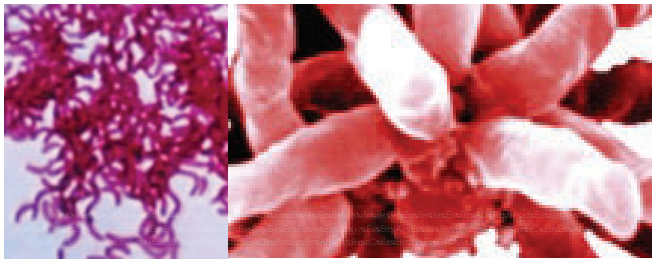
โดย : อาจารย์ ดร.กนกกร สินมา
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
fagrkks@ku.ac.th

โดย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญชัย คูเจริญไพศาล
สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
khwanchai@pnru.ac.th

ประโยชน์ทางการเกษตรของ จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง

เคยสังเกตกันไหมที่บ้านของเกษตรกรทั้งที่เป็นมืออาชีพและมือสมัครเล่น จะมีขวดน้ำดื่มตั้งกลางแดดภายในบรรจุของเหลวสีชมพูอมแดงเกือบทุกบ้านสิ่งนั้นคือการเลี้ยงแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (Photosynthetic bacteria) ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้สามารถสร้างอาหารได้เองจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน แต่มีกลไกและรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงที่ต่างไปจากพืช โดยทั่วไปแบคทีเรียสังเคราะห์แสงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ แบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วง (Purple photosynthetic bacteria) และแบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีเขียว (Green photosynthetic bacteria) โดยกลุ่มที่นิยมใช้ทางการเกษตร คือ แบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วง ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็นกลุ่มที่มีการสะสมกำมะถันและกลุ่มที่ไม่มีการสะสมกำมะถัน ในที่นี่จะกล่าวถึงกลุ่มที่ไม่สะสมกำมะถันซึ่งนิยมใช้ทางด้านการเกษตร

ภาพที่ 1 แบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีเขียว (ซ้าย) แบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วง (กลาง) ลักษณะเซลล์แบคทีเรียสังเคราะห์แสงสีม่วงภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ขวา)



แบคทีเรีย สังเคราะห์แสงสีม่วงกลุ่มไม่สะสมกำมะถัน (Purple non-sulphurbacteria, PNSB) หรือที่เราเรียกว่า “จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง” กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่งในการผลิตพืช จากความสามารถในการผลิตและสะสมสารประกอบที่สามารถส่งเสริมการเจริญของพืชได้เช่น การสะสมพอลิฟอสเฟต (polyphosphate) การผลิตสารสี (pigments) วิตามินและการผลิตสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช PNSB จัดจำแนกเป็น α และ β- proteobacteria เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลาย ด้านสัณฐานวิทยา มีกระบวนการเมทาบอลิซึมที่มีลักษณะเฉพาะสามารถเจริญในสภาพไร้อากาศโดยได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ (phototrophic) และใช้ CO_2 เป็นแหล่งคาร์บอนหรือหากมีออกซิเจนในสิ่งแวดล้อมก็จะใช้พลังงานจากโมเลกุลของสารเคมี และใช้คาร์บอนอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอน

http://oknation.nationtv.tv/blog/wut2013/2017/08/27/entry-1

บทบาทสาคัญของจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงในการผลิตพืช

1. การใช้งานในรูปของปุ๋ยแบ่งออกเป็น 2 แบบได้แก่การใช้ประโยชน์จากเซลล์ และการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมทางชีวภาพ การใช้ประโยชน์จากเซลล์ทั้งที่ตายแล้วและเซลล์ที่มีชีวิตความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารจะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงตายจะถูกย่อยสลาย จะเกิดการปลดปล่อยธาตุอาหาร N/P/K ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเซลล์ โดยปริมาณ N/P/K มีอยู่ปริมาณ 8.5/2.4/0.5% ของน้ำหนักแห้งเซลล์รูปแบบความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารจะเกิดการปลดปล่อยอย่างช้าๆ (slow-release pattern) ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินและกระตุ้นกิจกรรมทางชีวภาพในดิน ส่งผลให้เกิดความหลากหลายเชิงนิเวศและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

การใช้ประโยชน์จากกิจกรรมทางชีวภาพ จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงช่วยส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร เนื่องจากกิจกรรมทางชีวภาพเช่นการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพและการละลายฟอสฟอรัส

1) การตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศได้ จัดเป็นกลุ่มที่ตรึงไนโตรเจนอย่างอิสระ โดยเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนที่มีอยู่ในบรรยากาศ (N_2) ซึ่งเป็นรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ ให้อยู่ในรูปของ NH_3 หรือ NH_4^+ที่พืชนำไปใช้ได้ พบว่าการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงจะมีประสิทธิภาพดีในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนและการตรึงไนโตรเจน จะถูกยับยั้งเมื่อมีออกซิเจน แต่ในบางสกุล เช่น Rhodopseudomonas และ Rhodobacter สามารถทนต่อออกซิเจนและตรึงไนโตรเจนได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนในระดับต่ำ จึงสามารถนำจุลินทรีย์กลุ่มนี้ไปใช้ในนาข้าวที่มีสภาพขังน้ำได้ จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงพบได้ในหลายถิ่นอาศัยที่มีแสงส่องถึงรวมทั้งในนาข้าวและเป็นหนึ่งในกลุ่มจุลินทรีย์หลักที่พบในนาข้าวช่วยส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในนาข้าว นอกจากนี้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงยังช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเมื่อใช้ร่วมกันส่งผลให้พืชมีผลผลิตมากขึ้น ส่งเสริมการใช้ไนโตรเจนของพืช โดยทำให้ไนโตรเจนในรากข้าวเพิ่มขึ้น 50–65% การเคลือบเมล็ดข้าวด้วยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงส่งผลให้มีไนโตรเจนในฟางข้าวเพิ่มสูงขึ้น 9.2% ไนโตรเจนในเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น 7.1% เมื่อใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะช่วยลดต้นทุนและปริมาณปุ๋ยที่ต้องใช้ลงได้ 50%

2) การละลายฟอสเฟต พบว่าจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงสามารถละลายฟอสเฟตที่อยู่ในรูปสารอนินทรีย์ได้นอกนี้ยังสามารถเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเมื่อใช้ขี้เถ้าลอยเป็นส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ นอกจากเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสแล้วยังช่วยละลาย Ca^{2+} Mg^{2+} และ Zn^{2+} โดยไม่มีการปลดปล่อยโลหะหนักที่เป็นพิษออกมา

2. ช่วยให้พืชทนต่อสภาวะเครียดเป็นผลมาจากสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มฮอร์โมนพืช (phytohormones)ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงซึ่งจะมีผลต่อการเจริญและการพัฒนาส่วนต่างๆ เช่น ดอก ใบ ราก ลำต้น และสารสี สารประกอบสำคัญที่จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงผลิตคือ indole-3-acetic acid (IAA) และ 5-aminolevulinic acid (ALA) โดยบทบาทของสารประกอบทั้ง 2 ชนิดมีดังนี้

1) Indole-3-acetic acid หรืออีกชื่อหนึ่งคือ“IAA”จัดเป็นฮอร์โมนพืชในกลุ่มออกซินซึ่งจำเป็นต่อการพัฒนาของพืชเช่น การแบ่งเซลล์ การยืดขยาย กระตุ้นเซลล์ราก และการใช้ธาตุอาหารของพืช โดยการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดและการเกิดรากส่งเสริมการสะสมน้ำตาลปรับปรุงกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการตอบสนองของพืชต่อสภาวะเครียด เช่น ช่วยให้พืชมีการปรับตัวจากความเครียดที่เกิดจากความเค็ม ส่งเสริมให้รากและยอดเจริญภายใต้ความเค็มและความเครียดจากโลหะหนักได้ จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงมีกลไกในการสังเคราะห์ IAA ในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำและมีแสง จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงในนาข้าวจะปลดปล่อย IAA ออกมาในปริมาณ0.65–3.6 mg/L และจะผลิตได้มากขึ้นเมื่อมีการเติมสารตั้งต้นของการผลิต IAA คือกรดอะมิโน tryptophan

2) 5-aminolevulinic acid หรือ “ALA” มีบทบาทเป็น plant growth regulator ช่วยส่งเสริมการเจริญของพืช ปรับปรุงการนำธาตุอาหารไปใช้ รวมทั้งการสังเคราะห์น้ำตาลและโปรตีน และยังเป็นสารตั้งต้นของวิตามินบี 12 แอนตี้ออกซิแดนท์ เอนไซม์และสารเมทาบอไลต์อื่นๆรวมทั้งคลอโรฟิลล์ จึงช่วยส่งเสริมกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ALA สามารถใช้ทางการเกษตรเป็นสารประกอบที่ช่วยกระตุ้นให้พืชทนต่อความเค็ม ความแห้งแล้ง และอุณหภูมิ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผลต่อโครงสร้างเซลล์พืชทำให้รากพืชได้รับความเสียหายน้อยแม้จะอยู่ในสภาวะเครียด ALA มีส่วนส่งเสริมการสร้างสารพลังงานสูงในรูป ATP และ NADPH ซึ่งเป็นโคแฟคเตอร์ที่จำเป็นในการตรึง CO_2 การสังเคราะห์ ALA ของจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงเกิดขึ้นผ่าน ALA synthase pathway โดยมีglycine และ succinate เป็นสารตั้งต้น

กลไกตอบสนองต่อความเครียด

ความเค็ม เมื่อพืชเจริญในสิ่งแวดล้อมที่มีความเค็มจะมีการสะสมReactive oxygen species (ROS) เกิดขึ้นในส่วนยอดของพืชรวมไปถึง superoxide radical anion (O_2^-), hydrogen peroxide (H_2O_2) และ hydroxyl radical (.OH) อนุมูลเหล่านี้จะมีการสะสมเพิ่มมากขึ้นในสภาวะเครียดอันเนื่องมาจากความเค็ม การกำจัดพิษของ ROS เกิดขึ้นผ่านกิจกรรมของ anti-oxidative enzymes เช่น ascorbate peroxidase, catalase, glutathione reductase และ superoxide dismutase แต่กิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้จะลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นโดยปกติพืชจะผลิต anti-oxidative enzymes ออกมามากเพื่อให้ทนต่อความเป็นพิษของ ROS ได้ หากพืชไม่สามารถผลิต anti-oxidative enzymes ได้เพียงพอ ก็จำเป็นต้องหาจากแหล่งอื่นๆ หรือเพิ่มการสังเคราะห์ขึ้น โดย ALA มีบทบาทเป็น antioxidant promotors ซึ่งเป็นกลไกป้องกันความเสียหายจาก ROS

โลหะหนักจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงสามารถ ลดความเครียดของพืชอันเกิดโลหะหนักผ่านหลายกระบวนการ ได้แก่ การสะสมโลหะหนักภายในเซลล์ การดูดซับด้วย exo-polysaccharide ภายนอกเซลล์ การเชื่อมยึดกับsiderophores และการเปลี่ยนแปลงค่ารีดอกซ์ให้อยู่ในรูปสารประกอบที่มีความเป็นพิษน้อยลง

โรคพืชการผลิต IAA, ALA และ siderophores ของจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง สามารถเหนี่ยวนำระบบ systemic resistance ต่อไวรัสได้โดยใช้การฉีดพ่นทางใบจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งโรคพืชจากไวรัสนอกจากนี้ยังสามารถควบคุมโรครากเน่าได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

Sakarika, M., Spanoghe, J., Sui, Y.,Wambacq, E.,Grunert, O.,Haesaert, G., Spiller, M.and Siegfried E. V. . 2019. Microbial Biotechnology.13: 1336-1365.

แบคทีเรียสังเคราะห์แสง. สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. สืบค้นจาก:http://thaifarmer.lib.ku.ac.th/question/5c3c0cda4dc0454c34f245fe#answer1

ประพันธุ์ แก่นจำปา และ บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล. 2560.จุลินทรียืสังเคราะห์แสง. วารสาร มข.แก้จน ปีที่2 ฉบับที่ 4. หน้า 15-18.

วิธีการผลิตจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง

1. บรรจุน้ำใส่ขวดน้ำดื่มขนาด 1,500 มิลลิลิตร เหลือพื้นที่ไว้สัก 4-5 นิ้ว จากปากขวด
2. ตอกไข่ใส่ภาชนะตีไข่ขาวและไข่แดงให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่ผงชูรสในอัตราส่วนไข่ 1 ฟอง:ผงชูรส 1 ช้อนชา ไข่ไก่และผงชูรสเป็นแหล่งโปรตีนและกรดอะมิโนซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการผลิต IAA และ ALA
3. บดเปลือกไข่ให้ละเอียดแล้วใส่ลงในไข่ที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว
4. ตักไข่ที่ผสมแล้วใส่ลงในขวดน้ำที่เตรียมไว้ในขวดละ 1 ช้อนโต๊ะ เขย่าส่วนผสมให้เข้ากับน้ำ แล้วเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงหรือน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียลงไปขวดละ 100 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดให้แน่น
5. นำขวดไปวางตั้งไว้ในที่ที่มีแสงแดดส่องทั้งวัน เขย่าขวดบ้าง หากมีแก๊สในขวดมากให้เปิดฝาระบายออกได้ รอจนกว่าจะเป็นสีแดงเข้มทั้งขวดจึงจะนำไปใช้ได้

การนำไปใช้ด้านเกษตร

นาข้าว: ใช้ 1 ลิตร ต่อ ไร่ สาดให้ทั่วไร่

สวน : ใช้ 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดลงดินขณะเตรียมปลูก หรือฉีดทางลำต้นและรากทุกๆ 7-10 วัน

แปลงผักและดอกไม้ : ใช้ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นลำต้นและรากทุกๆ 5-7 วัน

นอกเหนือจากบทบาทด้านการเกษตรแล้ว จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงยังมีบทบาทด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้ในการบำบัดน้ำเสียช่วยลดการปลดปล่อยมีเทนในนาข้าวโดยการแข่งขันการใช้สารอาหารกับจุลินทรีย์ที่ผลิตมีเทน (methanogens) ช่วยส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอน ด้านปศุสัตว์ใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมสำหรับสัตว์เนื่องจากมีโปรตีนกรดอะมิโนและวิตามินหลายชนิด การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงด้วยตนเองของเกษตรกรเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชและช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ที่มีต้นทุนต่ำ ทำได้ง่าย เก็บรักษาได้นาน ไม่ต้องกังวลเรื่องการปนเปื้อนเนื่องจากสภาวะการเลี้ยงเชื้อนั้นมีลักษณะเฉพาะเจาะจงซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง

อภิรมย์

Service info C 0 0 2