

جنبه‌های مولکولی تنش‌های غیرزیستی در گیاهان

تألیف

ر.ک. گار

پ. شارما

ترجمه

دکتر رضا معالی امیری

عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

مهندس محمد سبزه‌زاری



شماره مسلسل ۸۹۵۶

شماره انتشار ۳۷۸۲

انتشارات دانشگاه تهران

عنوان و نام پدیدآور : جنبه‌های مولکولی تنش‌های غیرزیستی در گیاهان / تألیف [صحیح: ویراستاران] ر. ک. گار، پ. شارما. ترجمه رضا معالی امیری، محمد سبزه‌زاری

مشخصات نشر : تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری : ۴۶۰ ص.: مصور، جدول، نمودار

فروست : انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۷۸۲.

شابک : 978-964-03-6968-5

وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا

یادداشت : عنوان اصلی: Molecular Approaches in Plant Abiotic Stress, 2014.

یادداشت : کتابنامه.

موضوع : فراورده‌های زراعی -- اثر تنش فیزیولوژیکی

موضوع : فراورده‌های زراعی -- اصلاح

موضوع : فراورده‌های زراعی -- ژنتیک

شناسه افزوده : گار، راجارشی کومار، ۱۹۷۶-م.

شناسه افزوده : Gaur, Rajarshi Kumar

شناسه افزوده : شارما، پرادپ، ۱۹۵۳-م.

شناسه افزوده : Sharma, Pradeep

شناسه افزوده : معالی امیری، رضا، ۱۳۵۳- مترجم

شناسه افزوده : سبزه‌زاری محمد، ۱۳۶۱- مترجم

شناسه افزوده : دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات

رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۶ ج۵/۱۱۲ SB

رده‌بندی دیویی : ۶۳۱/۵۸۲

شماره کتابشناسی ملی : ۴۴۳۴۱۱۴

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است.

ISBN:978-964-03-6968-5



9 789640 369685

عنوان: جنبه‌های مولکولی تنش‌های غیرزیستی در گیاهان
تألیف: ر. ک. گار- پ. شارما
ترجمه: دکتر رضا معالی امیری- مهندس محمد سبزه‌زاری
ویرایش ادبی: فرشاد رضوان
نوبت چاپ: اول
تاریخ انتشار: ۱۳۹۶
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجمان است»

بها: ۲۸۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشید فرشید - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>
پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

پیشگفتار مترجمان

آنچه بیش از پیش موجب نگرانی دانشمندان علوم زیستی شده است، کیفیت و به‌ویژه کمیت تولیدات گیاهی است. برآورد شده است که برای تامین غذای جمعیت ۹/۵ میلیاردی کره زمین در سال ۲۰۵۰ نیاز به افزایش ۷۰ درصدی عملکرد گیاهان مهم زارعی مانند گندم، ذرت و برنج خواهد بود. علاوه بر افزایش جمعیت و سپس تقاضای جهانی برای غذا و همچنین گسترش نواحی مسکونی و به‌دنبال آن کاهش نواحی کشاورزی، تغییر اقلیم و تنش‌های غیرزیستی بر مشکل تأمین تولیدات گیاهی شدت بخشیده است به‌طوری‌که موجب افت عملکرد گیاهان مهم زارعی از جمله گندم، ذرت و برنج تا ۵۰ درصد شده است. به گفته دکتر نورمن بورلاگ (پدر انقلاب سبز)، تمدن را آنگونه که امروز می‌شناسیم، بدون ذخیره کافی غذا نه می‌توانست به وجود آید و نه می‌توانست پایدار بماند. دانشمندان زراعت، اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی در تلاش برای کاهش شدت مشکل مذکور هستند. گزارش پایگاه اطلاعاتی اسکاپوس حاکی از کسب رتبه نخست ارائه مقالات آی. اس. آی ایران در علوم کشاورزی و همچنین رتبه نخست رشته زراعت و اصلاح نباتات در ارائه مقالات آی. اس. آی علوم کشاورزی ایران بین سالهای ۱۹۹۶ الی ۲۰۱۰ است. در میان موضوعات تحقیقاتی مذکور، تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی (به‌ویژه تنش‌های غیرزیستی)، بیشتر از سایرین به چشم می‌خورد. تکنولوژی‌های کنونی، زیست‌شناسی گیاهی را به مجموعه‌ای از اطلاعات فشرده تغییر داده و به‌طور چشمگیری یافته‌های ما را از مسیرهای درک و پاسخ گیاه، افزایش داده است. باوجود این شبکه‌های سراسری سیگنال دفاع و پاسخ در گیاهان، با اینکه وجود دارند، اما هنوز ایجاد نشده است. در تحقیقات، اغلب پاسخ‌های گیاه به یک تنش ارزیابی می‌شود، در حالی‌که در مزرعه، اثر توأم چندین تنش زیستی و غیرزیستی بر گیاه اعمال می‌شود. تحت چنین شرایطی (اثر توأم چند تنش بر گیاه) چندین مسیر انتقال پیام در یک شبکه پیچیده به‌صورت همزمان فعالیت می‌کنند. باوجود موفقیت‌های صورت‌گرفته در زمینه افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های غیرزیستی با فنون آزمایشگاهی، احتمالاً کارایی تحمل به تنش‌های محیطی تحت شرایط مزرعه، تغییر شایان توجهی خواهد داشت. با توجه به ماهیت پیچیده مکانیسم‌های پاسخ در گیاهان، بررسی نکاتی که در آن مسیرهای پاسخ متفاوت، به جای منشعب‌شدن، همگرا می‌شوند، آغازی خوب برای درک پاسخ‌های سلولی تحت تنش در گیاهان خواهد بود. بنابراین نیاز به کاهش پیچیدگی مرتبط با این مسیرها احساس می‌شود. در این زمینه، پژوهش‌های متعدد نشان می‌دهد که تولید گونه‌های اکسیژن فعال (Reactive oxygen species) به‌عنوان یکی از متداول‌ترین پاسخ‌های گیاهان به تنش‌های متفاوت، نشان‌دهنده نقطه‌ای است که در آن مسیرهای سیگنال‌رسانی و به‌دنبال آن پاسخ سلولی مختلف، گرد هم می‌آیند. بنابراین این عقیده سنتی که ROS تنها محصولات جانبی و

ث □ جنبه‌های مولکولی تنش‌های غیرزیستی در گیاهان

سمی سوخت‌وساز گیاهان است، تغییر کرده است. تغییرات بیان ژن‌های خاص تحت شرایط محیطی مشخص، اغلب به تغییرات متابولیتی و ساختاری تفسیر نمی‌شود، زیرا تعامل بین جنبه‌های مختلف شامل اصلاحات بعد از رونویسی و بعد از ترجمه، ثبات متابولیت، تفکیک‌پذیری، جایابی متابولیت و دسترسی سوپسترا ممکن است منجر به نتایج غیرقابل انتظار شود.

تکنولوژی‌های ژنومیک اخیر، به‌ویژه ابزارهای بیان ژن، نه تنها جزئیات جدیدی در مورد مسیرهای سیگنال سلولی تنش، شناسایی ژن‌های پاسخ به تنش (که با هدف کوتاه‌کردن مدت زمان لازم در به‌نژادی کلاسیک انجام می‌گیرد) در گیاهان کشف کرده‌اند، بلکه پرسش‌های متعدد در این زمینه را نیز افزایش داده‌اند: آیا یک مسیر سیگنال خطی ویژه برای هر تنش وجود دارد؟ آیا مسیرهای متعدد اثرات متقابل دارند؟ آیا یک شبکه بزرگ پیام‌رسانی مشترک (از آنهایی که انشعابات آنها هر روز کشف می‌شود) وجود دارند؟ اگر ROS در نوک خروجی پیام‌رسانی برای فعالیت مسیرهای پاسخ متفاوت است، چه گیرنده‌های ویژه‌ای دارد؟ حسگرهای ROS و شبکه‌های انتقال پیام در خصوص میزان انتقال پیام ROS از هسته به کلروپلاست و از کلروپلاست به هسته کدام است. اطلاعات در خصوص ژن‌های درگیر در تبدیل این سیگنال‌ها به پاسخ‌های بیوشیمیایی سلول چیست؟ کدام ژن‌ها و در نتیجه پروتئین‌ها نقش تنظیمی در کلروپلاست و بخش‌های دیگر سلول ایفا می‌کند. اگرچه این پرسش‌ها در حال پاسخ‌دادن هستند، ارائه پاسخ‌های قطعی به پرسش‌های باقیمانده نیاز به درک مکانیسم‌های تنظیم مسیرهای سیگنالی در زمینه توسعه سیستم‌های دفاع سلولی بر علیه ROSها و در نتیجه تنش‌های محیطی دارد. نکته جالب آن است که فراورده‌های متابولیکی دخیل در پاسخ‌های دفاعی علاوه بر نقش‌های ضروری‌شان تحت تنش‌های محیطی، بر رشد و تکامل گیاهان به‌وسیله فرایندهای هماهنگ تقسیم و مرگ سلولی نیز تأثیر می‌گذارند، بنابراین این ترکیبات نیز در کنار ژن‌ها غنی از اطلاعات هستند و بر ترکیبات سلولی اثر می‌گذارند.

از آنجاکه کتابی فارسی در خصوص جنبه‌های مولکولی سازوکارهای تحمل به تنش‌های غیرزیستی و کاربرد فناوری‌های زیستی در مطالعه این تنش‌ها تاکنون به انتشار نرسیده است، بر آن شدیم تا دست به ترجمه این اثر بزنیم. امیدواریم در این کتاب خلاصه جامعی از این اجزا و مفاهیم (که برای به‌نژادی گیاهی مهم است) ارائه شود. امید است که این یافته‌ها به درک شبکه‌های پاسخ سلولی کمک کند و به‌نوبه خود راهبرد جدیدی برای بهبود بهره‌وری گیاهان تحت شرایط تنش محیطی و تولید بیشتر غذا و انرژی ابداع کند.

دکتر رضا معالی امیری - مهندس محمد سبزه‌زاری

پیشگفتار ویراستاران

تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی، خطری جدی در پایداری عملکرد گیاهان زراعی محسوب می‌شوند به طوری که تولیدات گیاهی در زراعت دیم بیش از عوامل مخرب دیگر از جمله ویروس، باکتری و قارچ کاهش می‌یابد. انتظار می‌رود که بررسی تنش سرما موجب ارتقا درک ما از صفات مهم زراعی مانند نرعیمی القاشده با سرما، توانایی جوانه‌زنی تحت تنش سرما و همچنین سبزشدن زود هنگام شود. در این راستا، کتاب مزبور منبع بارزشی در جهت بررسی تنش‌های غیرزیستی به وسیله محققان و دانشمندان محسوب می‌شود. هدف بنیادی این کتاب، نمایش اثر هم‌افزایی تنش‌های محیطی است. این کتاب به دانش ما در زمینه پاسخ گیاهان به تنش‌های غیرزیستی می‌افزاید و همچنین ملزومات ایجاد راهبردهای جدید در جهت ارتقا تولید گیاهان زراعی به وسیله ژن‌های تنظیمی را فراهم می‌سازد. اصول بنیادی بیوتکنولوژی در این کتاب، شرح داده می‌شوند و جهت پی‌بردن به نحوه کاربرد این اصول، مثال‌های فراوانی بحث شده است. این کتاب، جدیدترین پیشرفت‌های صورت‌گرفته در زمینه ژنتیک و فیزیولوژی پاسخ گیاهان به تنش‌های غیرزیستی و همچنین اصلاح مقاومت را به خوانندگان ارائه می‌دهد. کتاب حاضر برای به‌نژادگران و بیولوژیست‌های مولکولی، منبع بارزشی محسوب می‌شود، چراکه موضوعاتی مانند مدل‌سازی ریاضی، فیزیولوژی، ژن‌های تحمل و روش‌های به‌نژادی را باهم ترکیب می‌کند. زمانی که اطلاعات مزبور باهم ارائه شود، مقایسه کلیه جنبه‌های مربوط به سازوکارهای تحمل و روش‌های به‌نژادی در زمینه تنش‌های غیرزیستی امکان‌پذیر می‌شود. مطالب مزبور جهت درک مسیر یا ژن‌های ارتقادهنده تحمل به تنش و همچنین پیدایش ایده‌های جدید در اصلاح تحمل گیاهان به تنش‌های غیرزیستی اهمیت دارد.

ر.ک. گار - پ. شارما

مشاركت کنندگان

Murilo Siqueira Alves

Department of Biochemistry and Molecular Biology, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil.

O.A. Avksentyeva

Department of Plant Physiology and Biochemistry, Kharkov V.N. Karazin National University, 4, sq. Svoboda, Kharkov, 61022, Ukraine.

Ana Maria Benko-Iseppon

Department of Genetics, Federal University of Pernambuco, Avenue Professor Moares Rêgo, 1235, CEP 50670-420, Recife, PE, Brazil.

Borja Belda-Palazón

Institute for Plant Molecular and Cellular Biology, CSIC-Polytechnic University of Valencia, 46022 Valencia, Spain.

Marco Betti

Department of Plant Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Chemistry, University of Seville, C/Profesor García González, 1; 41012- Sevilla, Spain.

Siddanagouda S. Biradar

State Key Laboratory of Crop Stress Biology for Arid Areas, College of Agronomy and Yangling Branch of China Wheat Improvement Center, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China.

Margarita García Calderón

Department of Plant Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Chemistry, University of Seville, C/Profesor García González, 1; 41012- Sevilla, Spain.

Daniela Andrea Capiati

Genetic Engineering and Molecular Biology Research Institute "Dr. Hector N. Torres", INGEBI, CONICET and Faculty of Exact and Natural Sciences, University of Buenos Aires. Vuelta de Obligado 2490, 1428 Buenos Aires,

Argentina. Email: dcapiati@dna.uba.ar; dcapiati@gmail.com

M. Mar Castellano

Centre for Plant Biotechnology and Genomics, INIA-UPM, Campus de Montegancedo, 28223 Madrid, Spain.

Sharmila Chattopadhyay

Plant Biology Laboratory Drug Development/Diagnostics & Biotechnology Division, CSIR-Indian Institute of Chemical Biology, Kolkata, India. Email: sharmila@iicb.res.in

Anastasis Christou

Department of Environmental Science and Technology, Cyprus University of Technology, 3603 Lemesos, Cyprus.

Mélanie Cordier

University of Neuchâtel, Department of Sciences, Institute of Biology, Laboratory of Molecular and Cell Biology, Rue Emile Argand 11, 2000 Neuchâtel, Switzerland.

Pingchuan Deng

State Key Laboratory of Crop Stress Biology for Arid Areas, College of Agronomy and Yangling Branch of China Wheat Improvement Center, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China.

Pedro Díaz

Biochemistry Laboratory, Department of Plant Biology, Faculty of Agronomy, Av. Garzón. 780; CP12900, Montevideo, Uruguay.

Veronika Doubnerová

Charles University in Prague, Faculty of Natural Science, Department of Biochemistry, Hlavova 8, 128 43 Prague 2, Czech Republic. Email: Veronika.Doubnerova@natur.cuni.cz

Alejandro Ferrando

Institute for Plant Molecular and Cellular Biology, CSIC-Polytechnic University of Valencia, 46022 Valencia, Spain. Email: aferrando@ibmcp.upv.es

Luciano Gomes Fietto

Department of Biochemistry and Molecular Biology, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil.

Email: lgfietto@ufv.br; murilobqi@gmail.com

Vasileios Fotopoulos

Department of Agricultural Sciences, Biotechnology and Food Science, Cyprus University of Technology, 3603 Lemesos, Cyprus. Email: vassilis.fotopoulos@cut.ac.cy

María Noelia Muñiz García

Genetic Engineering and Molecular Biology Research Institute "Dr. Hector N. Torres", INGENI, CONICET and Faculty of Exact and Natural Sciences, University of Buenos Aires. Vuelta de Obligado 2490, 1428 Buenos Aires, Argentina.

Rajarshi Kumar Gaur

Department of Science, Faculty of Arts, Science and Commerce, Mody Institute of Technology and Science, Lakshmanagarh, Sikar-332311, Rajasthan, India. Email: gaurrajarshi@hotmail.com

Divya Gupta

Department of Biotechnology, G.B. Pant Engineering College, Pauri Garhwal, Uttarakhand, India.

Om Prakash Gupta

Quality and Basic Science, Directorate of Wheat Research, Karnal-132001, Haryana, India.

Saeed Sadeghzade Hemayati

Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Karaj, Iran.

Arnd G. Heyer

University of Stuttgart, Institute of Biology, Dept. of Plant Biotechnology, Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart, Germany. Email: Arnd.Heyer@bio.uni-stuttgart.de

Rohit Joshi

School of Plant, Environmental and Soil Sciences, Louisiana State University Agricultural Center, Baton Rouge, Louisiana, USA

Ratna Karan

Agronomy Department, University of Florida, IFAS, Gainesville, Florida, USA. Email: rkaran@ufl.edu

Éderson Akio Kido

Department of Genetics, Federal University of Pernambuco, Avenue Professor Moraes Rêgo, 1235, CEP 50670-420, Recife, PE, Brazil.

Suzana de Aragão Britto Kido

Department of Genetics, Federal University of Pernambuco, Avenue Professor Moares Rêgo, 1235, CEP 50670-420, Recife, PE, Brazil.

Aline Medeiros Lima

Institute of Biological Sciences, Federal University of Pará, Guamá, Belém, PA 66075-110, Brazil.

Email: alinemedeiros14@hotmail.com

Mamrutha H.M.

Directorate of Wheat Research, Karnal, Haryana, India.

George Manganaris

Department of Agricultural Sciences, Biotechnology and Food Science, Cyprus University of Technology, 3603 Lemesos, Cyprus.

Antonio J. Márquez

Department of Plant Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Chemistry, University of Seville, C/Profesor García González, 1; 41012- Sevilla, Spain. Email: cabeza@us.es

Avinash Marwal

Department of Science, Faculty of Arts, Science and Commerce, Mody Institute of Technology and Science, Lakshmanagarh, Sikar-332311, Rajasthan, India.

Brigitte Mauch-Mani

University of Neuchâtel, Department of Sciences, Institute of Biology, Laboratory of Molecular and Cell Biology, Rue Emile Argand 11, 2000 Neuchâtel, Switzerland. Email: brigitte.mauch@unine.ch

Anita Meena

Directorate of Wheat Research, Karnal, Haryana, India.

Livia Atauri Miranda

University of Neuchâtel, Department of Sciences, Institute of Biology, Laboratory of Molecular and Cell Biology, Rue Emile Argand 11, 2000 Neuchâtel, Switzerland.

Jorge Monza

Biochemistry Laboratory, Department of Plant Biology, Faculty of Agronomy, Av. Garzón. 780; CP12900, Montevideo, Uruguay.

Thomas Nägele

University of Vienna, Dept. of Molecular Systems Biology, Althanstr. 14, 1090 Vienna, Austria.

José Ribamar Ferreira Neto

Department of Genetics, Federal University of Pernambuco, Avenue Professor Moares Rêgo, 1235, CEP 50670-420, Recife, PE, Brazil.

María Noelia

Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular “Dr. Hector N. Torres”, INGEBI, CONICET and Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Vuelta de Obligado 2490, 1428 Buenos Aires, Argentina.

Peyman Norouzi

Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Karaj, Iran.

Eric Ober

Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, AL5 2JQ, UK.

Peter Pal’ove-Balang

Institute of Biology and Ecology, P.J. Šafárik University, Mánesova 23, SK- 04001 Košice, Slovak Republic.

Valesca Pandolfi

Department of Genetics, Federal University of Pernambuco, Avenue Professor Moares Rêgo, 1235, CEP 50670-420, Recife, PE, Brazil.

Carmen M. Pérez-Delgado

Department of Plant Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Chemistry, University of Seville, C/Profesor García González, 1; 41012- Sevilla, Spain.

Abazar Rajabi

Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Karaj, Iran. Email: rajabi@sbsi.ir

Khadije Razavi

National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology, Tehran, Iran.

Sávio Pinho dos Reis

Institute of Biological Sciences, Federal University of Pará, Guamá, Belém, PA 66075-110, Brazil.

Email: saviopr@yahoo.com

Ines Ben Rejeb

University of Neuchâtel, Department of Sciences, Institute of Biology, Laboratory of Molecular and Cell Biology, Rue Emile Argand 11, 2000 Neuchâtel, Switzerland.

Ansuman Roy

Department of Biology and Microbiology, South Dakota State University, Brookings, USA. Email: ansumanroy@gmail.com.

Helena Ryšlavá

Charles University in Prague, Faculty of Natural Science, Department of Biochemistry, Hlavova 8, 128 43 Prague 2, Czech Republic. Email: Helena.Ryslava@natur.cuni.cz

Seyed Yaghoob Sadeghian

Azad University of Mianeh, Mianeh, Iran.

Anurag Kumar Sahu

Department of Science, Faculty of Arts, Science and Commerce, Mody Institute of Technology and Science, Lakshmanagarh, Sikar-332311, Rajasthan, India.

Pradeep Sharma

Crop improvement, Directorate of Wheat Research, Karnal-132001, Haryana, India. Email: neprads@gmail.com

Sonia Sheoran

Directorate of Wheat Research, Karnal, Haryana, India.

Allan T. Showler

USDA-ARS, 2700 Fredericksburg Road, Kerrville, Texas 78028, USA. Email: Allan.showler@ars.usda.gov

Ajeet Singh

Department of Biotechnology, G.B. Pant Engineering College, Pauri Garhwal, Uttarakhand, India. Email: ajeetsoniyal@gmail.com

Virender Singh

Directorate of Wheat Research, Karnal, Haryana, India

Cláudia Regina Batista de Souza

Institute of Biological Sciences, Federal University of Pará, Guamá, Belém, PA 66075-110, Brazil. Email: bsouza@ufpa.br

Song Weining

State Key Laboratory of Crop Stress Biology for Arid Areas, College of Agronomy and Yangling Branch of China Wheat Improvement Center, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China. Email: sweining2002@yahoo.com

Deying Xie

College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China.

Guosheng Xie

College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China.

V.V. Zhmurko

Department of Plant Physiology and Biochemistry, Kharkov V.N. Karazin National University, 4, sq. Svoboda, Kharkov, 61022, Ukraine. Email: zhmurko@univer.kharkov.ua

Sira Echevarría Zomeño

Centre for Plant Biotechnology and Genomics, INIA-UPM, Campus de Montegancedo, 28223 Madrid, Spain.

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

فهرست

- فصل اول - نقش ژن‌های حساسیت به طول روز (*PPd*) و نیاز به بهاره‌سازی (*vrm*) در مقاومت گندم به تنش‌های غیرزیستی** ۱
آ.ا. آوسنتیا، و.و. ژمورکا
- فصل دوم - خانواده ژنی *WRKY* و پاسخ آنها به تنش‌های غیرزیستی** ۲۳
س.س. بیراداره، پ. دنک، س. وینینگ
- فصل سوم - پیش‌تیمار و القای تحمل به تنش‌های غیرزیستی در گیاهان** ۳۹
آ.ب. رجب، ل.آ. میراندا، م. کوردیر، ب. ماچمانی
- فصل چهارم - نقش *HSP70* در تحمل تنش‌های غیرزیستی** ۵۳
و. دبنروا، ه. ریسلاوا
- فصل پنجم - نقش بالقوه RNAهای کوچک (*sRNA*) طی تنش در گیاهان** ۷۹
آ.پ. گوپتا، پ. شارما
- فصل ششم - کاربرد *DeepSuperSAGE* و بیوانفورماتیک در بررسی پاسخ گیاهان به تنش‌های غیرزیستی** ۱۰۳
ای.آ. کیدو، ج.رف. نتو، س.آ.ب. کیدو، و. پاندولفی، آ.م. بنکواپسیون
- فصل هفتم - تنظیم فرآیند ترجمه در پاسخ گیاهان به تنش‌های غیرزیستی** ۱۲۷
س.ا. زومنو، ب. بلداپالازون، م.م. کاستلانو، آ. فراندو
- فصل هشتم - کاربرد متابولومیکس در بررسی پاسخ گیاهان به تنش‌های غیرزیستی** ۱۵۱
د.گوپتا، ا.سینگ
- فصل نهم - بررسی عوامل رونویسی با استفاده از روش‌های مولکولی** ۱۶۳
م.س. آلوس، ل.گ. فیتو
- فصل دهم - دیدگاه‌های ژنومیکس کارکردی در بررسی پاسخ گیاهان به تنش‌های غیرزیستی** ۱۸۳
آ. ماروال، آ.ک. ساهو، ر.ک. گاور
- فصل یازدهم - پیام‌رسانی و تحمل به تنش سرما در برنج** ۲۰۷
د. زیو، گ. زیو

س □ جنبه‌های مولکولی تنش‌های غیرزیستی در گیاهان

- فصل دوازدهم - مدل‌سازی ریاضی در بررسی تحمل به تنش سرما در گیاهان ۲۲۳
ت. ناجل، آ.ج. هایلر
- فصل سیزدهم - سازوکارهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی تحمل خشکی در گیاهان ۲۴۱
ر. جوشی، ر. کاران
- فصل چهاردهم - تجزیه پروتئوم گیاهان طی تنش خشکی ۲۶۹
ا. رای
- فصل پانزدهم - نقش عوامل رونویسی AREB/ABF در فرایند تنظیم ژن وابسته به ABA تحت تنش خشکی ۲۸۷
م.ن.م. گارسیا، د.ا. کاپیاتی
- فصل شانزدهم - بررسی ریشه گندم طی تنش خشکی ۳۰۷
س. شوران، ح.م. مامروتا، و. سینگ، ا. مینا
- فصل هفدهم - تحمل به خشکی و سمیت آلومینیوم در لوتوس ۳۲۷
پ. پالوویلانگ، م. بتی، پ. دیاز، ک.م. پرزدلکالدو، م.گ. کالدرون، ج. مونزا، ا.ج. مارکوز
- فصل هجدهم - تنظیم بیان ژن تحت تنش شوری ۳۴۹
س.پ.د. ریس، ا.م. لیما، ک.ر.ب.د. سوزا
- فصل نوزدهم - پاسخ مولکولی گیاهان به خشکی و شوری ۳۶۵
ا. رجبی، ا. ابار، پ. نوروزی، خ. رضوی، س.ص. حمایتی، س.ی. صادقیان
- فصل بیستم - تأثیر تنش کم‌آبی بر میانکنش گیاهان - حشرات ۳۸۹
ا.ت. شولر
- فصل بیست و یکم - سولفید هیدروژن، تنظیم‌کننده پاسخ‌های گیاهی به تنش‌های غیرزیستی ۴۰۳
و. فوتوپولوس، ا. کریستو، گ. مانگاناریس
- فصل بیست و دوم - نقش گلوتاتیون در مدیریت تنش‌های محیطی ۴۲۵
ش. چاتوپادیا