



پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی

بیوتکنولوژی میکروبی در کشاورزی؛ عوامل میکروبی کنترل زیستی آفات و بیماری‌های گیاهی

دسرغ‌امرو، صالحی جوزانی

استاد پژوهش پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی

دکتر مرفان کوثری

استادیار پژوهش پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی

سرشناسه: صالحی جوزانی، غلامرضا، ۱۳۵۳ -
عنوان و نام پدیدآور: بیوتکنولوژی میکروبی در کشاورزی، عوامل میکروبی کنترل زیستی آفات و بیماری‌های گیاهی نویسندگان
غلامرضا صالحی جوزانی، مژگان کوثری.
مشخصات نشر: کرج: مدیر فلاح، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری: ۴۲۴ص: مصور.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۱۵-۲۵-۶
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
موضوع: آفت‌های کشاورزی - مبارزه بیولوژیکی
موضوع: Agricultural pests - Biological control
موضوع: میکرب‌های بیماری‌زای گیاهی - مبارزه بیولوژیکی
موضوع: Phytopathogenic microorganisms -- Biological control
موضوع: تکنولوژی زیستی میکربی
موضوع: Microbial biotechnology
شناسه افزوده: کوثری، مژگان، ۱۳۵۰ -
شناسه افزوده: زمان: آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی
رده بندی کنگره: ۵۹۷۵ (۱۳۹۷) آب ۲ص
رده بندی دیویی: ۹۶/۶۳۲
شماره کتابشناسی ملی: ۵۵۸۶۵۳۲

نام کتاب: بیوتکنولوژی میکروبی در کشاورزی، عوامل میکروبی کنترل زیستی آفات و بیماری‌های گیاهی
نویسندگان: دکتر غلامرضا صالحی جوزانی و دکتر مژگان کوثری
ویراستار علمی: دکتر محمد جوان نیکخواه
ویرایش: مینا محمدیان، فائزه نجفی، از مؤسسه «ویراستاران»
ناشر: پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مدیر فلاح
نوبت چاپ: اول ۱۳۹۸
شمارگان: ۱۰۰۰ تعداد صفحه: ۴۲۴ ص
قیمت: ۸۰۰۰۰۰ ریال
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۹۱۵-۲۵-۶
نشانی نشر مدیر فلاح: کرج، چهار راه هفت تیر، لاله یک، ساختمان، نیکو ط-اول، تلفن: ۰۲۶-۳۲۷۱۹۳۷۶،
همراه: ۰۹۱۲۱۵۰۷۶۳۶، ایمیل: r.modirfallah@yahoo.com

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی محفوظ است.

نشانی: کرج، بلوار شهید فهمیده، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، صندوق پستی: ۱۸۹۷-۳۱۵۳۵ تلفن: ۳۲۷۰۳۵۳۶
۰۲۶-۳۲۷۰۰۹۵۴ نمابر: ۰۲۶-

پیشگفتار

آفات و بیماری‌های مختلف سالانه خسارات جبران‌ناپذیری به محصول گیاهان زراعی و باغی وارد می‌کنند که در نتیجه آن میلیاردها دلار خسارت به کشاورزان در سطح جهان وارد می‌شود. برای کنترل این عوامل مضر، در قرن گذشته به‌طور وسیعی از سموم شیمیایی کنترل‌کننده آفات و بیماری‌ها استفاده شده و در حال حاضر نیز استفاده می‌شود. تأثیرات منفی این قبیل سموم بر موجودات غیرهدف و سلامت انسان و محیط‌زیست، خسارات جبران‌ناپذیری را به وجود آورده است. در این راستا، در چند سال اخیر روش مهار زیستی (کنترل زیستی) که در آن از خود طبیعت برای کنترل آفات و بیماری‌های مختلف استفاده می‌شود، توسعه یافته و کاربرد آن روزبه‌روز افزایش یافته است. خوشبختانه به دلیل درک صحیح از مزایای این روش در کشورهای دنیا میزان مبادلات تجاری این قبیل سموم زیستی در دنیا در حال گسترش است؛ به نحوی که تاکنون صدها فرمولاسیون مختلف تجاری به‌عنوان سموم و کودهای زیستی در بازار جهانی عرضه شده‌اند. این موضوع در کشور ما نیز با تأخیری چندساله شروع شده و در حال حاضر نیز توسعه و کاربرد آن‌ها در جریان است. با توجه به اهمیت این موضوع و توسعه کاربرد این قبیل فراورده‌های زیستی در بخش کشاورزی در راستای تولید محصول سالم، کتاب حاضر با هدف معرفی عوامل میکروبی مورد استفاده در مهار زیستی حشرات آفت، عوامل باکتریایی و قارچی بیماری‌زای گیاهی و علف‌های هرز و نحوه عمل آن‌ها و همچنین نقاط قوت و ضعف هر کدام تهیه شده است. علاوه بر این سعی شده است تا تحقیقات صورت‌گرفته در برنامه‌های جاری پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی در زمینه عوامل مهار زیستی نیز به‌شکل خلاصه در کتاب ذکر شود. مطمئناً کتاب حاضر خالی از اشکال نبوده و نظرها و پیشنهادها ساینده در راستای رفع اشکالات آن، می‌تواند بسیار راهگشا باشد. امید است کتاب حاضر قدمی کوتاه در راستای آشنایی هرچه بیشتر جامعه محققین کشاورزی کشور و همچنین کشاورزان عزیز و زحمت‌کش با عوامل مفید و ایمن مهار زیستی آفات و بیماری‌های گیاهی و همچنین توسعه کاربرد آن‌ها باشد.

دکتر غلامرضا صالحی جوزانی - دکتر مژگان کوثری

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه‌ای بر میکروارگانیسم‌ها و بیوتکنولوژی میکروبی

۳	 مقدمه
۴	 میکروارگانیسم‌ها
۵	 تاریخچه میکروبیولوژی و کشف میکروارگانیسم‌ها
۷	 رده‌بندی و ساختار میکروب‌ها
۸	 الف. پرکارهای آنها
۱۲	 ب. یوکاریوت‌ها
۱۸	 ج. ویروس‌ها
۱۹	 اهمیت میکروارگانیسم‌ها و بیوتکنولوژی میکروبی
۲۰	 الف. بیوتکنولوژی میزوبی در پزشکی
۲۱	 ب. بیوتکنولوژی میکروبی در صنعت و طریقت زیست
۲۲	 ج. بیوتکنولوژی میکروبی در صنایع غذایی
۲۳	 د. بیوتکنولوژی میکروبی در کشاورزی
۲۶	 منابع

فصل دوم: مقدمه‌ای بر مهارت‌های زیستی آفات و بیماری‌های گیاهی؛ اهمیت و پتانسیل

اقتصادی

۳۱	 مقدمه
۳۲	 سموم شیمیایی آفت‌کش، مشکلات و چالش‌ها
۳۹	 مهارت‌های زیستی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز
۴۲	 بازار و پتانسیل اقتصادی عوامل مهارت‌های زیستی در دنیا و ایران
۴۵	 وضعیت تولید عوامل مهارت‌های زیستی در ایران و چالش‌های آن
۴۹	 آفات هدف در مهارت‌های زیستی
۵۱	 راهکارهای مهارت‌های زیستی
۵۱	 الف. حفاظت از دشمنان طبیعی

- ب. معرفی دشمنان طبیعی جدید ۵۲
- ج. مهار تلقیحی ۵۳
- د. انبوه‌سازی (تکثیر) ۵۳
- موجودات زنده مورد استفاده در مهار زیستی ۵۴
- الف. شکارگرها ۵۴
- ب. پارازیت‌ها و پارازیتوئیدها ۵۶
- ج. بیمارگرهای حشرات ۶۱
- د. بیمارگرهای گیاهی ۶۱
- ه. آنتاگونیست با ۶۲
- و. حشرات علف‌خوار ۶۲
- منابع ۶۳

فصل سوم: عوامل میکروبی مه‌اننده حشرات آفت کشاورزی: باکتری‌ها

- مقدمه: وضعیت گذشته و حال تولید و کاربرد عوامل میکروبی مهار حشرات آفت ۶۷
- باکتری باسیلوس تورینجینسیس (*Bt*) ۷۱
- ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی *Bt* ۷۳
 - فعالیت زیستی و تنوع ساختاری پروتئین‌های کریستال (*Cry*) ۷۵
 - مکانیسم عمل پروتئین‌های کریستالی *Bt* ۷۸
 - نحوه بیان ژن‌های *cry* ۸۳
 - الف. مکانیسم‌های درگیر در رونویسی ۸۳
 - ب. مکانیسم‌های پس از رونویسی ۸۵
 - ج. مکانیسم‌های پس از ترجمه ۸۵
 - سایر زهرابه‌های *Bt* ۸۷
 - الف. پروتئین‌های روشنی حشره‌کش (*VIP*) ۸۷
 - ب. پروتئین‌های سیتولیتیک (*Cyt*) ۸۸
 - ج. بتا اگزوتوکسین ۸۹
 - د. سایر متابولیت‌های *Bt* ۹۰
 - وضعیت تحقیق، توسعه و تولید فرآورده‌های باکتری *Bt* در ایران ۹۱

- نتایج تحقیقاتی پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی در زمینه *Bt* ۹۵
- الف. جداسازی و شناسایی جدایه‌های بومی باکتری *Bt* ۹۶
- ب. شناسایی ژن‌های جدید ۱۰۰
- ج. زیست‌سنجی بر علیه آفات مختلف ۱۰۱
- د. بررسی خصوصیت نماتدکشی در سویه‌های بومی ۱۰۲
- ه. تهیه محیط کشت اقتصادی برای سویه‌های موثر ۱۰۴
- و. تهیه فرمولاسیون پودر و تابل ۱۰۶
- چشم‌انداز فرآورده‌های *Bt* ۱۰۷
- باکتری با یئوس اسفریکوس ۱۰۹
- باکتری با یئوس پاپیله (پنی‌باسیلوس پاپیله) ۱۱۱
- باکتری سرانیا اتروقیلا ۱۱۳
- باکتری کرومویاکس سوترا ۱۱۵
- منابع ۱۱۷

فصل چهارم: عوامل میکروبی کنترل‌کننده حشرات آفت کشاورزی: ویروس‌ها، نماتدها و پروتوزوا

- مقدمه ۱۳۱
- باکلولوویروس‌ها ۱۳۱
- مکانیسم عمل باکلولوویروس‌ها ۱۳۵
- روش‌های تولید باکلولوویروس‌ها ۱۳۸
- الف. استفاده از حشرات حساس ۱۳۸
- ب. استفاده از لاین‌های سلولی ۱۳۸
- نماتدهای بیمارگر حشرات ۱۳۹
- پروتوزوا بیمارگر حشرات (میکروسپوریده) ۱۴۶
- منابع ۱۴۸

فصل پنجم: عوامل میکروبی کنترل‌کننده حشرات آفت کشاورزی: قارچ‌ها

- مقدمه ۱۵۱

۱۵۲	 طبقه‌بندی قارچ‌های بیماری‌زای حشرات
۱۵۶	 نحوه ایجاد بیماری توسط قارچ‌های بیماری‌زای حشرات
۱۶۰	 ۱- اتصال
۱۶۱	 ۲- نفوذ
۱۶۳	 ۳- تکثیر قارچ و مرگ حشره
۱۶۴	 ۴- رشد کنیدیوم‌ها در سطح بدن حشره
۱۶۵	 ۵- پروتئین‌ها و مکانیسم‌های سیگنالی دخیل در بیماری‌زایی قارچ‌های بیمارگر حشرات
۱۶۶	 - قارچ <i>بوریا باسیلا</i>
۱۷۲	 - قارچ <i>متریزوم انیزوبلیه</i>
۱۷۵	 - قارچ <i>ارزیا (پسیلومایس)</i>
	 - قارچ‌های بیمارگر حشرات به عنوان اندوفیت‌های گیاهی و عامل مهارزیستی قارچ‌های بیمارگر
۱۷۶	 گیاهی
۱۷۸	 - قارچ‌های بیمارگر حشرات و تولید بولیت‌های ثانویه
۱۸۰	 - مزایا و معایب استفاده از قارچ‌های بیمارگر حشرات
۱۸۲	 منابع

فصل ششم: عوامل میکروبی کنترل‌کننده بیماری‌های گیاهی

۱۸۷	 - مقدمه
۱۸۸	 - مکانیسم عمل عوامل مهار زیستی بیمارگرهای گیاهی
۱۹۰	 الف. آنتاگونیسم مستقیم
۱۹۰	 ۱- هایپرپارازیتیسم
۱۹۲	 ۲- آنتی‌بیوز
۱۹۳	 ۳- تولید متابولیت‌ها
۱۹۵	 ب. آنتاگونیسم غیرمستقیم
۱۹۶	 ۱- رقابت
۱۹۷	 ۲- تحریک مقاومت گیاه
۱۹۹	 - باکتری <i>باسیلوس سوبتیلیس</i> به عنوان عامل مهار زیستی بیماری‌های گیاهی
۲۰۳	 الف. خاصیت ضدقارچی <i>باسیلوس سوبتیلیس</i>

- ب. خاصیت ضدباکتریایی سورفکتین ۲۰۴
- ج. خاصیت ضدویروسی سورفکتین ۲۰۵
- باکتری باسیلوس آمیلولیکوفاسینس به عنوان عامل مهار زیستی بیمارگرهای گیاهی ۲۰۶
- کاربرد باکتری‌های سودوموناس در فعالیت مهار زیستی ۲۰۸
- استرپتومایسس‌ها به عنوان عامل مهار زیستی بیمارگرهای گیاهی ۲۱۴
- قارچ تریکودرما به عنوان عامل مهار زیستی بیمارگرهای گیاهی ۲۱۸
- الف. خصوصیات کلی قارچ تریکودرما ۲۱۹
- ب. مکانیسم‌های کنترل زیستی در قارچ تریکودرما ۲۲۲
- ۱- بت ریزوسفری ۲۲۲
- ۲- آنژیوز ۲۲۳
- ۳- تولید و تسخیر آب‌های هیدرولازی ۲۲۵
- ۴- توانایی گزینشی زیسته توسط تریکودرما ۲۳۰
- گونه پیتیوم الیگاندروم به عنوان عامل مهار زیستی بیمارگرهای گیاهی ۲۳۴
- تحقیقات پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی در زمینه عوامل میکروبی مهار زیستی بیمارگرهای گیاهی ۲۳۷
- الف. جمع‌آوری و جداسازی جدایه‌های قارچ تریکودرما و شناسایی مولکولی آن‌ها ۲۳۷
- ب. ارزیابی توان مهار زیستی و کلونیزاسیون جدایه‌های تریکودرمای نو ترکیب در برابر بیماری ریزوکتونیایی لوبیا ۲۳۸
- ج. بررسی توان مهار زیستی و محرک رشدی (کود زیست) جدایه‌های نو ترکیب تریکودرما در گیاه لوبیا ۲۴۰
- د. جمع‌آوری و ارزیابی باکتری‌های بومی و آنتاگونیست پاتونایپ از ریزوکتونیا سولانی AGIIA عامل بیماری شیت‌بلاست برنج ۲۴۲
- ه. ردیابی سویه‌های بومی و تشکیل دهنده بیوفیلم باسیلوس سوبتیلیس و مقایسه توان آنتاگونیستی آن‌ها در کنترل بیماری بلاست فوزاریومی گندم در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای ۲۴۳
- و. بررسی نقش ژن‌های مهم درگیر در تولید بیوفیلم و کنترل زیستی در سویه‌های بومی باسیلوس سوبتیلیس در شرایط آنتاگونیستی ۲۴۵
- ز. استفاده از خاصیت آنتی‌میکروپلاسمایی سورفکتین حاصل از باسیلوس سوبتیلیس جهت کنترل بیماری جاروک لیمو ترش ۲۵۱
- منابع ۲۵۵

فصل هفتم: عوامل میکروبی کنترل کننده علف های هرز

- ۲۶۳ - مقدمه
- ۲۶۵ - مهار زیستی علف های هرز، راهکارها و مزایا
- ۲۶۷ - مکانیسم عمل علف کش های زیستی میکروبی
- ۲۶۹ - قارچ ها به عنوان علف کش های زیستی
- ۲۷۶ - باکتری ها به عنوان علف کش های زیستی
- ۲۷۸ - ویروس ها به عنوان علف کش های زیستی
- ۲۷۹ - فرآیند مصرف و تجاری سازی علف کش های زیستی و عوامل موثر در آن
- ۲۸۲ - چالش ها و چشم اندازهای علف کش های زیستی
- ۲۸۵ - منابع

فصل هشتم: عوامل میکروبی و زیستی: از مرحله جداسازی تا ورود به بازار

- ۲۸۹ - مقدمه
- ۲۹۰ - چارچوب کلی توسعه فرآورده های میکروبی مهار زیستی
- ۲۹۲ • مرحله اول: تعریف مسئله و تعیین آفات هدف
- ۲۹۳ • مرحله دوم: رده بندی و پژوهش مقدماتی
- ۲۹۴ • مرحله سوم: انتخاب محل برای جست و جوی عامل مهار زیستی
- ۲۹۵ • مرحله چهارم: انتخاب نوع عامل مهار زیستی برای جمع آوری
- ۲۹۵ • مرحله پنجم: جداسازی و غربالگری کنترل کننده زیستی
- ۲۹۸ • مرحله ششم: بررسی مکانیسم عمل سویه های موثر
- ۲۹۹ • مرحله هفتم: قرنطینه و حذف عوامل نامطلوب
- ۲۹۹ • مرحله هشتم: ارزیابی ایمنی سویه های منتخب
- ۳۰۱ • مرحله نهم: بهینه سازی فرآیند تولید (فرمتاسیون) و فرمولاسیون
- ۳۰۲ • مرحله دهم: ارزیابی کارایی به کمک آزمایشات پایلوت و نیمه صنعتی (ارزیابی مزرعه ای)
- ۳۰۳ • مرحله یازدهم: ثبت پتنت، ثبت و درخواست مجوز برای تولید انبوه عوامل مهار زیستی
- ۳۰۶ • مرحله دوازدهم: پایش و ارزشیابی عامل مهار زیستی پس از تولید انبوه و مصرف
- ۳۰۷ - دستورالعمل فائو در خصوص ارزیابی ایمنی عوامل مهار زیستی آفات و بیماری ها

- الف. یکنواختی فرآورده‌ها ۳۰۸
- ب. خصوصیات زیستی عامل فعال ۳۰۹
- ج. داده‌های سمیت‌شناسی ۳۰۹
- د. اطلاعات در خصوص بقا و اثرات اکولوژیکی عامل مهار زیستی ۳۱۱
- چالش‌های تولید و بکارگیری عوامل میکروبی مهار زیستی در دنیا و ایران ۳۱۲
- منابع ۳۱۹

فصل نهم: روش‌های فرمتاسیون و فرمولاسیون عوامل میکروبی مهار زیستی

- مقدمه ۳۲۳
- انواع روش‌های فرمتاسیون ۳۲۶
- الف. روش فرمتاسیون زیسته (بیج) ۳۲۶
- ب. فرمتاسیون پیوسته ۳۲۹
- ج. فرمتاسیون نیمه‌پیوسته ۳۳۰
- تولید باکتری‌های مورد استفاده در مهار زیستی ۳۳۰
- تولید قارچ‌های مورد استفاده در مهار زیستی ۳۳۱
- فرمولاسیون ۳۳۶
- انواع فرمولاسیون ۳۳۸
- الف. فرمولاسیون‌های خشک ۳۳۹
- گرد‌ها ۳۳۹
- گرانول‌ها ۳۴۰
- بریکت‌ها ۳۴۱
- پودر و تابل (خیس) ۳۴۱
- مزایا و معایب فرمولاسیون‌های خشک ۳۴۳
- ب. فرمولاسیون‌های محلول ۳۴۳
- سوسپانسیون‌ها ۳۴۳
- امولسیون‌ها ۳۴۴
- فرمولاسیون‌های کپسوله شده ۳۴۵
- مزایا و معایب فرمولاسیون مایع ۳۴۷

ج. فرمولاسیون‌های تقویت شده	۳۴۷
- فرمولاسیون‌های باکتری‌های مورد استفاده در برنامه‌های مهار زیستی (مثال <i>Bi</i>)	۳۴۹
- فرمولاسیون قارچ‌های مورد استفاده در برنامه‌های مهار زیستی	۳۵۱
- منابع	۳۵۵

فصل دهم: مهندسی ژنتیک و مهار زیستی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز

- مقدمه	۳۶۳
- میکروارگانیسم‌های نو ترکیب و کاربرد آنها در کشاورزی	۳۶۴
- مهندسی ژنتیک عوامل میکروبی مهار زیستی در خدمت مهندسی ژنتیک گیاهی	۳۶۶
الف. مهندسی ژنتیک گیاهان برای مقاومت به حشرات آفت	۳۶۷
ب. مهندسی ژن گیاهان برای مقاومت به بیمارگرهای گیاهی	۳۶۹
۱- افزایش بیان ژن‌های گیرنده افزایش مقاومت ساختاری گیاه	۳۶۹
۲- افزایش بیان ژن‌های مقاوم در برابر پاسخ‌های فوق حساسیت	۳۷۰
۳- افزایش بیان ژن‌های مخرب یا کشنده فاکتورهای بیماری‌زایی بیمارگرها	۳۷۱
۴- افزایش بیان ژن‌های دارای اثر مستقیم یا کشنده رشد بیمارگرها	۳۷۲
۵- آنزیم‌های هیدرولازی موثر در تخریب دیواره قارچ‌های بیمارگرها	۳۷۴
- فرایند مهندسی ژنتیک عوامل مهار زیستی	۳۷۸
- مهندسی ژنتیک عوامل میکروبی کنترل حشرات آفت	۳۸۵
الف. مهندسی ژنتیک <i>Bi</i>	۳۸۵
ب. مهندسی ژنتیک قارچ‌های بیمارگر حشرات	۳۸۸
ج. مهندسی ژنتیک باکتری‌ها و ویروس‌ها	۳۹۲
- مهندسی ژنتیک عوامل زیست مهارگر بیمارگرهای گیاهی	۳۹۴
- مهندسی ژنتیک آنزیم‌های مهم دخیل در فرایند مهار زیستی در قارچ تریکودرما	۳۹۵
الف. آنزیم‌های کیتیناز قارچی	۳۹۵
ب. ژن‌ها و آنزیم‌های کیتیناز در جنس تریکودرما	۳۹۸
ج. بیان ژن‌های کیتیناز در طول فعالیت ضدقارچی تریکودرما	۴۰۲
د. همسانه‌سازی و بیان ژن‌های کیتیناز قارچی	۴۰۴
ه. مهندسی پروتئین برای افزایش قابلیت کیتینازی تریکودرما	۴۰۴

- و. بهینه‌سازی مولکولی ژن کیتیناز ۴۲ و انتقال آن به قارچ *تریکودرما* جهت افزایش توان ضد قارچی و فعالیت کیتینازی آن ۴۰۸
- چالش‌های تولید و رهاسازی عوامل میکروبی مهار زیستی تراریخته در محیط‌های کشاورزی ۴۱۷
- مقررات جمهوری اسلامی ایران در خصوص موجودات زنده تراریختی ۴۱۹
- منابع ۴۲۰