



دانشگاه پیام نور

جذب و انتقال در گیاهان

(رشته زیست‌شناسی)

دکتر مه‌لقا قربانلی

سرشناسه	قربانلی، مه‌لقا، ۱۳۶۴ -
عنوان و نام پدیدآور	جذب و انتقال در گیاهان/ مولف مه‌لقا قربانلی.
مشخصات نشر	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	دوازده، ۲۸۸ ص.: مصور، جدول.
فروست	دانشگاه پیام نور؛ ۱۳۶۲. رشته زیست‌شناسی؛ ۱/۱۰۷.
شابک	978-964-387-450-6:
وضعیت فهرست نویسی	فپا:
یادداشت	واژه‌نامه.
یادداشت	کتابنامه: ص. [۲۷۹] - ۲۸۰.
یادداشت	نماینه.
موضوع	گیاهان -- جذب مواد -- آموزش برنامه‌ای.
شناسه افزوده	دانشگاه پیام نور.
رده بندی کنگره	۱۳۸۶: ج ۴/ق ۸۸۸۲/ Qk
رده بندی دیویی	۵۸۰/۷:
شماره کابشناسی ملی	۱۱۸۲۲۹۹:



دانشگاه پیام‌نور

جذب و انتقال در گیاهان

مه‌لقا قربانلی

حروفچینی و نمونه‌خوانی: مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

طراح جلد: اشرف شوریابی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه پیام‌نور

شمارگان: ۳۰۰۰ جلد

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول خرداد ۱۳۸۷

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۳۸۷-۴۵۰-۶

ISBN 978- 964-387-450-6

کلیه حقوق برای دانشگاه پیام نور محفوظ است.

قیمت: ۱۹۳۰۰ ریال

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتابهای دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف به صورت درسنامه، آزمایشی، قطعی، متون آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شود. کتاب درسنامه (د) نخستین ثمره کوششهای علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصلهای مصوب تهیه می‌شود و پس از داوری علمی در گروههای آموزشی چاپ می‌شود. با دریافت بازخوردها و تجدید نظر صاحب اثر و اصلاح کتاب، درسنامه به صورت آزمایشی (آ) چاپ می‌شود. با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدید نظر می‌کند و کتاب به صورت قطعی (ق) چاپ می‌شود. در صورت ضرورت، در کتابهای چاپ قطعی نیز می‌تواند تجدید نظرهای اساسی به عمل آید.

متون آزمایشگاهی (م) متونی است که دانشجویان با استفاده از آن و راهنمایی مربیان کارهای عملی آزمایشگاهی را انجام می‌دهند. کتابهای فرادرسی (ف) و کمک‌درسی (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه می‌شوند. کتابهای فرادرسی با تأیید معاونت پژوهشی و کتابهای کمک‌درسی با تأیید شورای انتشارات تهیه می‌شوند.

مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی

فهرست

نه	مقدمه
۱	فصل اول. دیواره به عنوان فاز اول انتقال
۱	مقدمه
۳	مواد سازنده دیواره
۳	۱. سلولز
۴	۲. کالوز
۵	۳. لکتین
۶	۴. پکتین
۶	۵. همی سلولز
۷	۶. اولیگوساکارین ها
۷	۷. پروتئین های دیواره سلولی
۸	۸ لیگنین
۸	۹. سوبرین
۹	موارد خاص سخت شدن دیواره
۹	- نوار کاسپاری در آندودرم اولیه
۱۲	- آندودرم دوم و سوم
۱۲	چوب پنبه ای شدن هیپودرم ریشه
۱۳	- سخت شدن درونی در غدد
۱۴	- انتقال آپوپلاستی
۱۶	خلاصه
۱۷	خودآزمایی
۱۹	فصل دوم. فاز دوم انتقال غشای سلول
۱۹	مقدمه
۲۰	ساختمان و ترکیب غشاها
۲۸	مکانیسم های دفاعی آنزیمی

۲۸	مکانیسم‌های دفاع غیر آنزیمی
۳۲	نقش اختصاصات فیزیکوشیمیایی یون‌ها و متابولیسم ریشه
۳۲	- قطر یون
۳۳	- جذب یون در مقابل مولکول و نقش ظرفیت
۳۵	فعالیت متابولیکی
۳۸	خلاصه
۳۹	خودآزمایی
۴۱	فصل سوم. جابجایی یون‌ها و مواد محلول
۴۱	مقدمه
۴۱	انتقال فعال و غیرفعال
۴۵	انتقال یون‌ها از طریق سد غشایی
۴۶	پتانسیل‌های انتشار
۴۹	معادله نرنست
۵۰	رابطه گلدمن
۵۱	خلاصه
۵۲	خودآزمایی
۵۳	فصل چهارم. جذب و انتقال آب در گیاهان
۵۳	مقدمه
۵۴	آب درون خاک
۵۷	حرکت توده‌ای آب در خاک
۵۸	جذب آب توسط ریشه‌ها
۵۹	مسیر آپوپلاستی، درون غشایی و سمپلاستی در ریشه
۶۲	ایجاد فشار ریشه‌ای در زایلیم در اثر تجمع مواد محلول
۶۳	انتقال آب از درون زایلیم
۶۴	دو نوع عنصر تراکئیدی زایلیم
۶۵	اختلاف فشار موردنیاز برای بالا بردن آب
۶۸	تئوری کشش هم‌چسبی
۶۹	انتقال آب توسط زایلیم در درختان
۷۰	حداقل رسانیدن پیامدهای ناشی از حفره‌سازي توسط گیاهان
۷۲	ایجاد فشار منفی در درون زایلیم به‌علت تبخیر آب
۷۳	حرکت آب از برگ به اتمسفر
۷۵	انتشار بخار آب در هوا
۷۵	اختلاف غلظت بخار آب نیروی حرکتی برای اتلاف آب
۷۷	تنظیم اتلاف آب توسط مقاومت‌های مسیر
۷۸	کنترل روزنه‌ای
۸۱	ویژگی‌های دیواره سلولی سلول‌های نگهبان
۸۳	باز شدن روزنه‌ها به‌علت افزایش فشار تورگر
۸۵	ارتباط خاک، گیاه و اتمسفر

۸۷	خلاصه
۸۸	خودآزمایی
۸۹	فصل پنجم. $H^+ - ATPase$ آتپاز غشای پلاسمایی
۸۹	مقدمه
۹۰	تکامل پمپ‌های پروتونی
۹۱	موانع انتقال سمپلاست را از آپوپلاست جدا می‌کند
۹۳	خصوصیات مشترک سلول‌های تخصصی شده
۹۴	نقش‌های فیزیولوژیکی $H^+ -$ آتپاز غشای پلاسمایی
۹۴	جذب مواد غذایی
۹۷	بارگیری آوند چوبی
۹۸	تخلیه آوند چوبی
۹۹	بارگیری آوند آبکش
۱۰۰	تخلیه آوند آبکش
۱۰۱	جوانه‌زنی دانه
۱۰۲	تنظیم اسمزی اندازه سلول
۱۰۲	باز شدن منفذ روزنه‌ای
۱۰۳	رشد سلول
۱۰۳	تنظیم pH سیتوپلاسمی
۱۰۵	ساختار $H^+ -$ آتپاز
۱۰۷	چرخه کاتالیتیک
۱۰۹	ویژگی‌های آنزیماتیک $H^+ -$ آتپاز غشای پلاسمایی
۱۰۹	تنظیم فعالیت $H^+ -$ آتپاز غشای پلاسمایی
۱۱۲	خلاصه
۱۱۳	خودآزمایی
۱۱۵	فصل ششم. اعمال کانال‌های یونی در سلول‌های گیاهی
۱۱۵	مقدمه
۱۱۶	معرفی کانال‌های یونی
۱۱۶	ساختمان اولیه کانال‌های یونی
۱۱۷	خواص کانال‌های یونی
۱۱۹	کنترل جابجایی یونی
۱۱۹	فارماکولوژی کانال‌های یونی
۱۲۰	طبقه‌بندی کانال‌های یونی
۱۲۰	نقش کانال‌های یونی در گیاهان
۱۲۱	نقش کانال‌های یونی در جذب مواد معدنی
۱۲۳	نقش کانال‌های یونی در جابجایی ملات در درون سلول‌ها
۱۲۴	نقش کانال‌های یونی در حرکات سلول‌های روزنه‌ای
۱۲۴	نقش کانال‌های یونی در جابجایی دیگر بخش‌های گیاهی

۱۲۵	نقش کانال‌های یونی در انتقال دور فاصله نشانه‌ها در درون گیاه
۱۲۶	نقش کانال‌های یونی در انتقال نشانه‌ها و کنترل نمو
۱۲۷	نقش کانال‌های یونی در تعادل بارهای الکتریکی
۱۲۹	خلاصه
۱۲۹	خودآزمایی

۱۳۱	فصل هفتم. کانال‌های یونی حساس مکانیکی
۱۳۱	مقدمه
۱۳۲	نحوه مطالعه کانال‌های MS
۱۳۳	ژن‌های کانال‌های MS
۱۳۵	باز شدن کانال‌ها
۱۳۷	دستجاتی کانال‌ها
۱۳۸	فارماکولوژی
۱۳۹	کانال‌های MS در سلول‌های دیواره‌دار
۱۳۹	سلول‌های گیاهان عالی
۱۴۰	قارچ‌ها
۱۴۱	باکتری‌ها
۱۴۲	عملکردها
۱۴۳	تنظیم اسمزی
۱۴۴	پاسخهای تروپیک
۱۴۶	تولید شیب Ca^{2+} در رشد قطبی
۱۴۶	تنظیم چرخه سلولی
۱۴۷	تکامل کانال‌ها
۱۴۸	پروتئین‌های کانال‌های غیر MS
۱۴۸	خلاصه
۱۴۹	خودآزمایی

۱۵۱	فصل هشتم. کانال‌های آنیونی در گیاهان
۱۵۱	مقدمه
۱۵۲	کده‌بندی آنیونی در سلول‌های گیاهی
۱۵۵	خواص کاربردی، تنظیم و عملکرد سلولی کانال‌های آنیونی گیاهان
۱۵۶	علائم سلولی و تنظیم اسمزی: مدل روزنه هوایی
۱۵۹	تنظیم طولیل شدن سلولی در محور زیر لبه
۱۶۲	تغذیه معدنی و سازش به محیط در سلول‌های ریشه
۱۶۳	علامت‌دهی توسط پتانسیل‌های عمل از راه دور
۱۶۴	کانال‌های آنیونی تونوپلاست به عنوان تنظیم‌کننده متابولیسمی
۱۶۶	ساختمان مولکولی کانال‌های آنیونی گیاهی
۱۶۶	خانواده ژنی CLC گیاهی
۱۶۷	آیا CLC های گیاهی عملکرد کانال‌های آنیونی را کد می‌کند
۱۷۱	سایر خانواده‌های ژنی که می‌توانند کانال‌های آنیونی گیاه را کد کنند

۱۷۲	کانال‌های آنیونی اعمال فیزیولوژیکی متنوعی در سلول‌های گیاهی دارند
۱۷۳	فقط تعداد کمی ژن برای کد کردن کانال‌های آنیونی گیاهان جدا شده است
۱۷۴	بررسی ژنتیک معکوس جهت کشف نقش فیزیولوژیک کانال‌های آنیونی
۱۷۵	خلاصه
۱۷۶	خودآزمایی

۱۷۷	فصل نهم. انتقال در واکونل
۱۷۷	مقدمه
۱۷۹	انتقال مستقیم مواد واکونلی
۱۸۱	دخالت وزیکول‌ها در ترشح اسیدهای آلی و سوکروز
۱۸۵	انتقال مواد با خاستگاه مشترک واکونلی و غیرواکونلی
۱۸۸	ترشحات وزیکولی، قندها و پلی‌ساکاریدهای چسبنده به‌وسیله داروایش
۱۸۹	دیدگاه‌های متقابل
۱۹۰	سایر مسیرهای ممکن
۱۹۴	انتقال با واسطه‌ی ناقل
۱۹۴	ناقل تونوپلاستی ملالت
۱۹۵	مکانیسم آزادسازی ملالت از واکونل
۱۹۷	مکانیسم جذب و ذخیره مواد در واکونل
۱۹۸	هدف‌گیری و جذب پروتئین‌ها و آنزیم‌ها
۲۰۰	متابولیت‌های سبک، شاهدهی بر وجود سیستم ناقل
۲۰۱	کانال‌های یونی در گیاهان عالی
۲۰۶	الکتروفیزیولوژی
۲۰۸	محل اتصال CADPR
۲۱۱	خلاصه
۲۱۲	خودآزمایی

۲۱۵	فصل دهم. H^+ -آپاز و H^+ -پیروفسفاتاز غشای واکونلی
۲۱۵	مقدمه
۲۱۶	نقش‌های فیزیولوژیکی واکونل‌های گیاهی
۲۱۹	ساختار مولکولی و خصوصیات آنزیمی پمپ‌های پروتونی واکونلی
۲۲۲	خصوصیات مولکولی مربوط به V-PPase
۲۲۵	خصوصیات آنزیمی V-ATPase
۲۲۶	خصوصیات آنزیمی V-PPase
۲۲۷	سطوح بیان و ویژگی‌های اندام در پمپ‌های پروتون واکونلی
۲۲۷	رشد سلولی و پمپ‌های پروتون واکونلی
۲۳۲	بیان V-ATPase و V-PPase تحت شرایط استرس
۲۳۳	تنظیم pH لومنی در واکونل
۲۳۵	تنظیم از طریق دیگر سیستم‌های انتقالی
۲۳۶	خلاصه

۲۳۹ فصل یازدهم. ترانس پورترهای فلزات سنگین در گیاهان
مقدمه

۲۳۹ ATPase های فلزات سنگین

۲۴۲ ترانسپورترهای ABC

۲۴۶ NTamp ها

۲۴۷ خانواده‌های تسهیل کننده انتشار کاتیون

۲۴۹ خانواده Zip

۲۵۱ خانواده ترانسپورترمس

۲۵۵ سایر ترانسپورترهای فرضی فلزات سنگین

۲۵۶ خلاصه

۲۵۸ خودآزمایی

۲۶۰ فصل دوازدهم. انتقال در آوند آبکش

۲۶۱ مقدمه

۲۶۱ حرکت فرآورده‌های فتوسنتزی از مزوفیل به فلوئم

۲۶۱ بارگیری فلوئم

۲۶۲ انتقال در فلوئم

۲۶۶ چگونگی انتقال در قطعات بافتی

۲۶۸ چگونگی مطالعه انتقال در فلوئم در گیاه سالم

۲۶۹ تخلیه فلوئم

۲۶۹ کنترل تخلیه فلوئم

۲۷۳ کنترل تخلیه آپوپلاستی

۲۷۳ کنترل تخلیه سمپلاستی

۲۷۶ خلاصه

۲۷۷ خودآزمایی

۲۷۸ منابع

۲۷۹ واژه‌نامه

۲۸۱ فهرست نمایه

مقدمه

گیاهان آب و مواد غذایی را از محیط خود توسط ریشه جذب می‌کنند، تارهای کشنده در این جذب نقش اصلی را ایفا می‌کنند. مواد جذب شده سلول به سلول تا آوند چوبی در استوانه مرکزی از طریق عبور از دیواره غشایی سلول‌های ریشه عبور کرده و در آوند چوبی بارگیری می‌شوند و با پمپاژ و مکش در جریان تعلق تا اندام هوایی هدایت می‌شوند. مکانیسم جذب مواد از طریق سلول به سلول و بارگیری آن تا آوند چوبی سؤالات زیادی را مطرح کرد که به بیان تئوری‌های مختلف منجر شده است. در دو دهه اخیر تحولات زیادی در فهم جذب و انتقال مواد رخ داده است. کشف کانال‌ها و ترانسپورترها و نقش کلیدی پمپ‌های پروتونی در غشای پلاسمایی و غشای واکوئلی درک ما را در مسائل جذب و انتقال چه از محیط حول ریشه و چه در اندام هوایی از محل ستنز فرآورده‌های فتوسنتزی به سایر قسمت‌های گیاه دگرگون ساخته است. نظر قبلی و توضیح جذب و انتقال که مواد را تنها به‌صورت انتقال در سطح اندام مورد توجه قرار می‌داد اکنون جای خود را به جابه‌جایی در سطح سلول و اندام‌های آن داده است.

نظر به اینکه سالها تدریس جذب و انتقال را در مقطع کارشناسی‌ارشد و دکترا به‌عهده داشته‌ام تصمیم به تدوین کتابی در این زمینه گرفته شد. چون مسائل خیلی سریع در حال تحول است سرفصل درس جذب و انتقال طبق برنامه‌های ستاد انقلاب فرهنگی لازم به تجدیدنظر می‌باشد. این کتاب در دروازه فصل که به‌صورت ۲ واحد درسی پیش‌بینی شده است تدوین شده است. مسلماً جمع تمام مطالب در کلیه

زمینه‌های جذب و انتقال با پیشرفت روزافزون تکنیک‌ها در دو واحد درسی کار پیچیده‌ای را طلب می‌کند. امیدوارم با همه مشکلات تا حدی حق مطلب را ادا کرده باشم. در فصل اول تحت نام فاز اول انتقال دیواره و ویژگی‌های آن در جذب مواد را توضیح داده و در فصل دوم به عنوان فاز دوم انتقال که مرحله انتخابی مواد به درون سلول است بحث شده در فصل سوم از جابه‌جایی یونها و مواد محلول و پنانسیل‌های انتشار و با اشاره به قانون فیک و در رابطه نرنست و گلدمن، در فصل چهارم تعادل آب در گیاهان، در فصل پنجم H^+ -ATPase غشای پلاسمایی و نقش‌های آن، در فصل ششم اعمال کانال‌های یونی در سلول‌های گیاهی، در فصل هفتم کانال‌های حساس مکانیکی، در فصل هشتم کانال‌های آنیونی، در فصل نهم انتقال در واکوئل و مکانیسم جذب و ذخیره مواد در واکوئل، در فصل دهم H^+ -آتپاز و H^+ -پیروفسفاتاز غشای واکوئلی، فصل یازدهم ترانسپورترهای فلزات سنگین در گیاهان و بالاخره در فصل دوازدهم انتقال در آوند آبکش توضیح داده شده است. با وجود سعی زیاد در جمع‌آوری مطالب نوشته خالی از کمبود و نقص نیست. این کتاب جهت دانشجویان دوره کارشناسی ارشد نوشته شده است. از خوانندگان و اساتید محترم و دانشجویان عزیز تقاضا دارم در برطرف کردن اشکالات با یادآوری و تذکر به اینجانب مرا مرهون لطف خود سازند.

همچنین بر خود لازم می‌دانم از کسانی که در چاپ این کتاب مرا یاری نموده‌اند تشکر نمایم. از گروه زیست‌شناسی دانشگاه پیام‌نور که چاپ آن را بر عهده گرفتند به‌ویژه از مسئول محترم تدوین کتاب‌ها جناب آقای اکبری که همیشه با تذکرات اندیشمندانه خود در موارد متعدد مرا مرهون لطف خود قرار داده‌اند و با دقت و مساعدت‌های خود در شکل‌گیری بهتر چاپ کتاب‌ها کوشش فراوان مبذول می‌دارند تشکر می‌کنم. از همسر خود آقای دکتر احمد معتمد به‌خاطر صبر و حوصله ایشان در به ثمر رساندن و اتمام کتاب صمیمانه تشکر دارم.

مه‌لقا قربانلی