

پاسخ گياهان
به تنش غيرزيستی از منظر
فزيولوژيکي ، بيوشيميايي
و ژنتيک

www.ketab.ir



انتشارات جهاد دانشگاهی قزوین

سرشناسه: شانکر، آرون کومار

Shanker, Arun Kumar

عنوان و نام پدیدآور: پاسخ گیاهان به تنش غیر زیستی از منظر فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ژنتیک / نویسندگان آرون کومار شانکر، ب. ونکاتسوارلو؛ مترجمان رحیم حداد... (و دیگران).

مشخصات نشر: قزوین: انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد قزوین، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری: ۵۸۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۷۸۶-۳۱-۳

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: مترجمان رحیم حداد، قاسمعلی گروسی، زهرا آقایی جشقانی، سمیرا محمدی، لیلا نیری پسند.

یادداشت: عنوان اصلی: Abiotic stress response in plants - physiological, biochemical and genetic perspectives

موضوع: گیاهان -- اثر تنش فیزیولوژیکی

موضوع: Plants -- Effect of stress on

موضوع: گیاهان -- اثر تنش فیزیولوژیکی -- ژنتیک

موضوع: Plants -- Effect of stress on -- Genetic aspects

موضوع: گیاهان -- فیزیولوژی

موضوع: Plant physiology

موضوع: اثر متقابل ژنتیک و محیط

موضوع: Genotype-environment interaction

شناسه اثر: ونکاتسوارلو، بی.

شناسه افزوده: Venkateswarlu, B.

شناسه افزوده: حداد، رحیم، منجم

شناسه افزوده: جهاد دانشگاهی، واحد قزوین. سازمان انتشارات

رده بندی کنگره: ۱۳۹۷، ۲۱۳، QK۷۵۱

رده بندی دیویی: ۵۸۱/۷

شماره کتابشناسی ملی: ۲۰۲۱۹۳

عنوان: پاسخ گیاهان به تنش غیر زیستی از منظر فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ژنتیک

نویسندگان: آرون کومار شانکر، ب. ونکاتسوارلو

مترجمان: رحیم حداد، قاسمعلی گروسی، زهرا آقایی جشقانی،

سمیرا محمدی، لیلا نیری پسند

طراح گرافیک و صفحه آرایی: مرضیه حمیدی زاده

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۷۸۶-۳۱-۳

چاپ: نوبت اول - بهار ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بهاء: ۵۰۰۰۰۰ ریال

مصوبه شماره ۹۶/۰۳۹ چاپ کتاب، گروه علمی انتشارات جهاد دانشگاهی قزوین

مورخه ۱۳۹۶/۱۱/۰۳

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی قزوین

کلیه حقوق محفوظ است ©

پیشگفتار

طی فرایند تکامل در گیاهان، مکانیسم‌هایی برای مقابله و سازگاری با انواع مختلف تنش‌های زیستی و غیرزیستی (عوامل تغییر شرایط محیطی) ایجاد شده است. تحمل به تنش در گیاهان شامل تحمل در سطح ریشه، بافت، سلول، سطح مولکولی و فیزیولوژیکی است. این موارد شامل طیفی از تنظیمات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مانند خم شدن برگ، کاهش سطح برگ، ریزش برگ، تحریک رشد ریشه، تغییر در محتوای آب نسبی کمبود الکترولیت، تولید گونه‌های فعال اکسیژن و تجمع رایکال‌های آزاد است که موجب به هم خوردن هموستازی سلول شده و به دنبال آن پراکسید شدن لیپید، خسارت به غشا و غیرفعال شدن آنزیم‌ها را به دنبال دارد که بر ادامه‌ی حیات سلول تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این موارد، آب‌سبزیک اسید که به عنوان هورمون تنش در گیاهان شناخته می‌شود، موجب بسته شدن روزنه‌های برگ می‌گردد که از دست دادن آب را از طریق تعرق و همچنین نرخ فتوسنتز را کاهش داده و موجب بهبود بهره‌وری استفاده از آب در گیاه می‌شود. پاسخ مولکولی به تنش غیرزیستی شامل تشخیص، انتقال پیام، بیان ژن و در نهایت تغییرات متابولیکی در گیاهان می‌شود که تحمل به تنش را فراهم می‌سازد.

زیست‌شناسی یک سلول و یا سلول‌های مربوط به یک بافت به اندازه‌ای پیچیده است که با اعمال یک محرک خاص از سوی محیط به آن، مسیرهای چندگانه‌ی پیام‌رسانی فعال می‌شوند که این مسیرها میان‌کنش‌ها و اثرات متقابل پیچیده‌ای با هم دارند. فعال شدن این مسیرها و واکنش‌های متقابل آن‌ها با یکدیگر، احتمالاً به صورت مکانیسمی است که به

سیستم‌های زیستی، امکان پاسخگویی به تنش را می‌دهد که این پاسخگویی با استفاده از فرایندهای زیستی مناسب صورت می‌گیرد. با وارد شدن تنش زیستی و یا غیرزیستی آشبار پیام‌رسانی به راه می‌افتد که شامل کانال‌های یونی، آبشارهای کینازی، تولید گونه‌های فعال اکسیژن و تجمع هورمون‌هایی مثل سالیسیلیک اسید، اتیلن، جاسمونیک اسید و آپسیریک اسید است. این پیام‌ها در نهایت باعث بیان شدن دسته‌ی خاصی از ژن‌های دفاعی می‌شوند که این ژن‌ها موجب واکنش‌های دفاعی در کل سلول می‌شوند.

تحقیقات نشان داده است که در پاسخ اولیه به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، کلسیم و گونه‌های فعال اکسیژن به عنوان پیامبرهای ثانویه محسوب می‌شوند. پس از افزایش غلظت کلسیم در فضای درون سلولی چندین مسیر به صورت هم‌زمان و توسط پروتئین‌های واکنش دهنده با کلسیم فعال می‌شوند. همچنین مشخص شده است که پاسخ گیاهان به عوامل بیماری‌زای میکروبی و یا تنش غیرزیستی به وسیله انفجار اکسیداتیو صورت می‌گیرد. هماهنگی بین پیام‌رسانی ثانویه کلسیم و گونه‌های فعال اکسیژن، منجر به تنظیم فعالیت پروتئین‌های خاص می‌شود. این پروتئین‌ها برای کنترل بیان ژن‌های دفاعی، در هسته لازم هستند. مطالعات اخیر منجر به شناسایی چندین ژن مانند کینازها و عوامل رونویسی به عنوان عوامل مولکولی دخالت‌گر در واکنش‌ها شده است. این کینازها و عوامل رونویسی در روابط متقابل مربوط به آبشارهای پیام‌رسانی، به منظور پاسخ‌های دفاعی در برابر دو یا تعدادی از تنش‌ها دخالت دارند. بولتوویتز و همکارانش حلقوی نیز پیامبرهای ثانویه عمومی هستند که نقشی کلیدی در بسیاری از پاسخ‌ها و فرایندهای فیزیولوژیکی گوناگون در پروکاریوت‌ها و همچنین در یوکاریوت‌های پست و پیشرفته ایفا می‌کنند و از جمله اجزای اساسی مسیر پیام‌رسانی محسوب می‌شوند.

بسیاری از ژن‌ها در پاسخ به تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی، شوری، گرما، سرما و زخم‌های مکانیکی تنظیم می‌شوند و عملکرد محصولات این ژن‌ها منجر به تنش‌ها را فراهم می‌سازد. به نظر می‌رسد مکانسیم‌های تنظیم پس از رونویسی در جمله تغییرات پس از ترجمه و اپی‌ژنتیک (مانند یوبی کوئیتینه شدن و سامویلاسیون) نقش مهمی را در تنظیم بیان ژن در شرایط تنش بازی می‌کنند. همچنین نشان داده شده که شرایط تنش غیرزیستی، پیرایش متناوب تعدادی از ژن‌ها را تغییر می‌دهد. این رونوشت‌های متناوب، اغلب باعث می‌شود که پروتئین‌هایی با عملکرد و ساختاری متمایز، تولید شود که این پروتئین‌ها نقش خود را در تکامل، استقرار سلولی و واکنش به محیط اطراف، ایفا می‌کنند. علاوه بر موارد فوق، RNAهای کوچک نیز در تنظیم بیان ژن در پاسخ به تنش‌های غیرزیستی دخالت دارند.

آرون کومار شانکر

ب. ونکاتسوارلو

فهرست

بخش ۱: پیام‌دهی در تنش‌های غیرزیستی

- فصل اول: روابط متقابل پاسخ و تنش‌های زیستی و غیرزیستی در گیاهان..... ۳
- ۱- مقدمه ۵
- ۲- کلسیم و گونه‌های فعال اکسیژن: محران پیامبر ای ثانویه در پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی عمل می‌کنند. ۷
- ۳- واکنش متقابل پروتئین کینازهای وابسته به کلسیم و پروتئین کینازهایی که با عوامل جهش‌زا فعال می‌شوند در پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی ۱۱
- ۴- مسیر ژنتیکی اثرات متقابل در پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی ۱۲
- ۵- هورمون‌های گیاهی در پیام‌رسانی (signaling) تنش زیست‌ر غیرزیست نقش مهمی دارند. ۱۹
- ۵-۱-۲- آیا هورمون‌های سالیسیلیک اسید، اتیلن، جاسمونیک اسید و آیزیک اسید به تنهایی کار می‌کنند؟ ۲۰
- ۵-۱-۲-۱- شبکه‌ی پیام‌رسانی فیتوهورمون‌ها با هم کار می‌کنند ۲۱
- ۵-۱-۲-۲- مسیرهای متقابل گیاهی در پاسخ آبسازیک اسید به تنش‌های زیستی و غیرزیستی ۲۳
- ۶- WRKY و دیگر عوامل رونویسی که در پاسخ گیاه به تنش‌های زیستی و غیرزیستی نقش دارند ۲۵
- ۶-۱- نقش عوامل رونویسی در اثرات متقابل پاسخ به تنش‌های غیرزیستی ۲۵

۲۶	۶-۲- عوامل رونویسی WRKY
۲۷	۷- نتیجه‌گیری
۲۹	۸- منابع
۴۳	فصل ۲: نحوه تشخیص اکسیژن‌های فعال در تنش‌های غیرزیستی - از ژن تا پروتئین
۴۵	۱- مقدمه
۴۷	۲- تشخیص تنش شوری و آسمزی
۵۰	۳- تشخیص فلزات سنگین
۵۳	۴- نحوه تشخیص تنش نوری
۶۰	۵- ROS: مدل عمومی تنش‌های غیرزیستی هستند
۶۳	۶- سیستم‌های آنزیمی اکسیدانی
۶۵	۷- آن‌سوی تشخیص پیام و سمیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن
۶۸	۸- نتیجه‌گیری
۶۹	۹- منابع
۹۳	فصل ۳: پیام‌دهی پس‌رونده از راه‌آه‌ها به هسته در گیاهان
۹۵	۱- مقدمه
۹۶	۲- پیام‌های تولید شده توسط پلاستید و نقش آن‌ها در بیان ژن‌های هسته‌ای
۱۰۵	۱-۲- اجزای تشکیل‌دهنده مسیرهای پیام‌دهی پس‌رونده
۱۰۹	۳- تنظیم پس‌رونده میتوکندریایی در گیاهان
۱۱۳	۲-۱- اجزای مسیرهای انتقال پیام مرتبط با تنظیم پس‌رونده در میتوکندری گیاهان
۱۱۶	۴- نتیجه‌گیری
۱۱۷	۵- سپاسگزاری
۱۱۸	۶- منابع

بخش ۲: اسیدنوکلئیک‌ها، پروتئین‌ها و آنزیم‌ها

۱۳۱	فصل ۴: تغییرات پس از ترجمه در پروتئین‌های هسته‌ای که در سلول‌های گیاهی در پاسخ به تنش‌های غیرزیستی اتفاق می‌افتد
۱۳۳	۱- مقدمه
۱۳۵	۲- فسفریلاسیون و دفسفریله شدن پروتئین‌های هسته‌ای

۱۴۰.....	۳- استیلایسون و داستیلایسون پروتئین هسته‌ای
۱۴۱.....	۳-۱- هیستون داستیلازها
۱۴۵.....	۳-۲- هیستون استیل ترانسفرازها (HATs)
۱۴۶.....	۴- متیلایسون پروتئین
۱۴۷.....	۴-۱- متیلایسون لیزین هیستون
۱۴۸.....	۴-۲- موقعیت و شیمی فضایی لیزین‌های متیله شده‌ی هیستون در گیاهان
۱۴۹.....	۴-۳- متیلایسون آرژنین هیستونی
۱۵۰.....	۴-۴- دمتیله شدن هیستون
۱۵۱.....	۴-۵- متیلایسون هیستون در پاسخ به تنش‌های غیرزیستی
۱۵۴.....	۵- تغییرات اکسید و احیای پروتئین‌های هسته‌ای
۱۵۴.....	۵-۱- ROS و RNS در هسته
.....	۵-۲- تغییرات پس از ترجمه در هسته‌ی سلول گیاهی که بر اساس اکسید و احیا (رداکس) است
۱۵۵.....	
۱۵۸.....	۶- تغییرات پس از ترجمه‌ی بی‌کربن‌ها شدن
۱۶۰.....	۷- نتیجه‌گیری
۱۶۲.....	۸- منابع

فصل ۵: رویارویی با محیط زیست: ۲۰۲۸ ی کوچک و تنظیم بیان ژن تحت تنش

۱۸۷.....	غیرزیستی در گیاهان
۱۸۹.....	۱- مقدمه
۱۹۰.....	۱-۱- RNA های کوچک گیاهی
۱۹۱.....	۱-۲- MicroRNA ها
۱۹۲.....	۲- RNA های کوچک مداخله‌گر
۱۹۴.....	۳- RNA های کوچک و تنش غیرزیستی
۱۹۶.....	۳-۱- تنش اسمزی: کم‌آبی، شوری و آبسازیک اسید
۲۰۱.....	۳-۲- تنش سرما
۲۰۴.....	۳-۳- جاری شدن سیل و کمبود اکسیژن
۲۰۴.....	۳-۴- اشعه ماوراء بنفش و نور
۲۰۵.....	۳-۵- تنش اکسیداتیو
۲۰۷.....	۳-۶- پیام‌رسانی هورمونی

۴- تنظیم مسیرهای RNA کوچک به وسیله تنش های غیرزیستی	۲۰۹
۵- نتیجه توضیحات	۲۱۰
۶- منابع	۲۱۳

فصل ۶: نوکلئوتیدهای حلقوی و نوکلئوتید سیکلازها در پاسخ گیاهان به تنش ۲۲۷

۱- مقدمه	۲۲۹
۲- کشف آدنوزین منوفسفات حلقوی در گیاهان	۲۳۱
۲-۱- AMP حلقوی در گیاهان: راهی طولانی تا پذیرش	۲۳۲
۲-۲- شناسایی cAMP در گیاهان عالی	۲۳۵
۳- شناسایی گوانوزین منوفسفات حلقوی در گیاهان	۲۳۹
۳-۱- شواهد اولیه در cGMP در گیاهان	۲۳۹
۳-۲- روش های شناسایی cGMP در گیاهان	۲۴۱
۳-۳- نقش های بیولوژیکی cGMP در گیاهان	۲۴۲
۳-۴- پیام دهی سلولی به وسیله cGMP	۲۴۴
۴- کانال های تحت کنترل نوکلئوتیدهای حلقوی- ساختمان و نقش	۲۴۶
۵- شواهد وجود نوکلئوتید سیکلازها در گیاهان عالی	۲۵۵
۶- جستجوی نوکلئوتید سیکلازهای گیاهان عالی	۲۵۸
۷- نقش نوکلئوتید سیکلازهای حلقوی و نوکلئوتیدها در پاسخ گیاهان به تنش	۲۶۴
۸- چشم انداز	۲۶۷
۹- منابع	۲۶۹

فصل ۷: مرگ برنامه ریزی شده القا شونده با تنش های غیرزیستی در گیاهان: یک ارتباط فیتازپازی ۳۰۳

۱- مقدمه	۳۰۵
۲- در گیاهان در پاسخ به تنش های غیرزیستی، گاهی مرگ سلولی برنامه ریزی شده اتفاق می افتد	۳۰۶
۳- پروتئازهای آسپارتاتی در مرگ برنامه ریزی شده ی سلولی	۳۰۷
۴- شناسایی فیتازپاز	۳۰۹
۵- ساختار فیتازپازها	۳۱۰
۶- نقش فیتازپازها در پاسخ به تنش های غیرزیستی	۳۱۱

۳۱۳.....	۷- محل برش اختصاصی در فیتازیاها
۳۱۴.....	۸- موقعیت مکانی فیتازیاها و برداش آن‌ها
۳۱۶.....	۹- کاهش میزان فیتازیا در زمان مرگ برنامه‌ریزی شده سلول
۳۱۸.....	۱۰- نقش فیتازیاها در پاسخ به تنش‌های زیستی
۳۱۸.....	۱۱- نتیجه‌گیری
۳۲۰.....	۱۲- منابع

فصل ۸: نقش H^+ -ATPase غشای پلاسمایی گیاهان در سازگاری با تنش‌های

۳۲۷.....	غیرزیستی گیاهان
۳۲۹.....	۱- مقدمه
۳۳۰.....	۲- ساختار H^+ -ATPase و ناقل H^+
۳۳۱.....	۳- تنظیم رونویسی H^+ -ATPase غشای پلاسمایی در گیاهان
۳۳۲.....	۴- تنظیم پس از رونویسی H^+ -ATPase غشای پلاسمایی گیاهان
۳۳۳.....	۱-۴ تنظیم به وسیله فسفوریلاسیون
۳۳۵.....	۲-۴ تنظیم به وسیله محبوس‌سازی
۳۳۶.....	۵- نقش‌های فیزیولوژیکی
۳۳۸.....	۶- نقش H^+ -ATPase در تنش‌های آب‌تنشی
۳۳۹.....	۱-۶ تنش شوری
۳۴۴.....	۲-۶ فلزات سنگین
۳۴۶.....	۳-۶ دمای پایین
۳۴۷.....	۷- نتیجه‌گیری
۳۴۹.....	۸- منابع

بخش ۳: ژن‌ها و ژنوم‌ها

۳۶۹.....	فصل ۹: تنش غیرزیستی در گیاهان: نگاهی از منظر ژنومیک
۳۷۱.....	۱- مقدمه
۳۷۵.....	۲- شوری
۳۸۶.....	۳- سرما
۳۹۹.....	۴- آب‌کشیدگی شدید و کمبود آب: گرما و تنش خشکی
۳۹۹.....	۱-۴ تنش گرمایی

۴۰۸	۴-۲- خشکی
۴۱۳	۴-۳- ترکیبی از عوامل تنش زای غیرزیستی: پروفایل های گرما و خشکی
۴۱۵	۵- نور شدید
۴۱۸	۶- آینده پژوهش در زمینه تنش های غیرزنده: بهره برداری از انقلاب ژنومیک
۴۲۱	۷- منابع

فصل ۱۰: نقش عوامل رونویسی گیاه در تحمل به تنش های غیرزیستی

۴۵۵	۱- مقدمه
۴۵۷	۲- نقش عوامل رونویسی در پاسخ به تنش غیرزیستی
۴۷۰	۳- تنظیم کننده AREB/ABF
۴۷۲	۴- تنظیم کننده MYC/MYB
۴۷۴	۵- تنظیم کننده CBF/DREB
۴۷۸	۶- تنظیم کننده ZF-HD و (NAM, ATAF, CUC) NAC
۴۸۰	۷- سایر عوامل رونویسی در پاسخ به تنش غیرزیستی
۴۸۲	۸- نتیجه گیری و چشم انداز آینده
۴۸۴	۹- منابع

فصل ۱۱: نقش محصولات ژن جوانه زنی در گیاهان تحت تنش شوری

۵۰۹	۱- مقدمه
۵۱۱	۲- عوامل تنش زا و نمو اولیه گیاه
۵۱۶	۱-۲- نقش احتمالی محصولات ژن جرمین
۵۲۳	۲-۲- فعالیت آنزیمی جرمین ها: اگرالات اکسیداز
۵۳۰	۲-۳- بیان ژن های جرمین تحت تنش شوری
۵۳۳	۳- نتیجه گیری
۵۳۴	۴- منابع

بخش ۴: سازگاری و مقاومت

فصل ۱۲: آیا تغییرات زیست محیطی تصادفی در سطح چاپرونی مولکولی،

نشان دهنده سازگاری مولکولی با تنش های غیرزیستی است؟

۵۴۵	۱- مقدمه
-----	----------

۵۴۵	۲- روش هایی برای مطالعه ی سازگاری
۵۴۶	سازگاری بیوشیمیایی
۵۵۰	۳- بررسی فرضیه ی سازگاری مکانی که نسبت به شرایط محیطی ایجاد می شود
۵۵۱	۳-۱- آزمایشات پیوند متقابل
۵۵۱	۳-۲- چاپرون های Hsp مثالی از سازگاری در سطح بیوشیمیایی هستند
۵۵۲	۴- مواد و روش ها
۵۵۲	۴-۱- گونه های مورد مطالعه
۵۵۲	۴-۲- مراحل اجرای آزمایش
۵۵۳	۴-۱-۲- آماده سازی عصاره برگ
۵۵۳	۴-۲-۲- آنالیز ال پلی آکریل آمید و بررسی وسترن بلات
۵۵۴	۵- بررسی های آماری
۵۵۵	۶- نتایج
۵۵۵	۶-۱- اثر تغییرات فصلی و زیستگاهی روی میانگین مقدار چاپرون های Hsp70 و Hsp90
۵۵۶	۶-۲- بررسی ضریب تغییرات میان نمش Hsp70 و Hsp90 در بین زیستگاه و فصل
۵۶۰	۷- بحث
۵۶۱	۷-۱- نقش Hsp70 در سازگاری
۵۶۲	۷-۲- نقش چاپرون های Hsp90 در سازگاری
۵۶۴	نتیجه گیری:
۵۶۵	۸- منابع