কৃষিতে উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া

উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া দ্বারা উৎপাদিত জৈব পণ্য ব্যবহার করে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণের প্রযুক্তি উদ্ভাবন ও বিস্তার কর্মসূচি

বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট

আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র

হাটহাজারী, চট্টগ্রাম-৪৩৩০

কৃষিতে উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া

রচনায় ও সম্পাদনায়
ড. মুহাম্মদ তোফাজ্জল হোসেন
ড. মো. খলিলুর রহমান ভূঁইয়া

প্রকাশনায়
আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র
বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট
হাটহাজারী, চট্টগ্রাম-৪৩৩০

সার্বিক তত্ত্বাবধানে
ড. মো. খলিলুর রহমান ভূঁইয়া
মুখ্য বৈজ্ঞানিক কর্মকর্তা
আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র
হাটহাজারী, চট্টগ্রাম-৪৩০০

অর্থায়নে
কৃষি মন্ত্রণালয়, ঢাকা

মুদ্রণ সংখ্যা :
১০০০ (এক হাজার) কপি

প্রকাশকাল
৩০ জুন ২০২০ ইং

মুদ্রণে :
ফারুক কম্পিউটার এন্ড প্রিন্টার্স
মোহনা ম্যানশন, আন্দরকিল্লা, চট্টগ্রাম।
Cell: 01879459438
E-mail: farukpublication@gmail.com

উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া দ্বারা উৎপাদিত জৈব পণ্য ব্যবহার করে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণের প্রযুক্তি উদ্ভাবন ও বিস্তার কর্মসূচি

বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট
আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র
হাটহাজারী, চট্টগ্রাম-৪৩৩০

Correct Citation: Hossain and Bhuiyan 2020. Validation trial of EMOs for controlling bacterial wilt in eggplant, Krishita Upokari Novel Bacillus Bacteria, Faruk Computer & Printers, Chattogram, pp. 13-19.

মহাপরিচালক
বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট

বাণী

কৃষি নির্ভর বাংলাদেশের কৃষিই হচ্ছে অর্থনীতির মূল চালিকাশক্তি। কৃষিকে ঘিরে আমাদের জীবন জীবিকা সংস্কৃতি আবর্তিত হয়; এটি জনগণের কৃষ্টি, সংস্কৃতির প্রাণ কেন্দ্র। কৃষি শর্করা, আমিষ, খনিজ-মিনারেল, ভিটামিনের প্রধান উৎস। শিল্পের কাঁচামাল হিসেবেও কৃষির বিস্তৃত ব্যবহার রয়েছে। উদ্ভিদ রোগ-বালাই এবং ক্রমবর্ধমান জলবায়ুর পরিবর্তনের কারণে কৃষি ব্যবস্থাপনা অনেকাংশেই হুমকির মুখে। রোগ-বালাই এর প্রকোপতাও দিন দিন বেড়েই চলছে। শুধুমাত্র রোগের কারণেই প্রতি বছর ১০-৩০ ভাগ ফসল বিনষ্ট হয়; ক্ষেত্রবিশেষে পরিমাণ আরও বেশি। এই ক্ষতির প্রভাব থেকে দেশকে রক্ষা করতে জৈব বালাই নাশক এর মতো পরিবেশ বান্ধব প্রযুক্তির ব্যবহার প্রসারিত হওয়া প্রয়োজন। উপকারী জীবাণু ও অণুজীব বিজ্ঞান এর যথাযথ ব্যবহার নিরাপদ খাদ্য উৎপাদন আরো সুসংহত করবে। রোগ-বালাই ও পোকা-মাকড়ের আক্রমণ প্রতিহত করে উৎপাদনের ধারাবাহিকতা অব্যাহত রাখার জন্য শাক, সবজি ও দানা ফসলে ব্যবহার করা হচ্ছে উপর্যুপরি বালাইনাশক। উক্ত বালাইনাশক এর রেসিজুয়্যাল (Residual) প্রভাব মানব দেহের জন্য হুমকি স্বরুপ যা মানবদেহে নানা প্রকার রোগ-ব্যাধি সৃষ্টি করছে। উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া হতে উৎপাদিত জৈব বালাইনাশক প্রযুক্তিটি কলুষমুক্ত কৃষি পণ্য উৎপাদনের ক্ষেত্রে একটি মাইলফলক হিসেবে ইতোমধ্যেই সমাদৃত হয়েছে। এই প্রযুক্তি ব্যবহারে জমির ভৌত গুণাগুণ বৃদ্ধিসহ মাটির উপকারী জীবাণুর সঞ্চালন হবে এবং রোগমুক্ত কৃষি পণ্যের প্রভূত উন্নতি সাধিত হবে বলে আমি মনে করি।

নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া হতে উদ্ভাবিত জৈব বালাইনাশক ব্যবহার করে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণ প্রযুক্তি প্রকাশনার সাথে জড়িত বিজ্ঞানী ও সংশ্লিষ্টদের জানাই অভিনন্দন।

(ড. মো. নাজিরুল ইসলাম)

মুখ্য বৈজ্ঞানিক কর্মকর্তা
আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র
হাটহাজারী, চট্টগ্রাম

বাণী

উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া দ্বারা উৎপাদিত জৈব পণ্য ব্যবহার করে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণের প্রযুক্তি উদ্ভাবন ও বিস্তার" শীর্ষক কর্মসূচির আওতায় "কৃষিতে উপকারী নভেল বেসিলাস" পুস্তিকা প্রকাশ করতে পারায় আমি আনন্দিত। বর্তমান সময়ে কৃষিতে উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়ার প্রয়োগ একটি আলোচিত বিষয়। কৃষি পণ্যকে বিষমুক্ত রাখতে উক্ত বিষয়ের উপর আরো জোড়ালো গবেষণা করা ছাড়া কোন গত্যন্তর নেই। উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টোরিয়ার ফলপ্রসূ প্রয়োগে বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট আরো নানামুখী পদক্ষেপ গ্রহণ করবে বলে আমার বিশ্বাস। কৃষক বান্ধব উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া দ্বারা উৎপাদিত জৈব পণ্য ব্যবহার করে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে Safe Food হিসেবে বেগুন উৎপাদনে সুযোগ সৃস্টি করে দেয়ায় কৃষি মন্ত্রণালয়কে ধন্যবাদ জানাচ্ছি। গবেষণা প্রকাশনাটি বিজ্ঞানী, সম্প্রসারাণ কর্মী ও কৃষকেদের আরো বেগময় করবে বলে আমি আশাবাদ ব্যক্ত করছি। নয়া এই গবেষণাটি বাস্তবায়নে বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউটের মহাপরিচালক মহোদয়কে সহযোগিতা প্রদানের জন্য কৃতজ্ঞতাবসে শ্রদ্ধার ফুলঝুড়ি জ্ঞাপন করছি।

আমি প্রকাশনার সাথে সংশ্লিষ্ট সকলকে আন্তরিক ধন্যবাদ জানিয়ে তাঁদের উজ্জ্বল ভবিষ্যৎ কামনা করছি।

(ড. মো. খলিলুর রহমান ভূঁইয়া)

কর্মসূচি পরিচালক

মুখবন্ধ

কৃষি সকল কৃষ্টির মূল, সংস্কৃতির প্রধান কেন্দ্র। কৃষির উন্নতিই দেশের উন্নতি। উন্নয়নের সকল দ্যুতি কৃষির হাতছোঁয়া দিয়েই অগ্রায়িত হয়ে আসছে। বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট সেই লক্ষ্যেই বর্ণীল ঐতিহ্যের অধিকারী বিভিন্ন ফসলের নানামুখী বিষয় নিয়ে গবেষণা করে আসছে। উক্ত গবেষণা প্রতিষ্ঠানটির আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র হাটহাজারী, চট্টগ্রাম এবার নয়া ভাবে উদ্ভিদের রোগ জীবাণুর প্রতিরোধকল্পে উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া দ্বারা উৎপাদিত জৈব পণ্য ব্যবহার করে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণের প্রযুক্তি উদ্ভাবন ও বিস্তার কর্মসূচি হাতে নিয়েছে। কৃষি মন্ত্রণালয়ের অর্থায়নে পরিচালিত কর্মসূচিটি কৃষি ব্যবস্থাকে ভেজালমুক্ত এবং রোগমুক্ত রাখতে ফলপ্রসূ ফলাফল বয়ে আনবে বলে আমি মনে প্রাণে বিশ্বাশ করি।

কর্মসূচির গবেষণা পুস্তিকা বিজ্ঞানী, সম্প্রসারণ কর্মী ও কৃষকের উৎসাহ অনুপ্রেরণার পাথেয় হয়ে থাকবে বলে আশাবাদ ব্যক্ত করছি। নয়া এই গবেষণাটি বাস্তবায়নে আর্থিক অনুদানের জন্য কৃষি মন্ত্রণালয়ের প্রতি কৃতজ্ঞতা প্রকাশ করছি। বিশেষ করে বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউটের মহাপরিচালক মহোদয়কে লজিস্টিক অনুপ্রেরণা, সহযোগিতা প্রদানের জন্য কৃতজ্ঞতাবসে শ্রদ্ধার্ঘ সম্ভাষণ জ্ঞাপন করছি।

প্রকাশনার সাথে সংশ্লিষ্ট সকলকে আন্তরিক ধন্যবাদ জানিয়ে তাঁদের উজ্জ্বল ভবিষ্যৎ কামনা করছি।

ড. মুহাম্মদ তোফাজ্জল হোসেন
উর্ধ্বতন বৈজ্ঞানিক কর্মকর্তা
আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র
হাটহাজারী, চট্টগ্রাম।

কর্মসূচি নিয়ে কিছু কথা

১.	প্রস্তাবিত কর্মসূচীর নাম	ঃ	উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া দ্বারা উৎপাদিত জৈব পণ্য ব্যবহার করে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণের প্রযুক্তি উদ্ভাবন ও বিস্তার (Innovation and dissemination of formulated bio-product from novel endophytic *Bacillus* species for controlling wilting of eggplant)
২.	বাস্তবায়নকারী দপ্তর/সংস্থা	ঃ	বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউট, আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র, হাটহাজারী, চট্টগ্রাম
৩.	প্রশাসনিক মন্ত্রণালয়/বিভাগ	ঃ	কৃষি মন্ত্রণালয়
৪.	প্রস্তাবিত কর্মসূচীর বাস্তবায়নকাল	ঃ	জুলাই/২০১৯ থেকে জুন/২০২১ (দুই বছর)

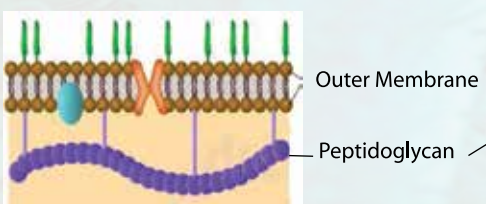
উদ্দেশ্যঃ

- উপকারী বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া থেকে উৎপাদিত পণ্য (Formulated Product) ব্যবহারের মাধ্যমে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণের টেকসই প্রযুক্তি উদ্ভাবন করা
- বালাইনাশক এর বিকল্প হিসেবে উক্ত প্রযুক্তি ব্যবহারের মাধ্যমে মৃত্তিকার ভৌত, রাসায়নিক, জৈব অবস্থা এবং ফসলের ফলন বৃদ্ধি করন
- নিরাপদ-বিষমুক্ত ও মান-সম্পন্ন বেগুন ও বেগুনের বীজ উৎপাদন
- গবেষণার মাঠ ও কৃষকের মাঠের মধ্যকার ফলনের পার্থক্য কমিয়ে আনার লক্ষ্যে প্রদর্শনী স্থাপনের মাধ্যমে উদ্ভাবিত প্রযুক্তি যাচাইকরণ
- রোগ-বালাই-জীবাণু মুক্ত উন্নত বেগুনের জাত গুলোর বীজ সংরক্ষণসহ উক্ত উদ্ভাবিত প্রযুক্তির উপর প্রশিক্ষণ, মাঠ দিবস, সেমিনার, কর্মশালা ইত্যাদির মাধ্যমে কৃষক, সম্প্রসারণকর্মী, কৃষি শিক্ষার্থী, এনজিও কর্মী এবং সংশ্লিষ্ট উপকারভোগীদের মাঝে এর পরিচিতি ও বিস্তার ঘটানো।

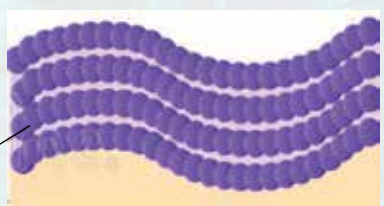
কেন উপকারী নভেল বেসিলাস?

ব্যাক্টেরিয়া হলো এক প্রকারের এককোষী অনুজীব। প্রোক্যারিয়েট অর্থাৎ এদের কোষে সুসংগঠিত নিউক্লিয়াস নেই, ঝিল্লিহীন নিউক্লিয়েড আছে, রৈখিক ক্রোমোজোম নেই, বৃত্তাকার ডিএনএ রয়েছে, সাইটোকঙ্কাল নেই। গ্রাম পজিটিভ ব্যাক্টেরিয়া-বেশী আদিম, ঝিল্লির আবরণ একটি যেখানে পুরু পেপ্টাইডোগ্লাইকেন আস্তরণ রয়েছে। অপরদিকে গ্রাম নেগেটিভ ব্যাক্টেরিয়া-ঝিল্লির আবরণ দুটি যার মাঝখানে পাতলা পেপ্টাইডোগ্লাইকেন এর আস্তরণ রয়েছে।

GRAM-NEGATIVE



GRAM-POSITIVE



STREAK PLATE METHOD

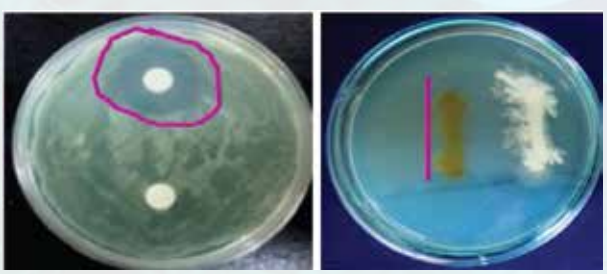
এই ব্যাক্টেরিয়ার কথা শুনলেই আগে মানুষ ভয় পেত। এখন আর ভয় নেই; কারণ বেশির ভাগ গ্রাম পজিটিভ বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়াই মানব কল্যাণে ব্যবহার হচ্ছে। কৃষিতে নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়ার ব্যবহার বহু আগে থেকেই হয়ে আসছে। মাটির ভৌত অবস্থার উন্নয়ন, পোকা-মাকড়-রোগ-বালাই দমন, বিষমুক্ত কৃষি ব্যবস্থাপনার লক্ষ্যে নভেল প্রজাতির উপকারী জীবাণুর অনুসন্ধান, ব্যবহার ও তার থেকে উৎপাদিত জৈব পণ্যের কার্যকরী ব্যবহারের মাধ্যমে লাগসই-টেকসই প্রযুক্তির উদ্ভাবনে গবেষণা করা এবং উক্ত প্রযুক্তি সমূহ কৃষকের দ্বার প্রান্তে হস্তান্তর করাই আজ আমাদের দেশের বিজ্ঞানীদের বড় চ্যালেঞ্জ হয়ে দাঁড়িয়েছে। ইতোমধ্যেই বিশ্বের বহুদেশ এমনকি আমাদের প্রতিবেশী ভারতও আজ বেসিলাস (Bacillus) ব্যাক্টেরিয়া থেকে উৎপাদিত জৈব পণ্য (Formulated Product) কৃষিতে ব্যবহার করছে। জার্মান বিজ্ঞানী ফারদিনান্ড কন (Ferdinad Cohn) ১৮৭২ সালে প্রথম আধুনিক বেসিলাস (*Bacillus* sp.) এর নামকরন করেন। তারপর বহু গবেষণার পর ১৯৩১ সালে সেনফোর্ড এবং ব্রডফোট (Sanford and Broadfoot) আধুনিক বায়োকন্ট্রোল বিষয় নিয়ে জোড়ালোভাবে পৃথিবীর মানুষকে জানান দেন। পরবর্তীতে ১৯৩৩ সালে চেস্টার (Chester 1933) অর্জিত শারীরবৃত্তিয় প্রতিরোধ ক্ষমতা (Acquired Physiological Immunity) নিয়ে প্রথম অবগত করেন এবং তাদের গবেষণার ধারাবাহিকতায় ১৯৬১ সালে জার্মান বিজ্ঞানী ফ্রাংক রস প্রবাহমান অর্জিত প্রতিরোধ ক্ষমতা (Systemic Acquired Resistance) নিয়ে প্রথম গবেষণা ফলাফল প্রকাশ করেন। অন্যদিকে ন্যাদারল্যান্ড বিজ্ঞানী ভ্যান লোন ১৯৮২ সালে উদ্ভিদের জীবাণু প্রতিরোধী ক্ষমতা (Pathogenesis Related gene/protein) সম্পন্ন জীন প্রথম উদ্ভিদ কোষে আবিষ্কার করেন। তারপর থেকেই উদ্ভিদ-জীবাণুর নানামুখী সমীকরণ (Plant-Microbe Interaction) নিয়ে সাড়া পড়ে যায় বিজ্ঞান মনস্ক মানবকুলে। ৮০'র দশক থেকে ৯০'র দশকে ব্যাক্টেরিয়ার সহায়তায় গাছের বৃদ্ধি, PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), আন্তঃকোষীয় উপকারী বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া (Endophytic Bacteria) নিয়ে তোড়জোড় শুরু হয়। পরে ন্যাদারল্যান্ড বিজ্ঞানী ভ্যান পিয়ার (Van Peer 1992) ১৯৯২ সালে প্রবর্তিত প্রতিরোধ ক্ষমতা ISR (Induced Systemic Resistance) নিয়ে প্রথম ফলাফল প্রকাশ করেন। আমেরিকান প্রফেসর জোসেফ ক্লোপার (Joseph W. Kloepper) ২০০৪ সালে আন্তঃকোষীয় উপকারী নভেল বেসিলাস (Bacillus) ব্যাক্টেরিয়াকে নিরাপদ বালাই নাশক হিসেবে আখ্যায়িত করেন (Kloepper *et al.,* 2004)। যুক্তরাজ্যের SRUC এর বর্তমান এমিরেটাজ প্রফেসর Waters উপকারী জীবাণুর ব্যবহারকে নিরাপদ বালাই নাশক "Safe Fungicide" বলে আখ্যায়িত করেছেন (Waters *et al.*, 2005)। পরে ২০০৯ সালে পাইটারস (Pieterse *et al.,* 2009) কর্তৃক বিশ্বের সেরা জার্নাল নেচার-এ বেসিলাস (Bacillus) নিয়ে গবেষণা প্রকাশনার পর সারা দুনিয়া জুড়ে আবার ও হৈচৈ পড়ে যায়। উক্ত ধারাবাহিকতায় বিশ্বের বহুদেশে আন্তঃকোষীয় উপকারী নভেল বেসিলাস (Bacillus) ব্যাক্টেরিয়া এবং এর থেকে উৎপাদিত জৈব পণ্য (Formulated Product) কৃষিতে আজ ব্যবহার হচ্ছে। চাইনিজ বিজ্ঞানী নিউ ২০১১ সালে (Niu *et al.,* 2011) জানান, আন্তঃকোষীয় উপকারী বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া *Bacillus cereus* সেলিসাইলিক এবং জেসমনিক এসিড (হরমন) নামক দুই পথেই গাছকে রোগের কবল হতে রক্ষা করে। এই আবিষ্কারের পর এক নয়া অধ্যায়ের সূচনা হয়। গবেষণায় দেখা যায়, *Bacillus cereus* গাছের ট্রান্সক্রিপশন ফেক্টর নিয়ন্ত্রণ করে। উক্ত অধ্যায়টি আরও বেগবান হয়, যখন ২০১৩ সালে মারগারেট মেকফল এনজাই (Margaret McFAll-Ngai) আমেরিকা হতে প্রকাশিত PNAS-এ উল্লেখ করেন, ব্যাক্টেরিয়ার সাথে মানব দেহের জীনম সিকুয়েন্সিং এর সব চেয়ে বেশি মিল যা ৩৭%: যেখানে মানুষের সাথে বানরের মিল মাত্র ৬%। এই আবিষ্কারের পর সারা পৃথিবী জুড়ে আবারও আরেকবার হৈচৈ পড়ে যায়; নজর কেড়ে নেয় উপকারী নভেল বেসিলাস। কারণ বেসিলাস গ্রাম পজিটিভ ব্যাক্টেরিয়া যা এন্ডোস্পোর গঠন করে প্রকৃতিতে দীর্ঘ দিন বিভিন্ন প্রতিকূলতায় বাঁচতে পারে যা গাছকে বিভিন্নভাবে সহায়তা করে।

আমাদের প্রকল্পের আন্তঃকোষীয় উপকারী বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া *Bacillus oryzicola* YC7007 ২০১৫ সালে নয়া নভেল প্রজাতি হিসেবে আত্মপ্রকাশ করে (Chung and Hossain 2015) যা আন্তর্জাতিক প্লান্ট প্যাথলজি জার্নালে প্রকাশিত হয়েছে। ব্যাক্টেরিয়াটির ব্যবহার নিয়ে চারটি প্যাটেন্ট US9862955B2, US20170191072A1, WO2015183003 এবং A1WO2014175496A8 ইতোমধ্যেই আন্তর্জাতিক ভাবে সমাদৃত হয়েছে; যার মধ্যে US9862955B2 ও US20170191072A1 ইউ এস এ কর্তৃক অনুমোদিত (https://patents.justia.com/inventor/mohammad-tofajjal-hossain)। বেসিলাস (Bacillus) ব্যাক্টেরিয়াটি রোগ প্রতিরোধী (Antagonistic) উপকারী জীবাণু হিসেবে উলেখযোগ্য ভাবে কাজ করে আসছে (Hossain *et al.,* 2016)। স্ট্রেনটির (Strain) পরিচিতি সিকুয়েন্স (16sr RNA) আন্তর্জাতিক জীন ব্যাংকে (NCBI, National Center for Biotechnology) KP203823 নাম্বারে সংরক্ষীত রয়েছে। উক্ত উপকারী ব্যাক্টেরিয়া উদ্ভিদ রোগ জীবাণুর বিরুদ্ধে ভালভাবে কাজ করছে যা ইতোমধ্যেই বেগুনের ঢলে পড়া রোগ দমনে সাড়া জাগিয়ে তুলেছে। উক্ত গবেষণাটি আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র, হাটহাজারী, চট্টগ্রাম কর্তৃক ল্যাবরেটরীতে গত দুই বছর যাবত পরিচালিত হয়ে আসছে।

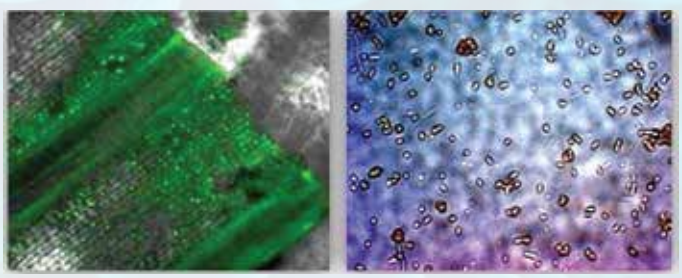
বেগুনের ঢলে পড়া রোগ দমনে উপকারী বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া

বাংলাদেশের বৃহত্তর জনগোষ্ঠির খাদ্য তালিকায় বেগুন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভিটামিন ও খনিজ সমৃদ্ধ সবজি। দারিদ্র ও অপুষ্টি দূরীকরণে এই বেগুন ফসলের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। দেশের বেশীরভাগ জনগোষ্ঠির কাছে এখনও এই সবজি ফসল মুখরোচক বেগুন ভাজা হিসেবে বিবেচিত। দরিদ্র জনগোষ্ঠীর পুষ্টি স্বল্পতা দূর করতে, মাটির হারানো উর্বরতা ফিরে পেতে, মাটিতে জৈব পদার্থের পরিমান বৃদ্ধি করতে, কৃষককূলের আয় বৃদ্ধি, খাদ্য নিরাপত্তা, সর্বোপরি নিরাপদ বিষমুক্ত খাদ্য ও ফসলের ফলন বৃদ্ধির মাধ্যমে পরিবেশ বান্ধব টেকসই কৃষি প্রযুক্তি নিশ্চিত করে দেশের অর্থনৈতিক সমৃদ্ধি অর্জনে রোগমুক্ত বেগুন আবাদ বৃদ্ধি এ সময়ের অপরিহার্য দাবি। এই সমস্ত বিষয় বিবেচনা করে আন্তঃকোষীয় উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া থেকে উৎপাদিত জৈব পণ্যের মাধ্যমে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণের প্রযুক্তি উদ্ভাবন ও বিস্তার কর্মসূচির প্রস্তাব করা হয়েছে। ধনী-দরিদ্র সকলেই এ সবজি পছন্দ করে। সারা বছর ধরে বানিজ্যিকভাবে এ সবজি চাষ করা হয়। সারা দেশে ১২.৫৬% জমিতে এ সবজির চাষাবাদ হয়। বিবিএস ২০১৬ এর তথ্যমতে ২০১৫-২০১৬ অর্থ বছরে শুধু রবি মৌসুমে এর ফলন ৩১০ হাজার মে:টন এবং খরিফ মৌসুমে ১৬৫ হাজার মে:টন উৎপাদন হয়েছে (Anon., 2016)। উৎপাদন বৃদ্ধির লক্ষ্যে বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনষ্টিটিউট এ যাবৎ ১৬ টি বিভিন্ন প্রকারের বেগুনের জাত উদ্ভাবন করেছে। তার মধ্যে শুধু বারি বেগুন-৮, বারি বেগুন-১০ উইল্টিং বা ঢলে পড়া রোগ প্রতিরোধী। মাটি ও বীজ বাহিত জীবাণু এবং রোগের কারণে ফিবছর উল্লেখযোগ্য হারে ফলন কমে আসছে। তার মধ্যে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ অন্যতম। বীজ শোধনসহ উক্ত রোগ দমন করার জন্য আমাদের দেশের কৃষকেরা গত এক দশক ধরে রাসায়নিক বালাই নাশকের ব্যবহার যত্রতত্রভাবে করে আসছে। চাষীরা মৌসুমে এমনকি ১৬০-১৮০ বার পর্যন্ত বালাই নাশক ব্যবহার করে থাকে (BARI web: www.bari.gov.bd)। উক্ত রাসয়নিক বালাই নাশক ব্যয়বহুল এবং পরিবেশের উপর নেতিবাচক প্রভাব ফেলছে বলে বিভিন্ন গবেষণায় প্রতিয়মান হয়েছে। রোগ ও ব্যবস্থাপনা জ্ঞানের অভাবে প্রতি বছর উক্ত সবজির ২৪-৪৪% নষ্ট হচ্ছে। শুধু ঢলে পড়া রোগের কারণে ক্ষেত্র বিশেষে বেগুনের ৭৫-৯৫% ফলন নষ্ট হতে পারে (Artal *et al.,* 2012)। সুতরাং বেগুনের ঢলে পড়া রোগ দমন ব্যবস্থাপনা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। আমাদের দেশে বেগুনের জন্য প্রধান সমস্যা হচ্ছে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকা এবং ঢলে পড়া রোগ। বিটি প্রযুক্তির মাধ্যমে ডগা ও ফল ছিদ্রকারী পোকার দমন করা গেলেও এখন পর্যন্ত আমাদের দেশে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ দমনের উল্লেখযোগ্য কোন ব্যবস্থা নেই। ২০১৬-২০১৮ সময়কালে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ দমনে প্রাথমিক পর্যায়ে আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্র, হাটহাজারী, চট্টগ্রাম এ পরীক্ষাকার্য চালিয়ে আশানুরূপ ফলাফল পাওয়া গিয়েছে যার বিষয়ে বাংলাদেশ কৃষি গবেষণা ইনস্টিটিউটের মহাপরিচালক ও পরিচালক গবেষণা মহোদয় অবহিত রয়েছেন।

গবেষণায় কৃত্রিমভাবে বেগুনের ঢলে পড়া জীবাণু *Ralstonia solanacearum* গাছে প্রয়োগ করে পরীক্ষা করা হয়েছে। উপকারী বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া ব্যবহার করে দেখা গিয়েছে জীবাণু প্রয়োগ করার পরেও কাঙ্খিত মাত্রায় রোগ দমন করা সম্ভব যা কন্ট্রোল এর সাথে তুলনা করে গবেষণা সম্পন্ন করা হয়েছে। সুতরাং কৃষি নির্ভর বাংলাদেশের কৃষি বিশেষ করে গণমানুষের খাদ্যের নিরাপত্তা, পুষ্টিযুক্ত রোগ-বালাই ও ভেজালমুক্ত করণে উপকারী জীবাণু ব্যবহারের বিকল্প নেই।



চিত্র ১: ডুয়েলকালচার Bioassay: YC7007 এর কালচার ফিলট্রেট বামে উপরের ডিস্কটিতে ইনহিবেশান জোন বেশী। ডানে সাদাটি উপকারী ব্যাক্টেরিয়া YC7007 এবং হলুদটি জীবাণু।



ব্যাক্টেরিয়া ক্লোনাইজেশন

এন্ডোস্পোর

উপকারী নভেল বেসিলাস এন্টাগনেস্টিক (Antagonistic) কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ করছেন ড. আবুল কালাম আযাদ, মহাপরিচালক, বি এ আর আই মহোদয় (২১ জুন ২০১৯)।

উপকারী নভেল বেসিলাস এন্টাগনেস্টিক কার্যক্রম পর্যবেক্ষণ করছেন ড. রীনা রানী সাহা, মুখ্য বৈজ্ঞানিক কর্মকর্তা কৃষিতত্ত্ব বিভাগ (৩ মার্চ ২০২০)।

আঞ্চলিক কৃষি গবেষণা কেন্দ্রের বিজ্ঞানীরা গবেষণা মাঠ পরিদর্শণ করছেন।

কি করে উপকারী ব্যাক্টেরিয়া ব্যবহার করা যাবে?

উপকারী ব্যাক্টেরিয়া YC7007 ৩০° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় এবং ১৮০ আরপিএম-এ সারা রাত সেকারে জন্মিয়ে সেন্ট্রিফিউগেশানে এর মাধ্যমে সেল হারভেস্ট করে তা ১০ mM $MgSO_4$ এর সাথে মিশেয়ে ১০% হারে v/w বেসিসে-এ গাছে প্রয়োগ করতে হবে যেখানে ব্যাক্টেরিয়ার কুরাম থাকবে ২ x $১০^৭$ CFU/ml। গাছে এটি পাওডার, দানাদার অথবা তরল আকারে প্রয়োগ করা যেতে পারে। দানাদার অথবা তরল আকারে গবেষণা এলাকায় ইতোমধ্যেই প্রয়োগ করা হয়েছে যার ফলে ভাল ফল পাওয়া গিয়েছে। মূলতঃ সিউডোমোনাস এবং বেসিলাস গণের অন্তর্ভূক্ত মৃত্তিকা ব্যাকটেরিয়া মৃত্তিকায় অদ্রবণীয় ফসফেটকে দ্রবীভূত করে উদ্ভিদের ফসফরাস পুষ্টিতে সহায়তা করে। এ সকল ব্যাক্টোরিয়া জৈব অ্যাসিড যেমন ফরমিক অ্যাসিড, অ্যাসিটিক অ্যাসিড, ল্যাকটিক অ্যাসিড, সাকসিনিক অ্যাসিড এবং ফিউমারিক অ্যাসিড নির্গত করে মাটির পিএইচ কমিয়ে দিয়ে ফসফরাসকে দ্রবীভূত করে। গন্ধক দ্রবীভূত করার ব্যাকটেরিয়া, যেমন- থায়োবেসিলাস সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে অদ্রবণীয় রকফসফেট দ্রবীভূত করে উদ্ভিদের ফসফরাস আহরণের পরিমাণ বৃদ্ধি করে।

প্রফেসর ড. মো. বাহাদুর মিয়া, বাকৃবি, ময়মনসিংহ ও ড. মো. লুৎফর রহমান, পরিচালক (গবেষণা) বি এ আর আই মহোদয় পরীক্ষাকার্য পর্যবেক্ষণ করছেন (বামে), ১১ মার্চ ২০১৭।

ড. মো. লুৎফর রহমান, পরিচালক (গবেষণা) বি এ আর আই মহোদয় পরীক্ষাকার্য পর্যবেক্ষণ করছেন (ডানে), ৩১ ডিসেম্বর ২০১৭।

ড. মো. আমজাদ হোসেন, (পরিচালক সেবা ও সরবরাহ) বি এ আর আই মহোদয় পরীক্ষাকার্য পর্যবেক্ষণ করছেন (বামে), ১৩ জুন ২০১৮।

কৃষিবিদ মো. আবুল হোসেন তালুকদার, অতিরিক্ত পরিচালক, কৃষি সম্প্রসারণ অধিদপ্তর, চট্টগ্রাম মহোদয় পরীক্ষাকার্য পর্যবেক্ষণ করছেন (ডানে), ১২ মে ২০১৮।

উপকারী নভেল বেসিলাস প্রয়োগ ছাড়া বেগুনের ঢলে পড়া গাছ (বামে)

উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাবহার করে বেগুনের ঢলে পড়া রোগ নিয়ন্ত্রণকৃত গাছ (ডানে)

প্রস্তাবিত কর্মসূচির আওতায় গৃহীতব্য কার্যক্রমসমূহের (Activities) সম্ভাব্য ফলাফল (Output)/প্রভাব (Outcome):

ফলাফল নির্দেশক	পরিমাপের একক	লক্ষ্যমাত্রা	
		১ম বছর (২০১৯-২০)	২য় বছর (২০২০-২১)
১। উপকারী নভেল বেসিলাস ব্যাক্টেরিয়া YC7007 এর সাথে বাংলাদেশের প্রধান প্রধান ক্ষতিকর জীবাণুর প্রতিরোধীতা (antagonism) যাচাই-বাচাই করণ	ইনহিবিশান জোন (Inhibition zone) সেঃ মিঃ এ মেপে পরিমান করা ১৪ টি ক্ষতিকর জীবাণু	চলমান (Routine work)	চলমান (Routine work)
২। উপকারী নভেল বেসিলাস আমাদের পরিবেশ থেকে সংগ্রহ করা এবং তাদেরকে YC7007 এর সাথে তুলনামুলক পরীক্ষা করা এবং পাশাপাশি ক্ষতিকর জীবাণুর প্রতিরোধীতা (antagonism) যাচাই-বাচাই করণ	উপকারী ৩০ টি ইনহিবেশান জোন (Inhibition zone) সেঃ মিঃ এ মেপে পরিমান করা	উপকারী ২০ টি	উপকারী ১০ টি
৩। শক্তিশালী উপকারী কৃষিবান্ধব নভেল বেসিলাস নয়া প্রজাতি হিসেবে বিএআরআই-এর নামে নামকরনের জন্য গবেষণা করা এবং প্রজাতির প্যাটেন্ট দাবিদারের প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা গ্রহণ করা	২টি	১ টি	১ টি
৪। বিএআরআই-এর নামে নভেল নামকৃত (Bacillus) ব্যাক্টেরিয়া থেকে উৎপাদিত পণ্য (Formulated Product) নিয়ে কৃষিতে প্রয়োগ	১ টি Formulated Product	-	১ টি
৫। শস্য ব্যবস্থাপনা প্রযুক্তি	২টি	১ টি	১ টি

ড. মো. নাজিরুল ইসলাম, মহাপরিচালক, বি এ আর আই মহোদয় এর সাথে প্রকল্প সংক্রান্ত বার্ষিক কর্মসম্পাদন চুক্তি স্বাক্ষর (২৮ জুন ২০২০)।

Screening the Endophytic Antagonistic *Bacillus* Species

Source 1 gm

↓

Washing

↓

Washing by 95% Ethanol

↓

Washing by 1.2% NaOCl

↓

Heat and Salt shocking

↓

Spreading by serial dilution

↓

Antagonistic test and
Bio-Chemical Test

↓

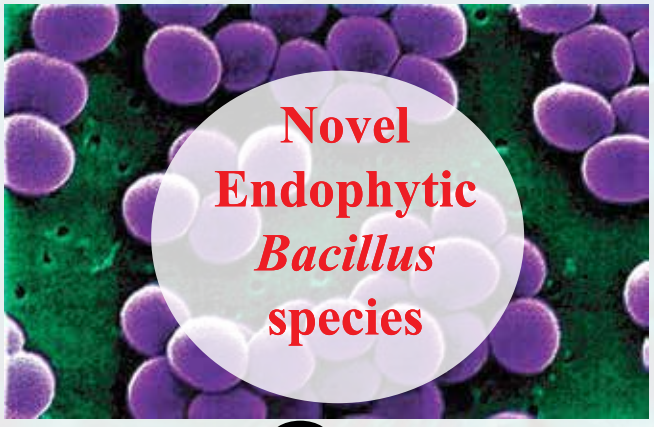
Molecular bioassay

↓

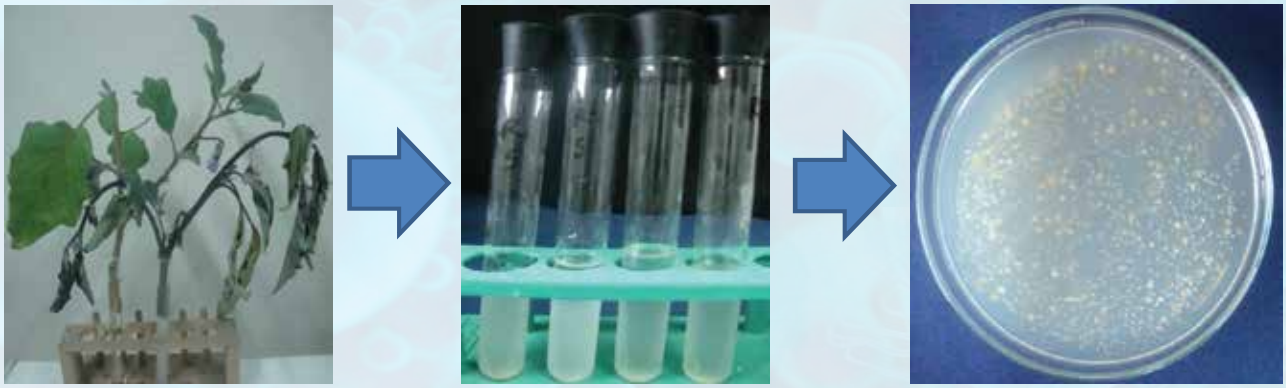
Desired Novel Species

↓

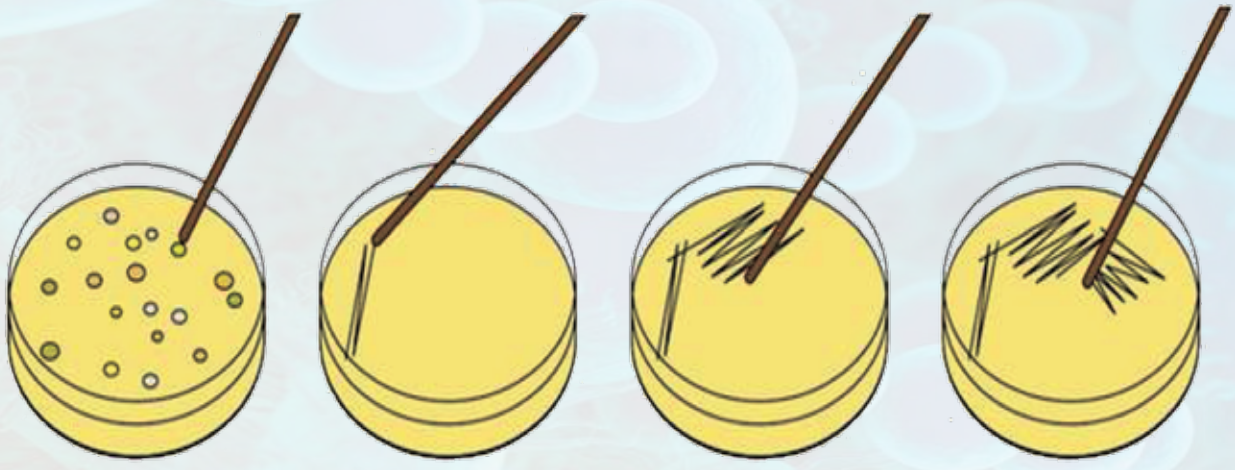
Formulated Bio-Product



Bacteria Streaking



***Ralstonia solanacearum* pv. *brinjal* RARS Hat 3**



Select colony from starter plate

First streak on fresh plate

Second streak

Third streak

Antagonistic Approach

Ralstonia Solanacearum

- Soil and seed borne pathogen
- Gram negative bacteria
- Proteobacteria
- *R. solanacearum* is motile

Validation trial of EMOs for controlling bacterial wilt in eggplant

Mohamnad Tofajjal Hossain [1]† and M. K. R. Bhuiyan [2]
[1]sso, † Plant pathology Division and [2]cso, RARS, Hathazari, Chattogram

Abstract

Bacterial wilt of eggplant is a serious threat over the world. Still there is no successful remedy for controlling the wilt in eggplant. However, from the last decade, probiotic *Bacillus* species and their products have been used to the agriculture with the many aspects over the world. This approach is rudimentary in our country. The activity using the endophytic novel *Bacillus oryzicola* YC7007 and *B. velezensis* GL6, called EMOs (Effective microbial organisms) to control wilt in eggplant is the first study in our country to our knowledge. The *in vitro* antagonistic study had been conducted successfully at the Regional Agricultural Research Station, Hathazari, Chattogram to control the bacterial pathogen *Ralstonia solanacearum* by the strain YC7007 since 2016. Strain YC7007 and GL6 did quorum having with the 2.0×10^7 CFU/ml inocula that suppressed the wilt and promoted the plant growth compared with control. The very susceptible eggplant varieties of BARI Bt Begun 2 and BARI Bt Begun 3 to bacterial wilt were successfully controlled *in vitro* and *in vibo.* EMOs /YC7007 (2.0×10^7 CFU/ml) revealed significantly (Tukey HSD, $P < 0.05$) lower disease severity by 0.00 ± 0.0, than the control 2.6 ± 0.6 in the BARI Bt Begun 2 at 4 Month after Transplanting (MAT). However, strain YC7007 (2.0×10^7 CFU/ml) revealed significantly (Tukey HSD, $P < 0.05$) lower disease severity by 0.3 ± 0.3, than the control 2.3 ± 0.3 at BARI Bt begun 3 at 5MAT. Strain showed significantly consistent disease suppression 100-76.9% in the BARI Bt Begun 2 and 85.7-63.7% at BARI Bt Begun 3 during 4 MAT to 5 MAT, respectively to wilting compared to control. In the farmers' field EMOs made by YC7007 and GL6 showed the significance performance to increase yield and to control the wilting. It revealed 57 ± 2.0 ton/h yield than the control 6 ± 0.5 ton/ha and suppressed 78% to 72% wilting during 4 MAT and 5MAT respectively.

Introduction

Eggplant or Brinjal (*Solanum melongena* L.) belongs to the family solanaceae and is the most important and widely-consumed vegetable in Bangladesh. Its yield was declining due to the wilting that is serious threat in our economy. Bacterial wilt, caused by *Ralstonia* (=Pseudomonas) *solanacearum* (E.F. Smith) is a major constraint in eggplant production in Bangladesh. The disease is widely distributed in tropical, subtropical and some warm temperate regions of the world. The pathogen is difficult to control, since it is soil-borne and has a wide host-range. Infection is through root-to-root transmission, movement of soil and dissemination by farm implements. A combination of high temperature and poor drainage favor development of the disease which causes 75 to 81% yield losses during summer in India (Rao *et al.,* 1976). Bacterial wilt in brinjal is being managed by application of bactericides, copper fungicides and by crop rotation, with no adequate successful control measures still to date to our knowledge. However, it is challenging to control the bacterial wilt. Therefore, an alternative control measure having with biological agent, *Bacillus* sp. is a crying need issue.

Bacillus is the current burning bio-control agent that can control many diseases. Endophytic rhizobacteria are efficient and reliable in inducing defense responses. These bacteria can grow in adverse environments and are well-adapted to the plant system (Khan *et al.,* 2016). Endophytic rhizobacteria play prominent and beneficial roles in plant defenses against pathogens and growth promotion during the interaction, such as direct suppression of phytopathogens or solubilization of the fixed nutrients to the available form or ISR, induced systemic resistance (Chung *et al.,* 2015; Hossain *et al.,* 2016). Many endophytic bacteria, several *Bacillus* species stimulate the plant immune system through ISR to control plant diseases (Kloepper *et al.,* 2004). *Bacillus oryzicola* YC7007 and YC7010^{T}, which are two novel endophytic strains isolated from rice roots, were reported to induce systemic resistance against *F. fujikuroi, Burkholderia glumae* and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in rice by their produced metabolites (Chung *et al.,* 2015, Hossain *et al.,* 2016). To evaluate the efficacy of novel stain *Bacillus oryzicola* YC7007 and *B. velezensis* GL6, this experiment has been undertaken against wilting of BARI Bt Begun 2, BARI Bt Begun 3.

Materials and Methods

The experiment was conducted at Plant Pathology Laboratory, Regional Agricultural Research Station, Hathazari, Chattogram from 2016-2020 to find out the efficacy of strain YC7007 and to confirm its validation test against wilt of eggplant. In the previous year, six varieties of eggplant viz. BARI Bt Begun 2, BARI Bt Begun 3, BARI Bt Begun 4, BARI Begun 4, BARI Begun 5 and BARI Begun 6 were subjected to conduct the experiment. In the current year, the very susceptible varieties BARI Bt Begun 2, BARI Bt Begun 3 were considered to finalize the control measures by the probiotic bacterium strain YC7007. Pinprick, stem clipping and root clipping bioassay were conducted to challenge the pathogen *in vitro* for screening test. In the field trial, direct artificial inoculation has been omitted. Bacterial suspension was made with the buffer of 10 mM MgSO4 having with different carrier materials. Three times drenching by 300 gm formulated products (inocula 1 x 10^{5} CFU/G) for each plant was done. Fertilizers and irrigation were maintained accordingly in homogenous condition to all (Azad *et al.,* 2017). The data of bacterial wilt of eggplants were generated by the following rating scales. 0-Highly Resistant (HR) with no wilt symptom; 1-Resistant (R), with 1-10% wilted plants; 2-Moderately Resistant (MR) with 11-20% wilted plants; 3- Moderately Susceptible (MS), with 21-30% wilted plants; 4-Susceptible (S) with 3-40% wilted plants, and, 5 - Highly Susceptible (HS) with > 40% wilted plants. Data were analyzed by the HSD Tukey at 1-5% level having with three replications.

Results and Discussion

Quorum sensing bioassay

Plate bioassay was conducted to finalize the quorum sensing by the *Bacillus* sp. YC7007. Strain YC7007 did quorum having with the 2.0 × 10^{7} CFU/ml inocula that promoted the plant fresh weight. Therefore, all experiments were subjected using the bacterial concentration of 2.0 × 10^{7} CFU/ml or CFU/G.

Wilt controlled by the YC7007

The suppressive bioassay by the novel species *Bacillus oryzicola* YC7007 had been conducted against the pathogen, *Ralstonia solanacearum* in the natural field condition. Strain YC7007 (2.0×10^7 CFU/ml) revealed significantly ($P < 0.05$) lower disease severity by 0.0 ± 0.0 and 1.0 ± 0.5 in the BARI Bt Begun 2 compared with the control by 2.67 ± 0.6, 4.33 ± 0.3 respectively, at the 4 months after transplanting (MAT) and 5 MAT (Fig. 1).

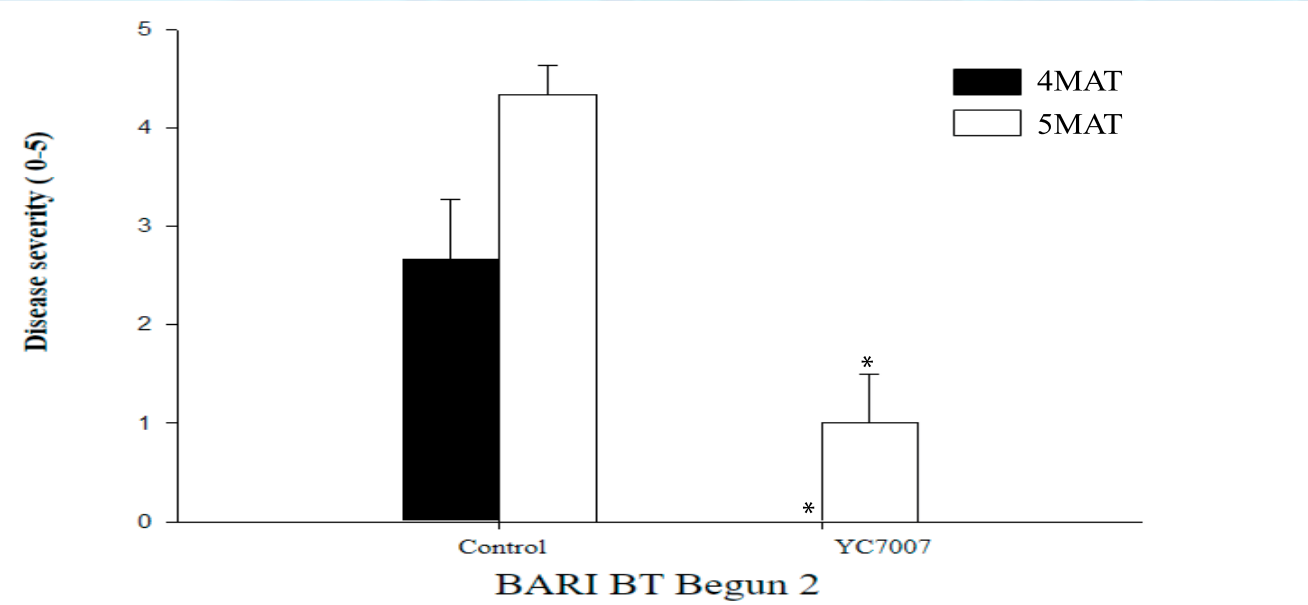


Fig. 1. Data represent severity for mean values + SE consisting of 20 seedlings by three replicates that has been analyzed at the 4 months and 5 months after transplanting (MAT). Asterisks show the significant differences among the treatments using the Student's t-test ($P < 0.05$).

However, strain YC7007 (2.0×10^7 CFU/ml) revealed significantly ($P < 0.05$) lower disease severity by 0.33 ± 0.3, 1.33 ± 0.8 in the BARI Bt Begun 3 compared with the control by 2.3 ± 0.3, 3.67 ± 0.3 respectively, at the 4 months after transplanting (MAT) and 5 MAT (Fig. 2).

There was no disease at 3 to 4 MAT at the treated plot whereas untreated plot showed the disease by 1.67 ± 0.3 and at 3 MAT in the BARI Bt Begun 2. On the contrary, there was little bit disease by 0.3 ± 0.3 in the treated plot in BARI Bt Begun 3 but in the untreated plot the disease severity was 1.3 ± 0.3 in the BARI Bt Begun 3 at 3 MAT (Fig. 3). Disease severity was higher in BARI Bt Begun 2 compared with BARI Bt Begun 3 in the untreated plot. However, the treated plot of BARI Bt Begun 2 was lower disease compared with the treated plot of BARI Bt Begun 3. Strain YC7007 showed significantly consistent disease suppression 100-85.7% in the BARI Bt begun 2 and 76.90-63.76% in BARI Bt begun 3 during 4 MAT to 5 MAT, respectively, to wilting compared with control.

In the farmers' field EMOs made by YC7007 and GL6 showed the significance performance to increase yield and to control the wilting. It revealed 57 ± 2.0 ton/h yield than the control 6 ± 0.5 ton/ha and suppressed 78% to 72% wilting during 4 MAT and 5MAT, respectively.

The inocula for quorum sensing by the novel strain YC70007 is 2×10^7 CFU/ml. In the same way, other some novel strains *Bacillus siamensis* YC7012, *Bacillus velzensis* BARI/HAT/GL-6, *Bacillus tropicus* BARI/HAT/K3 were subjected in the lab setting experiment against wilting to the BARI Bt Begun 2 and BARI Bt Begun 3. *Bacillus velzensis* BARI/HAT/GL-6 showed the lower disease severity (Fig. 6). It was similar to strain YC7007.

Endophytic bacteria YC7007 has been reported as a good source for controlling the plant diseases and it showed the good suppressive activities against all major plant pathogens (Chung and Hossain *et at.,* 2015; Hossain *et al.,* 2016). Biological control using antagonistic bacteria and fungi would be an environmentally sound option, and can be an alternative to agrochemicals in the management of plant diseases. During the last decades, many *Bacillus* species have been used for controlling plant diseases with some successes, but only a few have been developed for the practical use in commercial farms (McSpadden Gardener 2010; McSpadden Gardener 2004).

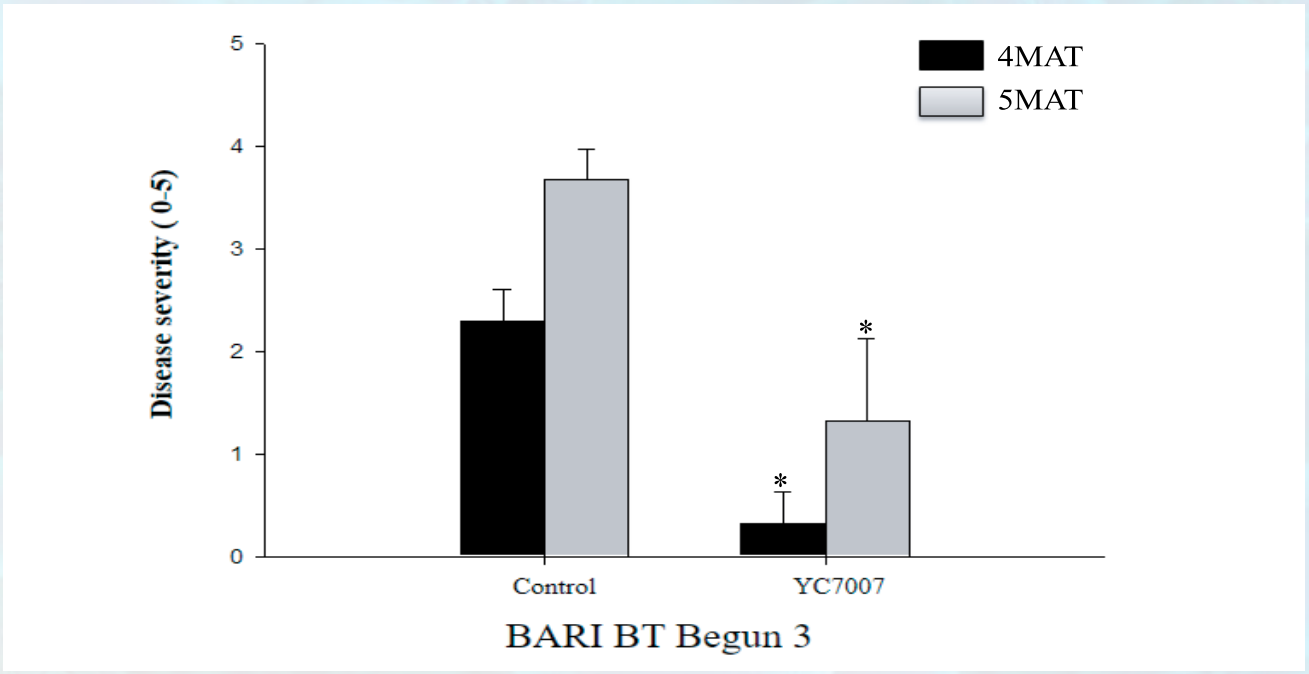


Fig. 2. Data represent severity for mean values + SE consisting of 10 seedlings by three replicates that has been analyzed at the 4 months and 5 months after transplanting (MAT). Asterisks show the singificant differences among the treatments using the Student's *t*-test (P< 0.05).

Control plants without EMOs (Left)

Treated plants by EMOs (Right)

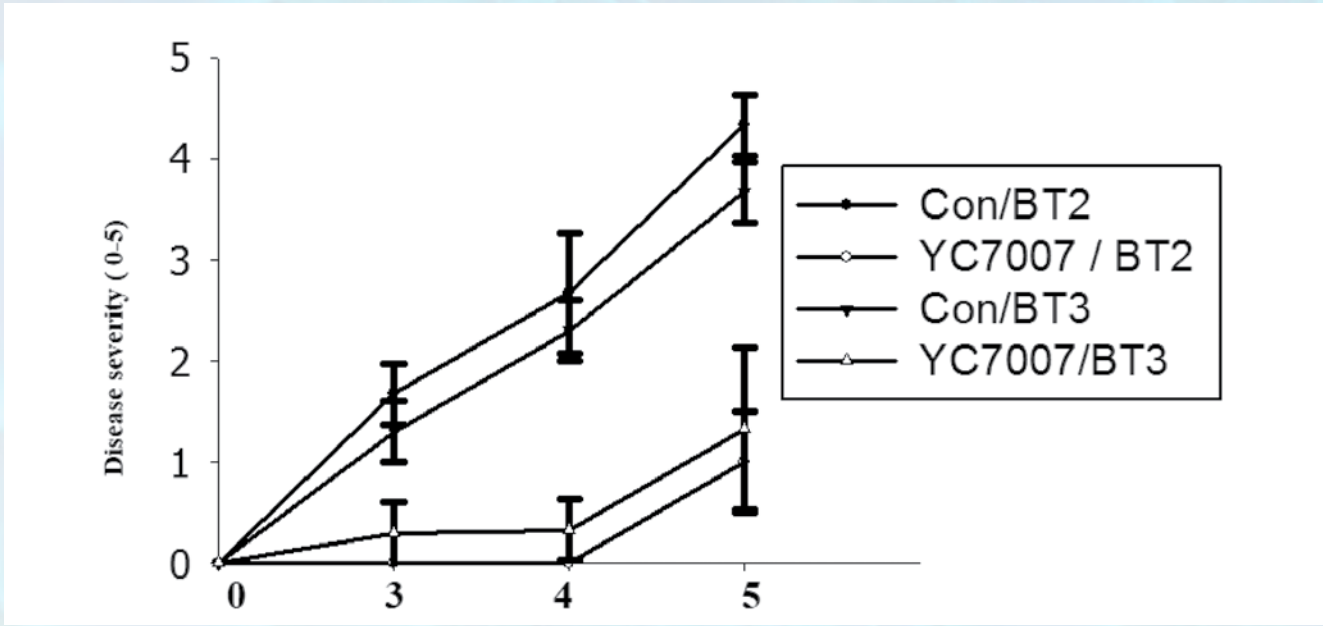


Fig. 3. Data represent mean values + SE of three replicates, each consisting of 10 seedlings. Different lines indicated statistically significant differences ($P < 0.05$) by Tukey's HSD test regarding the severity depending on the different time frames

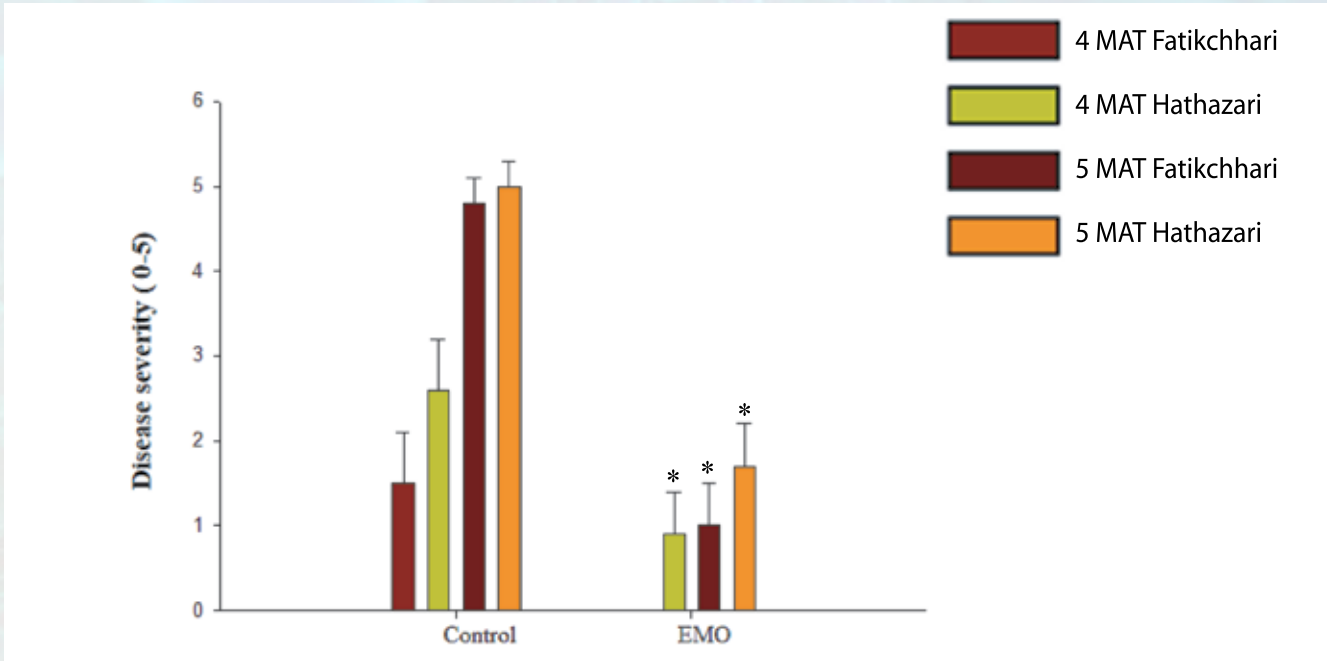


Fig. 4. Data represent severity for mean values + SE consisting of 20 seedlings by three replications. Asterkisks show the significant differences among the treatments using the Student's t-test ($P< 0.05$).

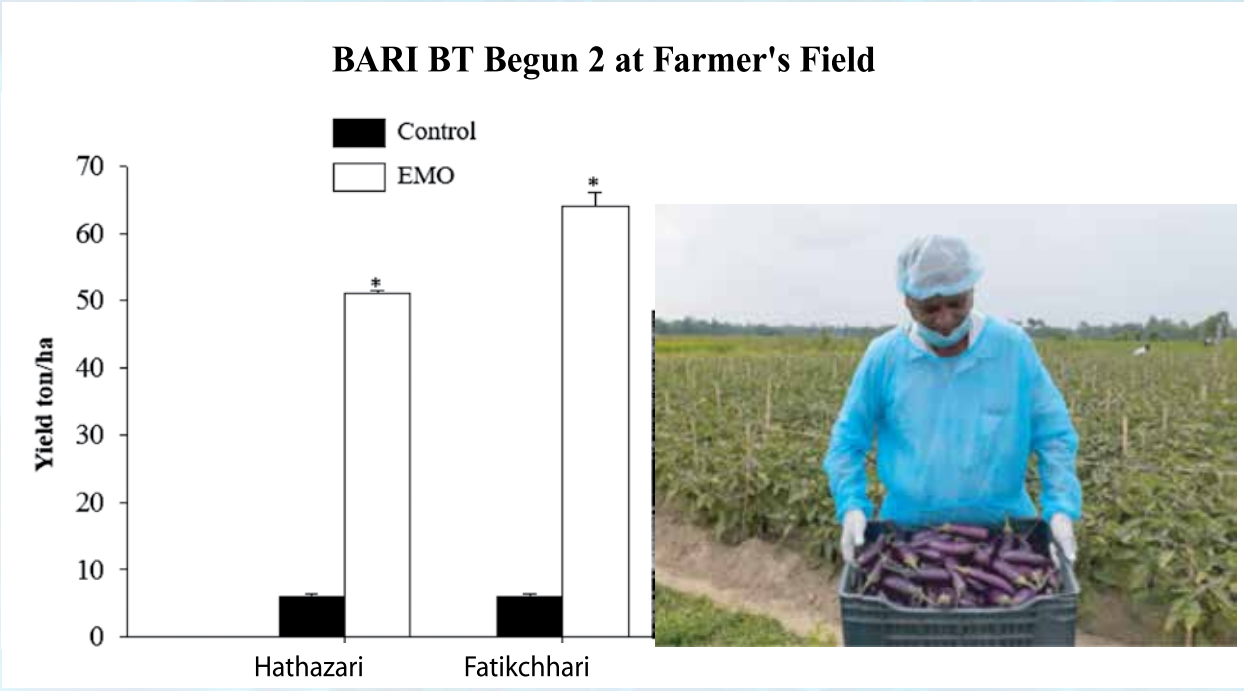


Fig. 5. Data represent yield for mean values + SE consisting of 100 seedlings by three replicates. Asterisks show the significant differences among the treatments using the Student's *t*-test ($P<0.05$).

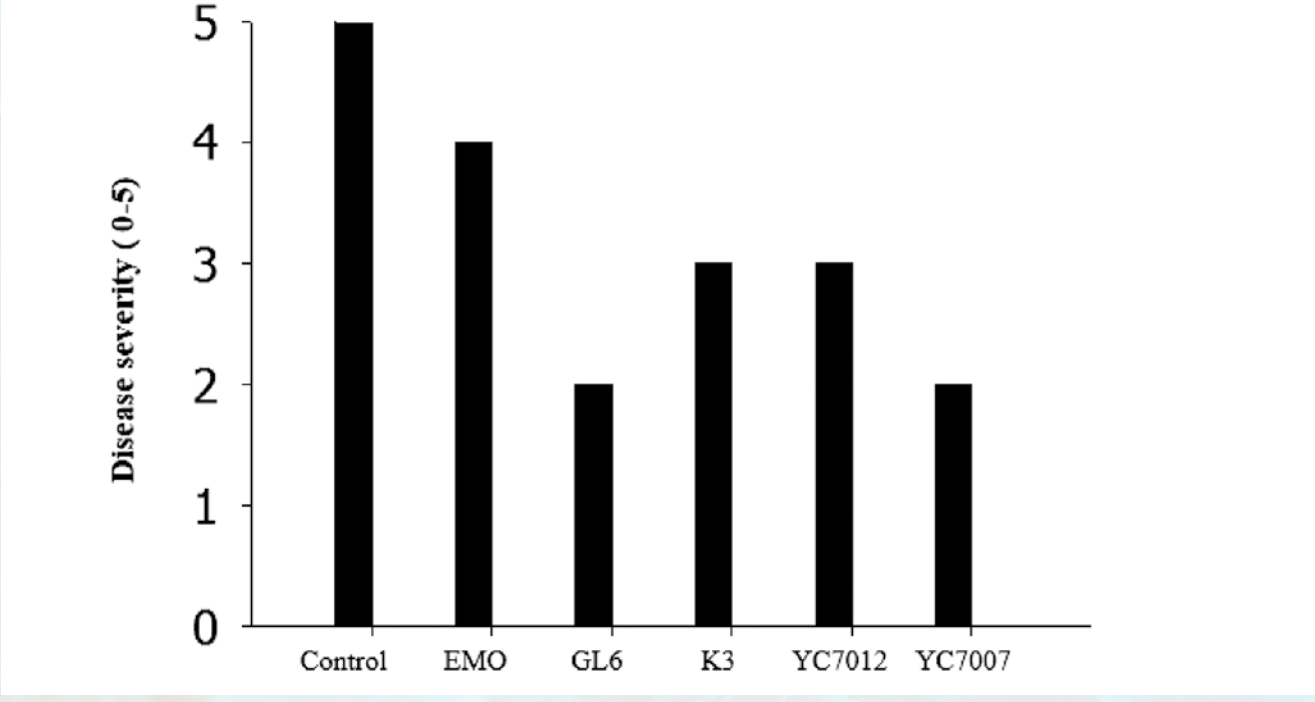


Fig. 6. Data represent severity for mean values of 10 seedlings

Conclusion

The inocula for quorum sensing by the novel strain YC7007 is 2×10^7 CFU/ml. Strain YC7007 is a strong antagonistic endophytic bacteria against wilting of BARI Bt Begun 2 and BARI Bt Begun 3. EMOs/YC7007 showed significantly consistent disease suppression 100-85.7% in the BARI Bt Begun 2 and 76.90-63.76% in BARI Bt Begun 3 during 4 MAT to 5 MAT respectively, against wilt compared to control. Strain YC7007 and GL6 are the strong antagonistic endophytic bacteria against wilting. In the farmers' field EMOs made by YC7007 and GL6 showed the significance performance to increase yield and to control the bacterial wilt.

Reference

Azad, A. K., Goshami, B. K., Rahman, M. L, Malakar, P. K., Hasan, M. S. and Rahman, H. H. 2017. Krishi Projoktir Hath boi 143-152

Chung, E. J., Hossain, M. T., Khan, A., Kim, K. H., Jeon, C. O., and Chung, Y. R. 2015. *Bacillus oryzicola* sp. nov., an Endophytic Bacterium Isolated from the Roots of Rice with Anti-microbial, Plant-Growth-Promoting, and Systemic Resistance- Inducing Activities in Rice. Plant Pathol. J. 31 (2):152-164 (Equally contributed)

Hossain, M. T., Khan, A., Chung, E. J., Rashid, M. H. O., and Chung, Y. R. 2016. Biological Control of Rice Bakanae by an Endophytic *Bacillus oryzicola* YC7007. Plant Pathol. J. 32 (3): 228-241.

Khan A, Hossain MT, Park HC, Yun DJ, Shim SH, Chung YR. 2016. Development of root system architecture of *Arabidopsis thaliana* in response to colonization by *Martelella endophytica* YC6887 depends on auxin signaling. Plant and Soil 405:81-96.

Kloepper, J. W., Ryu, C. M. and Zhang, S. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. Phytopathology 94:1259-1266.

McSpadden Gardener, B. B. 2010. Biocontrol of plant pathogens and plant growth promotion by Bacillus. Pages 71-79 in: Recent Developments in Management of Plant Diseases. U. Gisi, I. Chet and M. Lodovica Gullino, eds. Springer-Amsterdam.

McSpadden Gardener, B. B. 2004. Ecology of *Bacillus* and *Paenibacillus* spp. in agricultural systems. Phytopathology 94:1252-1258.

Rao, M.V.B., Sohi, H.S. and Vijay, O.P. 1976. Reaction of some varieties of brinjal to *Pseudomonas solanacearum.* Veg. Sci., 3:61-64

Inception Workshop (26-09-2019)

ড. মো. আব্দুল ওহাব, মহাপরিচালক বি এ আর আই মহোদয় কর্মসূচির কৃষক প্রশিক্ষণে প্রধান অতিথি হিসেবে বক্তব্য রাখছেন (১৪ ফেব্রুয়ারী ২০২০)।

EMOs Distribution to the Farmers

ড. মো. খলিলুর রহমান ভূঁইয়া, মুখ্য বৈজ্ঞানিক কর্মকর্তা ও চেয়ারম্যান মনিটরিং কমিটি, উপকারী নভেল বেসিলাস কর্মসূচি, বি এ আর আই মহোদয় পরীক্ষাকার্য পর্যবেক্ষণ করছেন, (২৯ নভেম্বর ২০১৯)।

মো. শফিকুল ইসলাম ও লিটন কুমার চৌধুরী সহকারী সচিব, কৃষি মন্ত্রণালয় ও মনিটরিং কর্মকর্তা, উপকারী নভেল বেসিলাস কর্মসূচি, বি এ আর আই পরীক্ষাকার্য পর্যবেক্ষণ করছেন, (১৫ জানুয়ারী ২০২০)।

Vision/Dream for Bio-Center in Bangladesh

Manufacturing Process of EMO

Medium Preparation & Sterilization → Seed Inoculation

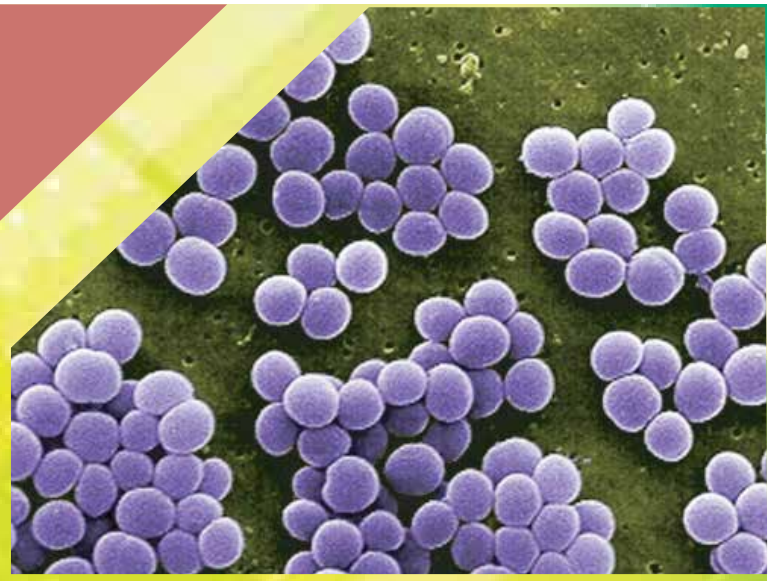
↓

Cultivation in Fermentor (28°C, 3 days) → Concentration ($1x10^{11}$ cfu/g)

↓

Formulation → Packing

Margaret McFall-Ngai, et al. 2013 PNAS



কৃষিতে বেসিলাসের ছোঁয়া