

ریزوبیا  
باکتری‌های محرک رشد گیاه  
(PGPB)

تألیف

دکتر حسینعلی علیخانی

(استاد دانشگاه تهران)

دکتر غلامرضا صالحی جوزانی

(استاد پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران)



شماره مسلسل ۷۸۵۶

شماره انتشار ۳۴۴۹

### انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: علیخانی، حسینعلی، ۱۳۴۲-
عنوان و نام پدیدآور	: ریزوبیا؛ باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPB) / تألیف حسینعلی علیخانی، غلامرضا صالحی جوزانی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۴۴۹.
شابک	: 978-964-03-6519-9
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا.
یادداشت	: کتابنامه.
عنوان دیگر	: باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPB)
موضوع	: ریزوباکتری‌های افزایش دهنده رشد گیاه
موضوع	: ریزوباکتری‌ها
موضوع	: پروبیوتیک‌ها - - مصارف درمانی
شناسه افزوده	: صالحی جوزانی، غلامرضا
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۶ ر ۸ / ع ۷۳۱ / QK
رده‌بندی دیویی	: ۵۷۱/۸۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۳۳۷۲۳۵

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:978-964-03-6519-9



9 789640 365199

عنوان: ریزوبیا؛ باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPB)  
 تألیف: دکتر حسینعلی علیخانی - دکتر غلامرضا صالحی جوزانی  
 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 مؤلفان است»

بها: ۱۷۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران  
 پست الکترونیک: press @ ut. ac. ir - سایت: ut. ac. ir // press.  
 پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

تقدیم به

پدران و مادران گرانقدر

آنان که وجودمان برایشان همه نخب بوده و وجودشان بر ایمان همه مهر  
توانشان رفت تا به توانایی برسیم و مویشانشان سپید گشت تا رو سپید بنسیم  
آنان که فروغ محابشان، گرمی کلاشان و روشنی رویشان  
سرمایه‌های جاودانی زندگی ماست.

برابرو وجود گرانیشان زانوی ادب بر زمین زده و بادلی ملو از  
عشق، محبت و خضوع بردستانشان بوسه می‌زنیم.



## فهرست مطالب

پیشگفتار مولفان.....س

فصل اول..... ۱

بررسی اجمالی..... ۱

۱-۱ مقدمه..... ۱

۲-۱ کودهای شیمیایی..... ۲

۳-۱ کودهای زیستی..... ۳

منابع..... ۸

فصل دوم..... ۱۰

ریزوبیا - چرخه و تثبیت زیستی نیتروژن..... ۱۱

۱-۲ جایگاه و اهمیت نیتروژن در بیوسفر..... ۱۱

۱-۱-۲ نیتروژن موجود در پوسته زمین (سنگ‌های اولیه)..... ۱۲

۲-۱-۲ نیتروژن اتمسفری..... ۱۲

۲-۲ چرخه بیوژئوشیمیایی نیتروژن..... ۱۳

۳-۲ موازنه نیتروژن در خاک..... ۱۵

۱-۳-۲ منابع افزایش دهنده نیتروژن خاک..... ۱۵

۱-۱-۳-۲ مواد آلی (بقایای گیاهی و جانوری)..... ۱۵

۲-۱-۳-۲ بارش‌ها..... ۱۵

۳-۱-۳-۲ تولید کودهای شیمیایی..... ۱۵

۴-۱-۳-۲ تثبیت زیستی نیتروژن..... ۱۶

۲-۳-۲ شیوه‌های کاهش و اتلاف نیتروژن..... ۱۷

۱-۲-۳-۲ فرسایش..... ۱۷

۲-۲-۳-۲ آبشویی..... ۱۷

۳-۲-۳-۲ گازی شدن نیتروژن (تصعید نیتروژن)..... ۱۷

۴-۲-۳-۲ احیای نیتروژن..... ۱۸

۱۹	۳-۳-۲ نیتراتی شدن (نیتریفیکاسیون).....
۲۰	۴-۳-۲ احیای نیترات.....
۲۰	۱-۴-۳-۲ احیای جذبی نیترات.....
۲۰	۵-۳-۲ آمونیاکی شدن (آمونیفیکاسیون).....
۲۱	۶-۳-۲ تثبیت نیتروژن.....
۲۱	۱-۶-۳-۲ تثبیت جوی نیتروژن.....
۲۱	۲-۶-۳-۳ تثبیت صنعتی نیتروژن.....
۲۲	۴-۲ موجودات تثبیت کننده نیتروژن.....
۲۳	۱-۴-۲ باکتری‌ها.....
۲۴	۲-۴-۲ سیانوباکتری‌ها.....
۲۴	۱-۲-۴-۲ گل‌سنگ.....
۲۵	۲-۲-۴-۲ بریوفیت‌ها.....
۲۶	۳-۲-۴-۲ آزولا.....
۲۶	۴-۲-۴-۲ سیکادها:.....
۲۷	۵-۲-۴-۲ گانرا.....
۲۸	۶-۲-۴-۲ دیاتومه‌ها.....
۲۸	۵-۲ سیستم‌های زیستی تثبیت کننده نیتروژن.....
۲۹	۱-۵-۲ سیستم‌های همزیستی اکتینوریزی.....
۳۰	۲-۵-۲ سیستم‌های همزیستی سیانوباکتریایی.....
۳۱	۳-۵-۲ سیستم‌های همزیستی گیاهان خانواده بقولات با باکتری‌های ریزوبیومی.....
۳۲	منابع.....

۳۵	فصل سوم.....
۳۵	اجزای سیستم‌های همزیستی ریزوبیا- بقولات.....
۳۵	۱-۳ مقدمه.....
۳۵	۲-۳ گیاهان خانواده بقولات به‌عنوان ماکروسمبیونت.....
۳۷	۳-۳ باکتری‌های ریزوبیومی به‌عنوان میکروسمبیونت.....
۴۰	۴-۲ روابط متقابل ریزوبیا - لگومینوز.....
۴۱	۵-۳ عوامل و فرایندهای گره‌زایی.....

۴۲	۶-۳ بیوسنتز و چگونگی عملکرد فلاونوئیدها
۴۴	۷-۳ چگونگی فعالیت ژن‌های گره‌زایی
۴۷	۸-۳ بیوشیمی تثبیت نیتروژن
۵۰	۹-۳ آنزیم نیتروژناز
۵۱	۱-۹-۳ سازوکار عمل آنزیم نیتروژناز
۵۲	۲-۹-۳ تصعید هیدروژن در فرایند تثبیت نیتروژن
۵۳	۱۰-۳ آنزیم هیدروژناز
۵۵	۱۱-۳ جذب و ساخت و ساز نیتروژن احیاء شده
۵۶	۱۲-۳ فاکتورهای مؤثر بر همزیستی‌های ریزوبیا- لگوم
۵۶	۱-۱۲-۳ آفات و بیماری‌ها
۵۶	۲-۱۲-۳ دما
۵۷	۳-۱۲-۳ pH خاک
۵۸	۴-۱۲-۳ تنش‌های رطوبتی
۵۸	۵-۱۲-۳ ترکیبات نیتروژنی
۵۹	۶-۱۲-۳ عناصر غذایی
۶۰	۷-۱۲-۳ شوری
۶۱	منابع

۶۳	<b>فصل چهارم</b>
۶۳	<b>ریزوبیا- فراسوی تثبیت زیستی نیتروژن</b>
۶۳	۱-۴ مقدمه
۶۶	۲-۴ ریزوبیا - توانایی حل فسفات‌های نامحلول
۶۶	۱-۲-۴ اهمیت فسفر و انحلال زیستی آن
۶۹	۱-۱-۲-۴ انحلال فسفات‌های معدنی نامحلول توسط باکتری‌ها
۷۲	۲-۱-۲-۴ انحلال فسفات‌های آلی توسط باکتری‌های ریزوبیومی
۷۳	۲-۲-۴ باکتری‌های ریزوبیومی حل‌کننده فسفات‌های نامحلول به‌عنوان عوامل محرک رشد گیاه
۷۵	۳-۲-۴ لزوم تهیه کودهای زیستی حل‌کننده فسفات‌های نامحلول
۷۷	۴-۲-۴ برآورد توان انحلال فسفات‌های معدنی و آلی
۷۷	۱-۴-۲-۴ آزمون نیمه‌کمی توان حل فسفات‌های معدنی

۷۸	۲-۴-۲-۴	آزمون نیمه کمی توان حل فسفات های آلی
۷۹	۳-۴-۲-۴	آزمون کمی توان حل فسفات های نامحلول
۸۰	۳-۴	ریزوبیا - توان تولید سیدروفور
۸۰	۱-۳-۴	وضعیت آهن در بیوسفر
۸۲	۲-۳-۴	راهبرد گیاهان برای جذب آهن
۸۳	۳-۳-۴	سیدروفورها
۸۴	۱-۳-۳-۴	سیدروفورهای میکروبی
۸۷	۲-۳-۳-۴	برآورد توان تولید سیدروفور
۸۷	۱-۲-۳-۳-۴	آزمون نیمه کمی توان تولید سیدروفور
۸۷	۱-۱-۲-۳-۳-۴	تهیه محیط CAS-Agar
۸۸	۲-۱-۲-۳-۳-۴	روش های کشت روی محیط CAS-Agar
۸۸	۱-۲-۱-۲-۳-۳-۴	روش کشت مستقیم (DP-CAS)
۸۸	۲-۲-۱-۲-۳-۳-۴	روش کشت نیمانیم (HP-CAS)
۸۹	۳-۲-۱-۲-۳-۳-۴	روش لایه گذاری یا محیط دولایه (DL-CAS)
۸۹	۴-۴	ریزوبیا - توان تولید اکسین های محرک رشد گیاه
۹۵	۱-۴-۴	برآورد توان تولید IAA
۹۵	۱-۱-۴-۴	آزمون نیمه کمی توان تولید IAA
۹۶	۵-۴	اتیلن و تأثیرات فیزیولوژیک آن در گیاه
۹۷	۱-۵-۴	بیوسنتز اتیلن در گیاه
۹۹	۲-۵-۴	آمینو سیکلوپروپان-۱- کربوکسیلات (ACC) دامیناز
۱۰۰	۱-۲-۵-۴	توصیف مدل گلک
۱۰۱	۲-۲-۵-۴	برخی خصوصیات بیوشیمیایی آنزیم ACC-دامیناز
۱۰۱	۳-۵-۴	توان کاهش غلظت اتیلن توسط ریزوبیا
۱۰۲	۱-۳-۵-۴	بیوسنتز اتیلن در خاک
۱۰۳	۲-۳-۵-۴	تأثیر اتیلن بر همزیستی های ریزوبیومی
۱۰۵	۴-۵-۴	تولید آنزیم ACC- دامیناز توسط باکتری های ریزوبیومی
۱۰۸	۱-۴-۵-۴	برآورد توان تولید آنزیم ACC- دامیناز با استفاده از آزمون کیفی
۱۱۰	۶-۴	ریزوبیا - توان تولید هیدروژن سیانید
۱۱۰	۱-۶-۴	منشأ سیانیدها در بیوسفر

۱۱۲ ..... ۲-۶-۴ سیانیدهای میکروبی

۱۱۵ ..... ۳-۶-۴ برآورد توان تولید هیدروژن سیانید

۱۱۵ ..... ۱-۳-۶-۴ آزمون کیفی توان تولید هیدروژن سیانید

۱۱۷ ..... منابع

فصل پنجم ..... ۱۲۳

ژنتیک تحریک رشد گیاه توسط ریزوباکتری‌ها ..... ۱۲۳

۱-۵ مقدمه ..... ۱۲۳

۲-۵ ژنتیک آنزیم نیتروژناز ..... ۱۲۵

۳-۵ ژنتیک تثبیت زیستی نیتروژن (آزادزی، همزیست) ..... ۱۲۸

۱-۳-۵ ژنتیک تثبیت آزادزی نیتروژن ..... ۱۲۸

۲-۳-۵ ژنتیک تثبیت همزیست نیتروژن (ریزوبیا و بقولات) ..... ۱۳۱

۱-۲-۳-۵ انتقال ژن و وکتور در ریزوبیا ..... ۱۳۲

۲-۲-۳-۵ موتاسیون زایی و مارکرها ..... ۱۳۳

۳-۲-۳-۵ پلاسمیدها ..... ۱۳۳

۴-۲-۳-۵ ژن‌های متابولیک (*cya*, *HUP*, ...) ..... ۱۳۳

۵-۲-۳-۵ تنظیم ژن‌های گره‌زایی (*nodABCD*...) ..... ۱۳۵

۴-۵ برخی خصوصیات ژنتیکی ریزوبیا ..... ۱۳۶

۱-۴-۵ پلاسمیدها ..... ۱۳۶

۲-۴-۵ توالی *16S rRNA* ..... ۱۳۷

۳-۴-۵ ساختار ژنومی خاص در ریزوبیا ..... ۱۳۸

۴-۴-۵ مشابهت‌ها و فواصل ژنتیکی در جنس‌های ریزوبیا ..... ۱۳۹

۵-۵ ژنتیک اجزای سطح سلول ریزوبیا (تولید پلی ساکاریدها) ..... ۱۴۰

۶-۵ کموتاکسیس ..... ۱۴۰

۷-۵ تنظیم ژن‌های *nif* و *fix* و *dct* ..... ۱۴۱

۸-۵ ژن‌های متابولیسم باکترئید (*dct*) ..... ۱۴۲

۹-۵ تنظیم ژنتیکی تثبیت زیستی نیتروژن (حسگرهای اکسیژن، نیتروژن) ..... ۱۴۳

۱-۹-۵ فیزیولوژی و تنظیم ژنتیکی ..... ۱۴۳

۲-۹-۵ تنظیم نیتروژناز به‌وسیله *NifA* ..... ۱۴۵



۱۴۸	..... مسیر تنظیم نیتروژناز	۳-۹-۵
۱۵۱	..... FixL, NifL توسط نیتروژناز: توسط	۴-۹-۵
۱۵۲	..... پروتئوباکتری‌ها شاخهٔ	۵-۹-۵
۶-۹-۵	تنظیم فعالیت رونویسی NifL توسط NifA به وسیلهٔ برهمکنش مستقیم پروتئین به	
۱۵۲	..... پروتئین	
۱۵۳	..... انتقال سیگنال اکسیژن توسط FAD موجود در N ترمینال NifL	۷-۹-۵
۱۵۵	..... انتقال سیگنال نیتروژن (GlnK و ۲ اگزوگلو تارات)	۸-۹-۵
۱۵۷	..... تأثیرات نوکلئوتیدهای آدنیلی روی NifL	۹-۹-۵
۱۵۹	..... PAS دمین	۱۰-۹-۵
۱۶۲	..... تنظیم تثبیت زیستی نیتروژن	۱۰-۵
۱۶۲	..... تنظیم در سطح رونویسی نیتروژناز	۱-۱۰-۵
۱۶۲	..... تنظیم در سطح بعد از رونویسی نیتروژناز	۲-۱۰-۵
۱۶۳	..... ژنتیک تولید ایندول استیک اسید در ریزوبیا	۱۱-۵
۱۶۳	..... اکسین	۱-۱۱-۵
۱۶۴	..... مسیرهای تولید IAA	۲-۱۱-۵
۱۶۴	..... مسیر (IAM) Indole-3-Acetamide	۱-۲-۱۱-۵
۱۶۵	..... مسیر (IPA) Indole-3-Pyruvate	۲-۲-۱۱-۵
۱۶۶	..... مسیر تریپتامین (Tra)	۳-۲-۱۱-۵
۱۶۶	..... سنتز IAA وابسته به القا فلاونوئید	۴-۲-۱۱-۵
۱۶۷	..... نقش Y4wEFG (شامل y4wE, y4wF و y4wG) در سنتز IAA	۳-۱۱-۵
۱۶۷	..... تنظیم y4wEFG	۴-۱۱-۵
۱۶۸	..... تجزیه و پیوستگی IAA	۵-۱۱-۵
۱۶۸	..... برخی از ویژگی‌های مهم اکسین	۶-۱۱-۵
۱۷۰	..... ژنتیک بیوسنتز سیانید هیدروژن (HCN)	۱۲-۵
۱۷۰	..... سیانید هیدروژن	۱-۱۲-۵
۱۷۱	..... ساختار و عملکرد بیوسنتز سیانید هیدروژن	۱-۱۲-۵
۱۷۱	..... ژن‌های دخیل در بیوسنتز سیانید هیدروژن	۳-۱۲-۵
۱۷۱	..... ژن‌های hcnA, hcnB و hcnC	۱-۳-۱۲-۵
۱۷۲	..... ژن	۲-۳-۱۲-۵

- ۱۷۳ ..... ۴-۱۲-۵ تنظیم تولید سیانید هیدروژن
- ۱۷۳ ..... ۱-۴-۱۲-۵ پروتئین‌های تنظیمی
- ۱۷۳ ..... ۱-۱-۴-۱۲-۵ پروتئین ANR
- ۱۷۵ ..... ۲-۱-۴-۱۲-۵ GacS/GacA ساز فعال
- ۱۷۷ ..... ۵-۱۲-۵ فاکتورهای محیطی
- ۱۷۷ ..... ۱-۵-۱۲-۵ عامل اکسیژن
- ۱۷۸ ..... ۲-۵-۱۲-۵ عامل آهن
- ۱۸۰ ..... ۳-۵-۱۲-۵ عامل کروم سنسینگ (QS)
- ۱۸۱ ..... ۴-۵-۱۲-۵ برهمکنش سیانید هیدروژن با باکتری تولیدکننده
- ۱۸۲ ..... ۱۳-۵ ژنتیک تولید سیدروفور در باکتری‌های ریزوبیا
- ۱۸۲ ..... ۱-۱۳-۵ سیدروفور
- ۱۸۳ ..... ۲-۱۳-۵ تنظیم ژن‌های دخیل در تغذیه‌ی آهن
- ۱۸۳ ..... ۱-۲-۱۳-۵ FUR (تنظیم کننده جذب آهن)
- ۱۸۴ ..... ۲-۲-۱۳-۵ تنظیم ژنی وابسته به آهن در ریزوبیاسه و رادباکترال
- ۱۸۵ ..... ۱-۲-۲-۱۳-۵ RirA (تنظیم کننده آهن ریزوبیومی):
- ۱۸۷ ..... ۲-۲-۲-۱۳-۵ Fur/Mur
- ۱۸۸ ..... ۳-۲-۲-۱۳-۵ Irr (تنظیم کننده واکنش به آهن)
- ۱۸۸ ..... ۴-۲-۲-۱۳-۵ تنظیم ژن‌ها توسط دو پروتئین RirA و Irr
- ۱۹۰ ..... ۱۴-۵ ژنتیک انحلال فسفات‌های نامحلول توسط ریزوباکتری‌ها
- ۱۹۰ ..... ۱-۱۴-۵ انحلال فسفات
- ۲-۱۴-۵ انحلال فسفات‌های نامحلول آلی و ژنتیک آن (مثال‌هایی از باکتری‌های حل کننده فسفات‌های نامحلول آلی)
- ۱۹۱ ..... ۳-۱۴-۵ فسفاتازها
- ۱۹۲ ..... ۴-۱۴-۵ جداسازی ژن *pho* تسهیل کننده فعالیت فسفاتاز از بورخولدریا سپاسیا
- ۵-۱۴-۵ ژن‌های اسید فسفاتاز پری پلاسمیک غیراختصاصی از سینوریزوبیوم میلیوتی سویه 104A14
- ۱۹۳ ..... ۶-۱۴-۵ فیتازها
- ۱۹۶ ..... ۷-۱۴-۵ ژن‌های فیتاز پایدار حرارتی (*phy*) باسیلوس DS11
- ۱۹۹ ..... ۸-۱۴-۵ ژن‌های فیتاز باسیلوس سابتیلیس و باسیلوس لیخنیفورمیس

منابع.....	۲۰۳
<b>فصل ششم.....</b>	<b>۲۱۰</b>
<b>نقش باکتری‌های ریزوبیومی در تنش شوری و خشکی.....</b>	<b>۲۱۱</b>
۱-۶ مقدمه.....	۲۱۱
۲-۶ اثر شوری و خشکی بر روند همزیستی حاصل از باکتری‌های ریزوبیومی و بقولات... ۲۱۵	
۳-۶ اثر شوری و خشکی بر بقاء باکتری‌های ریزوبیومی.....	۲۱۸
۴-۶ اثر شوری و خشکی بر تغییر مورفو-فیزیولوژیک باکتری‌های ریزوبیومی.....	۲۱۹
۵-۶ اثر شوری و خشکی بر محتوای پروتئین باکتری‌های ریزوبیومی.....	۲۲۱
۶-۶ اثر شوری و خشکی بر تغییر نوع سیگما فاکتورهای موثر در رونویسی ژن‌های ریزوبیای.. ۲۲۲	
۷-۶ اثر شوری و خشکی در سطح بیان ژن‌های مختلف ریزوبیا.....	۲۲۴
۱-۷-۶ اثر شوری و خشکی بر حرکت باکتری‌های ریزوبیومی به سمت گیاه و ایجاد همزیستی ۲۲۵	
۲-۷-۶ اثر شوری و خشکی بر پوشش لیپو پلی ساکاریدی (LPS) و پوشش‌های پلی ساکاریدی باکتری‌های ریزوبیومی.....	۲۲۵
۳-۷-۶ اثر شوری و خشکی بر پروتئین‌های غشایی مثل ABC و آکواپورین.....	۲۲۶
منابع.....	۲۲۷

## پیشگفتار مولفان

بیش از چهار دهه از توجه جهانی به موضوع حفاظت محیط زیست و حدود سه دهه از مباحث در زمینه توسعه پایدار می‌گذرد. قبل از این ایام، در همه پروژه‌های توسعه، صرفاً دیدگاه اقتصادی و ایجاد درآمد و بازده اقتصادی بیشتر مدنظر بود. اما در دهه ۱۹۷۰ میلادی، این ذهنیت در افکار سیاستمداران و برنامه‌ریزان توسعه مطرح شد که این‌گونه روند رشد اقتصادی در نهایت به تخریب محیط زیست، نابرابری اجتماعی و کاهش منابع پایه منجر می‌شود و جبران این معضلات در درازمدت موجب ضررهای فراوان اقتصادی خواهد شد. بنابراین اندیشمندان جهان تعریف جدیدی از توسعه را ارائه کردند که از آن با عنوان توسعه پایدار یاد می‌شود. براساس تعریف سازمان ملل، توسعه پایدار گونه‌ای از توسعه است که از نظر اقتصادی پویا و پربازده، از نظر زیست‌محیطی غیرمخرب، از نظر اجتماعی عادلانه و قابل قبول و از نظر فناوری متناسب و مطلوب باشد.

مدیریت کود از عوامل اصلی در دستیابی به کشاورزی پایدار محسوب می‌شود؛ از این رو جایگزینی تدریجی کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنی و فسفاتی با کودهای زیستی به دلیل مزایای نسبی کودهای زیستی و نیز ارزانی آنها کاملاً اجتناب‌ناپذیر است. افزایش مصرف کودهای زیستی، موجب کاهش تأثیرات نامطلوب زیست‌محیطی و اغلب، بهبود شرایط فیزیکی - شیمیایی و زیستی خاک‌ها می‌شود و افزایش حاصلخیزی و باروری اراضی را در پی دارد. کودهای زیستی از دیرباز توسط انسان تولید می‌شده است؛ با وجود این، در چند دهه اخیر که استفاده از کودهای شیمیایی رایج شد، کودهای زیستی به فراموشی سپرده شدند. ولی امروزه به دلیل استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و آثار زیانبار آن بر سلامت انسان و خاک، بشر به استفاده از کودهای زیستی و ریزموجودات برای تأمین نیاز گیاه روی آورده است.

قرن‌هاست که نقش ریزوبیا در غنی‌سازی و حاصلخیزی خاک شناخته شده است. البته ارزش گیاهان بقولات و باکتری‌های ریزوبیایی در تغذیه نیتروژن گیاهان در نیمه آخر قرن نوزدهم توسط بوسینگالت، هل لریجل و ویل فارس (به نقل از فرد و همکاران، ۱۹۳۲) از نظر علمی اثبات شد. آزمایش‌های این دانشمندان نشان داد که گره‌های موجود روی ریشه گیاهان بقولات نیتروژن اتمسفر را تثبیت می‌کند. نیتروژن تثبیت‌شده توسط این نوع همزیستی را به‌طور تقریبی ۷۰ تا ۸۵ میلیون تن در سال برآورد کرده‌اند که در حدود ۵۰ درصد کل نیتروژن تثبیت‌شده در مقیاس جهانی است (علیخانی، ۱۳۸۲). امروزه در برنامه‌ریزی برای سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از همزیستی ریزوبیا- بقولات، ضروری تلقی می‌شود.

فهرست □ ش

تحقیقات در سال‌های اخیر نشان داده است که باکتری‌های ریزوبیومی علاوه بر حالت همزیستی با خانواده لگوم، خصوصیتی منسوب به محرک رشد گیاه نیز دارند و تأثیرات مثبتی بر گیاهان غیرلگوم نیز داشته‌اند.

کتاب حاضر به کلیاتی از روابط باکتری‌ها، گیاهان و محیط، اجزای سیستم‌های همزیستی ریزوبیا-بقولات، توان باکتری‌های ریزوبیومی در تحریک رشد گیاه، ژنتیک تحریک رشد گیاه توسط ریزوبیا و تأثیر تنش شوری و خشکی بر ریزوبیا می‌پردازد. این کتاب مطالب جالب و مفیدی را درباره جنبه‌های مختلف همزیستی ریزوبیا - بقولات و خصوصیات محرک رشد گیاه (PGPR) این باکتری‌ها برای دانشجویان و محققان در زمینه‌های تخصصی زیست‌شناسی و زیست‌فناوری خاک، زراعت و بوم‌شناسی گیاه و ریزموجودات فراهم می‌آورد.

امید می‌رود خوانندگان محترم بر مؤلفان منت نهاده، نقایص را به دیده اغماض ننگرند و نظرها و پیشنهادهای خود را برای اعمال در چاپ‌های بعدی ارائه فرمایند.

مؤلفان