

• اولریچ لوتگه • اروین یک • دوروتا بارتلز

تحميل به خشک شدن در گیاه



- دکتر مجید نبی پور
- استاد دانشگاه شهید چمران اهواز
- مهندس نفیسه اسدی نسب
- مهندس زینب نوروزنژاد
- مهندس صادق کلاترهرمزی

این اثر، مشمول قانون حمایت مولفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

عنوان و نام پدیدآور : تحمل به خشک شدن در گیاه/ (دورستاناران) اولریچ لوتگه، اروین بک، دوروتا بارتلز، (مترجمین) مجید نبی پور، (ویراستار) : تهران، آبیژ، ۱۳۹۵.

مشخصات نشر : مشخصات ظاهری : شابک : 978-964-970-581-1

وضعیت فهرست نویسی : فیا : یادداشت : Plant desiccation tolerance, 2013. عنوان اصلی.

مترجمین : مجید نبی پور، نقیسه اسدی نسب، زینب نوروززاد، صادق کلانتر هرمزی. یادداشت : کتابنامه، ص ۲۲۴.

موضوع : گیاه و آب : موضوع : Plant-water relationships

موضوع : گیاهان -- تحمل خشکسالی : موضوع : Plants--Drought tolerance

موضوع : گیاهان -- سازگاری : موضوع : Plants-- Adaptation

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants

موضوع : گیاهان مقاوم در برابر خشکسالی : موضوع : Drought-tolerant plants



تحمل به خشک شدن در گیاه

اولریچ لوتگه، اروین بک، دوروتا بارتلز

تالیف

دکتر مجید نبی پور، مهندس نقیسه اسدی نسب، مهندس زینب نوروززاد، مهندس صادق کلانتر هرمزی

مترجم

آبیژ

ناشر

وزیری

قطع

اول

نوبت چاپ

۱۳۹۶

تاریخ چاپ

۱۰۰۰

تیراژ

۲۳۰۰۰ تومان

۴۴۰

صفحات

۹۷۸-۹۶۴-۹۷۰-۵۸۱-۱

شابک

تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی نژاد غربی، پلاک ۲۱۵

دفتر انتشارات

۸-۹۶-۶۶۵۶۸۰

تلفن

مرکز پخش کتابیران: تهران، خیابان لبافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۳۸

تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۴-۶۶۴۱۴۵۱۵-۶۶۴۱۱۱۷۳-۶۶۴۹۴۴۰۹

WWW.Ketabiran.ir

فروش اینترنتی



پیش‌گفتار

برگ‌های شبه مرده چروکیده قهوه‌ای تیره^۱، 'بعد از خشک شدن آن‌ها می‌توانند بین انگشتان شخص خرد و به صورت پودر درآیند'، 'این هزینه گیاه، وزن خود در طلا، به‌طور شگفت‌آوری برگ‌های بازآبدمی شده، دوباره سبز می‌شوند، برگ‌ها ده برابر مساحت خودشان، زمانی که خشک بودند از هم باز می‌شوند- این عبارات، حیرت به وجود آمده توسط چشم‌اندازی جدید از یک گیاه تجدید حیات یافته‌ی متحمل به خشک شدن طی عبور از یک حالت خشک رو به مرگ به یک زندگی سالم و فعال که بازآبدمی شدن است را نمایش می‌دهند! چنین شگفتی در حال حاضر توسط پیش‌برد سریع درک علمی تطبیق^۲ شده است.

محققین از شبه‌نای وسیعی، گسترده از مجارستان تا نیوزیلند، دانش کنونی بر گیاهان متحمل به خشک شدن را آغاز نمودند. این امر مقتضی است که این کتاب شامل کمک‌های بسیاری از دانشمندان برجسته‌ی گیاه، از آلمان- برای گیاه‌شناسان آلمانی، نقش قابل توجهی در گزارش‌های اولیه‌ی گونه‌های بازدانگان با شاخ و برگ، متحمل به خشک شدن و در پژوهش‌های بعدی در مکانیسم‌های درگیر در بقا و بازبازی برگ‌ها^۳ خشک شده در معرض هوا بازی می‌کند- می‌باشد. اولین گزارش، توسط کورت دینتر^۴ تاکسونومیست^۵، از چهار گونه‌ی بازدانگان متحمل به خشک شدن شامل کلمات قصار محض در توصیف خود از گونه‌ها در فلور جنوب غربی آفریقا است. نظرات فولر^۶ در یکی از این گونه‌ها، *Chamaeigas interpidus*، توسط اچ. هیل^۷ در سال ۱۹۲۴ منتشر شد. چهار دهه بعد، پی. هافمن^۸، جی. اچ. وایوگ^۹، اچ. یگل^{۱۰}، فتوستز مجدد در اندام‌های هوایی بازآبدمی شده^{۱۱} 'بوش'^{۱۲} تجدید حیات یافته‌ی آفریقایی *Myrothamnus fl. flabellifolia* یکی از گونه‌های دینتر به رسمیت شناخته شده به لحاظ تحمل به خشک شدن را نشان دادند.

اکتشاف متمرکز بر گیاهان متحمل به خشک شدن، تا حد زیادی داس^{۱۳} از گزارش گل پروری^{۱۴} و محدوده‌ی جغرافیایی را بسط داده است. حتی مطالعه‌ی گذری مباحث فصل نشان می‌دهد که این پدیده در طیف گسترده‌ای از شاخه‌های گونه‌های حاوی کلروفیل از پروکاریوت‌ها^{۱۵} تا 'رئوسها'^{۱۶} تا نهاندانگان^{۱۷} یافت می‌شود. گونه‌های نسبتاً کمی در هر راسته، مطالعه‌ی فشرده را دریافت کرده‌اند. در میان نهاندانگان، گونه‌های دینتر *Craterostigma plantagineum*، *Chamaeigas intrepidus*، *Myrothamnus flabellifolia* و *Xerophyta viscosa*، همگی مورد توجه قرار گرفته‌اند، اما این به معنی توجه جامع علمی نیست، به‌طوری که هم‌چنین *Sporobolus stapfianus* در سال ۱۹۷۰ به‌عنوان یک علف متحمل به خشک شدن به رسمیت شناخته شد.

1. Kurt Dinter
6. G.H. Vieweg
11. Cryptogams

2. Taxonomist
7. H. Ziegler
12. Angiosperms

3. Fuller
8. Bush

4. H. Heil
9. Floristic

5. P. Hoffman
10. Prokaryotes



جلد حاضر هم چنین نشان می دهد که چگونه دامنه ی مطالعات گیاهی تحمل به خشک شدن تا دربرگیری اکولوژیکی، تکاملی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و نواحی بیولوژیکی مولکولی گسترش یافته است. در دو نمونه ی اخیر، افزایش دانش تحمل به خشک شدن توسط رشد انفجاری در فناوری و درک در این زمینه ها تحریک می شود. اولین تحقیقات بیان ژن گیاهان در حال خشک شدن و تجدید حیات یافته ی بازآبدی شده در موسسه ی مکس پلانک^۱ در کلن^۲ توسط پروفیسور دوروتا بارتلز^۳ و همکارانش انجام شد. اینجانب مدیریون پروفیسور بارتلز برای هدایت اولین گام هایم در این جنبه ی مهم از تحمل به خشک شدن هستم. رشد سریع این زمینه به ما بینش هایی در مورد تغییرات پیچیده ای در ترکیب mRNA و پروتئوم^۴ که از بقای برگ های در حال خشک شدن و گیاهان تجدید حیات یافته ی بازآبدی شده است می کند، نه تنها در شاخ و برگ، بلکه هم چنین در دانه ی گرده و دانه ی بسیاری از ابرماتوفیت ها^۵ ارائه می دهد. تحقیقات شمار گسترده ای از پژوهش گران فعال در این زمینه، بسیار در مورد زیست و فرآیندهای اجرای تحمل به خشک شدن توضیح داده اند. بسیاری به منظور کشف مکانیسم های تنظیم اجرای تحمل به خشک شدن باقی مانده است. این نمایش دیدنی از آبرسانی، گسترش و احیای دوره ی گیاهان ویران هوای خشک، با شیفتهای خردمندانه ی این ماشین مولکولی توانمند همساز می شود. میدانم که درک کاملی از فرآیندهای تنظیمی، منجر به دگرگونی ژنتیکی گونه های زراعی و مریعی^۶ منظور قادر ساختن آن ها به بیان در سرتاسر گیاه رویشی کامل متحمل به خشک شدن از دانه و گرده آن ها گردد- بنابراین دانش کاملی از پدیده ی تحمل به خشک شدن برای حداکثر عملکرد عملی آن را موجب می شود.

مدیرین، استرالیا دونالد اف. گف^۶

ژانویه ۲۰۱۱



فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه.....	۱
منابع.....	۷
فصل ۲: سیانوباکتری‌ها: زیستگاه‌ها و گونه‌ها.....	۹
۱-۲ مقدمه.....	۹
۲-۲ سیانوباکتری‌های آنهیدروبیوسیس و مقاوم به خشک شدن کامل.....	۹
۳-۲ زیستگاه‌ها و گونه‌ها.....	۱۱
۴-۲ نتیجه‌گیری.....	۱۷
منابع.....	۱۷
فصل ۳: سیانوباکتری‌ها: تنش‌ها و چندگانگی.....	
فتوستتز متحمل به خشک شدن و تثبیت دی‌نیتروژن.....	۲۱
۱-۳ تنش‌های چندگانگی و سیانوباکتری‌ها: تحمل به خشک شدن.....	۲۱
۲-۳ پاسخ‌های فیزیولوژیکی سلول سیانوباکتری‌ها: تنش خشکی به	
مسیری برای خشک شدن هدایت می‌نماید.....	۲۲
۱-۲-۳ املاح سازگار.....	۲۲
۲-۲-۳ پروتئین‌های شوک حرارتی و تنش آبی.....	۲۳
۳-۲-۳ محافظ‌های نوری.....	۲۳
۴-۲-۳ چربی‌های غشاء.....	۲۴
۵-۲-۳ تثبیت و تعمیر پلی نوکلئوتیدی.....	۲۴
۳-۳ فتوستتز.....	۲۵
۱-۳-۳ خصوصیات ویژه فتوستتز سیانوباکتریایی.....	۲۵
۲-۳-۳ خشک شدن و بازداری نوری.....	۲۶
۳-۳-۳ بازیابی فتوستتز در طول جذب مجدد رطوبت پس از خشک شدن.....	۳۰
۴-۳-۳ اکولوژی فیزیولوژیکی خشک شدن بر روی سنگ‌های نمود	
یافته در فراسنگ‌های گرمسیری.....	۳۷
۴-۳ تثبیت بیولوژیکی دی‌نیتروژن (N_2).....	۳۸



- ۳۸ ۳-۴-۱ تثبیت N_2 و ورود به اکوسیستم‌ها
- ۳۹ ۳-۴-۲ بازیابی تثبیت نیتروژن در طول جذب مجدد رطوبت پس از خشک شدن
- ۴۰ ۳-۵ نتیجه‌گیری
- ۴۱ منابع

فصل ۴: جلبک یوکاریوتی

- ۴۷ ۴-۱ مقدمه
- ۴۹ ۴-۲ زیستگاه‌ها و گونه‌ها
- ۴۹ ۴-۲-۱ جایگاه‌های ساحلی دریایی
- ۵۳ ۴-۲-۲ جلبک ریشی
- ۶۰ ۴-۳ اکولوژی فیزیولوژی
- ۶۱ ۴-۳-۱ الگوهای تنوع زیستی جلبک دریایی
- ۶۱ ۴-۳-۲ آزاد سازی کربن آلی محلول در طول بازآبدهی
- ۶۲ ۴-۳-۳ دوره‌ی خشکی و پایداری
- ۶۳ ۴-۳-۴ آنتی اکسیدان‌ها به عنوان رسیدن محافظتی
- ۶۳ ۴-۳-۵ املاح سازگار
- ۶۴ ۴-۳-۶ فراساختار
- ۶۴ ۴-۴ نتیجه‌گیری
- ۶۵ منابع

فصل ۵: گل‌سنگ‌ها و خزها: زیستگاه‌ها و گونه‌ها

- ۶۹ ۵-۱ ویژگی‌های گل‌سنگ‌ها و خزها
- ۷۱ ۵-۲ مکانیسم‌های تبادل آب در گل‌سنگ‌ها و خزها به دنبال تحمل به خشک شدن
- ۷۳ ۵-۳ فرآیندها در خشک شدن متناوب بین فعالیت و عدم فعالیت
- ۷۶ ۵-۴ عملکرد و اثرات گیاهان آوندی در زیستگاه‌های کوچک
- ۷۶ ۵-۴-۱ اثرات شدید گیاهان غیرآوندی در زیستگاه‌های کوچک
- ۷۷ ۵-۴-۲ عملکرد پوشش خاک غیرآوندی
- ۷۹ ۵-۴-۳ عملکرد پوشش اپیفیتیک غیرآوندی
- ۸۲ ۵-۵ الگوهای جهانی گل‌سنگ‌ها و خزهای متحمل به خشک شدن



۸۲	۵-۵-۱ الگوهای جهانی به عنوان نشان‌های برای ارتباط اکولوژیکی
۸۲	۵-۵-۲ اثرات گل‌سنگ‌ها و خزوها بر چرخه‌ی کربن
۸۳	۵-۵-۳ اثرات گل‌سنگ‌ها و خزوها بر چرخه‌ی هیدرولوژیکی
۸۴	۵-۶ نتیجه‌گیری
۸۵	منابع

۹۷	فصل ۶: اکوفیزیولوژی چرخه‌های خشک بدن/باز آب دهی در خزوها و گل‌سنگ‌ها
۹۷	۶-۱ مقدمه
۱۰۳	۶-۱-۱ عمل به خشک شدن: محدودیت‌ها
۱۰۶	۶-۱-۲ تحمل به خشک شدن: فیزیولوژی
۱۱۰	۶-۲ واکنش فتوسنتزی: محتوای آب بدنه‌ی گیاه
۱۱۰	۶-۲-۱ ساختار کلی واکنش فتوسنتز/محتوای آب
۱۱۱	۶-۲-۲ محتوای آب بدنه‌ی گیاه: محدودیت‌ها
۱۱۲	۶-۲-۳ منحنی واکنش محتوای آب: WC_m
۱۱۳	۶-۲-۴ منحنی واکنش محتوای آب: منطقه‌ی تحت‌البت
۱۱۸	۶-۲-۵ منحنی پاسخ محتوای آب: منطقه‌ی آب خارجی
۱۲۳	۶-۳ فیزیولوژی هماهنگی با زیستگاه
۱۲۵	۶-۴ مفاهیم اکوفیزیولوژیکی آبرسانی، بازآبدی و پاسخ WC_m به W_m
۱۲۵	۶-۴-۱ چه محدودیت‌هایی در نیچ خز/گل‌سنگ وجود دارد؟
۱۲۵	۶-۴-۲ گل‌سنگ‌ها در مقابل خزها: تفاوت‌ها
۱۲۷	۶-۵ نتیجه‌گیری
۱۲۸	منابع

فصل ۷: گل‌سنگ‌ها و خزها: تنش نوری و بازدارندگی نوری در

۱۳۵	چرخه‌های پسابیدگی یا بازآب دهی - مکانیسم‌های محافظت نوری
۱۳۵	علائم اختصاری
۱۳۵	۷-۱ مقدمه
	۷-۲ حفاظت در مقابل اتلاف حرارتی انرژی نور جذب شده در
۱۳۶	فتواتوتروف‌های پویکیلوهدریک آبدار



۳-۷	تغییر در حفاظت و اتلاف حرارتی انرژی نور جذب شده طی خشک شدن آهسته.....	۱۳۸
۴-۷	القاء خشک شدن نور را کاهش می دهد و	
۱۴۴	سایه اندازی فتویونت ها به عنوان مکانیسم های جانبی محافظت نوری.....	
۵-۷	اتلاف سریع انرژی حرارتی در فتواتوتروف های پویکیلوهیدریک خشک	
۱۴۵	شده به عنوان مکانیسم اصلی محافظت نوری.....	
۱۴۷	۶-۷ تغییر در حفاظت و اتلاف حرارتی انرژی نور جذب شده به محض آبرسانی.....	
۱۴۹	۷-۷ قابلیت آسیب پذیری RCs فتوسیستم دو به خسارت فتواکسیداتیو.....	
۱۴۹	۷-۷ مکانیسم های مولکولی محافظت نوری.....	
۱۵۰	۹-۷ نتیجه گیری.....	
۱۵۱	منابع.....	
۱۵۵	فصل ۸ تکامل، پراکنش و زیستگاه گیاهان آوندی پویکیلوهیدروس.....	
۱۵۵	۱-۸ مقدمه.....	
۱۵۶	۲-۸ توزیع سیستماتیک و جنبه های تکاملی.....	
۱۵۸	۱-۲-۸ سرخس ها و شبه سرخس ها.....	
۱۶۱	۲-۲-۸ نهاندانگان.....	
۱۶۴	۳-۸ زیستگاه ها و پراکنش جغرافیایی.....	
۱۶۹	۴-۸ ویژگی های سازشی.....	
۱۷۱	۵-۸ اهمیت اقتصادی.....	
۱۷۲	۶-۸ حفاظت.....	
۱۷۴	منابع.....	

فصل ۹: اکوفیزیولوژی گیاهان و پوشش گیاهی متحمل به

۱۷۷	خشک شدن هوموئوکلوروفیلوس و پویکیلوکلوروفیلوس.....	
۱۷۷	۱-۹ مقدمه.....	
۱۷۸	۲-۹ پراکنش و جنبه های تکاملی تحمل به خشکی در گیاهان.....	
۱۸۰	۳-۹ زیستگاه و پوشش گیاهی گیاهان متحمل به خشک شدن.....	
۱۸۲	۴-۹ استراتژی تحمل به خشک شدن پویکیلوهیدروس.....	



- ۵-۹ دسیکوپلاست، یک نوع کلروپلاست جدید بسیار تخصصی ۱۸۳
- ۱-۵-۹ خشک شدن برگ‌ها و تشکیل دسیکوپلاست ۱۸۴
- ۲-۵-۹ بازآبدهی برگ‌ها و ستنز مجدد کلروپلاست‌های عملکردی ۱۸۷
- ۶-۹ واکنش‌های فیزیولوژیکی متفاوت گیاهان آوندی
- HDT و PDT تحت شرایط خشک شدن ۱۹۳
- ۱-۶-۹ محتوای کلروفیل و فراساختار کلروپلاست ۱۹۳
- ۲-۶-۹ آبسزیک اسید و تفکیک کلروفیل ۱۹۴
- ۳-۶-۹ جابه‌جایی الکترون فتوسیستم دو و ترمولومینسنس ۱۹۴
- ۴-۶-۹ آه سیلان CO_2 ۱۹۵
- ۵-۶-۹ تبادل گاز CO_2 - تنفس ۱۹۶
- ۶-۶-۹ واکنش برگ ۱۹۷
- ۷-۹ بازبازی و استقرار مجدد فعالیت فیزیولوژیکی گیاهان آوندی
- هوموئیکلوروفیلوس و پوریکلوکلروفیلوس ۱۹۷
- ۸-۹ احیاء متابولیسم: مونتاژ مجدد یا بازسازی ۱۹۹
- ۹-۹ تحمل بنیادی و القاء شده ۲۰۱
- ۱۰-۹ اهمیت زمینه و مقیاس اکولوژیکی ۲۰۳
- منابع ۲۰۴
- فصل ۱۰: ساختمان انتقال در گیاهان آوندی ۲۱۱
- ۱-۱۰ مقدمه ۲۱۱
- ۲-۱۰ جذب آب در کمبود آب: نقش آپوپلاست و انتقال مرکب ۲۱۴
- ۳-۱۰ طبیعت حرکت آب در ریشه‌ها ۲۱۶
- ۴-۱۰ مسیرهایی برای آب و مواد محلول و انتقال مرکب ۲۱۸
- ۵-۱۰ نقش آگزو- و اندودرمیس ۲۲۰
- ۶-۱۰ اهمیت فیزیولوژیکی انتقال مرکب ۲۲۱
- ۷-۱۰ اهمیت انتقال مرکب برای رشد تحت شرایط تنش شدید آب ۲۲۲
- ۸-۱۰ تغییرپذیری مقاومت هیدرولیکی محوری ۲۲۳
- ۹-۱۰ انسداد و دوباره پرشدن آوندهای چوبی ۲۲۴



۲۲۸	۱۰-۱۰ هیدرولیک برگ و کل مقاومت برگ
۲۳۱	۱۰-۱۱ اثرات همه هیدرولیک کل گیاه برای مقاومت به خشکی
۲۳۲	منابع
۲۳۹	فصل ۱۱: خشکی، خشک شدن و تنش اکسیداتیو
۲۳۹	۱-۱۱ مقدمه
۲۴۱	۱۱-۲-۱ آب و تولید ROS تحت شرایط تنش خشکی
	۱۱-۲-۱ زیست‌شناسی سلولی و بیوشیمی سیستم‌های تولید ROS و
۲۴۳	سیستم‌های ROS و ارتباط آن‌ها با کمبود آب
۲۴۳	۱۱-۴-۱ ROS، سیستم‌های آنتیاکسیداتیو و خشکی
۲۴۳	۱۱-۴-۱ رادیکال ادریل O_2^-
۲۴۵	۱۱-۴-۲ پراکسید هیدروژن (H_2O_2)
۲۴۶	۱۱-۴-۳ اکسیژن یگانه
	۱۱-۴-۴ وضعیت اکسیداسیون احیا تیما دیسولفید سلولی
۲۴۶	همانند تنظیم‌کننده پاسخ گیاه تنش اکسیداتیو و خشکی
۲۴۸	۱۱-۵-۱ ROS در انتقال سیگنال پساینگی
۲۴۸	۱۱-۵-۱ اثر متقابل ROS و ABA
۲۴۸	۱۱-۵-۲ دخالت ROS در حس کردن خشکی و انتقال سیگنال
۲۵۱	۱۱-۵-۳ NO به عنوان یک جزء از شبکه سیگنالینگ OS
۲۵۱	۱۱-۶-۱ ROS، ABA و تنظیم روزنه‌ها
۲۵۴	۱۱-۷-۱ پسایدگی بذور: یک مورد خاص
۲۵۴	۱۱-۸-۱ بهبود تحمل تنش با انتقال ژن: نقش ROS
۲۵۵	منابع

فصل ۱۲: *DINTER Chamaeigigas intrepidus*: یک نهان‌دانه پویکیلویدریک

۲۶۵	آب‌زی که کاملاً به شرایط زیست محیطی پیچیده و مفرط سازگار شده است
۲۶۵	۱-۱۲ مقدمه
۲۶۷	۱۲-۲ پراکنش و زیستگاه
۲۶۸	۱۲-۳ توصیف مکان



۲۶۸	۴-۱۲ شرایط تنش محیطی
۲۶۸	۴-۱۲-۱ رطوبت و دمای هوا در سطح سنگ
۲۶۹	۴-۱۲-۲ سطح آب و رسانی
۲۶۹	۴-۱۲-۳ دما و pH آب آگیر
۲۷۰	۴-۱۲-۴ غلظت HCO_3^- و CO_2 آب آگیر
۲۷۱	۴-۱۲-۵ غلظت عناصر غذایی در آب آگیر و رسوبات
۲۷۲	۵-۱۲ ویژگی‌های آناتومیکی <i>C. intrepidus</i>
۲۷۴	۶-۱۲ سازگاری‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی به تنش در <i>C. intrepidus</i>
۲۷۴	۶-۱۲-۱ بیان pH خارج سلولی
۲۷۵	۶-۱۲-۲ فتوسنتز
۲۷۵	۶-۱۲-۳ تغذیه نیتروژن
۲۷۷	۶-۱۲-۴ آپتیزمیک سید
۲۸۰	۶-۱۲-۵ دهیدرین‌ها
۲۸۰	۶-۱۲-۶ کربوهیدرات‌ها
۲۸۲	۷-۱۲ سیستم اصلاح نژاد و تنوع ژنتیکی در - معی‌های <i>Chamaegigas</i>
۲۸۲	۸-۱۲ سخنان پایانی
۲۸۴	منابع
۲۸۷	فصل ۱۳ زیست‌شناسی مولکولی و فیزیولوژی ژنومیکس تنش‌پسایندی
۲۸۷	خلاصه‌ها
۲۸۹	۱-۱۳ مقدمه
۲۹۱	۱۳-۲ فیزیولوژی، بیوشیمی و فنولوژی خشکی و خشک شدن
۲۹۱	۱۳-۲-۱ خلاصه‌ای کوتاه از فیزیولوژی پاسخ به خشکی
۲۹۴	۱۳-۲-۲ مفهوم مدارهای پاسخ استرس
۲۹۵	۱۳-۲-۳ چه وضعی در اساس سیگنالینگ استرس وجود دارد؟
۲۹۷	۱۳-۳ ژنومیکس
۳۰۳	۱۳-۴ مکانیسم‌های مولکولی پاسخ به خشکی
۳۰۳	۱۳-۴-۱ سیگنالینگ خشکی
۳۰۴	۱۳-۴-۲ مکانیسم‌هایی برای تعدیل حساسیت به ABA



- ۳-۴-۱۳ نقش یوبیکوئیتین کردن در تعدیل عمل ABA ۳۰۵
- ۴-۴-۱۳ نقش غیرمنتظره برای ژن وابسته به شبانه روز، در تنظیم پاسخ‌های تنش ۳۰۸
- ۵-۱۳ تحمل به خشک شدن برنامه‌ریزی شده ژنتیکی در دانه‌ها ۳۱۰
- ۱-۵-۱۳ نقش هورمون‌ها ۳۱۱
- ۲-۵-۱۳ سیگنالینگ قند ۳۱۲
- ۳-۵-۱۳ چاپرون‌ها و دیگر پروتئین‌های محافظ ۳۱۳
- ۶-۱۳ به عنوان حسگر و مجراهای متغیر در پتانسیل آب ۳۱۴
- ۷-۱۳ پتانسیل برای مهندسی / اصلاح بر اساس دانش ۳۱۵
- ۸-۱۳ این سوق دادن با منجر شدن از کجاست؟ ۳۱۶
- منابع ۳۱۷

- فصل ۱۴ دهیدرین‌ها: زیست‌شناسی مولکولی، ساختار و عملکرد ۳۲۷
- ۱-۱۴ مقدمه ۳۲۷
- ۲-۱۴ دهیدرین‌ها (گروه ۲ پروتئین‌ها) (EA) ۳۲۸
- ۳-۱۴ محلی‌سازی سلولی پروتئین‌های دهیدرین در گیاهان ۳۲۹
- ۴-۱۴ بیان دهیدرین‌ها ۳۳۰
- ۵-۱۴ بیشیبانی دهیدرین‌های گیاهان تراریخته و هدف‌جهت‌ها ۳۳۰
- ۶-۱۴ ساختار و عملکرد دهیدرین‌ها: دهیدرین‌ها-پروتئین‌های ایمنی‌نظمی ذاتی ۳۳۱
- ۷-۱۴ پاسخ سازه به TFE ۳۳۳
- ۸-۱۴ دهیدرین‌ها و پس زمینه تراکم ۳۳۴
- ۹-۱۴ پاسخ‌های ساختاری به دما ۳۳۵
- ۱۰-۱۴ اثر متقابل ویزیکول‌های لیپید و سدیم دو دیسولفات ۳۳۶
- ۱۱-۱۴ کلات شدن: اتصال فلزی ۳۳۷
- ۱۲-۱۴ پاسخ‌های سازه‌ای به تغییرات pH ۳۳۷
- ۱۳-۱۴ تغییرات پس از ترجمه: فسفوریلاسیون ۳۳۸
- ۱۴-۱۴ فعالیت چپرونی ۳۳۸
- ۱۵-۱۴ چشم‌انداز ۳۴۰
- منابع: ۳۴۰

فصل ۱۵: درک خشک شدن روشی وظیفه‌ی رسمی استفاده‌ی مقاومت

۳۴۷	 بحث‌های ژنومیکس در یک مقایسه ارزیابی چهارچوب کاری
۳۴۷	 ۱-۱۵ مقدمه
۳۴۸	 ۲-۱۵ کشف ژن هدف
۳۴۹	 ۳-۱۵ کشف ژن با استفاده از بیان توالی تگ‌ها (برچسب‌ها)
۳۵۰	 ۴-۱۵ آنالیز ترانسکریپتوم حاصل از گیاهان تجدید حیات یافته‌ی غیرآوندی
۳۵۲	 ۵-۱۵ آنالیز ترانسکریپتوم در گیاهان تجدید حیات یافته‌ی آوندی
۳۵۴	 ۶-۱۵ توقف کار سی. هیبریداسیون
۳۵۶	 ۷-۱۵ چندسکال طول قطعه cDNA بزرگ شده
۳۵۶	 ۸-۱۵ مقایسه آنالیز ترا: حریم ژن. در گیاهان تجدید حیات یافته
۳۵۸	 ۹-۱۵ روش‌های تعیین توالی با بانده بالا
۳۵۹	 ۹-۱۵ آنالیز متوالی در بیان ژن
۳۵۹	 ۱۰-۱۵ نسل بعدی تکنوئوری‌های توالی‌یابی
۳۶۰	 ۱۰-۱۵ بیان پروتئین و پروتئومیکس
۳۶۳	 ۱۱-۱۵ متابولومیکس و فلکسومیکس
۳۶۴	 ۱-۱۱-۱۵ متابولیسم قند
۳۶۵	 ۲-۱۱-۱۵ فعالیت‌های آنزیمی
۳۶۶	 ۳-۱۱-۱۵ زدودن اکسیژن واکنش‌دار
۳۶۹	 ۴-۱۱-۱۵ غشاها و چربی‌ها
۳۶۹	 ۱۲-۱۵ مسیرهای سیگنالینگ
۳۷۱	 ۱۳-۱۵ مسیرهای توسعه‌ای دانه‌ها و بافت‌های روشی DT
۳۷۲	 ۱۴-۱۵ بحث و نتیجه‌گیری
۳۷۳	 منابع

فصل ۱۶: گیاهان تجدید حیات بافته: فیزیولوژی و بیولوژی مولکولی

۳۸۵	 اختصارات
۳۸۵	 ۱-۱۶ تکامل و توزیع جغرافیایی گیاهان متحمل به خشک شدن
۳۸۵	 ۱-۱-۱۶ پنجره‌ای به تحقیقات پیشین تحمل به خشک شدن
۳۸۷	 ۲-۱-۱۶ تکامل تحمل به خشک شدن



۳۸۸	۱۶-۱-۳ توزیع جغرافیایی و اکولوژی
۳۸۹	۱۶-۱-۴ تنوع درون <i>Linderniaceae</i>
۳۹۰	۱۶-۲ جنبه‌های سلولی
۳۹۰	۱۶-۲-۱ سازگاری مورفولوژیکی
	۱۶-۲-۲ تنش مکانیکی: تغییرات دیواره سلولی، تکه تکه شدن
۳۹۲	واکنش و جانشینی آب
۳۹۳	۱۶-۲-۳ سیالیت غشاء
۳۹۴	۱۶-۳ زیست‌شناسی
۳۹۴	۱۶-۳-۱ فتوسنتز
۳۹۶	۱۶-۳-۲ سیستم‌های آنتی اکسیدانی
۳۹۶	۱۶-۳-۳ مسیرهای تنظیم شده تحمل به خشک شدن آبزیک اسید
۳۹۷	۱۶-۴ بیان ژن
۳۹۸	۱۶-۴-۱ مولکول‌های طبیعی
۴۰۱	۱۶-۴-۲ آکوابورین‌ها
۴۰۱	۱۶-۴-۳ کربوهیدرات‌ها
۴۰۲	۱۶-۴-۴ املاح سازگار
۴۰۳	۱۶-۴-۵ پروتئین‌های حفاظتی: پروتئین‌های شوک حرارتی
۴۰۴	۱۶-۵ بازآبدی
۴۰۵	۱۶-۶ نتیجه‌گیری و چشم‌انداز
۴۰۶	منابع
۴۱۷	فصل ۱۷ خلاصه‌وار: خشک شدن بدون مرگ
۴۲۴	منابع
۴۲۷	نمایه