

فیزیولوژی گیاهی

برای پاسخ به سؤالات کنکور کارشناسی ارشد

دکتر بهروز صالحی اسکندری

منصور خراتی کوپایی

دکتر بهمن خلدبرین (استاد دانشگاه شیراز)



<http://agrisoft.ir>

فهرست مطالب

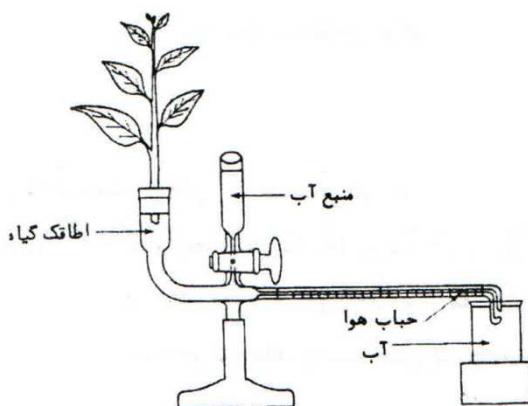
| | |
|--|-----------|
| فصل ۱. جذب و انتقال، مواد معدنی | ۶ |
| جذب و انتقال | ۶ |
| قانون انتشار آب | ۶ |
| انواع آب | ۸ |
| رابطه گیاه و آب | ۹ |
| تبادل گازی بین برگ‌ها و هوای خارج | ۱۰ |
| خروج بخار آب از روزنه ها | ۱۰ |
| الف. مقاومت داخلی | ۱۱ |
| ب. مقاومت خارجی | ۱۱ |
| عوامل موثر در باز و بسته شدن روزنه ها | ۱۱ |
| عكس العمل سلولهای محافظ روزنه در برابر نور | ۱۳ |
| آیا ساکارز بعنوان یک اسموتیکوم فعال در سلولهای محافظ روزنه عمل می‌کند؟ | ۱۳ |
| منشأ اسموتیکوم فعال، در روزنه | ۱۴ |
| تغییرات متابولیکی سلولهای محافظ بهنگام حرکت روزنه ای | ۱۶ |
| مسیر حرکت یون‌های غذایی در عرض ریشه اولیه | ۱۶ |
| مسیر جذب آب توسط ریشه | ۱۷ |
| انتقال شیره پرورده در آوند آبکش | ۲۰ |
| تشريح سلولهای سیو | ۲۰ |
| کاتیون‌ها و آنیونهای موجود در خاک و چگونگی جذب آن‌ها | ۲۱ |
| مکانیزم جذب بهتر کاتیون‌ها نسبت به آنیون‌ها | ۲۲ |
| عناصر ضروری | ۲۳ |
| گوگرد | ۲۴ |
| فسفر | ۲۶ |
| منیزیم | ۲۷ |
| پتاسیم | ۲۷ |
| کلسیم | ۲۸ |
| بر | ۲۸ |
| نقش‌های بر در گیاه | ۲۸ |
| روی | ۲۹ |
| آهن | ۲۹ |
| کلر | ۳۱ |
| سوالات چهارگزینه ای فصل اول (جذب و انتقال، مواد معدنی) | ۳۲ |
| پاسخنامه سوالات فصل اول (تقدیم معدنی) | ۳۸ |
| توضیح سوالات | ۳۹ |
| فصل ۲. نیتروژن | ۴۳ |
| راههای تثبیت نیتروژن | ۴۳ |

| | |
|---|-----------|
| الف. گروه آزادی (Free living) | ۴۵ |
| رشد گرهکهای تیره نخود | ۴۶ |
| فرم آنیونی نیتروژن (NO_3^-) | ۴۹ |
| آنزیم نیترات ردوکتاز | ۵۱ |
| نیتریت ردوکتاز | ۵۲ |
| مقایسه راندمان گیاهان C_4 با گیاهان C_3 (در مورد مصرف نیترات) | ۵۳ |
| مکانیسم‌های تنظیم آمونیاک در سلولهای گیاهی | ۵۴ |
| بررسی علت سمیت آمونیوم در اثر تراکم آن در سلولهای گیاهی | ۵۶ |
| جذب اوره به عنوان منبع نیتروژن | ۵۸ |
| اثر تثبیت نیتروژن بر هیدرات کربن | ۵۸ |
| علائم کمبود نیتروژن | ۵۹ |
| علائم سمیت نیتروژن (افراش ترکیبات نیتروژن دار در گیاه) | ۵۹ |
| سوالات چهارگزینه ای فصل دوم (نیتروژن) | ۶۰ |
| پاسخنامه سوالات فصل دوم (نیتروژن) | ۶۳ |
| توضیح سوالات | ۶۴ |
| فصل ۳. فتوستتر | ۶۵ |
| کلروفیل ها | ۶۵ |
| مراحل بیوسنتر کلروفیل | ۶۷ |
| بیوسنتر پورفیرین | ۶۸ |
| نقش آهن در بیوسنتر کلروفیل و هم | ۶۹ |
| فعل و انفعال فتوفیزیولوژیکی (فتوشیمیایی) | ۶۹ |
| واکنش‌های نوری (تجزیه آب و تولید انرژی) | ۷۲ |
| تجزیه آب | ۷۲ |
| فسفریله شدن نوری غیر چرخه ای (noncyclic photo phosphorylation) | ۷۴ |
| (cyclic photo phosphorylation) | ۷۵ |
| واکنش‌های تاریکی و چرخه کالوین یا چرخه احیایی پنتوز فسفات | ۷۵ |
| مراحل انجام واکشن | ۷۷ |
| چرخه گیاهان C_4 | ۷۸ |
| چرخه هاج اسلام (Hatch - slack) | ۷۸ |
| سه راه فتوستتری سیکل کربن در گیاهان C_4 | ۷۹ |
| اختلافات ساختمان گیاهان C_3 و C_4 | ۸۰ |
| عوامل موثر بر فتوستتر | ۸۲ |
| نرخ خالص ماده سازی | ۸۳ |
| گیاهان (Crassulacean acid metabolism) CAM | ۸۴ |
| علت تغییرات شبانه روزی pH در گیاهان :CAM | ۸۵ |
| شباهت و اختلاف گیاهان C_4 و CAM | ۸۶ |
| سوالات چهارگزینه ای فصل سوم (فتوستتر) | ۸۷ |
| پاسخنامه سوالات فصل سوم (فتوستتر) | ۹۴ |
| توضیح سوالات | ۹۵ |

| | |
|---|-----|
| فصل ۴. تنفس | ۹۸ |
| ممانعت کننده‌های زنجیره انتقال الکترون: | ۱۰۴ |
| مسیر اکسیدی پتوز فسفات | ۱۰۶ |
| چرخ گلی اکسی لات | ۱۰۸ |
| تنفس بی‌هوایی | ۱۰۹ |
| تنفس نوری | ۱۱۱ |
| سوالات چهارگزینه ای فصل چهارم (تنفس) | ۱۱۵ |
| پاسخنامه سوالات فصل چهارم (تنفس) | ۱۱۹ |
| توضیح سوالات | ۱۱۹ |
| فصل ۵. رشد و نمو | ۱۲۰ |
| اکسین | ۱۲۰ |
| مقدمه | ۱۲۰ |
| محل بیوستز اکسین (ایندول استیک اسید) | ۱۲۱ |
| بیوستز اکسین | ۱۲۱ |
| فاکتورهای اساسی در بیوستز اکسین | ۱۲۴ |
| اثرات فیزیولوژیکی اکسین | ۱۲۴ |
| جیبرلین‌ها (GA) | ۱۲۷ |
| مقدمه | ۱۲۷ |
| بیوستز جیبرلین‌ها | ۱۲۷ |
| انتقال جیبرلین‌ها | ۱۲۸ |
| اثرات فیزیولوژیکی هورمون جیبرلین | ۱۳۰ |
| مکانیسم عمل جیبرلین‌ها (GA) | ۱۳۰ |
| سیتوکینین‌ها | ۱۳۳ |
| مقدمه | ۱۳۳ |
| بیوستز سیتوکینین‌ها | ۱۳۳ |
| انتقال سیتوکینین‌ها | ۱۳۵ |
| اثرات فیزیولوژیکی سیتوکینین | ۱۳۵ |
| آبسیزیک اسید (ABA): Abscisic acid | ۱۳۶ |
| مقدمه | ۱۳۶ |
| بیوستز آبسیزیک اسید (ABA) | ۱۳۶ |
| انتقال ABA | ۱۳۷ |
| اثرات فیزیولوژیکی ABA | ۱۳۸ |
| مکانیسم عمل اسید آبسیزیک | ۱۳۸ |
| اتیلن | ۱۳۹ |
| مقدمه | ۱۳۹ |
| بیوستز اتیلن | ۱۳۹ |
| اثرات فیزیولوژیکی اتیلن | ۱۴۰ |
| ترموپریودیسم Thermoperiodism | ۱۴۲ |
| رشد و تمایز و نمو | ۱۴۲ |

| | |
|----------|---|
| ۱۴۴..... | منحنی های رشد |
| ۱۴۴..... | معادله های رشد |
| ۱۴۵..... | خواب دانه (Dormancy) |
| ۱۴۶..... | انواع خواب دانه |
| ۱۴۶..... | ۱. خواب جنین |
| ۱۴۷..... | ۲. خواب در پوشش دانه (tasta) و سایر بافت‌های خارجی (نسبت به جنین) |
| ۱۴۸..... | ۳. نقش نور در خواب دانه |
| ۱۵۰..... | محیط و آغاز تشکیل گل |
| ۱۵۰..... | ۱. اثرات درجه حرارت (بهاره کردن یا Vernalization) |
| ۱۵۱..... | ۲. اثرات طول روز: فتوپریودیسم |
| ۱۵۳..... | تروپیسم |
| ۱۵۴..... | فتوتروپیسم (Phototropism) |
| ۱۵۵..... | گراویتروپیسم (Gravitropism) |
| ۱۵۶..... | ناستی (Nasty) |
| ۱۵۶..... | نیکتی ناستی (nyctinasty) |
| ۱۵۷..... | سیسموناستی (Seismonasty) |
| ۱۵۸..... | سؤالات چهارگزینه ای فصل پنجم (رشد و نمو) |
| ۱۶۷..... | پاسخنامه سوالات فصل ششم |
| ۱۶۸..... | توضیح سوالات |
| ۱۷۰..... | منابع |

گرم آب بیش از ۵۰۰ کالری انرژی گرمایی مصرف می‌شود. بنابراین تعرق موجب سرد شدن بافت‌های برگ می‌گردد و انرژی گرمایی را از برگ‌ها دور می‌کند. میزان تعرق وابستگی مستقیم به انرژی تشعشعی دارد. اندازه گیری تعرق در آزمایشگاه‌ها به روش بسیار ساده‌ای بوسیله دستگاه پوتومتر (Potometer) انجام می‌شود. در این دستگاه مطابق شکل ۱-۲ سرعت تعرق بوسیله سرعت حرکت یک حباب کوچک از هوا در یک لوله موئین افقی و مدرج که مملو از آب و دارای یک قطر مشخص است تعیین می‌شود. در این روش یک بخش هوایی گیاه مثل ساقه برگدار مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۲. روش پوتومتر برای اندازه گیری تعرق.

تبادل گازی بین برگ‌ها و هوای خارج

تبادلات گازی تنفسی و فتوسنترزی (O_2 , CO_2) بین برگ‌ها و هوای خارج به همراه خروج آب در تعرق از طریق روزنه‌های هوایی موجود در بافت بشره انجام می‌شود. در اندام‌های هوایی لایه کوتیکول که توسط سلولهای بشره تولید و ترشح می‌شوند سطوح خارجی دیواره اسکلتی سلول‌های بشره را می‌پوشاند که قطر آن با توجه به نوع گیاه و قسمت‌های مختلف آن متفاوت است، کوتیکول از کوتین که یک ماده موم مانند و پلی مری از لیپیدها با زنجیره بلند است تشکیل شده که تقریباً یک مانع غیر قابل نفوذ در مقابل بخار آب، گازهای تنفسی و فتوسنترزی است. بنابراین تbadلات گازی بین برگ‌ها و هوای خارج از طریق روزنه‌های هوایی انجام می‌شود. روزنه‌های هوایی اغلب در طول روز باز و در شب بسته‌اند. شرایط محیط بر فراوانی روزنه‌ها موثر است. برگ گیاهانی که در محیط‌های خشک (بیابانی) و دارای نور شدید، رشد می‌یابند، نسبت به برگ گیاهانی که در محیط‌های مرطوب و سایه پسند رشد می‌کند. دارای روزنه کوچک‌تر به تعداد بیشتری هستند.

خروج بخار آب از روزنه‌ها

مسیر حرکت بخار آب و خروجش از روزنه، از سلولهای مزووفیلی که در مجاورت فضای بین سلولی خودشان قرار

منشا اسموتیکوم فعال، در روزنه

آزمایشات مختلف ۴ منشا مختلف با مسیرهای متابولیکی مجزا را برای تامین اسموتیکوم فعال در سلولهای روزنه

مشخص کرده اند که عبارتند از:

۱. جذب K^+ بهمراه Cl^- و بیوسنتز مالات

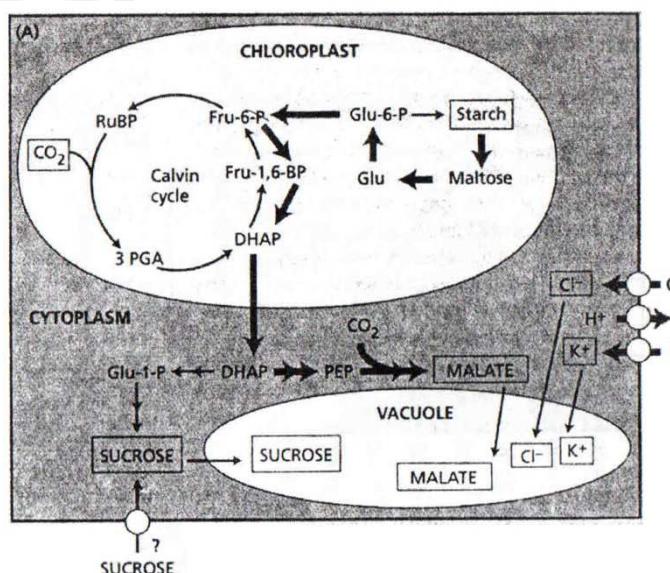
۲. تولید ساکارز از تجزیه نشاسته

۳. تولید ساکارز از تثبیت کربن در کلروپلاست سلولهای محافظه

۴. جذب آپوپلاستی ساکارز

سه مسیر تنظیم اسموتیکی مجزا در سلولهای محافظه روزنه مطابق اشکال ۱-۵، ۶-۱ و ۷-۱ موجود است.

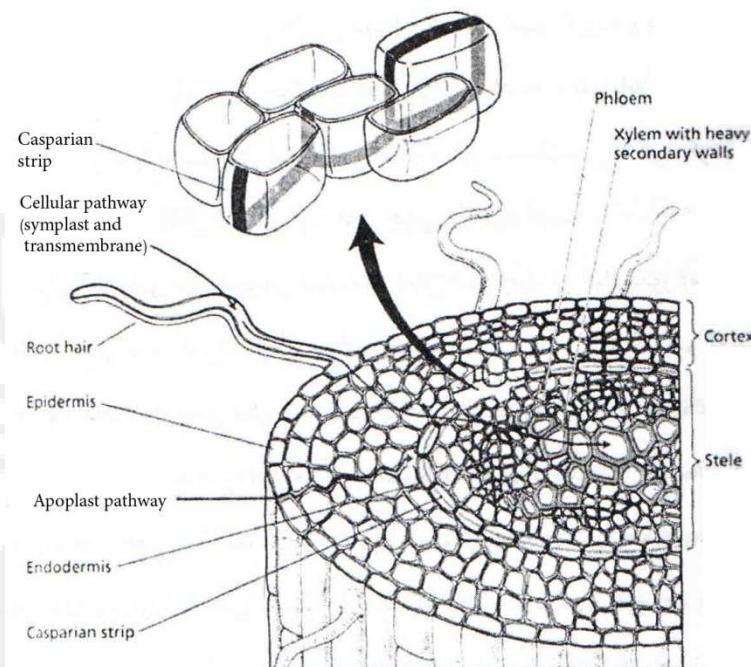
پیکانهای تیره مشخص کننده مراحل متابولیکی در هر مسیر که منجر به تجمع فعال محلولهای اسموتیکی در سلولهای محافظه می‌گردد.



شکل ۱-۵. پتابسیم و کلر بوسیله انتقال ثانویه که در اثر شیب پروتون بوجود آمده جذب می‌شوند. مالات از هیدرولیز نشاسته بوجود می‌آید (A).

مسیر جذب آب توسط ریشه

همان طور که در شکل ۱-۸ می‌بینید آب از پوست ریشه (کورتکس) توسط دو مسیر آپوپلاستی و درون سلولی منتقل می‌شود که مسیر درون سلولی که خود شامل مسیر سیمپلاستی و عبور از غشاء است، در سیمپلاستی آب از بیرون سلول از طریق فضای خالی پلاسمادسماata وارد سلول می‌شود. بدون این که آب از عرض غشاء پلاسمایی عبور نماید. در مسیر انتقال غشایی آب از عرض غشاء پلاسمایی وارد سلولها می‌گردد. در آندودرم مسیر آپوپلاستی بوسیله حلقه کاسپاری بلوكه می‌شود.



شکل ۱-۸. مسیر جذب آب در ریشه

حرکت یون‌های غذایی در عرض ریشه اولیه در دو محل نیاز به انتقال از عرض غشاء پلاسمایی دارد.

۱. جذب یون‌ها بوسیله غشاء پلاسمایی سلولهای پوست ریشه

۲. عبور یون‌ها از غشاء پلاسمایی سلولهای پارانشیم آوند چوبی

یون‌های محلول در عرض ریشه از سلولهای پوست (Cortex) تا استوانه مرکزی (Stele) از مسیر آپوپلاست

توسط اسمز یا انتشار وارد فضای آزاد سلولی (فضای بین دیواره و غشاء پلاسمایی) گیاه می‌شوند.

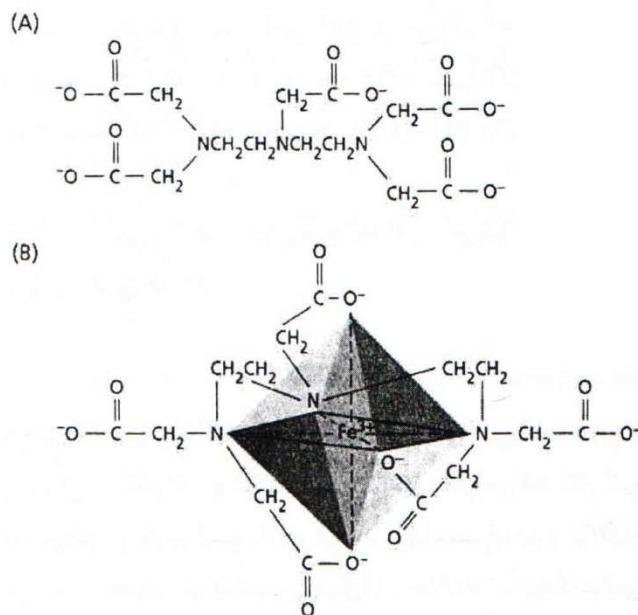
آوندهای چوبی بافت مراده ای هستند مثل یک لوله توخالی، وقتی یون‌ها در اثر جذب از ریشه وارد آوندها

می‌شوند غلظت آن‌ها در پایین آوند چوبی بیشتر از محیط خواهد شد. چون آوند چوبی بافت مرده ایست طبق قانون

انتشار باید یون‌ها از دیواره سلولی آوند چوبی خارج و وارد محلول خاک شوند، اما حلقه کاسپاری مانع از خروج آن‌ها

می‌شود و فقط باعث ورود مواد محلول خاک به آوندهای چوبی می‌گردد. در مسیر آپوپلاستیک یون‌ها براحتی از

این مواد از رسوب آهن در محیط جلوگیری می‌کنند. این ترکیبات اسیدی را عامل کلاته کننده (chelating agents) می‌نامند. البته آن‌ها با کاتیونهایی مثل آهن و کلسیم، کمپلکس محلول تشکیل می‌دهند. در محلولهای غذایی مدرن از اتیلن دی‌آمین تترالستیک اسید (EDTA) یا دی‌اتیل تری‌آمین پنتا استیک اسید (DTPA) یا پنتیک اسید بعنوان عامل کلاته کننده استفاده می‌کنند.



شکل ۱۵-۱. ساختمان شیمیایی بعضی از کلاته کننده‌ها: A- ساختمان شیمیایی DTPA

B- ساختمان شیمیایی DTPA که یون آهن را کلاته کرده است، آهن از طریق سه اتم هیدروژن و سه اتم اکسیژن یونیزه شده از گروه‌های کربوکسیلات به DTPA باند شده، به دلیل ساختمان حلقوی که یون آهن را در بر گرفته اثرات واکنش محلول غذایی خنثی می‌شود و در جریان جذب یون در سطح ریشه ظاهرًا Fe^{2+} به Fe^{3+} احیا می‌شود که در نتیجه آهن از کمپلکس آهن-DTPA آزاد می‌گردد و کلاته کننده با Fe^{3+} دیگری باند می‌شود.

سرنوشت ترکیبات کلاته کننده بعد از جذب آهن بوسیله ریشه نامشخص است. آهن ممکن است از کلاته کننده در سطح ریشه جدا شده و از فرم Fe^{2+} احیاء شود. فرم Fe^{2+} بهتر جذب می‌شود. کلاته کننده ممکن است به محلول غذایی یا خاک برگرد و با آهن Fe^{3+} دیگری درگیر واکنش شود.

بعد از جذب، آهن بوسیله ترکیبات آلی کلاته کننده که در سلول‌های گیاهی موجود آنرا بصورت محلول نگهداری می‌کنند. سیتریک اسید ممکن است نقش اصلی را در کلاته کردن آهن بازی کند و آنرا در مسافت‌های طولی در آوند چوبی همراه نماید.

۲۴. اندازه شدت جریان توده ای (Bolk flow) چیست؟
- الف. اختلاف فشار ناشی از عدم حرکت گروهی مولکولها
- ب. انتشار گروهی از مولکولها از محل کم تراکم
- د. حرکت گروهی از مولکولها در ارتباط با اختلاف فشار
- ۲۵*. حرکت شیره خام در آوند چوبی چگونه است؟
- الف. فیزیکی غیرفعال
- ب. فیزیکی فعال
۲۶. مهمترین عامل در بالا رفتن شیره خام چیست؟
- الف. تعرق
- ب. تعريف
۲۷. افزایش رطوبت هوا چه تاثیری بر شدت تعرق دارد؟
- الف. افزایش
- ب. توقف
- ۲۸*. تعرق در کدام دو فصل به ترتیب به بیشترین و کمترین مقدار می‌رسد؟
- الف. بهار، تابستان
- ب. بهار، زمستان
- ج. تابستان، پاییز
- ۲۹*. خشکی ملایم و خشکی شدید به ترتیب چه تاثیری در تعرق دارند؟
- الف. افزایش، افزایش
- ب. کاهش، افزایش
۳۰. چرا تعريف در هوای مرطوب و بخصوص بعد از بارندگی بیشتر صورت می‌گیرد؟
- الف. چون سرعت تعرق کم و فشار ریشه ای زیاد است
- ب. چون تعرق مک است و فشار ریشه ای کم است
- ج. چون سرعت تعرق زیاد است و فشار ریشه ای زیاد است
۳۱. در چه شرایطی تعريف در گیاه صورت می‌گیرد؟
- الف. افزایش جذب آن
- ب. درجات حرارت پایین
۳۲. عامل تعريف در گیاهان چیست؟
- الف. فشار ریشه ای
- ب. فشر مکش
۳۳. فشار ریشه ای در چه شرایطی بوجود می‌آید؟
- الف. رطوبت خاک زیاد و رطوبت هوا کم باشد
- ب. شدت تعرق زیاد و سرعت جذب آب کم باشد
- ج. شدت تعرق در اثر کمیود آب کاهش یافته باشد
۳۴. کدامیک از شرایط زیر در ایجاد فشار ریشه ای در گیاهان بیشتر موثر است؟
- الف. هنگامیکه پتانسیل آب محیط ریشه کمتر از پتانسیل آب سلولهای ریشه باشد رطوبت نسبی هوا کم باشد
- ب. هنگامیکه پتانسیل آب محیط ریشه بیشتر از پتانسیل آب سلولهای ریشه باشد و تعرق از سطح برگها انجام نگیرد
- ج. هنگامیکه هوا از بخار آب اشباع باشد و پتانسیل آب سلولهای ریشه بیشتر از پتانسیل آب محیط باشد
- د. روزنه‌های برگ باشد و فشار بخار آب بیشتر از فشار بخار هوای اطراف باشد.
۳۵. آب چه موقع توسط تارهای کشنده ریشه جذب می‌شود؟
- الف. غلظت مواد محلول در شیره سلول بالاست
- ب. غلظت نمکها در خاک بالاست
- ج. گیاه در حال تنفس شدید است
۳۶. انتقال مواد جذب شده توسط تارهای کشنده در بخش پوستی و آندودرم ریشه به ترتیب چگونه است؟
- الف. آپوپلاستی - آپوپلاستی
- ب. آپوپلاستی - سیمپلاستی
- د. سیمپلاستی - آپوپلاستی
۳۷. حرکت آب در منطقه پوستی ریشه گیاه از یک سلول به سلول مجاور به چه اساس صورت می‌گیرد؟
- الف. تجمع مواد معدنی در سلولها
- ب. تجمع مواد آبی در سلولها

پاسخنامه سؤالات فصل اول (تغذیه معدنی)

| د | ج | ب | الف | شماره |
|---|---|---|-----|-------|
| ✓ | | | | ۴۱ |
| | | ✓ | | ۴۲ |
| | ✓ | | | ۴۳ |
| | | | ✓ | ۴۴ |
| | | | | ۴۵ |
| ✓ | | | | ۴۶ |
| | ✓ | | | ۴۷ |
| | | | ✓ | ۴۸ |
| ✓ | | | | ۴۹ |
| | | ✓ | | ۵۰ |
| | ✓ | | | ۵۱ |
| | | | ✓ | ۵۲ |
| | | ✓ | | ۵۳ |
| | ✓ | | | ۵۴ |
| | | ✓ | | ۵۵ |
| ✓ | | | | ۵۶ |
| | | | ✓ | ۵۷ |
| | | ✓ | | ۵۸ |
| ✓ | | | | ۵۹ |
| | ✓ | | | ۶۰ |
| | | | ✓ | ۶۱ |
| ✓ | | | | ۶۲ |
| | | ✓ | | ۶۳ |
| | | | ✓ | ۶۴ |
| ✓ | | | | ۶۵ |
| | | ✓ | | ۶۶ |
| | | ✓ | | ۶۷ |
| ✓ | | | | ۶۸ |
| ✓ | | | | ۶۹ |
| ✓ | | | | ۷۰ |
| ✓ | | | | ۷۱ |
| | | | ✓ | ۷۲ |
| | ✓ | | | ۷۳ |
| ✓ | | | | ۷۴ |
| | | ✓ | | ۷۵ |
| | | ✓ | | ۷۶ |
| | ✓ | | | ۷۷ |

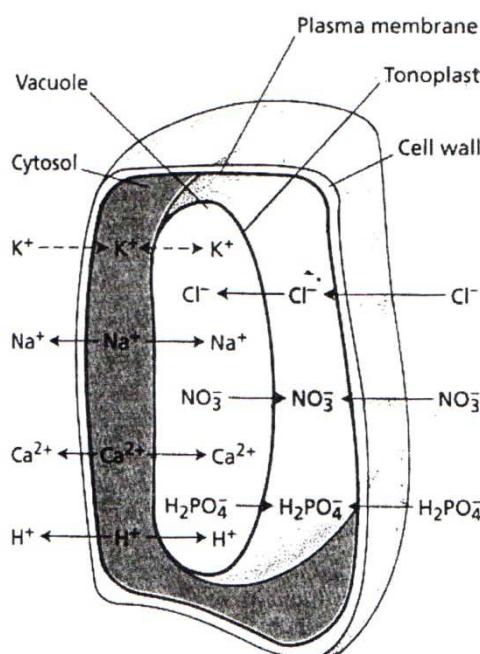
| د | ج | ب | الف | شماره |
|---|---|---|-----|-------|
| ✓ | | | | ۱ |
| ✓ | | | | ۲ |
| | | ✓ | | ۳ |
| | ✓ | | | ۴ |
| | | | ✓ | ۵ |
| | | | ✓ | ۶ |
| | | ✓ | | ۷ |
| ✓ | | | | ۸ |
| ✓ | | | | ۹ |
| | | ✓ | | ۱۰ |
| | | ✓ | | ۱۱ |
| | | ✓ | | ۱۲ |
| | | | ✓ | ۱۳ |
| | | | ✓ | ۱۴ |
| | | | ✓ | ۱۵ |
| | ✓ | | | ۱۶ |
| | | ✓ | | ۱۷ |
| | ✓ | | | ۱۸ |
| | ✓ | | | ۱۹ |
| | | | ✓ | ۲۰ |
| ✓ | | | | ۲۱ |
| ✓ | | | | ۲۲ |
| | | ✓ | | ۲۳ |
| ✓ | | | | ۲۴ |
| | | | ✓ | ۲۵ |
| | | | ✓ | ۲۶ |
| | ✓ | | | ۲۷ |
| | ✓ | | | ۲۸ |
| | | ✓ | | ۲۹ |
| | | | ✓ | ۳۰ |
| ✓ | | | | ۳۱ |
| | | | ✓ | ۳۲ |
| ✓ | | | | ۳۳ |
| | | ✓ | | ۳۴ |
| | | | ✓ | ۳۵ |
| | | ✓ | | ۳۶ |
| ✓ | | | | ۳۷ |
| | ✓ | | | ۳۸ |
| ✓ | | | | ۳۹ |
| | ✓ | | | ۴۰ |

۴۹. در این تست صحیح ترین گزینه شاید (ج) باشد چون در این گزینه جای کلسیم با سدیم طبق مطالب ارائه شده درست نیست سرعت نفوذ سدیم بیشتر از کلسیم است.

۵۰. با خروج پروتون از ریشه اسیدیته شیره سلول کاهش می‌یابد و برای موازنی کاتیون وارد شده اسیدهای آلی بیشتری ساخته می‌شود.

۵۵. برای این سول می‌توان دو گزینه را انتخاب کرد (ب و ج). طبق کتاب دکتر خلد برین تنذیه معدنی گیاهان عالی صفحه ۴۵۴ سولفات و مولیبدات آنیونهای رقابتی هستند یون سلنیات (SeO_4^{2-}) و سولفات برای جایگاههای همانند در غشاء سیتوپلاسمی سلولهای ریشه با هم رقابت می‌کنند. البته گزینه ب صحیح‌تر است.

۵۷. برای انتقال فعال در قسمت دوم به شکل ۱-۲ و جدول ۱-۲ توجه کنید. آنیونها بصورت فعال از خارج سلول یا واکوئل وارد سیتوزول می‌شوند و کاتیونها (جز پتانسیم) بصورت فعال از سیتوپلاسم به خارج سلول یا واکوئل رانده می‌شوند.



شکل ۱-۱. غلظت یونها در سیتوزول و واکوئل بوسیله انتقال غیر فعال (فش‌های خط چین) و انتقال فعال (فلش‌های ممتد) فرایند نقل و انتقال را کنترل می‌کنند.

Comparison of observed and predicted ion concentrations in pea root tissue

| Ion | Concentration in external medium (mmol L^{-1}) | Internal Concentration (mmol L^{-1}) ¹ | |
|---|--|--|----------|
| | | Predicted | Observed |
| K ⁺ | 1 | 74 | 75 |
| Na ⁺ | 1 | 74 | 8 |
| Mg ²⁺ | 0.25 | 1,340 | > 3 |
| Ca ²⁺ | 1 | 5,360 | 2 |
| NO ₃ ⁻ | 2 | 0.0272 | 28 |
| Cl ⁻ | 1 | 0.0136 | 7 |
| H ₂ PO ₄ ⁻ | 1 | 0.0136 | 21 |
| SO ₄ ²⁻ | 0.25 | 0.00005 | 19 |

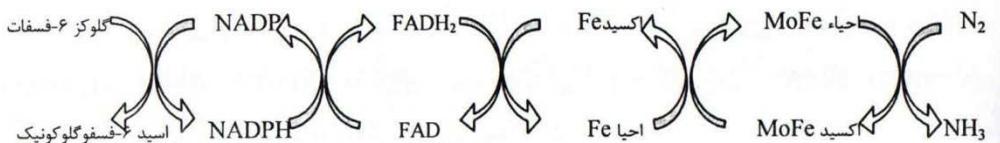
Source: Data from Higinbotham et al. 1967.

Note: The membrane potential was measured as -110 mV.

جدول ۱-۲. مقایسه غلظت مشاهده شده (Observed) و پیش‌بینی شده (Predicted) یونها در بافت ریشه لوبیا.

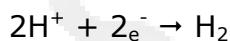
ستون اول: یونها (کاتیونها و آنیونها) موجود در محیط کشت (بافت ریشه) را نشان می‌دهد.

(Invertase) به گلوكز و فروكتوز هيدروليز می‌گردد. باکتروئید بوسيله آنزيم‌های مسیر پنتوز فسفات انرژی موردنیاز خود را كسب می‌کند.



برای احیاء نیتروژن 16ATP لازم است زیرا ۸ الکترون برای احیاء هر N_2 مصرف می‌گردد. بجز نیتروژن آنزیم نیتروژنانز دارای سوبستراي دیگري نيز مي باشد. واكنش هايي که آنزيم نیتروژنانز کاتاليز می‌کند به قرار زير مي باشد:

| نوع واكنش | عمل حاصل از انجام واكنش |
|--------------------------------|-------------------------|
| $N_2 \rightarrow 2 NH_3$ | ثبت نیتروژن مولکولی |
| $N_2O \rightarrow N_2 + H_2O$ | احیاء اکسید نیتروژن |
| $N^-_3 \rightarrow N_2 + NH_3$ | احیاء آزید |
| $C_2H_2 \rightarrow C_2H_4$ | احیاء استیلن به اتیلن |
| $ATP \rightarrow ADP + Pi$ | فعالیت هیدرولیتیکی ATP |



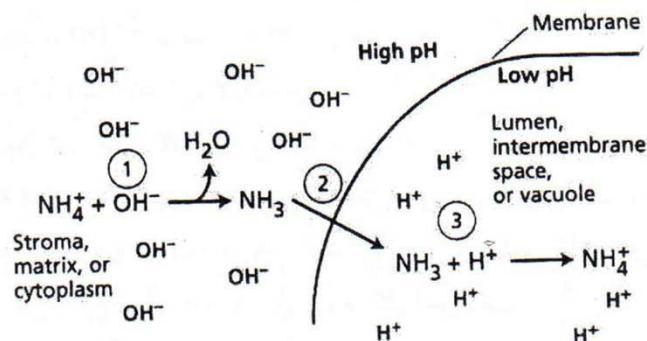
ممکن است سوبستراي آنزيم نیتروژنانز پروتون باشد:

که در اين صورت به جاي ثبیت نیتروژن (N_2), گاز هیدروژن (H_2) بوسيله باکتروئيد توليد و خارج می‌گردد. اکون دانشمندان به دنبال شناسايي واريته هايي از باكتري ريزوبيوس هستند که در آنها هيدروژن توليد نمي‌گردد. يك الگوي مناسب جهت شناسايي فعالیت ريزوبيوس، اندازه گيري مقدار استيلن توليد شده با دادن استيلن توسط کروماتوگرافی گازی (GC) می‌باشد اشکال استفاده از آمونياک برای اندازه گيري فعالیت ريزوبيوس ثبیت فوري آن است.

همانطور که در شکل ۲-۳ مشاهده می‌کنید برای فعالیت آنزيم نیتروژنانز نیاز به عناصری چون Mo, Fe, Darim. کبات نیز از جمله عناصری است که برای رشد گرهک ضروري است و در صورت کمبود کبات علائم کمبود نیتروژن را خواهیم دید که با دادن کودهای ازته علائم کمبود برطرف می‌گردد. نیتروژن به دو فرم آنیونی (NO_3^-) و کاتیونی (NH_4^+) توسط گیاهان جذب می‌گردد فرم کاتیونی آنها بهتر از آنیونی جذب می‌شود.

فرم آنیونی نیتروژن (NO_3^-)

نيترات به علت داشتن بار منفی داراي آبشوبي (leaching) فراوانی است زيرا ذرات رس در خاک داراي بار منفی اند و بهمين دليل نيترات نمي تواند با آنها متصل گردد بدین ترتیب با آب شسته و از دسترس گیاه خارج



شکل ۲-۵. اثر آمونیاک بر شیب پروتون در لومن کلروپلاست و استرومای

اسکلت کربنی مورد نیاز (صرف آمونیوم) از کجا تأمین می‌گردد؟

اسکلت مورد نیاز آمونیوم می‌تواند از متابولیت‌های فتوسنتز، گلیکولیز و چرخه کربس مهیا گردد.

تغذیه NH_4^+ و NO_3^-

در خاکهای اسیدی (کلسیم گریز) اکثر گیاهان آمونیوم را به عنوان منبع ازت ترجیح می‌دهند و برعکس آن در خاکهای

قلیائی (کلسیم دوست) اکثر گیاهان نیترات (NO_3^-) را به عنوان منبع ازت ترجیح می‌دهند.

اثرات تغذیه NH_4^+ و NO_3^-

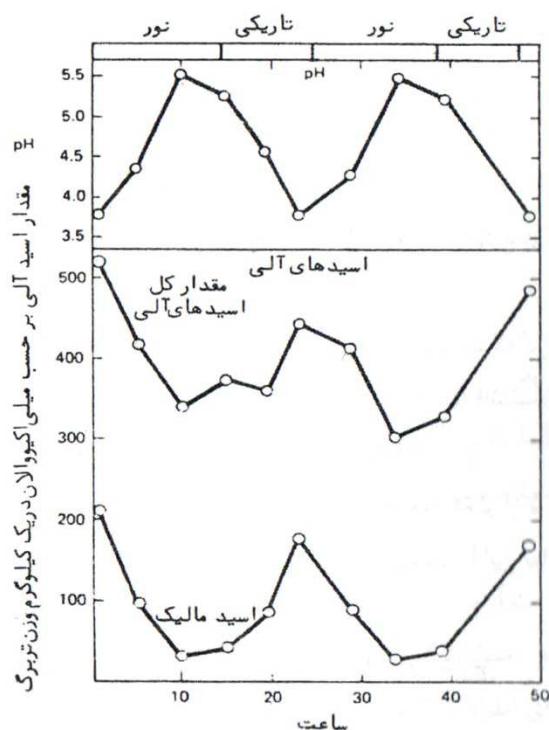
۱. روی موازنی آنیونی و کاتیونی: با مصرف آمونیوم (چون خودش یک کاتیون می‌باشد) از مصرف کاتیون‌های دیگر ممانعت می‌کند (از طریق رقابت) و با مصرف نیترات (چون خودش یک آنیون می‌باشد) از مصرف آنیون‌های دیگر ممانعت می‌کند.

۲. اثر بر pH خاک: مصرف آمونیوم موجب اسیدی شدن خاک و مصرف نیترات موجب قلیایی شدن خاک می‌گردد.

۳. اثر بر مصرف انرژی: برای ثبیت نیترات به انرژی بیشتری نیازمندیم، چون بعد از یکسری تغییرات نیترات به آمونیوم تبدیل می‌گردد ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4^+$) و چون این واکنش انرژی خواه است بهمین دلیل نیاز به مصرف انرژی داریم.

چرا در هنگام استفاده از کودهای آمونیاکی تنفس در ریشه افزایش می‌یابد؟
اکثرا آمونیاک در ریشه ثبیت می‌گردد که ثبیت آن نیاز به اسکلت کربنی دارد که از طریق تنفس ایجاد می‌گردد. از طرفی افزایش تنفس موجب افزایش ترشحات ریشه می‌گردد که رشد باکتریها را تحریک می‌کند. در واقع برای ورود آمونیاک به ساختار ستونی حاصل از فتوسنتز نیاز به قند داریم که در صورت کاهش فتوسنتز تغذیه نیتراتی دچار اشکال می‌گردد.

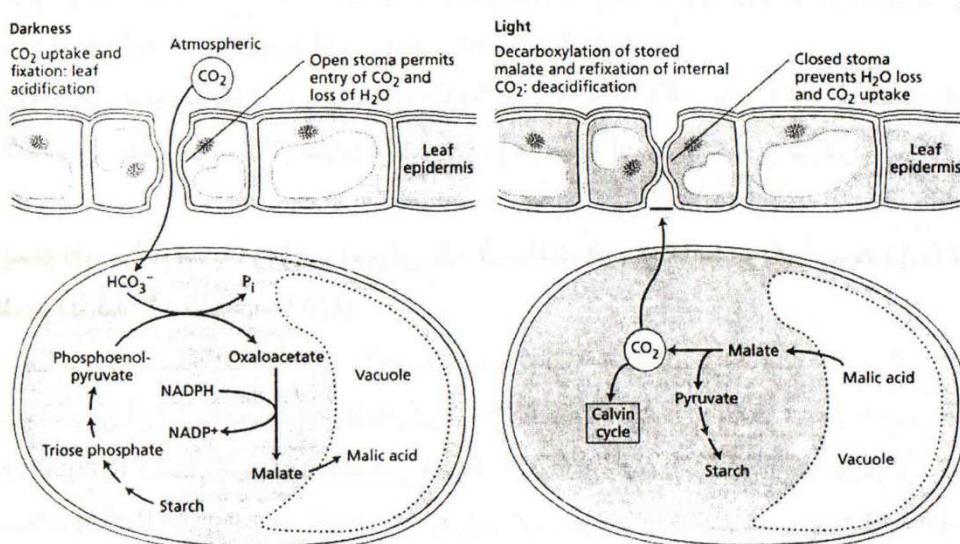
روزنه هاست، روزنه‌ها در طول شب باز و در طول روز بسته می‌مانند. استراتژی مخصوص به این گیاهان در پاسخ به آب و هوای گرم و خشک است چون اغلب گیاهان CAM بومی مناطق کم آب و خشک هستند و باید به کم آبی بطرق مختلف (باز بودن روزنه در شب و بسته بودن آن در روز) سازگار شوند.



شکل ۱۶-۳. تغییرات متناوب شبانه روزی pH و مقدار اسیدهای آلی و اسیدمالیک در برگ‌های یک نوع گیاه C₄

علت تغییرات شبانه روزی pH در گیاهان CAM:

همان طور که حدس می‌زنید به علت سنتز اسیدهای آلی (malat و OAA) در هنگام شب و تجزیه آنها در طول روز می‌باشد.



شکل ۱۷-۳. مراحل تشییت CO₂ در گیاهان کم

مطابق شکل ۱۷-۳، واکنش‌های فتوسنتزی و جذب CO₂ در گیاهان CAM از لحاظ زمانی از هم جدا می‌شوند.

۲۴. فتوفسفریلاسیون چرخه ای نوع غالب در کدام موجودات است؟

ب. جلیک‌های سبز

الف. باکتریهای فتوستتر کننده

د. گیاهان C₄

ج. گیاهان عالی

۲۵*. باکتریهای فتوستتر کننده چند فتوسیستم دارند و کدام نوع فسفریلاسیون در آنها انجام می‌گیرد؟

ب. یک - چرخه ای

الف. یک - چرخه ای و غیر چرخه ای

د. دو - چرخه ای و غیر چرخه ای

ج. دو - چرخه ای

۲۶. در مسیر چرخه ای الکترون در فتوستتر، دریافت کننده الکترون از فردوسکسین کدام است؟

ب. سیتوکروم

الف. پلاستوکینون

د. ترکیبات ناشناخته

ج. پلاستوسیانین

۲۷. علت تثبیت نشدن گاز کربنیک در موقع انجام حرکت چرخه ای الکترون در فتوستتر کدام است؟

ب. NADPH تولید نمی‌شود

الف. عدم تولید NADPH

د. اکسیژن مصرف می‌شود

ج. تنفس نوری مانع از تثبیت گاز کربنیک می‌شود

۲۸. در واکنش‌های نوری فتوستتر هنگامی که حرکت الکترون به صورت چرخه ای انجام می‌گیرد گاز کربنیک تثبیت نمی‌شود. زیرا ...

ب. NADPH تولید نمی‌شود.

الف. NADPH اکسید می‌شود.

د. اکسیژن مصرف می‌شود.

ج. تنفس نوری مانع از تثبیت گاز کربنیک می‌شود.

۲۹. در خروج انرژی از زنجیره انتقال الکترون فتوستتری مستقر در کلروپلاست، جهت تامین انرژی مورد نیاز برای تثبیت سولفات

ب. فردوسکسین نقش مهمی را ایفا می‌کند.

الف. سیتوکروم b563 نقش ناقل را ایفا می‌کند

د. فردوسکسین و سیتوکروم‌های مختلف نقش موازی دارند.

ج. سیتوکروم b6 نقش ناقل را ایفا می‌کند

*۳۰. پذیرنده نهایی هیدروژن در فتوستتر چیست؟

د. NADP

ج. RUBP

ب. فسفوگلیسرآلدئید

الف. گاز کربنیک

۳۱*. احیای NADP⁺ بوسیله کلروپلاستهای جدا شده در حضور DCMU و DCPIP و در غیاب آنها، در ۷۰۰ نانومتر چه تغییری حاصل می‌کند؟

ب. کاهش می‌باید - کاهش می‌باید

الف. افزایش می‌باید - افزایش می‌باید

د. افزایش می‌باید - کاهش می‌باید

ج. کاهش می‌باید - افزایش می‌باید

۳۲. در فتوستتر گیاهان C₃ برای احیاء و تثبیت یک ملکول CO₂ نیاز به ... و ... می‌باشد.

ب. ۲NADPH و ۳ATP

الف. ۲ATP و ۳NADPH

د. ۵NADPH و ۳ATP

ج. ۵NADPH و ۳ATP

۳۴. در عمل فتوستتر تثبیت CO₂ در چه مرحله و چه محلی اتفاق می‌افتد؟

ب. روشنایی و در استرومای کلروپلاست

الف. روشنایی و در تیلاکوئید

د. تاریکی و استرومای کلروپلاست

ج. تاریکی و در تیلاکوئید

۳۵. اولین فراورده فتوستتری در گیاهان C₃ چیست؟

ب. فسفوگلیسریک اسید

الف. فسفوگلیسرآلدئید

د. دی‌هیدروکسی استون فسفات

ج. فسفوانول پیرویک اسید

۳۶. آنزیم اکسیژنаз در کدام مسیر فتوستتری دخالت می‌کند؟

ج. چهارکربنه

ب. سه کربنه

الف. دو کربنه

د. CAM

۳۷*. تری اوپسیفات حاصل از احیای اسید فسفوگلیسریک می‌تواند...

الف. صرف تشکیل نشاسته و قندهای ۵ کربنه شود.

ب. به صورت قندهای به تعداد کربن متفاوت تغییر شکل باید

توضیح سوالات

۱۱. با توجه به توضیحات متن آهن برای فعالیت آنزیم دلتا آمینو لوولینیک اسید سنتاز که باعث تشکیل اسید دلتا آمینو لوولینیک (δ ALA) می‌گردد لازم است. هم چنین برای تبدیل پروتوپورفیرین به پروتوكلروفیلاید α هم ضروری است بنابراین در این تست گزینه الف یعنی تبدیل گلیسین به آمینولوولینیک اسید می‌تواند درست باشد.

۱۲. گزینه ج صحیح تر بنظر می‌رسد. مطابق مطالب ذکر شده برای تست ۱۱ ولی گزینه د نیز اگر منظور آمینو لوولینیک اسید باشد می‌توانست گزینه صحیح باشد.

۱۵. پدیده امرسان حاکی از این که طول موج‌های بلند (بیشتر از ۶۸۰ نانومتر) به تنها یکی بر فتوسنتز غیر موثرند ولی اگر این طول موج‌های بلند با طول موج‌های کوتاه (کمتر از ۶۸۰ نانومتر) همراه شوند تاثیر آن افزایش می‌یابد که این نتایج منجر به شناسایی دو فتوسیستم شد. با توجه به این توضیحات با حذف طول موج‌های پایین اثر طول موج‌های بلند کاهش و قسمت دوم نامفهوم اگر طول موج‌های بلندتر از ۶۸۰ نانومتر به طول موج ۷۰۰ نانومتر اضافه شود اثر طول موج‌های بلند کاهش و اگر با طول موج‌های کوتاه همراه شود این اثر افزایش می‌یابد که ما قسمت دوم را مدنظر گرفته ایم.

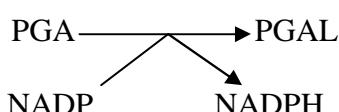
۲۵. باکتریهای فتوسنتز کننده ای که اکسیژن متصاعد می‌کنند دارای دو فتوسیستم هستند مثل سیانو باکتر (جلبک‌های سبز آبی) ولی باکتریهای فتوسنتز کننده ای که اکسیژن متصاعد نمی‌کند دارای یک فتوسیستم هستند.

۳۰ و ۳۱. اگر منظور پذیرنده نهایی در در زنجیره اتصال الکترون باشد NADP گزینه صحیح است ولی چون فتوسنتز در گزینه (د) ذکر شده در نهایت این پروتون (H^+) برای احیاء CO_2 مصرف می‌شود پس گزینه CO_2 (گاز کربنیک) هم می‌تواند درست باشد.

۳۲. DCMU باعث جدایی دو فتوسیستم (I و II) از هم شده بهمین علت تولید O_2 متوقف و احیاء $NADP^+$ کاهش می‌یابد. DCPIP نیز برای دریافت H^+ (پروتون) با NADP بصورت رقابتی عمل کرده و مانع از تولید $NADPH^+$ می‌گردد. مسلمًا در غیاب آن احیاء $NADP^+$ افزایش می‌یابد پس گزینه (ج) صحیح است.

۳۷. مقدار کمی از فسفوگلیسیریک اسید حاصل از ثبیت CO_2 به قند و نشاسته تبدیل و بیشتر آن برای تجدید RUBP مصرف می‌شود. پس به این ترتیب تمام گزینه می‌تواند صحیح باشد که الف درست‌تر بنظر می‌رسد چون RUBP را می‌توان در قندهای چهار گزینه قرار داد.

۴۶. بوجود آمدن OAA در اثر واکنش بی‌کربنات و PEP یک واکنش احیایی نیست و OAA یک اسید ناپایدار می‌باشد جواب (ب) اسید فسفوگلیسیریک که در چرخه کلوفین گیاهان ۴ کربنیه اولین محصول پایدار ثبیت CO_2 می‌باشد ولی فسفوگلیسیرآلدئید (PGAL) اولین محصول پایدار حاصل از احیاء می‌باشد.



۵۴. ورود CO_2 حاصل از دکربوکسیلاسیون اسید مالیک به کلروپلاست موجب انجام چرخه کالوین می‌گردد یعنی چرخه هاج اسلک چرخه (C₄) قبل انجام شده، همچنین ورود مستقیم CO_2 به کلروپلاست سلولهای غلاف آوندی نیز موجب انجام چرخه کلوفین در کلروپلاست سلولهای غلاف آوندی می‌گردد. پس گزینه (ب) هم می‌تواند پاسخ صحیح باشد.

۵۵. اثر رقابتی بین CO_2 و O_2 برای جایگزینی در دهانه فعال Rubisco که هر گاه گیاه غلظت هر کدام بیشتر شود واکنش‌ها (چرخه کالوین - تنفس نوری) انجام می‌شود.

۵۷. با در نظر گرفتن این که گندم C₃ و ذرت C₄ است نقطه اشباع نوری C₃ پایین‌تر از C₄ می‌باشد.

۶۱. فتوسنتز خالص را بر حسب مقدار سرعت جذب CO_2 در واحد سطح برگ بیان می‌کنند.

فتوسنتز خالص یا ناخالص: در واقع همان CO_2 تنفسی و CO_2 است که از هوا جذب می‌گردد.

فصل ۵. رشد و نمو

اکسین

مقدمه

در قرن نوزدهم و نت و پرسش فرانسیس پدیده تروپیسم را مورد مطالعه قرار دادند، آنها متوجه شدند که گیاهان نسبت به محرک نور عکس العمل نشان می‌دهند و به سمت نور خم می‌شوند. این پدیده را فتوتروپیسم نامیدند. کلئوپتیل‌ها به نور (بخصوص نور آبی) خیلی حساس هستند و چنانچه مدت زمان کوتاهی در معرض تابش نور یک طرف قرار گیرند به سمت منبع نور خم می‌شوند.

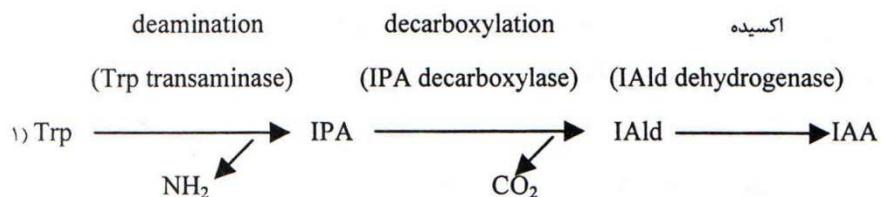
داروین پی برد که نوک کلئوپتیل‌ها دریافت کننده نور است چون اگر نوک کلئوپتیل توطیق یک ورقه فلزی پوشانیده شود و سپس به آن نور تابانیده شود، کلئوپتیل به سمت نور خم نمی‌شود. اما ناحیه رشد کلئوپتیل که موجب خم شدن به سمت نور می‌شود، درست چند میلیمتر زیر نوک کلئوپتیل قرار دارد.

آنها نتیجه گرفتند که نوکهای کلئوپتیل حاوی ماده‌ای است که محرک رشد است و این ماده به قسمتهای پایین منتقل می‌شود و موجب خمیدگی گیاه به سمت نور می‌شود. علت خم شدن به سمت نور یک طرفه شد بیشتر ناحیه تاریکی نسبت به ناحیه روشنایی است.

در اینجا یک سوال مطرح می‌شود که چرا کلئوپتیل در ناحیه تاریکی بیشتر از ناحیه روشنایی رشد می‌کند؟ دو احتمال برای رشد بیشتر ناحیه تاریکی وجود دارد: ۱. نور موجب متلاشی شدن ماده محرک رشد در ناحیه روشنایی می‌گردد. در نتیجه غلظت آن در ناحیه تاریکی بیشتر از ناحیه روشنایی است. ۲. حرکت جانبی ماده محرک رشد (اکسین) از ناحیه روشنایی به سمت ناحیه تاریکی.

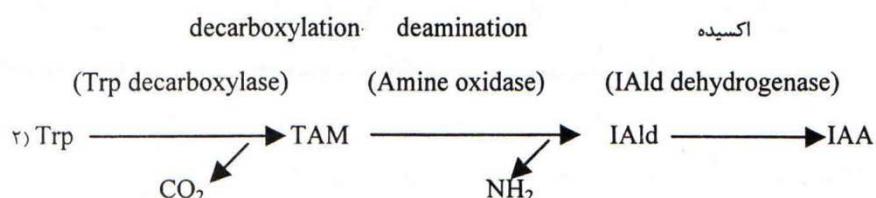
با آزمایشاتی که انجام شد متوجه شدند که نور موجب متلاشی شدن اکسین نمی‌شود. بلکه حرکت جانبی ماده محرک رشد به سمت تاریکی موجب بالا رفتن غلظت آن در ناحیه تاریکی می‌گردد. طبق مدلی که کلودنی ونت (Cholodny- Went) برای فتوتروپیسم در نوک کلئوپتیل غلات ارائه کرد. سه عملکرد مخصوص وجود دارد: ۱. تولید اکسین ۲. دریافت نور محرک یک طرفه ۳. حرکت جانبی اکسین در پاس به نور یک طرفه. در واقع اکسین تولید شده در نوک کلئوپتیل به جای انتقال قطبی (basipetal) به صورت جانبی به سمت تاریکی منتقل می‌شود.

شده که ایندول استالدھید در اثر اکسید شدن به ایندول استیک اسید تبدیل می‌شود.



ب) مسیر تریپتامین (Tryptamine pathway)

در این مسیر تریپتوфан ابتدا دکربوکسیله شده و به تریپتامین تبدیل می‌شود و بعد تریپتامین در اثر دامینه شدن به ایندول استالدھید (IAld) تبدیل می‌گردد و در آخر ایندول استالدھید اکسید شده و به ایندول استیک اسید تبدیل می‌شود.



ج. مسیر ایندول استونیتریل (IAN) (Indole-3-acetonitrile pathway (IAN))

این مسیر مخصوص سه خانواده: کروسیفره، گرامینه و تیره موز است.

در این مسیر ابتدا تریپتوfan به ایندول ۳-استالدوکسیم (Indole-3-acetaldoxime) تبدیل می‌شود و بعد استالدوکسین به ایندول ۳-استرونیتریل تبدیل شده (IAN) و IAN توسط آنزیم نیتریلаз (Nitrilase) به اکسین تبدیل می‌شود.



د) مسیر ایندول استامید (IAM) pathway (Indol-3-acetamide (IAM) pathway)

این مسیر اغلب مختص باکتریهای پاتوژن است. در این مسیر ابتدا تریپتوfan توسط آنزیم تریپتوfan منواکسیزناز به ایندول ۳-استامید (IAM) تبدیل می‌شود و IAM توسط آنزیم IAM هیدرولاز به اکسین تبدیل می‌شود.



فهرست شکل‌ها و جداول

| | |
|--|----|
| شکل ۱-۱. ورود آب خالص به درون اسموتر و فشار اسمزی حاصل از آن که با پتانسیل اسمزی برابر است. فشار اسمزی در واقع همان | ۷ |
| فشار سر پیستون می‌باشد که مانع از ورود آب بداخل اسموتر می‌شود. | |
| شکل ۱-۲. روش پوتومتر برای اندازه گیری تعرق..... | ۱۰ |
| شکل ۱-۳. منظره سطحی یک روزنه هوایی یک گیاه علفی (نیشکر)..... | ۱۲ |
| شکل ۱-۴. تغییرات روزنه، محتوی ساکاراز و پتانسیم سلولهای محافظ روزنه در برگ‌های عدس، یک فاز وابسته به تنظیم اسمزی پتانسیم در | ۱۳ |
| صبح و یک فاز دیگر وابسته به ساکاراز در بعد از ظهر..... | |
| شکل ۱-۵. پتانسیم و کلر بوسیله انتقال ثانویه که در اثر شبیب پروتون وجود آمده جذب می‌شوند. ملالات از هیدرولیز نشاسته وجود می‌آید (A)..... | ۱۴ |
| شکل ۱-۶. تجمع ساکاراز از هیدرولیز نشاسته (B)..... | ۱۵ |
| شکل ۱-۷. تجمع ساکاراز از فتوسنتز و تثبیت کربن، ممکن است ساکاراز است مسیر آبپلاستی نیز جذب سلولهای محافظ گردد (C)..... | ۱۵ |
| شکل ۱-۸. مسیر جذب آب در ریشه..... | ۱۷ |
| شکل ۱-۹. مقایسه بین پتانسیل آبی در قسمت‌های مختلف که جهت مسیر آب را همین اختلاف پتانسیل آب (Ψ_w) در قسمت‌های مختلف، مشخص می‌کند آب از جایی که دارای پتانسیل اسمزی بیشتری به جایی که دارای اختلاف پتانسیل اسمزی کمتری است حرکت می‌کند..... | ۱۹ |
| جدول ۱-۳. غلظت مواد موجود در شیره پرورده بر حسب میلی گرم در میلی متر (mgml-) | ۲۰ |
| شکل ۱-۱۰-۱. تشریح سلول سیو: الف. یک سلول سیو در آوند آبکش ثانویه یک گیاه دو لبه ای در دید طولی. ب. سطح بشقاب سیو در برش عرضی ج، د. اشکال بشقاب سلوی در برش عرضی سلول سیو ه. و. مقطع عرضی بشقاب سیو..... | ۲۱ |
| شکل ۱-۱۱-۱. کاتیون‌های موجود در سطح ذرات که بدلیل منفی بودن سطح ذرات خاک به آن متصل شده اند و قابل جایگزینی با کاتیون‌های دیگر می‌باشند..... | ۲۲ |
| شکل ۱-۱۲-۱. مقایسه بین انتشار مواد در غشاء بیولوژیکی (Biological membrane) و غشاء فسفولیپیدی دو لایه مصنوعی P: (Artificial memberance)..... | ۲۳ |
| شکل ۱-۱۳-۱. الف. فعال شدن یون سولفات، APS سولفات‌فعال شده را نشان می‌دهد. ب. خلاصه مسیر تثبیت سولفات در گیاهان عالی آنزیم‌ها..... | ۲۵ |
| شکل ۱-۱۴-۱. تیتراسیون (M/10) H_3PO_4 با $NaOH$ (N/10)..... | ۲۶ |
| شکل ۱-۱۵-۱. ساختمان شیمیایی بعضی از کلاته کننده‌ها: A - ساختمان شیمیایی DTPA..... | ۳۰ |
| شکل ۱-۱۶-۱. به کانالها و ناقلین متفاوت در غشاء تونوبلاستی و پلاسمایی توجه کنید..... | ۴۰ |
| شکل ۱-۱۷-۱. غلظت یونها در سیتوزول و واکوئل بوسیله انتقال غیر فعال (خش‌های خط چین) و انتقال فعال (فلش‌های ممتد) فرایند نقل و انتقال را کنترل می‌کنند..... | ۴۱ |
| جدول ۱-۲. مقایسه غلظت مشاهده شده (Observed) و پیش‌بینی شده (Predicted) یونها در بافت ریشه لوبيا..... | ۴۱ |
| شکل ۱-۲-۱. چرخه نیتروژن: نیتروژن از فرم گازی به صورت یون احیاء شده تغییر شکل می‌یابد و قبل از وارد شدن به ترکیبات آلی موجودات زنده بعضی از مراحل را طی می‌کند که در این شکل نشان داده شده است..... | ۴۴ |
| شکل ۱-۲-۲. مراحل اولیه تشکیل گرهک..... | ۴۷ |
| شکل ۱-۲-۳. واکنشی که بوسیله آنزیم نیتروژناز کاتالیز می‌شود. فردوسکسین زیر واحد کوچک (Fe پروتئین) را احیا می‌کند. هیدرولیز و باند شدن ATP به Fe پروتئین از طریق تغییر شکل زیر واحد کوچک (Fe پروتئین) انجام می‌شود که موجب تسهیل در واکنش‌های ردوکس (اکسیداسیون، احیاء) می‌گردد. زیر واحد بزرگ (پروتئین Fe-Mo) نیز نیتروژن را احیا می‌کند. فلاش‌های تیره مسیر جریان الکترون را نشان می‌دهند..... | ۴۸ |
| شکل ۱-۲-۴. ساختمان و مسیرهای ترکیباتی که در متابولیسم آمونیوم دخالت دارند، آمونیوم می‌تواند به وسیله چندین فرایند زیر تثبیت شود..... | ۵۵ |
| شکل ۱-۲-۵. اثر آمونیاک بر شبیب پروتون در لومن کلروپلاست و استرومای..... | ۵۷ |
| شکل ۱-۳-۱. ساختمان مولکولی بعضی از رنگدانه‌های فتوسنتزی A - ساختمان انواع کلروفیل B - کارتنوئیدها C - رنگدانه‌های بیلین مثل فیکواریتین..... | ۶۶ |
| جدول ۱-۳. توزیع کلروفیل‌ها و دیگر رنگدانه‌های فتوسنتزی..... | ۶۶ |

| |
|---|
| شکل ۲-۳. طیف جذبی بعضی از رنگدانه‌های فتوستتری ۶۷ |
| شکل ۳-۳. بیوسنتر کلروفیل ۶۸ |
| شکل ۴-۳. نقش آهن در بیوسنتر کلروفیل و هم ۶۹ |
| شکل ۵-۳. مقایسه سطح تحریک نور آبی و قرمز ۷۰ |
| شکل ۶-۳ طرح Z فتوستتر ۷۱ |
| شکل ۷-۳. واکنش‌های نوری و واکنش‌های ثابت کربن (تاریکی) ۷۱ |
| شکل ۸-۳. جزئیات طرح Z برای تضاد اکسیژن در اجزاء فتوستتری ناقلين اکسیداسیون و احیاء، بر اساس پتانسیل اکسیداسیون احیاء مرتباً شده‌اند، فلاش‌های عمودی جذب فوتون را بوسیله مرکز واکنش در کلروفیل‌ها نشان می‌دهند. ۷۳ |
| شکل ۹-۳. موقعیت اجزاء فتوستتری در غشاء تیلاکوئید و چگونگی تشکیل ATP ۷۴ |
| شکل ۱۰-۳. چرخه کلوبین ۷۶ |
| شکل ۱۲-۳. سه مسیر فتوستتری سیکل کربن در گیاهان C ₄ ۷۹ |
| شکل ۱۳-۳. مسیر ثابت کربن در سلولهای مزوفیل و غلاف آوندی ۸۰ |
| شکل ۱۴-۳. انتقال مواد متابولیکی بین سلولهای مزوفیل و سلولهای غلاف آوندی در برگ گیاهان C ₄ ۸۲ |
| شکل ۱۵-۳. تغییرات سرعت فتوستتر با غلظت‌های مختلف CO ₂ در درجه حرارت‌های مختلف ۸۴ |
| شکل ۱۶-۳. تغییرات متنابع شبانه روزی pH و مقدار اسیدهای آلی و اسیدمالیک در برگ‌های یک نوع گیاه C ₄ ۸۵ |
| شکل ۱۷-۳. مراحل ثابت کربن CO ₂ در گیاهان کم ۸۵ |
| شکل ۱۸-۳. موقعیت کمپلکس‌های بروتینی در غشاء تیلاکوئید ۹۶ |
| شکل ۱۹-۳. تصویری از موقعیت‌های غشاها کلروپلاست ۹۶ |
| شکل ۱-۴. واکنش‌های گلیکولیز تا تولید پیرووات که پیرووات در تنفس هوایی به میتوکندری منتقل می‌شود و در تنفس بی‌هوایی تولید لاکاتات و اتانول می‌کند ۱۰۱ |
| شکل ۲-۴. مسیر چرخه کربس (تری کربوکسیلیک اسید TAC) ۱۰۲ |
| شکل ۳-۴. مرحله ۱: مرحله تشکیل استیل کوا؛ مرحله ۲: چرخه کربس؛ مرحله ۳: زنجیره انتقال الکترون در غشاء داخلی میتوکندری ۱۰۳ |
| شکل ۴-۴. زنجیره تنفسی در میتوکندری‌های سلولهای گیاهان عالی اسید سوکسینیک به اسید فوماریک اکسیده می‌شود ۱۰۳ |
| شکل ۴-۵. نظم و ترتیب زنجیره انتقال الکترون در غشاء داخلی میتوکندری گیاهان ۱۰۴ |
| شکل ۴-۶. مسیر اکسیدی پنتوز فسفات در گیاهان عالی ۱۰۷ |
| شکل ۴-۷. مسیر تبدیل چربی (fat) به قند در ضمن رویش دانه‌های روغنی ۱۰۹ |
| شکل ۸-۴. چرخه تنفس نوری در گیاهان ارتباط سه اندامک کلروپلاست، پراکسی زوم و میتوکندری ۱۱۲ |
| شکل ۱-۵. شواهدی که موجب انتشار جانبی اکسین توسط نور یکطرفه در کلئوپتیل ذرت می‌گردد ۱۲۱ |
| شکل ۲-۵. مراحل و مسیرهای مختلف بیوسنتر IAA از تریپتوфан ۱۲۳ |
| شکل ۵-۳. فاکتورهایی که در ثابت میزان اکسین موثر هستند ۱۲۳ |
| شکل ۴-۵. الف. در شکل بالا ساختمان تعدادی از جیرلین‌های مهم نمایش داده شده است. ب. در شکل پایین ساختمان چند جیرلین فعال در گیاهان ۱۲۷ |
| شکل ۵-۵. مراحل بیوسنتر جیرلین ۱۲۹ |
| شکل ۵-۶. لایه آلوون جو و مسیر عمل جیرلین ۱۳۱ |
| شکل ۵-۷. مکانیسم پیشنهادی عمل جیرلین بر روی سلولهای لایه آلوون جو ۱۳۲ |
| شکل ۵-۸. ساختمانهای آدنین، کیتینین و برخی سیتوکینین‌های طبیعی ۱۳۴ |
| شکل ۵-۹. مسیر فرضی بیوسنتر بعضی سیتوکینینها ۱۳۵ |
| شکل ۱۰-۵. مسیر بیوسنتر ABA و متابولیسم آن ۱۳۷ |
| شکل ۵-۱۱. طرح پیشنهادی چگونگی عملکرد مولکولی هورمون ABA بر روی باز و بسته شدن روزنہ‌ها ۱۳۹ |
| شکل ۵-۱۲. مسیر بیوسنتر اتیلن به همراه چرخه یانگ ۱۴۱ |
| شکل ۵-۱۳. نمو یک گیاه یک ساله (یک گیاه نهادنده فرضی) با یک چرخه حیات ۱۲۰ روزه ۱۴۳ |
| شکل ۱۴-۵. ساختمان مولکول فیتوکروم در حالت‌های P _{fr} و P _f و نحوه اتصال کروموفور با گروه پیتیدی آن که توسط یک پیوند تیوئتری انجام می‌گیرد ۱۴۹ |
| شکل ۱۵-۵. اثر نور قرمز و قرمز دور در ضمن یک «شکست شب» در گل دادن گیاهان روزکوتاه و روز بلند ۱۵۲ |
| شکل ۱۶-۵. مدل پیشنهاد شده برای توزیع مجدد اکسین در جریان گراویتروپیسم در ریشه ذرت ۱۵۵ |