

ปุ๋ยชีวภาพ

และผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ



เอกสารวิชาการลำดับที่ 7/2548

ISBN 974-436-435-1

กรมวิชาการเกษตร

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารวิชาการ ปุ๋ยชีวภาพและผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ

เอกสารวิชาการลำดับที่ 7/2548

ISBN : 974-436-435-1

ที่ปรึกษา

ฉกรรจ์ แสงรักษาวงศ์	อธิบดีกรมวิชาการเกษตร
สุปราณี อัมพิทักษ์	รองอธิบดีกรมวิชาการเกษตร
ประเสริฐ อนุพันธุ์	รองอธิบดีกรมวิชาการเกษตร
จิรากร โกศัยเสวี	รองอธิบดีกรมวิชาการเกษตร
พรรณพิมล ชัญญานุวัตร	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนามัจฉายการผลิตทางการเกษตร
ประไพ ชัยโรจน์	ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา
สมศักดิ์ โคตรพงศ์	หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน

ผู้เรียบเรียง

จิระศักดิ์ อรุณศรี
ภาวนา ลิกขนานนท์
สุภาพร ธรรมสุระกุล
สมปอง หมั่นแจ้ง

ผู้จัดพิมพ์

สำนักงานเลขานุการกรม กรมวิชาการเกษตร
ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0-2561-2825

ลิขสิทธิ์ของกรมวิชาการเกษตร

ห้ามคัดลอกข้อความ หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของเอกสารวิชาการไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

พิมพ์ครั้งที่ 1 กรกฎาคม 2548

จำนวน 2,000 เล่ม

พิมพ์ที่ บริษัท ศรีเมืองการพิมพ์ จำกัด
5/37-41 รongเมือง ซอย 5 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร. 0-2214-4660

ป๋วยชีวภาพ

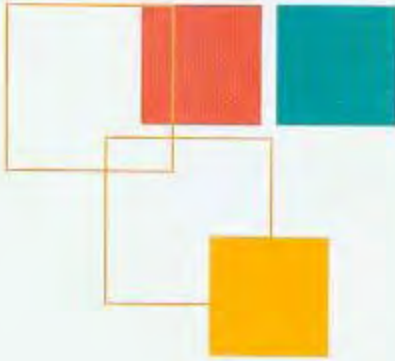
และผลิตภัณฑ์ป๋วยชีวภาพ



กรมวิชาการเกษตร







คำนำ



ปุยข้าวภาพเป็นปุยชนิดหนึ่งที่ใช้กันทั่วไปเกือบทุกประเทศทั่วโลก เป็นแหล่งธาตุอาหารพืชที่มีประสิทธิภาพสูง แตกต่างกันไปตามประเภท และชนิดของจุลินทรีย์ที่เป็นส่วนประกอบและตัวออกฤทธิ์ในการสร้าง ธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารบางชนิดเพิ่มความเป็นประโยชน์ ปัจจุบันมีแนวโน้มว่าต้นทุนในการผลิตและจำหน่ายปุยเคมีมีราคาเพิ่มขึ้น เพราะค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ใช้ในการผลิตและขนส่งเพิ่มสูงขึ้น การ เลือกใช้ทรัพยากรและเทคโนโลยีทางชีวภาพในท้องถิ่นที่ราคาถูกกว่า ที่ แต่ละประเทศมีอยู่อย่างถูกต้อง จึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญที่ควร พิจารณาเป็นทางเลือกในการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ในกระบวนการผลิตพืช

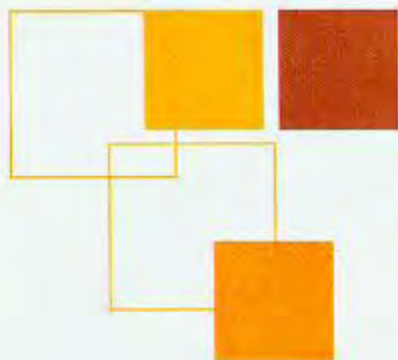
กรมวิชาการเกษตรเป็นหน่วยงานแรกที่ได้มีการวิจัยและพัฒนา ปุยข้าวภาพมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 ปุยข้าวภาพไรโซเบียม เป็นผลิตภัณฑ์ ปุยข้าวภาพชนิดแรกที่ได้มีการผลิตและจำหน่ายให้เกษตรกรได้ใช้ทดแทน ปุยเคมีไนโตรเจนในการปลูกถั่วชนิดต่าง ๆ จนถึงปัจจุบันความรู้ทางด้าน ปุยข้าวภาพได้มีความก้าวหน้าไปมากจนกรมวิชาการเกษตรสามารถพัฒนา ผลิตภัณฑ์ปุยข้าวภาพได้ถึง 4 ชนิด คือ ปุยข้าวภาพไรโซเบียมสำหรับพืช ตระกูลถั่วเกือบทุกชนิด ปุยข้าวภาพฟิซิฟอรัส 1 สำหรับข้าวโพด ข้าวฟ่าง ปุยข้าวภาพไมโครไรซาสำหรับไม้ผลและพืชต่าง ๆ และปุยข้าวภาพจุลินทรีย์ ละลายฟอสเฟต

เอกสารวิชาการเล่มนี้ได้รวบรวมความรู้เกี่ยวกับ "ปุยข้าวภาพและ ผลิตภัณฑ์ปุยข้าวภาพ" ไว้อย่างครบถ้วน หวังเป็นอย่างยิ่งจะเป็นประโยชน์ สำหรับเป็นคู่มือทางวิชาการของ นักบริหาร นักวิชาการ นักศึกษา เกษตรกร และผู้ที่สนใจ เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์จากปุยข้าวภาพให้ถูกต้อง และเกิดประโยชน์สูงสุดในการผลิตพืช

(นายฉกรรจ์ แสงรักษาวงศ์)

อธิบดีกรมวิชาการเกษตร

มีถุนายน 2548



สารบัญ

บทนำ

- ความหมายปุ๋ยชีวภาพ 7
- ประเภทปุ๋ยชีวภาพ 8
- ข้อแนะนำในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ 11
- แนวทางการใช้ปุ๋ยชีวภาพ
ในอนาคต 14

ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ

- ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 16
- ปุ๋ยชีวภาพฟิซไฟอาร์ 1
สำหรับข้าวโพด และข้าวฟ่าง 23
- ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซ่า 30
- ปุ๋ยชีวภาพ
จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต 35

บรรณานุกรม

39



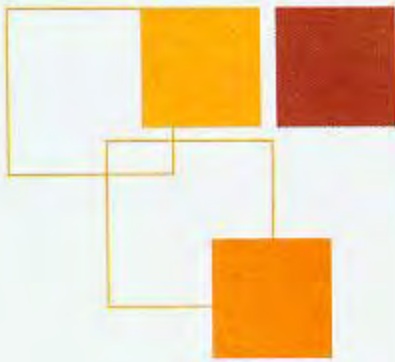
ปุ๋ยชีวภาพ

- ความหมายของปุ๋ยชีวภาพ
- ประเภทของปุ๋ยชีวภาพ
- ข้อแนะนำในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ
- แนวทางการใช้ปุ๋ยชีวภาพในอนาคต

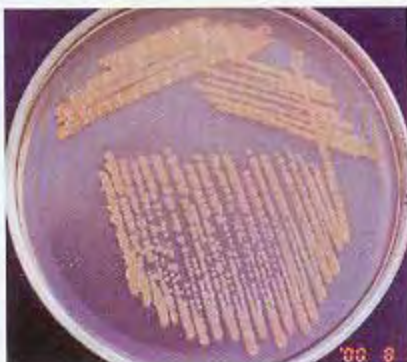


กรมวิชาการเกษตร





ปุ๋ยชีวภาพ



ปุ๋ย

เป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตพืชเนื่องจากเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืช ดินในแหล่งเพาะปลูกที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง ความต้องการธาตุอาหารเพิ่มเติมจากปุ๋ยจะน้อยกว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพ จึงควรมีข้อมูลเบื้องต้นของดิน ชนิดพืชที่ปลูก เพื่อจะได้เลือกใช้ปุ๋ยให้ถูกต้องทั้งชนิดและปริมาณ เพื่อให้เกิดความสมดุลของธาตุอาหารในการสร้างผลผลิตพืช

ปุ๋ยเคมีเป็นเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เพราะมีคุณค่าทางอาหารสูง ใช้เพียงปริมาณน้อย และให้ผลตอบสนองต่อพืชอย่างรวดเร็ว การใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันทำให้ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพของเกษตรกรไทยลดลง ปัจจุบันปุ๋ยเคมีราคาแพงมาก รวมทั้งประชาชนมีค่านิยมในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม จึงมีความพยายามโน้มน้าวให้เกษตรกรมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปว่า ปุ๋ยเคมีเป็นสารพิษ ทำลายสภาพแวดล้อม ซึ่งความจริงแล้วส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชบางชนิดที่ไม่ถูกต้อง จึงเป็นอันตรายต่อ กุ้ง หอย ปู ปลา ในระบบนิเวศน์เกษตร นอกจากนี้การเผาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เศษฟางข้าว หญ้า ใบอ้อย เป็นการทำลายอินทรีย์วัตถุในดินที่เป็นแหล่งอาหารของพวกสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่มีประโยชน์ในระบบห่วงโซ่อาหาร ทำให้สัตว์ที่เคยมีหลากหลายชนิดในไร่นาลดจำนวนลง

ดังนั้นปุ๋ยชีวภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้ช่วยทดแทนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี และสร้างระบบการผลิตทางการเกษตรให้เกิดความยั่งยืนเพื่อให้มีความเข้าใจเรื่องปุ๋ยชีวภาพอย่างชัดเจน และสอดคล้องตามหลักวิชาการปุ๋ยและพระราชบัญญัติปุ๋ยของไทย ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยจำเป็นต้องมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปุ๋ยที่ถูกต้อง

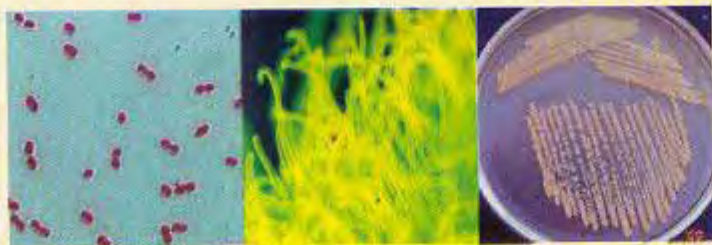
ความหมายของปุ๋ยชีวภาพ

ก่อนจะกล่าวถึงปุ๋ยชีวภาพควรจะต้องมีความเข้าใจถึงความหมายของคำว่าปุ๋ยก่อน ความหมายของปุ๋ยที่สันนิษฐานนั้น ปุ๋ย หมายถึง วัสดุที่ให้ธาตุอาหารแก่พืช ส่วนพระราชบัญญัติปุ๋ย 2518 ได้ให้คำจำกัดความปุ๋ยไว้ว่า “ปุ๋ย” หมายถึง สารอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใดหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดิน เพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช ในหลักวิชาการปุ๋ยโดยทั่วไปสามารถจำแนกปุ๋ยได้ 3 ประเภท คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ

นิยาม “ปุ๋ยชีวภาพ”

คำว่า “ปุ๋ยชีวภาพ” (Bio-fertilizer) นั้นเป็นคำศัพท์ทางด้านปุ๋ยที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในหลักวิชาการปุ๋ยสากล โดยได้มีการบัญญัติศัพท์นี้ขึ้นจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า biological fertilizer ซึ่งเป็นการนำคำว่า “ปุ๋ย” (fertilizer) หมายถึง ธาตุอาหารพืช กับคำว่า “ชีวภาพ” (Biological) หมายถึง สิ่งที่มีชีวิต มาสมทบกัน ดังนั้นเจตนาที่บัญญัติคำนี้ จึงให้หมายถึง “ปุ๋ยที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช” หรือเรียกว่า “ปุ๋ยจุลินทรีย์” ตามคำจำกัดความนี้จะเห็นได้ว่าไม่ใช่จุลินทรีย์ทุกชนิดจะใช้ผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพได้ แต่ต้องเป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติพิเศษ ที่สามารถสร้างธาตุอาหารขึ้นทางชีวภาพแล้วแบ่งให้พืชใช้ได้หรือมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะเจาะจงในการสร้างสารบางอย่างออกมา มีผลทำให้ช่วยเพิ่มปริมาณรูปที่เป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุอาหารหลักที่สำคัญ 3 ชนิด คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม





ประเภทของปุ๋ยชีวภาพ

ปุ๋ยชีวภาพสามารถแบ่งตามลักษณะการให้อาตุอาหารแก่พืช ได้ 2 ประเภท คือ

1. ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์สร้างธาตุอาหารพืช

จุลินทรีย์ที่สามารถสร้างธาตุอาหารพืชได้ในปัจจุบันพบเพียงกลุ่มเดียว คือ กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน ประกอบด้วยแบคทีเรียและแอคทีโนมัยซีท จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ มีชุดยีนไนโตรจีเนส (Nitrogenase genes) เป็นองค์ประกอบในจีโนม มีหน้าที่สำคัญในการควบคุมการสร้างเอนไซม์ไนโตรจีเนส และควบคุมกลไกการตรึงไนโตรเจนให้กับจุลินทรีย์กลุ่มนี้ ให้มีขบวนการตรึงไนโตรเจนจากอากาศที่มีประสิทธิภาพ ปุ๋ยชีวภาพประเภทนี้สามารถแบ่งตามลักษณะความสัมพันธ์กับพืชอาศัยได้ 2 แบบ คือ

กลุ่มที่ 1 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Symbiosis) ปุ๋ยชีวภาพกลุ่มนี้มีแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงมากเป็นส่วนประกอบสามารถทดแทนไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีให้กับพืชอาศัยได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ ชนิดของพืชอาศัย รวมทั้งระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่วนใหญ่มีการสร้างโครงสร้างพิเศษอยู่กับพืชอาศัยและตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพจากอากาศ ได้แก่ การสร้างปมของแบคทีเรียสกุลไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่วชนิดต่าง ๆ การสร้างปมที่รากสนกับแฟรงเคีย การสร้างปมที่รากปรังกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลนอสทอค (*Nostoc*) และการอาศัยอยู่ในโพรงใบแทนแดงของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลอะนาบีนา (*Anabaena*) ในกลุ่มนี้พืชอาศัยจะได้รับไนโตรเจนที่ตรึงได้ทางชีวภาพจากจุลินทรีย์ไปใช้โดยตรง สามารถนำไปใช้ในการสร้างการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิตและคุณภาพพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กลุ่มที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชแบบอิสระ (non-symbiotic N_2 -fixing bacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนต่ำ จึงสามารถทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนให้กับพืชที่อาศัยอยู่เพียงระหว่าง 5 - 30 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับสกุลของจุลินทรีย์และชนิดพืชที่จุลินทรีย์อาศัยอยู่ และพื้นฐานระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ขอบอาศัยอยู่บริเวณรากพืชตระกูลหญ้า สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม

2.1. แบคทีเรียที่อาศัยอยู่อย่างอิสระในดินและบริเวณรากพืช ได้แก่ อะโซโตแบคเตอร์ (*Azotobacter*) และสกุลไบเจอริงเคีย (*Beijerinckia*)



2.2. แบคทีเรียที่พบอาศัยอยู่ได้ทั้งในดิน บริเวณรากพืช และภายในรากพืชชั้นนอก ได้แก่ สกุลอะโซสไปริลลัม (*Azospirillum*)

2.3. แบคทีเรียที่พบอาศัยอยู่ภายในต้นและใบพืช เป็นแบคทีเรียบางสกุลหรือบางชนิดที่ค้นพบใหม่ๆ เมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา ได้แก่ สกุลอะซิโตแบคเตอร์ ชนิดไดอะโซโทรฟิคัส (*Acetobacter diazotrophicus*) ที่พบในอ้อยและกาแฟ สกุลเฮอบาสปิริลลัม (*Herbaspirillum spp.*) ที่พบในข้าว อ้อยและพืชเส้นใยบางชนิด และสกุลอะโซอาร์คัส (*Azoarcus spp.*) ที่พบในข้าวและหญ้าอาหารสัตว์บางชนิด

2 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช

2.1 ปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Promoting Rhizobacteria or PGPR) หรือ พืชพิอาร์ เป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยแบคทีเรียกลุ่มเดียวกันหรือต่างกลุ่มกัน เช่น ประกอบด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่สามารถตรึงไนโตรเจน ช่วยละลายฟอสเฟต ผลิตฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และช่วยให้ธาตุอาหารเสริมบางชนิดเป็นประโยชน์ ซึ่งในแบคทีเรียบางสกุลมีความสามารถรวมกันหลายอย่าง เช่น แบคทีเรียสกุลอะโซสไปริลลัมบางสายพันธุ์มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจน ช่วยละลายฟอสเฟต ผลิตฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญของรากพืช ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดธาตุอาหารพืช ปุ๋ยชีวภาพชนิดนี้ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ปุ๋ยชีวภาพพืชพิอาร์ 1 สำหรับข้าวโพด ข้าวฟ่าง เป็นต้น

2.2. ปุ๋ยชีวภาพที่ช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ปุ๋ยชีวภาพในกลุ่มนี้ช่วยเพิ่มประโยชน์ธาตุอาหารพืชบางชนิดที่ละลายน้ำยากให้เป็นประโยชน์กับพืชได้มากขึ้นโดยการเพิ่มพื้นที่ผิวรากสำหรับการดูดซึมให้กับพืช ด้วยการเพิ่มปริมาณบริเวณรากพืชด้วยเส้นใยของจุลินทรีย์ ช่วยให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ยาก เช่น ฟอสฟอรัส และแคลเซียม มีโอกาสได้สัมผัสรากและดูดมาใช้ให้มากขึ้น จึงช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ให้กับพืช รวมทั้งจุลินทรีย์บางกลุ่มที่สามารถสร้างกรดอินทรีย์หรือเอนไซม์บางชนิด ที่สามารถช่วยละลายหรือย่อยฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ง่ายขึ้น จึงทำให้ธาตุอาหารดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม



กลุ่มที่ 1 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วย จุลินทรีย์ช่วยเพิ่มศักยภาพในการดูดซึมธาตุอาหารพืช ซึ่งเป็นเชื้อรากลุ่มไมโคไรซาที่อาศัยอยู่กับพืชแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน จะสร้างส่วนของเส้นใยพันกับรากพืชและบางส่วนจะซ่อนไขไปในดิน ช่วยดูดธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัส ทำให้พืชได้รับฟอสฟอรัสที่ผ่านการดูดของเส้นใยไมโคไรซา ช่วยให้พืชมีปริมาณฟอสฟอรัสสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตอย่างเพียงพอ นอกจากนี้ไมโคไรซายังช่วยป้องกันไม่ให้ฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในดินถูกตรึง โดยปฏิกิริยาทางเคมีของดิน โดยไมโคไรซาจะช่วยดูดซับฟอสเฟตเก็บไว้ในโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า อามัลกูลและเวสคิวเคิลที่อยู่ระหว่างเซลล์พืช ไมโคไรซาแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ 1) วิ-เอ ไมโคไรซา จะพบอยู่ในพืชสวน พืชไร่ พืชผักและไม้ดอกไม้ประดับ และ 2) เอ็คโตไมโคไรซา พบในไม้น้ำดินและไม้ป่าสกุลสน การใช้ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้น้อย 25 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ

กลุ่มที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วย จุลินทรีย์ช่วยละลายฟอสเฟต เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ช่วยละลายหินฟอสเฟต หินฟอสเฟตพบทั่วไปในประเทศไทยแต่มีปริมาณฟอสเฟตที่ละลายออกมาให้พืชใช้ได้น้อย ปัจจุบันพบว่าจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียและราหลายชนิดที่สามารถช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตให้เป็นประโยชน์ได้ ได้แก่ *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Thiobacillus*, *Aspergillus*, *Penicillium* และอื่นๆ อีกมาก โดยจุลินทรีย์เหล่านี้

จะสร้างกรดอินทรีย์ออกมาละลายฟอสเฟตออกจากหิน การละลายฟอสเฟตจะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ต้องใช้เป็นแหล่งน้ำตาลในการผลิตกรดอินทรีย์ หากสามารถคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงได้ จะช่วยให้เกษตรกรได้ใช้ฟอสฟอรัสราคาถูกจากหินฟอสเฟตทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีฟอสเฟตมากขึ้น ได้แก่ ปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต เป็นต้น

กลุ่มที่ 3 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ช่วยเพิ่มประโยชน์ของโพแทสเซียม โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญสำหรับพืชธาตุหนึ่ง พืชปกติจะมีโพแทสเซียมเป็นส่วนประกอบประมาณ 3-4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โพแทสเซียมมีความสำคัญในการสร้างโปรตีนสังเคราะห์แป้งและน้ำตาล โดยเฉพาะในพืชหัวบางชนิด ปกติพบโพแทสเซียมอยู่ในดินในรูปของแร่ธรรมชาติ มี 3 รูป คือ 1) รูปที่ถูกตรึงไว้โดยอนุภาคของคอลลอยด์ 2) รูปที่แลกเปลี่ยนได้ และ 3) รูปที่ละลายน้ำได้

โพแทสเซียมในธรรมชาติสามารถเป็นประโยชน์กับพืชได้ 3 วิธี คือ 1) การสลายตัวทางกายภาพ 2) การสลายตัวทางเคมี 3) การสลายตัวทางชีวภาพ ในทางชีวภาพจุลินทรีย์บางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียสกุลบาซิลลัส (*Bacillus circulans*) ซึ่งเป็นซิลิเกตแบคทีเรียสามารถสร้างกรดอินทรีย์ออกมาละลายโพแทสเซียมออกจากแร่ดินเหนียวบางชนิดได้ จึงสามารถใช้เป็นจุลินทรีย์สำหรับผลิตปุ๋ยชีวภาพได้สามารถใช้ได้ผลทั้งในพืชสวนและพืชไร่ มีการผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพโพแทสเซียมแล้วในประเทศไทย



ข้อแนะนำในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ

ดังได้กล่าวแล้วว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพ มีประโยชน์ในการให้ธาตุอาหารเพื่อบำรุงการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตพืช แต่ถ้าหากใช้ไม่ถูกต้องก็肯定不会เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยชีวภาพจะต้องคำนึงถึงปัจจัยโดยรวมดังนี้

1. ชนิดของปุ๋ยชีวภาพ การใช้ปุ๋ยชีวภาพต้องเลือกชนิดของปุ๋ยชีวภาพ ให้เหมาะสมกับชนิดของพืชที่ปลูก ปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการให้ธาตุอาหารแก่พืชแตกต่างกัน เช่น ปุ๋ยชีวภาพ ไรโซเบียม จะใช้เฉพาะกับพืชตระกูลถั่วเท่านั้น และพืชตระกูลถั่วแต่ละชนิดก็จะต้องใช้สายพันธุ์แบคทีเรียสกุลไรโซเบียมที่มีความสามารถจำเพาะที่แตกต่างกัน เช่น ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับถั่วเขียว จะต้องใช้แบคทีเรียไรโซเบียมชนิดสำหรับถั่วเขียว หรือปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลืองก็ต้องใช้แบคทีเรียสกุลไรโซเบียมชนิดสำหรับถั่วเหลือง จึงจะเกิดประสิทธิผลในการใช้ ถ้าหากใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเหลืองกับถั่วเขียวการใช้ปุ๋ยชีวภาพก็จะไม่ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ ปุ๋ยชีวภาพชนิดอื่น ๆ ก็จะมีคุณลักษณะเฉพาะเช่นเดียวกันนี้

2. ชนิดของธาตุอาหารที่ต้องการให้แก่พืช ปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการให้ธาตุอาหารแก่พืชที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้ใช้งานจะต้องทราบว่าต้องการให้ธาตุอาหารอะไรกับพืช ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตในปัจจุบันประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันดังนี้

2.1 ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม มีคุณสมบัติช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้พืชนำไปใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน สามารถใช้ได้เฉพาะกับพืชตระกูลถั่วเท่านั้น

2.2 ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ ประกอบด้วยแบคทีเรีย สกุลอะซิโตแบคเตอร์ สกุลโบเรอริงเคีย และสกุลอะซิโสปิริลัม มีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้พืชนำไปใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีไนโตรเจนได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิดได้ด้วย ใช้ได้กับข้าวโพดและข้าวฟ่าง



2.3 **ปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซา** มี 2 พวก คือ วิ-เอไมโครไรซาและเอคโตไมโครไรซา ช่วยดูดซับธาตุอาหารในดินให้พืชนำไปใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส ใช้ได้กับพืชหลายชนิดทั้ง พืชไร่ ไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับ พืชผักบางชนิด ยางพารา ไม้ป่าโตเร็วและสน

2.4 **ปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต** เช่น แบคทีเรียสกุลบาซิลลัส (*Bacillus*) สกุลซูโดโมแนส (*Pseudomonas*) และราสกุลแอสเพอจีลลัส (*Aspergillus*) สามารถย่อยละลายฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟต ซึ่งมีราคาถูกและหาได้ง่ายภายในประเทศมาใช้ทดแทนปุ๋ยฟอสเฟตราคาแพงบางชนิด ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

3. **สมบัติของดิน** ก่อนใช้ปุ๋ยชีวภาพ เกษตรกรควรรู้คุณสมบัติของดินที่จะทำการปลูกพืชและใช้ปุ๋ยชีวภาพด้วย เช่น ปฏิกริยากรด-ด่าง ความชื้นของดิน เป็นต้น จุลินทรีย์บางชนิดหรือสายพันธุ์มีความทนทานต่อสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินต่างกัน เช่น ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมบางสายพันธุ์เจริญได้ดีในสภาพเป็นกรด หากนำไปใช้ในดินที่เป็นด่างจะทำให้ประสิทธิภาพในการทดแทนปุ๋ยเคมีในโตรเจนลดลง สมบัติของดินทั้งทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ต่างมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพ ในดินที่ร่วนซุยจุลินทรีย์มักจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าในดินเหนียวแน่นทึบ

4. **ปริมาณจุลินทรีย์ในดิน** ถ้าในดินมีปริมาณของจุลินทรีย์ชนิดเดียวกับที่ใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพมากเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยชีวภาพชนิดนั้นให้กับพืชอีก หรือบางครั้งถ้าดินมีจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดที่จะใส่เข้าไป ควรจะมีการทำลายจุลินทรีย์ให้โทษเหล่านั้นก่อน วิธี

การกำจัดจุลินทรีย์อันตรายที่อยู่ในดินสามารถทำได้โดยง่าย ๆ โดยการไถให้ดินร่วนซุยแล้วตากดินหรืออบดินโดยการคลุมดินด้วยพลาสติก เพื่อให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นโทษให้หมดไปก่อนที่จะใช้ปุ๋ยชีวภาพบางชนิด

5. **ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมในดิน** ปริมาณน้ำในดินก็มีความสำคัญในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ จุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในปุ๋ยชีวภาพบางชนิดสามารถอยู่ได้ในสภาพน้ำขัง เช่น ปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จะเจริญได้ดีในน้ำหรือที่ชื้นและมีน้ำขังไม่สามารถเจริญเติบโตและเกิดประโยชน์ได้ในที่แห้งแล้ง แต่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซาเจริญเติบโตได้ดี และไม่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ในสภาพที่มีน้ำขัง แต่ต้องการความชื้นที่เหมาะสมสำหรับให้พืชอาศัยเจริญเติบโต เพื่อเป็นที่อาศัยของแบคทีเรียสกุลไรโซเบียม หรือรากกลุ่มไมโครไรซาดังนั้นก่อนจะใช้ปุ๋ยชีวภาพจึงต้องคำนึงถึงปริมาณความชื้นที่เหมาะสมในดินที่จะทำการปลูกพืชด้วย

6. **สารเคมีทางการเกษตร** การใช้ปุ๋ยชีวภาพในการผลิตพืช ควรมีข้อควรระวังเกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรบางชนิด เช่น สารป้องกันกำจัดวัชพืช สารกำจัดโรคพืช เพราะสารบางชนิดจะมีผลยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพ เช่น ยากำจัดโรครากเน่าโคนเน่าบางชนิด อาจมีแบคทีเรียหรือราเป็นเชื้อสาเหตุ ซึ่งสารป้องกันและกำจัดแบคทีเรียบางชนิดอาจจะมีผลยับยั้งและทำลายแบคทีเรียสกุลไรโซเบียมที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม หรือสารกำจัดเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าบางชนิด อาจจะมีผลยับยั้งหรือทำลายเชื้อรากกลุ่มไมโครไรซา ที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซา

7. ปริมาณธาตุอาหารพืชบางชนิดในดิน

ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงหรือมีอินทรีย์วัตถุสูง มักจะมีปริมาณธาตุอาหารบางชนิดสูงอยู่แล้วด้วย เช่น ไนโตรเจน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยชีวภาพบางชนิด จะไม่เห็นผลการใช้ที่เด่นชัด เช่น การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการปลูกถั่วในดินที่เปิดใหม่ ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์สูงและมีระดับอินทรีย์วัตถุ ในดินสูง รากถั่วจะเกิดปมน้อยและมีศักยภาพในการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพจากอากาศมาให้อาหารได้ต่ำ ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก ๆ เช่น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ในการปลูกถั่วก็ช่วยเพิ่มให้ถั่วมีการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตได้สูงมาก บางพื้นที่มากถึงกว่าเท่าตัว เช่น ถั่วเหลืองที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและปุ๋ยเคมีไนโตรเจน จะให้ผลผลิตเพียง 100 - 150 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมผลผลิตถั่วเหลืองจะสูงขึ้นถึง 200 - 300 กิโลกรัมต่อไร่ การที่จะให้ถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชที่มีโปรตีนสูง และมีความต้องการไนโตรเจนสูงมากให้ผลผลิตได้สูงถึง 300 กิโลกรัมต่อไร่ นั้น ถั่วเหลืองจะต้องได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสูงถึงประมาณ 20 กิโลกรัม ดังนั้นถ้าจะใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เพื่อให้ได้ผลผลิตมากเท่านี้โดยไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคงไม่คุ้มทุน เพราะจะต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงในดินถึงประมาณ 40 กิโลกรัมต่อไร่หรือประมาณ 200 กิโลกรัมของปุ๋ยเคมีแอมโมเนียมซัลเฟตต่อไร่ จากผลการทดลองที่ได้ดำเนินการในแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทยมากกว่า 10 ปี โดยเฉลี่ยแล้วพบว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพ

ไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองได้ในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันมาก คือ ในเขตที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างสูงในภาคเหนือและภาคกลางสามารถเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองได้เพียง 11 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ในเขตที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองได้ถึง 122 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพตามที่กล่าวมานั้นจะช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรในการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก

ดังนั้นสิ่งสำคัญที่ควรถือปฏิบัติในการใช้ปุ๋ยชีวภาพตามที่กล่าวมาแล้ว ผู้ใช้จะต้องปฏิบัติตามฉลาก หรือเอกสารคำแนะนำการใช้ที่มาพร้อมกับภาชนะใส่ปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดอย่างเคร่งครัดเนื่องจากปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกันไป ข้อบ่งชี้ของปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ผลิตควรให้รายละเอียดกับผู้ใช้ประกอบด้วย

- 1) ชื่อการค้าและมีคำว่า ปุ๋ยชีวภาพ
- 2) ชื่อวิทยาศาสตร์ระดับสกุลของจุลินทรีย์สำคัญที่ใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพ
- 3) ปริมาณจุลินทรีย์รับรองที่มีชีวิตที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อหน่วย
- 4) วัสดุรองรับของปุ๋ยชีวภาพ
- 5) วิธีการเก็บรักษา
- 6) ประโยชน์และวิธีการใช้
- 7) วันเดือนปี ที่ผลิตและหมดอายุ
- 8) ชื่อและสถานที่ ผู้ผลิตและจำหน่าย
- 9) น้ำหนักสุทธิหรือขนาดบรรจุ



แนวทางการใช้ปุยชีวภาพในอนาคต

ในสถานะที่มีแนวโน้มว่าต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีจะเพิ่มสูงขึ้น และเพื่อให้เกิดระบบการผลิตพืชที่ยั่งยืนและปลอดภัยภายในประเทศ รวมทั้งเป็นการสนับสนุนนโยบายการเป็นครัวของโลกของรัฐบาล การผสมผสานการใช้ปุยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตพืชอย่างเหมาะสมในอนาคตนั้นมีความสำคัญมาก เพราะนอกจากปุยชีวภาพจะเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารที่สำคัญกับพืชที่มีประสิทธิภาพสูงแล้ว ปุยชีวภาพบางชนิดยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ด้วยทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีบางชนิดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อให้การใช้ปุ๋ยในอนาคตเป็นไปในแนวทางที่ถูกต้อง ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายควรทำความเข้าใจรายละเอียดของปุยชีวภาพให้ชัดเจน จนสามารถจัดจำแนกประเภท กลุ่ม หรือชนิดปุยชีวภาพได้ รู้ประโยชน์และวิธีการนำไปใช้ที่ถูกต้อง เพื่อจะได้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับการผลิตพืชแต่ละชนิด จะช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตพืช ทำให้เกษตรกรมีกำไรเพิ่มมากขึ้น เสริมสร้างศักยภาพในการแข่งขันให้กับเกษตรกรไทย เพื่อเป็นครัวของโลกอย่างยั่งยืน



ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรสามารถวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุยชีวภาพเพื่อใช้เป็นปุ๋ยในการผลิตพืช 4 ประเภท คือ ปุยชีวภาพไรโซเบียม ปุยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 ปุยชีวภาพไมโคไรซ่า และปุยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟต ผู้ที่สนใจสามารถติดต่อได้ที่ กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน ดิโกไรโซเบียม กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรฯ 0-2579-0065 0-2579-7522-3 โทรสาร 0-2561-4763



ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ

- ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม
- ปุ๋ยชีวภาพฟิสิกซ์อาร์ 1
- ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา
- ปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต



กรมวิชาการเกษตร



ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมหรือโนดูล์ตรึงกันดินในชื่อผลิตภัณฑ์เชื้อไรโซเบียม มีส่วนประกอบที่สำคัญเป็นแบคทีเรียสกุลไรโซเบียม (*Rhizobium*) ที่เมื่ออาศัยอยู่ในดินจะมีความสามารถพิเศษในการเข้าสร้างปมที่รากพืชตระกูลถั่ว และสร้างกิจกรรมการตรึงไนโตรเจน โดยจะเจริญอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) กับพืชตระกูลถั่ว นั่นคือต่างฝ่ายต่างก็ได้รับประโยชน์จากการอยู่ร่วมกัน โดยพืชตระกูลถั่วให้แหล่งคาร์บอนหรือแหล่งพลังงานแก่ไรโซเบียม ส่วนไรโซเบียมให้สารประกอบอินทรีย์ในโตรเจนแก่พืชตระกูลถั่ว ตัวแห่งที่สิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดอยู่ร่วมกัน คือในปมถั่ว (nodules) ที่รากของพืชตระกูลถั่วนั่นเอง ปมถั่วจึงเปรียบเสมือนโรงงานผลิตปุ๋ยไนโตรเจนแบบชีวภาพ และไรโซเบียมจะเข้าสู่รากถั่วเฉพาะกับพืชถั่วที่มีความเหมาะสมกับมันเท่านั้น

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วปมถั่วที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงจะมีขนาดใหญ่ อยู่บริเวณโคนรากแก้ว และรากแขนง สีภายในปมมีสีแดงถึงสีแดงเข้ม แต่ปมที่มีประสิทธิภาพต่ำมักจะมีขนาดเล็กและกระจายอยู่ตามรากฝอย สีภายในปมขาวซีดหรือเขียวอ่อน หลักเกณฑ์อื่นนี้จะใช้ได้เฉพาะกับถั่วชนิดเดียวกันเท่านั้น เพราะว่าถั่วบางชนิดให้ปมขนาดเล็กมากแต่ก็เป็นปมที่มีประสิทธิภาพสูง และถั่วบางชนิดก็เกิดปมกระจายอยู่ตามรากแขนงด้วย



ลักษณะของปมถั่วเหลือง
ที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูง

ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

เนื่องจากไรโซเบียมเป็นจุลินทรีย์ดินจึงสามารถมีชีวิตอยู่ในดินได้ แต่ปริมาณในดินอาจจะ มีมากน้อยแตกต่างกันไปแล้วแต่สภาพของดินและชนิดของไรโซเบียม บางแห่งอาจจะมีไรโซเบียม ชนิดหนึ่งมากแต่อาจไม่มีอีกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ไรโซเบียมที่มีอยู่อาจจะเหมาะสมหรือไม่เหมาะสม กับถั่วพันธุ์ที่นำไปปลูกก็ได้ ปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์สามารถผลิตไรโซเบียมที่เหมาะสมกับถั่วชนิด ต่าง ๆ หรือพันธุ์ต่าง ๆ ได้ และเกษตรกรสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในโตรเจนในรูปแบบผลิตภัณฑ์ “ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม” ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้ดำเนินการวิจัยพัฒนาการผลิตปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม โดยผลิตจำหน่ายให้เกษตรกรได้ใช้มากกว่า 30 ปีแล้ว และมีผลิตภัณฑ์ทั้งชนิดผง และชนิดเหลว ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมแต่ละชนิด จะใช้กับพืชต่างชนิดกัน ตัวอย่าง เช่น

ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเหลือง 1 ถัง สามารถใช้ปลูกเมล็ดถั่วเหลืองได้ 10 - 15 กก./ไร่

ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วลิสง 1 ถัง สามารถใช้ปลูกเมล็ดถั่วลิสง (กะเทาะเปลือก แล้ว) ได้ 12 - 15 กก./ไร่

ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเขียว 1 ถัง สามารถใช้ปลูกเมล็ดถั่วเขียว 3 - 5 กก./ไร่ เป็นต้น

ส่วนปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดอื่น ๆ 1 ถัง ก็สามารถใช้ได้เพียงพอกับเมล็ด ถั่วน้ำหนักที่ใช้ในเนื้อที่ปลูก 1 ไร่ เช่นกัน

ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมอื่น ๆ ที่ผลิตโดยกรมวิชาการเกษตร เช่น ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา ถั่วพุ่ม ถั่วแดงหลวง ถั่วเหลืองฝักสด ถั่วแขก ถั่วเนยโตซึมา ถั่วเซอราดิ ถั่วเพอราเรีย ฯลฯ ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับพืชถั่วไม้ยืนต้นและโตเร็ว เช่น กระถินณรงค์ กระถินเทพา ฯลฯ ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับพืชถั่วที่ใช้ทำพืชปุ๋ยสด เช่น ปอเทือง โสนอัฟริกัน ฯลฯ



ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตโดยกรมวิชาการเกษตร



ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดผง (ดินฟ้า)

ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดเหลว

ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมจะให้ได้ผลดีมากกับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินร่วนปนทราย และในพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกพืชหัวมาก่อน เพราะลักษณะดังกล่าวจะไม่มีแบคทีเรียสกุลไรโซเบียมอยู่ในดินหรือมีอยู่น้อย และ/หรือไม่มีประสิทธิภาพในการเข้าสร้างปมและตรึงไนโตรเจน โดยในลักษณะดินดังกล่าว เมื่อใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมจะทำให้ผลผลิตพืชหัวเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 122% ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืชหัวที่ปลูก สภาพพื้นดิน และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงและ/หรือใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน จะมีผลทำให้กิจกรรมการสร้างปมหัวและประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนลดลง

เปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและ
ไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม



การเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเมื่อมีการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

ชนิดพืช	ฤดูปลูกและสถานที่	ผลผลิตเพิ่มขึ้น	กำไรสุทธิเพิ่มขึ้น (บาท/ไร่)
ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5	ฤดูฝน 2534 (16 แปลง)	49.4%	646
ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-1	ฤดูฝน 2534 จ.อุบลราชธานี	34.0%	595
ถั่วฝักยาวไร่ค้างพันธุ์ มข.25	ฤดูแล้ง 2536 จ.อุดรธานี	25.6%	4,940
ถั่วลิสงพันธุ์ฝักใหญ่ เชียงใหม่ 3	ฤดูแล้ง 2536 จ.เชียงราย	52.2%	4,104

ที่มา : จิระศักดิ์ (2543).

การตรึงไนโตรเจนโดยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

ชนิดพืช	ชนิดปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม	ค่าเฉลี่ยการตรึงไนโตรเจน (กก.N/ไร่/ปี)	การทดแทนปุ๋ยเคมีตรึงไนโตรเจน (กก.)	
			ยูเรีย (46% N)	แอมโมเนียมซัลเฟต (21% N)
ถั่วเหลือง	ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเหลือง	18.25	39.7	86.9
ถั่วเขียว	ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเขียว	32.4	70.4	154.3
ถั่วพุ่ม	ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วพุ่ม	34.0	74	161.9

อายุของปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

แบคทีเรียสกุลไรโซเบียมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการตรึงไนโตรเจนในดิน การตายและมีอายุที่จำกัด ปกติแล้วไรโซเบียมจะไม่ทนต่ออุณหภูมิที่สูงเกิน 40 องศาเซลเซียส แต่จะสามารถอยู่ได้ในอุณหภูมิต่ำกว่าหรือต่ำกว่ามาก ๆ ได้เป็นอย่างดี ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่มีคุณภาพดีจะสามารถรักษาระดับมาตรฐานไว้ได้นานถึง 6 เดือน ในอุณหภูมิระหว่าง 20 - 30 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเก็บไว้ในอุณหภูมิตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส จะอยู่ได้นานกว่านี้ซึ่งอาจจะอยู่ได้ถึง 1 ปี ดังนั้นอายุของปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมจึงมักขึ้นอยู่กับสภาพของอุณหภูมิที่เก็บด้วย

การเก็บรักษาปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

เนื่องจากประเทศไทย มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงโดยเฉพาะในฤดูร้อน ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในการเก็บรักษาปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมก่อนนำไปใช้ ให้ดี วิธีการทั่วไปที่สามารถกระทำได้อคือ

1. เก็บไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส ห้ามเก็บในช่องเย็นจัด (Freeze) เด็ดขาด เพราะแบคทีเรียไรโซเบียมจะตายหมด

2. เก็บไว้ในที่เย็น ๆ เช่น ในห้องน้ำ ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี หรือเก็บไว้ในหม้อดินฝังไว้ใต้ต้นไม้

3. เก็บไว้ในที่ร่มทั่ว ๆ ไป (ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมจะคงมีประสิทธิภาพได้ประมาณ 4 เดือน) ห้ามวางถุงปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมตากแดดเป็นอันขาด เพราะเชื้อผงสีน้ำตาลจะดูดความร้อนอย่างรวดเร็ว สามารถทำให้แบคทีเรียไรโซเบียมตายเกือบหมดภายใน 1 ชั่วโมง ถึงแม้ว่าจะนำกลับไปที่เย็นหรือตู้เย็นก็อาจจะไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ ทั้งสิ้น

4. การรักษาคุณภาพของปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เนื่องจากไรโซเบียมเป็นแบคทีเรียที่มีชีวิตที่ต้องการทั้งความชื้น ออกซิเจน และความร้อนสูงไม่ได้ ดังนั้นในการขนส่งปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมจากแหล่งผลิตจนถึงแหล่งจำหน่ายและเกษตรกรผู้ใช้ จึงต้องระวังไม่ให้กระทบความร้อนหรือแสงแดดโดยตรง จะทำให้แบคทีเรียไรโซเบียมลดปริมาณลงและเสื่อมคุณภาพได้ วิธีที่ง่าย ๆ สำหรับเกษตรกร คือใส่ถุงปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในภาชนะที่มีผ้าชุบน้ำเปียกชื้นหุ้มไว้ จะป้องกันความร้อนหรือแสงแดดได้อย่างดี

วิธีการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

การที่พืชจะได้รับประโยชน์จากปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมได้สูงสุดจะต้องทำให้แบคทีเรียไรโซเบียมในถุงปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ใส่ลงไปเข้าสู่รากเพื่อสร้างปมได้มากที่สุด และการที่จะทำให้ประสบผลสำเร็จดังกล่าวก็ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้ที่ถูกต้อง

1. วิธีการคลุกปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมกับเมล็ด (Seed Inoculation)

วิธีการนี้สามารถทำได้โดยสะดวกและนิยมกันทั่วไป โดยการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในรูปเชื้อผง (peat powder) มีวิธีการคลุกเมล็ดง่าย ๆ ดังนี้

1.1 นำเมล็ดถั่วที่ต้องการปลูกใส่ลงในภาชนะ

1.2 ใส่สารเหนียวที่ช่วยให้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมติดเมล็ดลงไปในเมล็ดในอัตราที่กำหนดให้ แล้วคนเบา ๆ ให้เมล็ดเปียกทั่วกันหมด แต่ถ้าไม่ทราบว่ามีปริมาณที่ใส่ลงไปถูกต้องหรือไม่ ก็ให้ค่อย ๆ ใส่ลงไป จนกระทั่งเมล็ดเปียกทั่วกันหมด โดยสารเหนียวช่วยติดเมล็ดเหลืออยู่ที่ก้นภาชนะ ถ้ามีแสดงว่าใส่มากเกินไปก็เติมเมล็ดลงไปอีกหรือรินทิ้ง

1.3 ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมลงไปในอัตราที่กำหนดให้พอเหมาะกับเมล็ด

1.4 คลุกเคล้าเบา ๆ จนกระทั่งเมล็ดทุกเมล็ดมีผงปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมติดอย่างสม่ำเสมอ ห้ามบดขยี้เมล็ดเป็นอันขาด เพราะจะทำให้เมล็ดแตก ทำให้เสียเปอร์เซ็นต์ความงอก

1.5 เมล็ดที่คลุกปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมแล้วควรนำไปปลูก แล้วกลบดินทันทีเพื่อป้องกันความชื้น และระหว่างรอการปลูกควรเก็บเมล็ดที่คลุกปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมแล้วไว้ในที่ร่มหรือหาวัสดุที่รักษาความชื้นได้ปกปิด เช่น นำผ้า

ชุบน้ำปิดไว้ และปลูกในขณะที่ดินยังมีความชื้นอยู่

2. วิธีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมลงดิน

(Soil Inoculation)

วิธีนี้เป็นการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมลงสู่ดินโดยตรง แต่ยึดถือหลักการเดียวกันที่ว่าต้องให้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมอยู่ใกล้กับเมล็ดที่สุด ฉะนั้นวิธีการคือใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมลงไปในหลุมปลูกก่อนแล้วหยอดเมล็ดตามลงไป หรือหยอดเมล็ดก่อนแล้วจึงใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมตามลงไปก็ได้ วิธีใส่ลงดินทำได้สองลักษณะคือ (1) ใส่ในรูปของแข็ง และ (2) ใส่ในรูปของเหลว

แสดงวิธีการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดผง (ดินพืท)



เตรียมวัสดุ



ใส่สารเหนียวและคลุกเคล้า

2.1 ใส่ในรูปของแข็ง

ในประเทศไทยใช้ในรูปแบบปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมผงใส่ลงไปในดินโดยตรง แต่อาจจะสิ้นเปลืองมากและไม่สะดวก การผสมปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมผงกับวัสดุอื่น ๆ เช่น แกลบ หรือดิน หรือทราย สามารถจะทำให้เกษตรกรปฏิบัติได้สะดวก เพราะการผสมจะทำให้ได้ปริมาณมากขึ้นและจะทำให้ได้ปริมาณมากเท่าใดก็ได้เพื่อให้สามารถปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมนั้นได้พอเหมาะกับเนื้อที่ปลูก และหลังจากผสมแล้วควรทำให้มีความชื้นที่พอเหมาะด้วย คือประมาณ 35 - 40% ของความชื้นในการอุ้มน้ำ



ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม



คลุกเมล็ดถั่วกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมพร้อมปลูก

2.2 ใส่ในรูปของเหลว

วิธีนี้เหมาะที่จะใช้กับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดเหลว แบบที่เรียไรโซเบียมบริสุทธิ์ที่เลี้ยงบนอาหารวุ้นหรือแช่แข็งและในรูปเชื้อผง เช่น ดินพีทวิธีใช้ก็ง่ายเพียงเอาปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวมาละลายกับน้ำ ผสมปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้กระจายในน้ำ น้ำที่ใช้จะใช้น้ำใด ๆ ก็ได้ที่สามารถรดน้ำต้นไม้ได้ เช่น น้ำบ่อ น้ำคลอง เป็นต้น การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมปริมาณที่มากกว่ากำหนดไม่มีความเสียหายใด ๆ แต่ทำให้สิ้นเปลืองเท่านั้น

3. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดเหลว (Liquid Rhizobial Inoculant)

ปัจจุบันกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ได้มีการวิจัยและพัฒนาแบบของการผลิตปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม โดยเน้นด้านคุณภาพของวัสดุพาหะที่มีคุณภาพ แนนอน วัสดุหาง่าย ราคาไม่แพง และเมื่อผลิตแล้วมีปริมาณแบคทีเรียไรโซเบียมไม่น้อยกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ และมีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนและการติดปม จึงได้มีการผลิตปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดเหลวขึ้นมาโดยผ่านระบบทำให้ปราศจากเชื้อปนเปื้อน จึงทำให้สามารถเก็บไว้ได้นานมากกว่าปกติ ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเหลวผลิตและบรรจุในขวดที่มีขนาด 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะใช้ได้เพียงพอสำหรับใช้คลุกเมล็ดถั่วปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ชนิดผงที่ใช้ดินพีทเป็นวัสดุพาหะ ที่ขวดบรรจุจะมีฉลากบอกสัญลักษณ์ของแบคทีเรียไรโซเบียม และวิธีการใช้เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ชนิดผง

4. ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตและ

วิธีการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดเหลว



เขย่าขวดปุ๋ยชีวภาพก่อนใส่ให้กับเมล็ดถั่ว



คลุกเคล้าให้ติดกับเมล็ด



เมล็ดถั่วเขียวที่คลุกปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมชนิดเหลวพร้อมปลูก

ควบคุมคุณภาพที่มีมาตรฐานในระดับนานาชาติ เช่นที่ โรงงานผลิตของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งทำการผลิตจำหน่ายมานานกว่า 30 ปีแล้ว สามารถซื้อได้จากสำนักงานเกษตรจังหวัด สำนักงานเกษตรอำเภอต่าง ๆ ที่มีแหล่งปลูกพืชถั่ว และสามารถซื้อได้จากศูนย์วิจัยต่าง ๆ ของกรมวิชาการเกษตร (เฉพาะช่วงฤดูปลูก และบางศูนย์วิจัยเท่านั้น) อย่างไรก็ตาม สามารถสั่งซื้อโดยตรงจาก กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา (ดีกรีไรโซเบียม) สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ภายในเกษตรกลาง เขตจตุจักร กรุงเทพฯ. 10900 โทร. 0-2579-0065, 0-2579-7522-3 โทรสาร 0-2561-4763 ในราคาถุงละ 20 บาท (สำหรับเนื้อที่ปลูก 1 ไร่) นอกจากนี้ยังมีการจำหน่ายโดยภาคเอกชนหลายบริษัท และมีจำหน่ายตามร้านขายปุ๋ยเคมีตามจังหวัดต่าง ๆ แต่ควรระมัดระวังให้มากขึ้น เนื่องจากการเก็บรักษาอาจไม่ถูกต้องปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตนั้นอาจเสื่อมหรือหมดอายุแล้ว และอาจมีการเปลี่ยนแปลงกำหนดหมดอายุใหม่โดยการรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของร้านค้าที่ไม่ซื้อสัตย์ได้



ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1

สำหรับข้าวโพดและข้าวฟ่าง



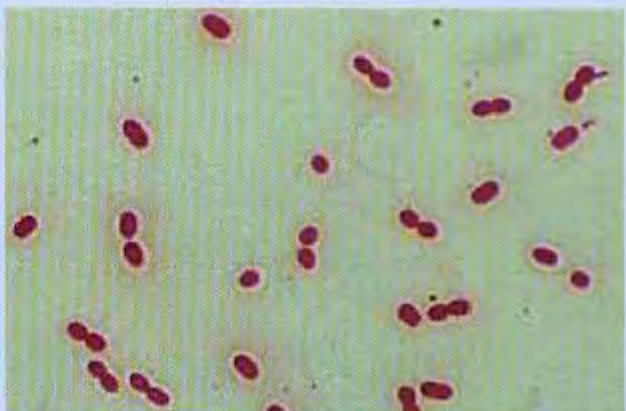
ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ เป็นปุ๋ยชีวภาพสำหรับข้าวโพด ข้าวฟ่าง เป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่วิจัยและพัฒนาโดยกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ หมายถึง ปุ๋ยที่ประกอบด้วยแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในบริเวณรากพืช ที่สามารถช่วยสร้างธาตุอาหารหรือช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิด ภาษาอังกฤษเรียกว่า Plant Growth Promoting Rhizobacteria หรือ PGPR มีแบคทีเรียจำนวนหลายชนิดที่ชอบอาศัยอยู่ในบริเวณรากหรือภายในดินพืชแล้วมีกลไกในการสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช สามารถใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพได้ ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 เป็นปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ชนิดแรกที่ได้มีการทดลองแนะนำให้เกษตรกรใช้สำหรับการปลูก ข้าวโพด และข้าวฟ่างในประเทศไทย ประกอบด้วยแบคทีเรียที่แยกได้จากบริเวณรากพืช 3 สกุล คือ อะซิโตแบคเตอร์ (*Azotobacter*) ไบเจอริงเคีย (*Beijerinckia*) และอะซิโสปิริลลัม (*Azospirillum*) โดยมีจำนวนเซลล์ทั้งหมดรวมกันต่อกรัมน้ำหนักสดอย่างน้อย 100 ล้าน CFU หรือเซลล์ต่อกรัมสดของวัสดุพาหะ

(ก)



(ข) ขยาย 100 เท่า



ลักษณะโคโลนี (ก) และลักษณะเซลล์ (ข) ของแบคทีเรียสกุลอะซิโตแบคเตอร์

ประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่ใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพพื้พือาร์ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติบางประการของแบคทีเรียที่ผลิตปุ๋ยชีวภาพพื้พือาร์ 1

ชนิดและสายพันธุ์แบคทีเรีย	อัตราการตรึงไนโตรเจน ¹ (นาโนโมล/1000 ล้านเซลล์/ชั่วโมง)	การผลิตฮอโมน ไอ เอ เอ ² (มิลลิกรัมต่อลิตร)	การละลายฟอสเฟต ³ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
<i>Azospirillum</i> sp. TS13	65	69	28
<i>Azotobacter</i> sp. TA2	330	5	107
<i>Beijerinckia</i> sp. TB5	6,300	8	65

1 วัดโดยวิธีอะเซทิลรีดักชัน (Acetylene Reduction Assay)

2 วัดโดยวิธี Colorimetric method

3 วัดโดยวิธี Bray II

คุณสมบัติของแบคทีเรียที่เป็นองค์ประกอบ
ในปุ๋ยชีวภาพพื้พือาร์ 1

1. แบคทีเรียสกุลอะซิโตแบคเตอร์ (*Azotobacter*) อะซิโตแบคเตอร์ เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะโคโลนีมีเมือกมาก รูปร่างของเซลล์เป็นแบบกลมรี อยู่กันเป็นคู่ ๆ หรือกลุ่มก้อน รูปร่างสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพแวดล้อมและอายุเซลล์ เซลล์อายุน้อยๆ จะย้อมติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ แต่เซลล์สามารถสร้างผนังเซลล์หนาเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมจึงช่วยให้สามารถอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้สามารถให้แหล่งคาร์บอนในรูปของน้ำตาลหรือกรดอินทรีย์ของชนิด

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญของอะซิโตแบคเตอร์

1) ปฏิกริยาของดิน สภาพความเป็นกรด - ด่างของดินที่อะซิโตแบคเตอร์ เจริญได้อยู่ระหว่าง 4.9 - 9.0 แต่การตรึงไนโตรเจนที่มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้นได้ในสภาพดินที่เป็นกลาง คือ pH 5.5 - 7.2 สภาพที่เป็นกรดจัดจะยับยั้งการเจริญและการตรึงไนโตรเจนของอะซิโตแบคเตอร์

2) ปริมาณออกซิเจน อะซิโตแบคเตอร์เป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการหายใจ แม้ว่าออกซิเจนจะเป็นปัจจัยสำคัญในการยับยั้งกิจกรรมการตรึงไนโตรเจน แต่อะซิโตแบคเตอร์ก็ได้พัฒนาการกระบวนกรหายใจที่ป้องกันไม่ให้ออกซิเจนทำลายกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนได้นอกจากนี้ยังมีการสร้างเมือกออกมาล้อมรอบเซลล์เพื่อช่วยลดปริมาณออกซิเจนที่จะผ่านเข้าไปรบกวนกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของเอนไซม์ไนโตรจีเนส จึงทำให้ออกซิเจนเหมาะสมกับกระบวนการตรึงไนโตรเจนของอะซิโตแบคเตอร์

3) สารประกอบไนโตรเจน อะซิโตแบคเตอร์สามารถใช้ไนโตรเจนได้ทั้งรูปแบบแอมโมเนียมและสารประกอบไนโตรเจน ในสภาพแวดล้อมที่มีสารประกอบไนโตรเจนมาก กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนจะมีอัตราต่ำ สารประกอบไนโตรเจนทั้งรูปไนเตรต แอมโมเนียมและยูเรีย มีผลกระทบต่อกิจกรรมของเอนไซม์ไนโตรจีเนส ในการปลูกพืชในช่วงแรก เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนปริมาณของอะซิโตแบคเตอร์จะเพิ่มมากขึ้น และเมื่อสารประกอบไนโตรเจนในดินลดลง กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของอะซิโต

แบคทีเรียก็จะเพิ่มสูงขึ้น

4) อินทรีย์วัตถุ การเพิ่มอินทรีย์วัตถุเป็นการเพิ่มแหล่งคาร์บอนในดิน จึงทำให้ อะซิโตแบคทีเรียใช้เป็นแหล่งพลังงานในการตรึงไนโตรเจนได้มากขึ้น

5) อินทรีย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุในดิน เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก และ โมลิบดีนัม จำเป็นต่อกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของ อะซิโตแบคทีเรีย โดยเฉพาะเหล็กและโมลิบดีนัม ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ไนโตรจีเนส

6) ความชื้น ความชื้นที่เหมาะสมกับ อะซิโตแบคทีเรียคือ 60 - 70% ของความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเพราะทำให้อะซิโตแบคทีเรียสามารถใช้อินทรีย์คาร์บอนได้เพิ่มมากขึ้น

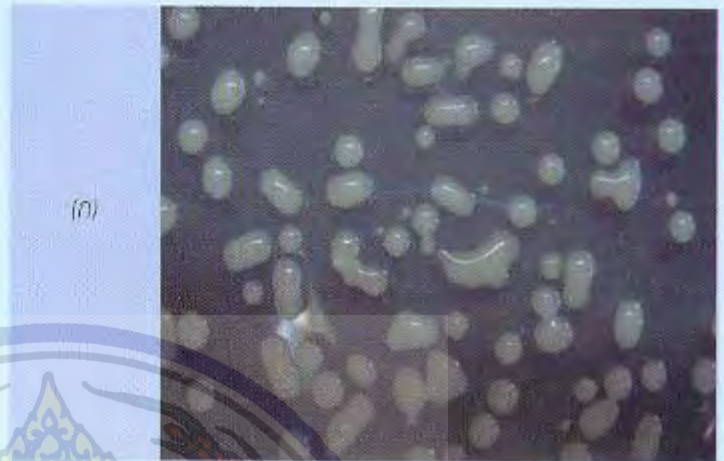
2. แบคทีเรียสกุลไบเจอริงเคีย (*Beijerinckia*) ไบเจอริงเคียเป็นแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจน ที่มีรูปร่างกลมหรือกลมรี หรือแท่งสั้น ๆ เซลล์อยู่เป็นเซลล์เดี่ยว ๆ หรือคู่ เซลล์ย้อมสีติดแกรมลบ เมื่อเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่ปราศจากไนโตรเจน เชื้อจะสร้างเมือกเมือกของไบเจอริงเคีย เหนียวและยืดหยุ่นได้ ทำให้ยากที่จะแยกได้ ทุกสายพันธุ์เจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี glucose, fructose และ sucrose เป็นแหล่งอาหารและพลังงาน แต่ไม่สามารถเจริญในอาหารที่มี peptone เป็นแหล่งคาร์บอน

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับไบเจอริงเคีย

1) ปฏิภานของดิน เมื่อไบเจอริงเคียเจริญในอาหารจะทำให้อาหารเป็นกรดเนื่องจากเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ และกรดอะซิติกจากขบวนการหายใจ สามารถเจริญได้ในสภาพเป็นกรด pH 3 - 10 แต่สามารถตรึงไนโตรเจนได้สูงที่ pH 4.5

2) ปริมาณออกซิเจน ไบเจอริงเคียต้องการออกซิเจน ในการเจริญเติบโตแต่กิจกรรม

ลักษณะโคโลนี (ก) และลักษณะเซลล์ (ข)
ของแบคทีเรียสกุลไบเจอริงเคีย



(ข)
ขยาย
100 เท่า

การตรึงไนโตรเจนสูง ในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำกว่าบรรยากาศ

3) อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 20 - 30 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิสูงประมาณ 37 องศาเซลเซียส ไบเจอริงเคียจะไม่สามารถทนได้

3. แบคทีเรียสกุลอะโซสไปริลลัม (*Azospirillum*) อะโซสไปริลลัมเป็นแบคทีเรียที่พบอาศัยอยู่บริเวณรอบราก และภายในรากพืช โดยเฉพาะพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย ข้าวสาลี และหญ้าชนิดต่างๆ พบในเขตร้อนมากกว่าในเขตอบอุ่น ปัจจัยสำคัญต่อประชากรของ

อะซิไปริลัมบริเวณรอบ ๆ รากพืช คือ ออกซิเจน ความชื้น ความเป็นกรด-ด่างของดิน อินทรีย์สาร อุณหภูมิ และจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ อะซิไปริลัมสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ปราศจากไนโตรเจนถึงเหลวที่มีกรดมาลิก (Malic acid) เป็นแหล่งคาร์บอน



ลักษณะโคโลนี (ก) และลักษณะเซดล์ (ข) ของแบคทีเรียสกุลอะซิไปริลัม



(ก)

(ข)

ขยาย 400 เท่า



(ข)

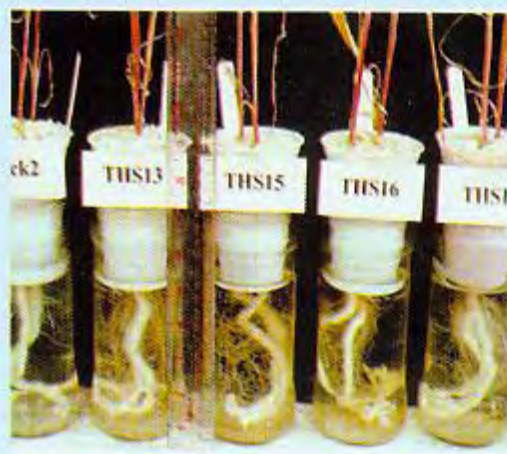
ขยาย 100 เท่า



ความสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 กับข้าวโพดและข้าวฟ่าง

แบคทีเรียที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 ทั้ง 3 สกุล คือ อะซิโตแบคเตอร์ ไบเจอริงเคีย โดยทั่วไปเจริญอยู่ในดิน และบริเวณรอบ ๆ รากพืช ส่วนอะซิไปริลัมนอกจากจะอาศัยอยู่ในดินและบริเวณรอบ ๆ รากแล้ว ยังสามารถเข้าไปอาศัยในส่วนของรากพืชชั้นนอกได้ โดยรากพืชจะขับสารอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นเมือกเหนียว ๆ ออกมารอบ ๆ ราก ทำให้อะซิโตแบคเตอร์ ไบเจอริงเคีย และอะซิไปริลัม สามารถใช้เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโต และใช้เป็นพลังงาน

ภาพแสดงรากขนอ่อนของข้าวโพดที่ถูกกระตุ้นให้เพิ่มขึ้น (ก) และปริมาณรากข้าวฟ่างที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อใส่แบคทีเรียสกุลอะซิไปริลัม (ข)



(ข)

ในการตรึงไนโตรเจน นอกจากนี้โดยทั่วไปในสารอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นเมือกเหนียวจะมีกรดอะมิโนทริปโตเฟน (tryptophan) เป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 25 - 100 มิลลิกรัม อะซิโตนไริลลัมจะให้ทริปโตเฟนเป็นสารตั้งต้นในการผลิต โอ เอ เอ (indole acetic acid) ซึ่งเป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากในธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรากแขนงและรากขนอ่อน เมื่อข้าวโพดและข้าวฟ่างมีรากมากขึ้น สมรรถนะในการดูดธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้กับพืชก็จะเพิ่มขึ้น จึงช่วยให้พืชดังกล่าวได้รับธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตมากขึ้น

1. การใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 คลุกเมล็ดช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพด 21 เปอร์เซ็นต์ และข้าวฟ่าง 26 เปอร์เซ็นต์ จากการไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1

2. ใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 คลุกกับปุ๋ยหมัก และใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่

ช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวโพด 29 เปอร์เซ็นต์ และข้าวฟ่าง 33 เปอร์เซ็นต์ จากการไม่ใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1

3. ใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน 10 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ 108 เปอร์เซ็นต์ และข้าวฟ่างได้ 64 เปอร์เซ็นต์ จากการไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1

4. ใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน 10 กิโลกรัม และปุ๋ยหมัก 300 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพด 126 เปอร์เซ็นต์ และข้าวฟ่าง 82 เปอร์เซ็นต์ จากการไม่ใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1

5. การใช้ร่วมกับปุ๋ยในโตรเจน 10 กิโลกรัม และปุ๋ยหมัก 300 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพด 78 เปอร์เซ็นต์ และข้าวฟ่าง 56 เปอร์เซ็นต์ จากการไม่ใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1

ผลการทดสอบการใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 กับข้าวโพดและข้าวฟ่าง

วิธีการใช้ปุ๋ย	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (กก./ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	รายได้เพิ่ม (บาท/ไร่)
ไม่ใส่ปุ๋ย	156	0	858	0
ใส่ปุ๋ยหมัก	201	45	1106	248
คลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1	188	32	1034	176
ใช้ปุ๋ยหมักที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1	236	80	1298	440
ใส่ปุ๋ยเคมีในโตรเจน	290	134	1595	737
ใส่ปุ๋ยเคมีในโตรเจนและปุ๋ยหมัก	308	152	1694	836
ใส่ปุ๋ยเคมีในโตรเจนและคลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1	325	169	1788	930
ใส่ปุ๋ยเคมีในโตรเจนร่วมและปุ๋ยหมักที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1	363	197	1942	1084

ที่มา : บรรพต และคณะ 2545

ราคาข้าวโพดเฉลี่ยกิโลกรัมละ 5.5 บาท

ค่าเฉลี่ยผลผลิตและรายได้เมื่อใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ร่วมกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีในโตรเจนในการปลูกข้าวข้าวฟ่าง

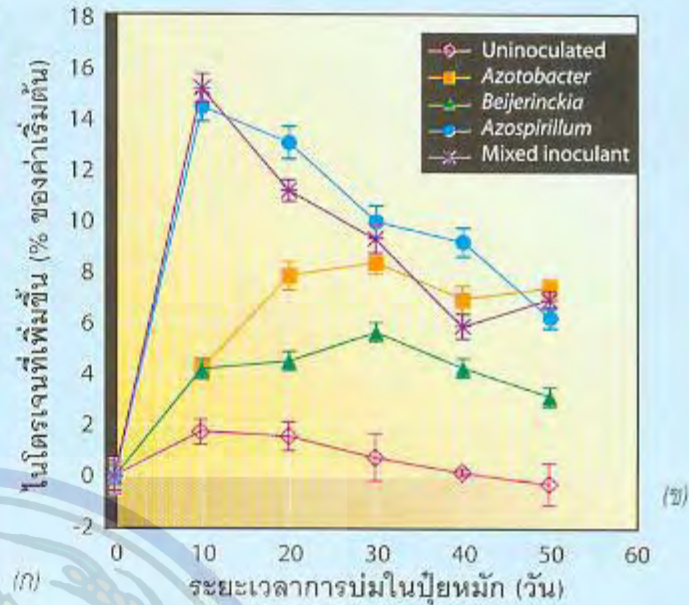
วิธีการใช้ปุ๋ย	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (กก./ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	รายได้เพิ่ม (บาท/ไร่)
ไม่ใส่ปุ๋ย	224	0	1232	0
ใช้ปุ๋ยหมัก	249	25	1370	138
คลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1	282	58	1551	319
ใช้ปุ๋ยหมักที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1	299	75	1645	413
ใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจน	361	137	1986	754
ใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนและปุ๋ยหมัก	347	123	1909	677
ใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนและคลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1	368	144	2024	792
ใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนและปุ๋ยหมักที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1	408	184	2244	1012

ที่มา : บรรพัญ และคณะ 2545

ราคาข้าวฟ่างเฉลี่ยปีโลกรัณณะ 5.5 บาท



การทดสอบเจริญเติบโตและผลผลิตของ ข้าวโพด (ก) และข้าวฟ่าง (ข) เมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ในสภาพแปลงทดลอง



การใส่ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 กับปุ๋ยหมัก (ก) และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในปุ๋ยหมักที่เพิ่มขึ้น (ข)

วิธีการใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1

1. ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 จำนวน 1 ถุง (500 กรัม) ละลายน้ำ 20 ลิตร ราดบนกองปุ๋ยหมักประมาณ 500 กิโลกรัม คลุกเคล้าจนเข้ากันดี ปรับความชื้นในกองปุ๋ยหมักประมาณ 50 - 60 เปอร์เซ็นต์ หมักไว้ 1-2 สัปดาห์ ใช้รองก้นหลุมข้าวโพด หรือ ข้าวฟ่างก่อนปลูก อัตรา 250 - 500 กิโลกรัมต่อไร่

2. การคลุมเมล็ด ใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 500 กรัมต่อเมล็ดข้าวโพด หรือ ข้าวฟ่าง จำนวน 2 - 3 กิโลกรัม โดยควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 250 - 500 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินร่วนปนทราย ซึ่งดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดและข้าวฟ่าง ควรใช้ปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 ร่วมกับปุ๋ยหมักติดต่อกันอย่างน้อย 3 ฤดูปลูก และควรงดเว้นการเผาเศษพืช หรือตอซัง หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพราะการเผาเศษพืชจะทำให้วัสดุอินทรีย์ อินทรีย์วัตถุในดิน และแบคทีเรียที่ได้จากปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 ที่ตกค้างอยู่ในดินถูกทำลายมีผลให้วงจรธาตุอาหารพืชที่สำคัญบางชนิดขาดความสมดุล



การคลุมเมล็ดข้าวโพดด้วยปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 ก่อนปลูก

การเก็บรักษา

ควรเก็บปุ๋ยชีวภาพฟิซีฟิอาร์ 1 ไว้ที่อุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส หรือในช่องเก็บผักของตู้เย็น จะทำให้แบคทีเรียที่เป็นองค์ประกอบอยู่รอดในวัสดุพาหะได้นานประมาณ 2 เดือน

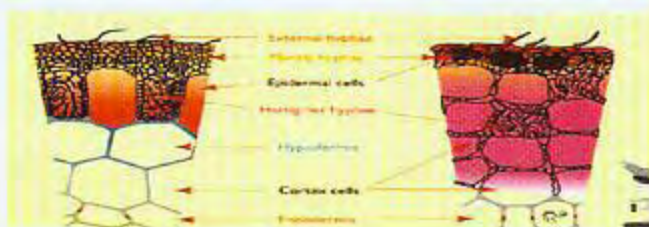
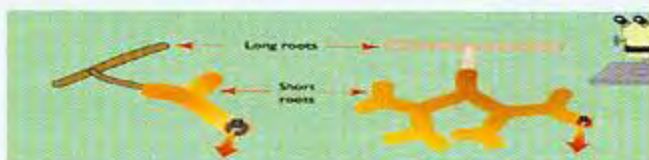
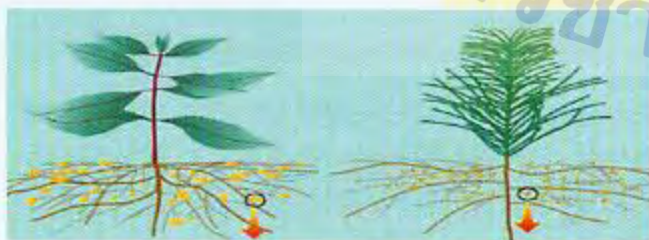
ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา



ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา คือ ปุ๋ยที่ประกอบไปด้วยเชื้อราไมโคไรซาที่มีชีวิต ที่สามารถดูดซึมธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืช ไมโคไรซา เป็นเชื้อราในดินกลุ่มหนึ่ง ซึ่งอาศัยอยู่ในบริเวณรากพืชและเจริญเข้าไปภายในรากโดยไม่ทำอันตรายต่อพืชที่อาศัยอยู่ พืชและไมโคไรซาต่างได้รับประโยชน์ร่วมกันจากการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เซลล์ของรากพืชและไมโคไรซาสามารถถ่ายทอดอาหารให้กันและกันได้ ไมโคไรซาจะช่วยดูดธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตให้กับพืช โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส ขณะเดียวกันพืชจะสร้างแป้งและน้ำตาลจากการสังเคราะห์แสงให้กับไมโคไรซาเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต

ไมโคไรซาที่ใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายทางการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งให้เป็นปุ๋ยชีวภาพ คือ เอ็คโตไมโคไรซา (Ectomycorrhiza) ซึ่งมักใช้ในไม้ผลบางชนิด ไม้ป่า ไม้โตเร็ว และ วิ-เอ หรือ เอ-เอ็ม ไมโคไรซา (VA/AM Mycorrhiza) ใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพในการปลูกพืชเศรษฐกิจทั่ว ๆ ไป เช่น ไม้ผล ยางพารา ผักบางชนิด เป็นต้น เอ็คโตไมโคไรซาเป็นไมโคไรซาที่มีเส้นใยเจริญเติบโตอยู่ระหว่างเซลล์

ของรากพืช รวมถึงรอบ ๆ ผิวรากพืชบางชนิด เอ็คโตไมโคไรซาสามารถเจริญเป็นดอกเห็ด ซึ่งบางชนิดรับประทานได้ วิ-เอ หรือ เอ-เอ็ม ไมโคไรซา เป็นเชื้อราไมโคไรซาที่มีเส้นใยเจริญเติบโตเข้าไปอยู่ภายในเซลล์และระหว่างเซลล์ของรากพืช ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อขย่มสีรากพืชดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบลักษณะที่เรียกว่า เวลลิเคิล และอามัสคูล ถ้าพบทั้งสองลักษณะนี้จะเรียกย่อ ๆ ว่า วิ-เอ ไมโคไรซา ถ้าพบเฉพาะอามัสคูลจะเรียกว่า เอ-เอ็มไมโคไรซา



(ก)

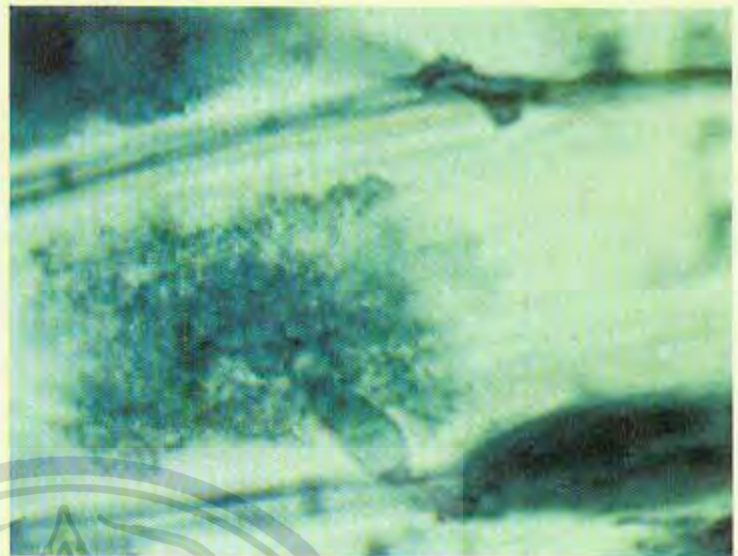
(ข)

การเข้าไปอยู่อาศัยในรากพืชของปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา (ก) ชนิดวิ-เอ หรือเอ-เอ็มไมโคไรซา (ข) ชนิด เอ็คโตไมโคไรซา



Glomus etunicatum

ลักษณะเวสต์เซลล์ภายในรากพืช



ลักษณะอาร์บัสคูลภายในรากพืช

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้ ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา

1. ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวรากพืชในการดูดน้ำและธาตุอาหาร การใช้ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาจะช่วยให้รากพืชมีการแตกแขนงเพิ่มมากขึ้น และเส้นใยของไมโคไรซาจะเจริญออกจากรากพืชสู่ดิน ทำให้รากสัมผัสกับผิวดินได้เป็นบริเวณกว้างขึ้นเพิ่มบริเวณดูดซึมธาตุอาหารและน้ำของรากพืช ดังนั้นพืชที่มีไมโคไรซาอาศัยอยู่จะช่วยให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารต่าง ๆ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี และทองแดง เพิ่มขึ้น และยังช่วยให้พืชทนต่อความแห้งแล้งได้อีกด้วย

2. ช่วยดูดธาตุอาหารที่ละลายตัวยากหรืออยู่ในรูปที่ถูกตรึงไว้ในดิน ธาตุอาหารบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุที่ละลายน้ำได้ดีในช่วงที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นกลาง ในดินที่เป็นกรดหรือด่างจัด ฟอสฟอรัสมักจะถูกตรึงโดยการรวมตัวกับเหล็ก อะลูมิเนียม แคลเซียม หรือแมกนีเซียม ทำให้ไม่

ละลายน้ำ ซึ่งไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ไมโคไรซามีบทบาทสำคัญในการดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสให้แก่พืชโดยผ่านทางผนังเซลล์ของเส้นใยไมโคไรซาสู่ผนังเซลล์ของรากพืช นอกจากนี้ไมโคไรซายังช่วยดูดพวกอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ที่ยังสลายตัวไม่หมดให้พืชนำไปใช้ได้ รวมทั้งช่วยดูดและสะสมธาตุอาหารต่าง ๆ ไว้ให้พืชโดยสะสมอยู่ในรากที่อาศัยอยู่



การเพิ่มพื้นที่ผิวรากและปริมาณรากเมื่อใช้ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา



3. ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิตของพืช และรายได้ของเกษตรกร จากการที่ไม่โคโรซ่าช่วยในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของพืช ส่งผลให้พืชมีการสังเคราะห์แสง การเคลื่อนย้ายลำเลียงธาตุอาหารไปยังส่วนต่างๆ ของพืช และกระบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) เป็นไปด้วยดี พืชจึงมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น สามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น อย่างกรณีผลการทดสอบการใช้ปุ๋ยชีวภาพไม่โคโรซ่ากับหน่อไม้ฝรั่ง เมื่อคำนวณรายได้จากการปลูกหน่อไม้ฝรั่ง พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไม่โคโรซ่า จะทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิมที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวถึง 61 เปอร์เซ็นต์

4. ช่วยให้พืชทนต่อโรครากเน่าหรือโคนเน่า ไมโคโรซ่าที่เจริญเข้าไปเจริญเติบโตอาศัยอยู่ในรากพืช แล้วจะช่วยให้พืชทนต่อโรครากเน่าโคนเน่า ซึ่งเป็นโรคพืชที่มีสาเหตุจากเชื้อราบางชนิด

5. สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีทางการเกษตรบางชนิดได้ ไมโคโรซ่ามีความทนทานต่อสารเคมีหลายชนิด ได้แก่ สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง เช่น endrin, chlordane, methyl parathion, methomyl carbosulfuron เป็นต้น สารกำจัดวัชพืช เช่น glyphosate, fluazifopbutyl เป็นต้น สารกำจัดโรคพืช เช่น captan, benomyl, maneb, triforine, mancozeb และ zineb เป็นต้น

น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยของสับปะรดต่อพื้นที่ 12 ตารางเมตร

ดำรับการทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัม)
ใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่โคโรซ่า	57.07 a
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ	50.65 abc
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำและปุ๋ยชีวภาพไม่โคโรซ่า	54.05 ab
ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำและปุ๋ยชีวภาพไม่โคโรซ่า	54.79 ab
ไม่ใส่ปุ๋ย	32.88 c

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปลูกหน่อไม้ฝรั่ง

	รายได้ต่อแปลง (บาทต่อ 37 วัน)	รายได้ต่อไร่ (บาทต่อ 37 วัน)
ใส่ปุ๋ยเคมี	191	11,318
ใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่โคโรซ่าและปุ๋ยเคมี	307	18,192
รายได้เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยชีวภาพไม่โคโรซ่า		6,847

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปลูกหน่อไม้ฝรั่ง

	มูลค่าผลผลิตเพิ่ม (บาทต่อไร่)
1. จากผลการทดลองเก็บผลผลิตเพียง 37 วัน	6,874
2. หากเก็บเกี่ยวผลผลิตจริงได้รวม 100 วันต่อปี	18,578
3. การปลูก 1 ครั้งสามารถเก็บผลผลิตได้ 2 ปี	37,156
4. หักค่าใช้จ่ายค่าปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา จำนวน 10.5 กก./ไร่ (120 บาท/กก.) เป็นเงิน 1,260 บาท (ใส่เพียงครั้งเดียวอยู่ได้ตลอดชีวิตของพืช)	- 1,260
5. สรุปรายได้เพิ่มสุทธิ	35,896



การเก็บรักษา

ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาเก็บรักษาได้ง่ายเพียงเก็บไว้ในที่ร่ม อุณหภูมิห้องปกติ ไมโคไรซาจะอยู่ได้นานในระยะเวลาตั้งแต่ 1 ปี จนถึง 5 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดของไมโคไรซา

ข้อควรระวังในการใช้ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซา

- ห้ามใช้ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซารักษาพืชที่เป็นโรครากเน่าโคนเน่าแล้ว แม้ว่าปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาจะมีข้อดีหลายประการดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ถ้าพืชเป็นโรครากเน่า โคนเน่าไปแล้ว การใช้ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาในการรักษาจะไม่ได้ผล แต่จะทำให้ผลดีเฉพาะก่อนพืชจะเป็นโรค หรือใช้เพื่อป้องกันไม่ให้พืชเป็นโรคเท่านั้น
- ห้ามใช้ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซาร่วมกับสารเคมีกำจัดโรคพืชพวก fosetyl, metalazyl และ metalaxyl mancozeb เนื่องจากสารเคมีเหล่านี้มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของไมโคไรซา



ลักษณะสปอร์ไมโคไรซาในดิน



ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซา

กรมวิชาการเกษตร

ชนิด วี-เอ หรือ เอ-เอ็ม ไมโครไรซา ขนาดบรรจุ 500 กรัม โดยมีจำนวนสปอร์ มากกว่า 25 สปอร์ต่อกรัม จำหน่ายราคาถุงละ 60 บาท สำหรับไม้ผลได้แก่ มะม่วง ขนุน มะละกอ ทุเรียน มังคุด ลำไย มะขามหวาน และไม้ยางพารา ส่วนหน่อไม้ฝรั่งจะมีจำหน่ายในปี 2549



คำแนะนำวิธีการใช้

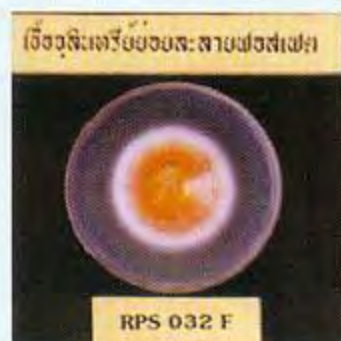
1. อัตราการใช้ปุ๋ยชีวภาพชนิดวีเอหรือเอ-เอ็มไมโครไรซา 10 กรัม หรือ 1 ช้อนโต๊ะ ต่อพืช 1 ต้น
2. ปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซาสามารถนำไปใช้ได้กับพืชทุกระยะ แต่ถ้าจะให้ได้ผลดีที่สุดควรใส่ในระยะต้นกล้า หรือรองก้นหลุมก่อนปลูก หลังการใช้ปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซาได้ 2 สัปดาห์ จึงใส่ปุ๋ยชนิดอื่นได้ตามความเหมาะสม
3. สำหรับการเพาะชำกิ่งก่อนนำไปปลูก ให้คลุกปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซากับดินที่ใช้เพาะชำ หลังจากกิ่งชำมีรากงอกแล้วอย่างน้อย 1 เดือน จึงย้ายปลูกลงในดินได้
4. ส่วนการปลูกพืชใหม่ในแปลงให้โรยปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซา รอบ ๆ บริเวณรากพืชแล้วกลบดิน
5. สำหรับพืชที่โตแล้วให้ขุดเป็นร่องบริเวณทรงพุ่ม หรือเกลี่ยเศษใบไม้ที่คลุมอยู่ออกจนพบรากฝอยแล้วโรยปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซาให้สัมผัสกับรากฝอยจนรอบทั้งต้น หลังจากนั้นกลบรากพืชด้วยดินดั้งเดิม โดยจะใส่ในปริมาณ 10 กรัมต่อต้น (1 ช้อนโต๊ะ) และสามารถใช้ร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นปุ๋ยชีวภาพได้หลายชนิด



ปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักของพืช มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตที่สำคัญ เพราะฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่พบอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์และโครโมโซม เป็นส่วนประกอบของ DNA และ RNA เป็นกุญแจสำคัญในขบวนการหายใจ สังเคราะห์แสง สังเคราะห์แป้ง โปรตีนและไขมัน ฉะนั้น ฟอสฟอรัสมีผลต่อการงอกของราก การออกดอก การสร้างหัวและการสุกของผล ดินส่วนมากมีฟอสฟอรัสทั้งรูปอินทรีย์และอนินทรีย์ ฟอสฟอรัสในรูปที่ละลายยาก/ไม่ละลายและเป็นฟอสฟอรัสที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ พืชจะใช้ประโยชน์ได้ก็ต่อเมื่อ ฟอสฟอรัสถูกปลดปล่อยออกมา

หลักการ “จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต” สามารถละลาย ไตรแคลเซียม อลูมินัม และเหล็กฟอสเฟต เช่นเดียวกับที่สามารถละลายหินฟอสเฟต และสามารถปลดปล่อยอินทรีย์ฟอสฟอรัส เป็นผลทำให้มีฟอสฟอรัสในดินอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช



เชื้อจุลินทรีย์ย่อยละลายฟอสเฟตที่คัดเลือกไว้

ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

กรมวิชาการเกษตร ได้ดำเนินงานวิจัย จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2538 โดยขั้นตอนในการวิจัยเป็นดังนี้ แยกหาจุลินทรีย์ จากแหล่งของเชื้อต่าง ๆ ทดสอบประสิทธิภาพ จุลินทรีย์ในการละลายหินฟอสเฟต สภาพห้องปฏิบัติการ ศึกษาการละลายฟอสเฟตทั้งรูป อินทรีย์และอนินทรีย์ ที่ตรึงอยู่ในดินชุดดินต่าง ๆ นำจุลินทรีย์ที่คัดเลือกไว้จากขั้นตอนมาทดสอบ ประสิทธิภาพกับพืช ในสภาพกระถาง ทดสอบ ประสิทธิภาพ จุลินทรีย์ และวิธีการใช้ในสภาพ แปลงทดลอง และในสภาพไร่เกษตรกร แล้ว ศึกษาทดลองผลิตจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตให้อยู่ ในรูปแบบ “หัวเชื้อจุลินทรีย์” เพื่อให้ได้จุลินทรีย์ สภาพมีชีวิตจำนวนมากและสะดวกต่อการนำไป ใช้ประโยชน์

ผลการดำเนินงานวิจัยคัดเลือกได้จุลินทรีย์ ละลายฟอสเฟตจำนวน 300 สายพันธุ์ ส่วนใหญ่ เป็นจุลินทรีย์ประเภท แบคทีเรียและรา โดยพบว่า เมื่อนำมาใช้กับพืช ราที่คัดเลือกไว้ มีประสิทธิภาพ ในการละลายหินฟอสเฟตมากกว่าแบคทีเรีย จึง ทดลองผลิตราจำนวน 3 สายพันธุ์ซึ่งอยู่ในจีนัส *Penicillium* ให้อยู่ในรูปหัวเชื้อ เพื่อส่งเสริมแนะนำ แก่เกษตรกรต่อไป



คุณสมบัติของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่ คัดเลือกไว้ ไม่ก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ สัตว์ พืช สามารถมีชีวิตอยู่รอดและเพิ่มจำนวนได้ในดินชุด ดินต่าง ๆ และมีกิจกรรมการละลายฟอสเฟต ที่ ตรึงอยู่ในดิน ทั้งรูปอนินทรีย์และอินทรีย์ฟอสฟอรัส ปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ออกมาเพิ่มขึ้น เมื่อใช้ร่วมกับหินฟอสเฟตในการปลูกพืชไร่ สามารถ เพิ่มการเจริญเติบโต และผลผลิตพืช ได้มากกว่าการ ใส่เฉพาะหินฟอสเฟต เพิ่มประสิทธิภาพการเป็นปุ๋ย ของหินฟอสเฟตให้เห็นอย่างเด่นชัด ในดินที่มี ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ



(ซ้าย) หินฟอสเฟตใส่เชื้อ

(ขวา) หินฟอสเฟตไม่ใส่เชื้อ



(ซ้าย) หินฟอสเฟตใส่เชื้อ

(ขวา) หินฟอสเฟตไม่ใส่เชื้อ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

ชนิดพืช	ชนิดจุลินทรีย์	ผลผลิต ใน micro-plot	เพิ่มขึ้น(%) ในแปลงทดลอง
ข้าวโพด	รา RPS 003 F	93.3	27.6
	รา RPS 032 F	97.3	29.8
	รา RPS 145 F	72.9	22.6
ถั่วเหลือง	รา RPS 003 F	92.9	28.3
	รา RPS 032 F	71.6	66.3
	รา RPS 145 F	66.3	24.6



การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต RPS 003 F ใน micro-plot



การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต RPS 032 F ใน micro-plot





การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต RPS 145 F ใน micro-plot



การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต กับข้าวโพดและถั่วเหลืองในแปลงเกษตรกร

การศึกษากับดินและพืชแสดงให้เห็นว่าการนำจุลินทรีย์มาใส่ประโยชน์ ละลายฟอสเฟตเพื่อปลดปล่อยฟอสเฟตที่ถูกตรึงเอาไว้ หรือฟอสเฟตในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ ออกมานั้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟต ซึ่งเป็นปุ๋ยเคมีที่ปลดปล่อยธาตุอาหารฟอสฟอรัสออกมาทีละน้อย นอกจากนั้นยังมีแนวคิดที่จะใช้จุลินทรีย์ไปละลายฟอสเฟตที่ตรึงอยู่ในดินออกมาฟอสเฟตในดินดังกล่าวมาจากปุ๋ยเคมีฟอสเฟตที่ใส่ลงดินให้กับพืช เมื่อทำการเพาะปลูก ปุ๋ยเคมีส่วนหนึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ อีกส่วนหนึ่งจะเหลือตกค้างอยู่ในดิน โดยดินตรึงยึดเอาไว้ ถ้าสามารถให้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ ตามแนวคิด

นี้ได้ การเพาะปลูกพืชต่อไป อาจจะไม่ต้องใส่ปุ๋ยฟอสเฟตให้พืชเลยก็ได้ (ในกรณีมีฟอสฟอรัสสำรองอยู่ในดินนั้นพอเพียงแล้ว) เพียงแต่เพาะเพิ่มประชากรจุลินทรีย์ ที่เฉพาะเจาะจงลงไปเท่านั้น ก็สามารถช่วยให้พืชเจริญเติบโตให้ผลผลิตโดยไม่ต้องมีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอีก

ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ “หัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต” ประกอบด้วย 1) รา *Penicillium spp.* สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพ ในการสร้างสารปลดปล่อยออกมาละลายหินฟอสเฟต 2) สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบเพื่อให้รา *Penicillium spp.* เปลี่ยนเป็นสารที่ละลายฟอสเฟต 3) หินฟอสเฟต

บรรณานุกรม

- ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2545 ปุ๋ยชีวภาพกับการจัดการดินและปุ๋ย เอกสารวิชาการปุ๋ยชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ หน้า 1-21.
- Vessey, K.J. 2003. **Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer.** Plant and Soil. 255, 574-580.
- จิระศักดิ์ อรุณศรี 2543. ไรโซเบียม : ทางเลือกลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต. กรุงเทพฯ 62 หน้า
- กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร 2545. เอกสารวิชาการปุ๋ยชีวภาพ 377 หน้า โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- บรรพตย แสงคำ 2545 จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนอิสระ เอกสารวิชาการปุ๋ยชีวภาพ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรุงเทพฯ หน้า 256-288
- บรรพตย แสงคำ ประไพ ทองระอา สมปอง หมิ่นแจ้ง ศิริลักษณ์ แก้วสุริยิต และจริยทนต์วินกุล. 2545. ผลการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยหมัก และจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด และข้าวฟ่าง. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2545 กองปฐพีวิทยา. กรมวิชาการเกษตร.
- Meunchang, S., Panichsakpatana, S., Weaver, R.W., 2004. **Inoculation of sugar mill by-products compost with N₂-fixing bacteria.** Plant and Soil. (In press).
- Meunchang, S., Panichsakpatana, S., Weaver, R.W., 2004. **Co-composting of filter cake and bagasse;by-products from a sugar-mill.** Bioresource Technology. 96: 437-442.
- Linderman, R.G. 1992. **Vesicular - arbuscular mycorrhizae and soil microbial interactions.** Pages 45-71. In : Mycorrhizae in Sustainable Agriculture. Ed.G.J. Bethlenfalvay and R.G. Linderman. **ASA Special Pub.** No.54, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Nopamombodi, O., P. Suwanalit, U. Sangwanit, L. Manoch, S. Thamsurakul, K. Pansombat and S. Charoensook. 1994. **Maintenance and Soil Fertility and Improvement of Crop Yield in Highland by Biofertilizer, Mycorrhizal Fungi.** DOA, Bangkok, Thailand. DSN 88B-1-14-152 : 131 PP.
- Thamsurakul, S., O. Nopamombodi, S. Charoensook and S. Roenrungroeng. 2000. **Increasing pineapple yield using VA mycorrhizal fungi.** Acta Horticulturae 529 : 199 - 202.
- สุภาพร ธรรมสุระกุล และ ประสพ วีระกรพานิช. 2546. ผลของเชื้อ วี-เอ ไมโคไรซาต่อการเจริญเติบโตของหน่อไม้ฝรั่ง. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2546. กรมวิชาการเกษตร.



กรมวิชาการเกษตร

เป็นหน่วยงานแรกที่ได้มีการวิจัยและพัฒนาป๊อชีวภาพมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520

ป๊อชีวภาพไรโซเบียม

เป็นผลิตภัณฑ์ป๊อชีวภาพชนิดแรกที่ได้มีการผลิตและจำหน่ายให้เกษตรกร



www.doa.go.th



ปุ๋ยชีวภาพ และผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ

เอกสารวิชาการลำดับที่ 7/2548

ISBN 974-436-435-1

กรมวิชาการเกษตร

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

