

การใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ควบคุมโรคเหี่ยวเน่าแดงในอ้อย^{1/}
Controlling Red Rot-Wilt Disease on Sugarcane by Antagonistic
Microorganism^{1/}

ผู้ทำสัมมนา

นางสาวธิดารัตน์ ไชยะโคตร^{2/}

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุพัตรา คำเรียง^{3/}

บทคัดย่อ

โรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อย (Red rot wilt of sugarcane) เกิดจากเชื้อรา *Collectotrichum falcatum* และเชื้อ *Fusarium moniliforme* เป็นเชื้อก่อโรคที่สร้างความเสียหายให้อ้อยเป็นอย่างมาก ความรุนแรงของอ้อยที่ติดโรคเหี่ยวเน่าแดงสามารถเกิดความเสียหายได้ 30-100 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ปริมาณน้ำตาลในอ้อยลดลงหรือเสียหายจนขนส่งเข้าโรงงานไม่ได้ และปริมาณผลผลิตต่อไร่ลดลง จึงต้องมีการควบคุมโรคด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งการประยุกต์ใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการควบคุมโรคเหี่ยวเน่าแดงในอ้อย และพบว่าการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์สามารถควบคุมเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อยได้ผลดีเทียบเคียงกับสารเคมี Carbendazim ซึ่งพบว่าแบคทีเรียกลุ่ม *B. xiamenensis* สายพันธุ์ PM14 สามารถลดการติดเชื้อ *C. falcatum* ในต้นอ้อยได้ และช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของอ้อย ไม่ว่าจะเป็นหรือไม่มีการติดเชื้อรา อีกทั้งยังสามารถแก้ไขผลเสียของการติดเชื้อรา โดยการเพิ่มคลอโรฟิลล์ A, คลอโรฟิลล์ B และแคโรทีนอยด์ สูงถึง 11%, 20% และ 14.5% และช่วยให้ปริมาณโปรตีนของต้นอ้อยเพิ่มขึ้นในต้นที่มีเชื้อแบคทีเรียและต้นที่เป็นโรค ดังนั้นการใช้ *B. xiamenensis* อาจเพิ่มการผลิตโปรตีนในพืช และกระตุ้นให้อ้อยเกิดการต้านทานต่อเชื้อสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคเหี่ยวเน่าแดงในอ้อยได้

คำสำคัญ: จุลินทรีย์ปฏิปักษ์; โรคเหี่ยวเน่าแดง; อ้อย

^{1/}เอกสารประกอบรายวิชา 12001 480 สัมมนา

^{2/}นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

^{3/}อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างมากในการส่งออกเป็นสินค้าหลักของประเทศ นอกจากนี้อ้อยยังเป็นพืชอุตสาหกรรมที่สามารถนำไปผลิตไฟฟ้า ไม่อัด กระดาษ เอทานอล สุราและผลิตภัณฑ์อาหาร ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 11,022,348 ไร่ ในปีการผลิต 2564/65 ผลิตอ้อยได้ประมาณ 135.89 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าจากการจำหน่ายน้ำตาลทรายไม่น้อยกว่า 200,000 ล้านบาท (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2565) ซึ่งปัญหาเรื่องโรค เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณผลผลิตของอ้อยลดลง และโรคอ้อยที่สำคัญ คือ โรคเหี่ยวเน่าแดง ที่เกิดจากเชื้อรา *Collectotrichum falcatum* ที่สามารถเข้าทำลายอ้อยทาง รอยแผล และทางรอยเปิดธรรมชาติของอ้อย และเชื้อ *Fusarium moniliforme* ซึ่งเป็นเชื้อที่อาศัย อยู่ในดิน และเข้าทำลายอ้อยทางรากและโคนต้นของอ้อย ทำให้อ้อยยืนต้นตาย ทั้งนี้ยังพบว่าอ้อยบาง พันธุ์เป็นโรคเหี่ยวเน่าแดง 30 เปอร์เซ็นต์ และพบอาการเส้นใบแดง 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้าแสดงอาการ เพียงเส้นใบแดงจะไม่ส่งผลเสียหายมากนัก แต่ทำให้อ้อยแห้งเหี่ยวเร็วกว่าปกติ ส่วนใหญ่จะพบบนใบ แก่ที่อยู่ด้านล่างมากกว่าบนใบอ่อน ถ้าเกิดขึ้นกับลำต้นจะทำให้ผลผลิตต่อไร่ลดลง ปริมาณน้ำตาลใน อ้อยลดลงหรือเสียหายจนขนส่งเข้าโรงงานไม่ได้ อ้อยต่อไปต่อไปไม่สมบูรณ์ (ธนาคร และคณะ, 2526)

สำหรับการจัดการโรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อยนั้นสามารถปฏิบัติได้หลายวิธี เช่น ใช้ท่อนพันธุ์ที่ ต้านทานโรค และการใช้สารเคมีกำจัดโรคพืช แต่ถ้าใช้ไม่ถูกวิธีจะส่งผลต่อการปนเปื้อนใน สภาพแวดล้อมได้ และอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้คือเกษตรกร การใช้วิธีควบคุมโดยชีววิธี โดยการใช้ จุลินทรีย์ควบคุมโรคพืชเป็นวิธีการที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ลดต้นทุน และมีประสิทธิภาพในการ จัดการ นอกจากการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชแล้วยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตสร้าง ความแข็งแรงและเพิ่มผลผลิตของพืชได้

ดังนั้นในการทำสัมมนาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออภิปรายการใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เพื่อ ควบคุมโรคเหี่ยวเน่าแดงในอ้อย

โรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อย

โรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อย (Red rot wilt of sugarcane) เป็นโรคระบาดรุนแรง ในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง เช่น ในเขตชลประทาน หรือพื้นที่นา โรคเหี่ยวเน่าแดงเกิดจากเชื้อรา 2 ชนิด คือ เชื้อ *Fusarium moniliforme* อยู่ในดิน สามารถเข้าทำลายอ้อยได้ทางรากและโคนต้น และเชื้อ *Colletotrichum falcatum* สามารถเข้าทำลายอ้อยได้ตามรอยแผลที่เกิดจากหนอนหรือแผลแตกของลำ หรือทางรอยเปิดธรรมชาติ ซึ่งความรุนแรงของอ้อยที่ติดโรคเหี่ยวเน่าแดง คือ เกิดความเสียหายได้ 30-100 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งโรคนี้ยังมีผลทำให้ค่าความหวานของอ้อยที่ยังรอดชีวิตอยู่ลดลง (ณัฐฤต และคณะ, 2544)

การเข้าทำลาย

เชื้อสาเหตุของโรคสามารถเข้าทำลายอ้อยได้ทุกส่วน ตั้งแต่ท่อนพันธุ์ ทำให้ท่อนพันธุ์เน่าไม่งอก ส่วนที่สำคัญและเสียหายมากที่สุดคือ การเข้าทำลายที่ลำต้น โดยบริเวณปล้องที่เชื้อเข้าทำลาย จะเกิดเป็นสีม่วงที่ภายนอกต่อมาจะมีอาการใบเหลืองและแห้งตาย เมื่อผ่าดูตามความยาวของลำจะเห็นอาการภายในเนื้ออ้อยมีสีแดง ในพันธุ์ที่อ่อนแอจะมีจุดแต้มสีขาวเป็นจ้ำคั้นในรอยแผลในลักษณะตั้งฉากกับความยาวลำอ้อย และส่งกลิ่นเหม็นเปรี้ยว

สำหรับอาการบนใบ จะเริ่มต้นเป็นจุดยาวบนเส้นกลางใบด้านบนของใบ จุดนี้อาจมีสีน้ำตาลแดงเข้มแล้วเปลี่ยนเป็นสีฟางที่มีขอบสีม่วง และมีจุดดำเล็กๆ ในบางครั้งเชื้ออาจเข้าทำลายใบอ้อย ทำให้เกิดจุดแดงเล็กๆ บนเนื้อใบแต่อาการนี้เกิดขึ้นน้อยมาก อีกอาการคือ อาการเป็นรอยปื้นแดงบนกาบใบ อาการเส้นกลางใบแดงจะไม่ทำให้อ้อยเสียหายมาก (ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, 2561)



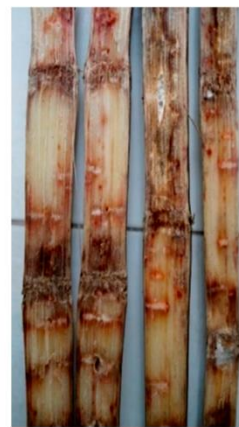
(a) Tiller red rot



(b) Lamina red rot



(c) Midrib red rot



(d) Stem red rot

ที่มา : Hossain et al. (2020)

ภาพที่ 1 ลักษณะอาการของโรคเน่าแดงบนส่วนต่างๆ ของต้นและระยะของอ้อยในไร่ (a) อาการเน่าแดงในระยะแตกกอ; (b) รอยปื้นแดงบนกาบใบ; (c) เส้นกลางใบแดง; และ (d) ลำต้นเน่าแดงในระยะหลังของอ้อยในแปลง

การป้องกันกำจัด

สารเคมี

การใช้สารเคมีเป็นวิธีการที่สะดวกและมีประสิทธิภาพสูง สารเคมีหลายชนิดที่สามารถควบคุมโรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อยได้คือ benomyl tiabendazole thiophanate – methyl และ propiconazole ใช้ในการแช่ท่อนพันธุ์อ้อยก่อนนำไปปลูก (กรมวิชาการเกษตร, มปป) และการใช้สารกำจัดเชื้อราโรคพืชเช่น Carbendazim อาจเป็นนำไปสู่การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้ และการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมเชื้อสาเหตุของโรคพืช จะส่งผลให้เกิดการสะสมของสารตกค้างที่เป็นอันตรายในดิน ส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์ นอกจากนี้ เชื้อโรดยังสามารถปรับตัวให้ชินกับสภาพแวดล้อมและต้านทานต่อสารฆ่าเชื้อราเหล่านี้ได้ (Yu and Ming-Guo, 2008)

ชีวภาพ

ในบรรดาทางเลือกของวิธีการควบคุมโรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อย การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสำหรับนำไปควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช เพราะเป็นเชื้อโรคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม คุ่มค่า และยั่งยืน (Rahman *et al.*, 2018) การใช้ไรโซแบคทีเรีย (PGPR) และแอคติโนมัยซีต เป็นสารควบคุมทางชีวภาพถือเป็นแนวทางที่ยั่งยืนสำหรับการควบคุมโรคและลดการใช้สารเคมีในแปลง จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอ้อยสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช โดยการผลิตสาร metabolites ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตต่างๆ รวมทั้งลักษณะที่เป็นปฏิปักษ์ต่อ *Colletotrichum* ที่เป็นเชื้อก่อโรคทำให้เกิดโรคเน่าแดงรุนแรง (Backer *et al.*, 2018) มีรายงานพบแบคทีเรียหลายสกุล ได้แก่ *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Burkholderia*, *Ochrobactrum*, *Gluconacetobacter* และ *Bacillus* พบว่ามีความสัมพันธ์กับบริเวณรากของอ้อยและมีความสารถยับยั้ง *C. falcatum* นอกจากนี้ยังมีเชื้อแบคทีเรียที่เป็นปฏิปักษ์กับเชื้อราก่อโรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อยอีกหนึ่งชนิดคือ เชื้อแบคทีเรียแอคติโนมัยซีต สามารถสร้างสารปฏิชีวนะหรือเอนไซม์ต่างๆ ซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคในพืชได้ โดยแอคติโนมัยซีตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. moniliforme* และ *C. falcatum* ที่เป็นเชื้อราก่อโรคเหี่ยวเน่าแดงของอ้อย

แบคทีเรียปฏิปักษ์

แบคทีเรียปฏิปักษ์ (Antagonist) เป็นเชื้อแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ ซึ่งแบคทีเรียปฏิปักษ์จะมีคุณสมบัติพิเศษและกลไกที่หลากหลายในการรบกวนหรือยับยั้งการเจริญเติบโต ตลอดจนลดปริมาณและทำลายประชากรของเชื้อสาเหตุโรคพืชในแหล่งต่างๆ ทั้งดิน วัสดุปลูก เมล็ดพันธุ์ ท่อนพันธุ์ หรือส่วนต่างๆ ของต้นพืช ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อความเสียหายกับพืช มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรีย ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยสายพันธุ์แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีการผลิตเป็นการค้าโดยทั่วไป คือ *Bacillus* spp. ซึ่งมีหลายสกุล ได้แก่ *Bacillus Subtilis*, *Bacillus Amyloligaucias*, *Bacillus Likenniformis*, *Bacillus Sirius* นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียอีกหลายกลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็นเชื้อปฏิปักษ์ควบคุมโรคพืช ได้แก่ *Sudo Monas Fluorescent*, *Paenibacillus*, *Pan Moia Glomerant*, *Radiobacter Agrobacterium* มีจำหน่ายเป็นการค้าในชื่อต่างๆ (สุพจน์, 2015) แบคทีเรียปฏิปักษ์กลุ่ม *Bacillus* spp. เป็นแบคทีเรียปฏิปักษ์ชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมโรคพืช เพราะสามารถพบได้ทั่วไป

ในธรรมชาติ แบคทีเรียชนิดนี้สามารถสร้างเอนโดสปอร์ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ทนต่อสภาพแวดล้อมทั้ง สารเคมี รังสี และความร้อนได้ดีกว่าเซลล์ปกติแม้ในที่อุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส (Kloepper *et al.*, 2004) แบคทีเรียปฏิปักษ์กลุ่ม *Bacillus* spp. สามารถสร้างสารปฏิชีวนะที่มี คุณสมบัติในการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น เชื้อรา *Botrydiplodia* sp. (โรคผลเน่าของลำไย), *Sphaerotheca fulipinea* (โรคราแป้งของแตงกวา), *Pythium* spp. (โรคริโคนเน่า), *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (โรคเหี่ยวของพืชตระกูลพริกและมะเขือเทศ), *Colletotrichum gloeosporioides* (โรคแอนแทรคโนส), *Didymella bryoniae* (โรคต้นแตงกวาง ไหลของพืชตระกูลแตง), *Ralstonia solanacearum* (โรคเหี่ยวเหี่ยวของมะเขือเทศ), *Macrophomina phaseolina* (โรคเน่าของถั่วเขียวและงา), *F. oxysporum* (โรคเหี่ยวของถั่วแขก) และ *C. falcatum* และ *F. monitiforme* (โรคเหี่ยวเน่าแดงของอ้อย) เป็นต้น

การประยุกต์ใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อควบคุมเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดง

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับรากอ้อยอาจแสดงศักยภาพในการควบคุมทางชีวภาพต่อเชื้อ *C. falcatum* และมีบทบาทสำคัญในการปกป้องต้นอ้อย ไรโซแบคทีเรียที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (PGPR) ที่เกี่ยวข้องกับรากอ้อยอาจมีประโยชน์ในการสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืช โดยการ ผลิตสารที่สนับสนุนการเจริญเติบโตของพืช PGPR จากไรโซสเฟียร์ของอ้อยมีรายงานก่อนหน้านี้ว่า ไม่ เพียงแต่ปรับปรุงการเจริญเติบโตของพืชเท่านั้น แต่ยังยับยั้งเชื้อ *C. falcatum* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อย การพัฒนาการควบคุมทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพต่อ *C. falcatum* จำเป็นต้องมีการคัดกรองและประเมินแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพตามธรรมชาติที่สามารถลดการเหี่ยวเน่าแดงของอ้อยได้ (Prittesh *et al.*, 2018)

การจำแนกแบคทีเรียปฏิปักษ์โดยอาศัยการจัดลำดับยีน 16S rRNA พบว่ามี 10 สกุลที่แตกต่างกัน เชื้อที่แยกได้เหล่านี้เป็นของ proteobacteria, Firmicutes, และ Bacteroides พบว่า สามารถแยกได้จากบริเวณดินที่มีไรโซสเฟียร์ของอ้อย (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 รายชื่อ sugarcane rhizosphere bacteria ที่แยกได้จากไรโซเฟียร์อ้อย

Sr No	Isolate code	Host Cultivar	% Homology	Identified as	Accession Number
1	TRD10	Co 86032	99	<i>Stenotrophomonas acidaminiphila</i>	MF351813
2	TRD11	Co 86032	99	<i>Ochrobactrum anthropi</i>	KY672866
3	TRD14	Co 86032	99	<i>Ochrobactrum intermedium</i>	MF351814
4	PK1	Co 86249	99	<i>Bacillus safensis</i>	KU867835
5	PK2	Co 86249	99	<i>Bacillus megaterium</i>	KU867836
6	PK6	Co 86249	99	<i>Sphingobacterium thalpophilum</i>	KU867842
7	PK9	Co 86249	99	<i>Acinetobacter</i> sp.	KX168053
8	PK10	Co 86249	99	<i>Acinetobacter</i> sp.	KX168037
9	RSC6	Co 671	99	<i>Stenotrophomonas acidaminiphila</i>	KU867837
10	RSC24	Co 671	99	<i>Sphingobacterium thalpophilum</i>	KU867848
11	RSC25	Co 671	99	<i>Escherichia</i> sp.	KX228402
12	RSC29	Co 671	99	<i>Bacillus</i> sp.	KX181401
13	RSC32	Co 671	99	<i>Enterobacter</i> sp.	KX168052
14	KR91	Co 8145	99	<i>Bacillus</i> sp.	KX168055
15	VRE6	Co 94004	98	<i>Cronobacter muytjensii</i>	KU867847
16	VRE7	Co 94004	99	<i>Enterobacter cloacae</i>	KU867838
17	VRE8	Co 94004	99	<i>Pseudomonas</i> sp.	KX168038
18	VRE11	Co 94004	99	<i>Bacillus thuringiensis</i>	KU867844
19	VRE12	Co 94004	99	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KU867839
20	VRE29	Co 94004	99	<i>Sphingobacterium</i> sp.	KU867840
21	VRE34	Co 94004	99	<i>Escherichia</i> sp.	KX228403
22	S1	Co 86002	99	<i>Pseudomonas</i> sp.	KX168054
23	S2	Co 86002	99	<i>Pseudomonas plecoglossicida</i>	KU867841
24	S4	Co 86002	99	<i>Pseudomonas</i> sp.	KU867843
25	B1	Co 86002	99	<i>Bacillus safensis</i>	KU867845
26	C1	Co 86002	99	<i>Bacillus subtilis</i>	KU867846

ที่มา : Prittesh *et al.* (2018)

Prittesh *et al.* (2018) ได้ทำการทดลองในกระถางเพื่อเลือกสารควบคุมทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ สำหรับหัวเชื้อของสายพันธุ์ที่คัดเลือกมี 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Ochrobatrium intermedium* (TRD14), *Acinetobacter* sp. (PK9), *Bacillus* sp. (RSC29), *Bacillus* sp. (KR91), และ *Escherichia* sp. (VRE34) ที่ความเข้มข้น 1×10^6 cfu/ml เตรียมลำต้นที่มีตาข้างเดียวเก็บจากต้น CoC 671 อายุ 7 เดือนซึ่งเป็นพันธุ์อ้อยที่ปลอดโรคและอ่อนแอต่อโรคสูง และล้างด้วยน้ำกลั่นเพื่อกำจัดเศษดิน ตาของลำต้นอ้อยได้รับการรักษาด้วยการเพาะเชื้อแบคทีเรีย 500 ไมโครลิตรและสปอร์ของเชื้อก่อโรค 250 ไมโครลิตร พร้อมกันทั้ง 2 ข้างของลำต้นอ้อย แล้วนำไปปลูกในกระถางที่มีดินนิ่งฆ่าเชื้อ ศึกษาผลของสารเคมีกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมโดยการแช่อ้อยในสารละลาย 0.3 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนปลูก นอกจากนี้ เพื่อยืนยันศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ทั้ง 5 สายพันธุ์ได้รับการฉีดวัคซีนแยกกันโดยไม่มีเชื้อโรคใดๆ พืชที่ได้รับเชื้อได้รับการบำรุงรักษาภายใต้สภาวะเรือนทดลองที่ 12:12 ชม. รอบแสง/มืด พร้อมการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ พืชที่ได้รับการฉีดน้ำกลั่น ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม ในการวางแผนการทดลองถูกจัดเรียงในรูปแบบบล็อกแบบสุ่มที่สมบูรณ์ พร้อมการทำซ้ำสามชุด ผลกระทบของแบคทีเรียที่ได้รับการประเมินในแง่ของพารามิเตอร์การเจริญเติบโตของพืช เช่น ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ และสภาพของยอด บันทึกข้อมูลอายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก (DAP)

แบคทีเรียปฏิชีวนะที่ทดสอบลักษณะ PGP 5 สายพันธุ์ได้รับการทดสอบกับเชื้อ *C. falcatum* 3 สายพันธุ์ พบว่า TRD14 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมการก่อโรคของเชื้อสายพันธุ์ cfNAV และส่งเสริมความสูงของอ้อย สูงถึง 18.33 ± 1.08 นิ้ว ใน 60 วันหลังปลูก เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (15.03 ± 2.61 นิ้ว) นอกจากนี้ อ้อยที่ได้รับการปรับปรุงด้วย TRD14 ยังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นจาก 6.37 ± 0.50 มม. (30 วันหลังปลูก) เป็น 10.27 ± 0.45 มม. (60 วันหลังปลูก) และสภาพของยอดยังคงเป็นสีเขียวแม้ว่าจะผ่านไปสองเดือน ในกรณีของ PK9 และ RSC29 เมื่อทดสอบด้วยเชื้อ *C. falcatum* พบว่าความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างมีนัยสำคัญและอ้อยเริ่มแห้งหลังจาก 45 วัน แต่ในกรณีที่ไม่มีการเชื้อโรคเน่าสีแดงทั้งสองสายพันธุ์ช่วยเพิ่มความสูงของลำต้นได้ถึง 16.63 ± 1.2 และ 16.63 ± 2.3 นิ้ว และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านถึง 7.27 ± 0.45 และ 8.83 ± 0.70 มม. ในขณะเดียวกัน KR91 มีความสูงของต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นได้สูงสุด 21.53 ± 1.60 นิ้ว และ 9.07 ± 0.76 มม. 60 วันหลังปลูก และสภาพของยอดเป็นสีเขียว นอกจากนี้ KR91 แสดงฤทธิ์การควบคุมทางชีวภาพได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อก่อโรคลำต้น cf8436 ซึ่งความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของพืชเพิ่มขึ้นกว่าสองเท่า นั่นคือจาก 9.63 ± 0.85 นิ้ว (30 วันหลังปลูก) ถึง 21.10 ± 1.7 นิ้ว (60 วันหลังปลูก) ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจที่สุดในการยับยั้งโรคและการเติบโตของพืชถูกสังเกตพบในการรักษาด้วย VRE34 ความสูงของต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นจาก 13.27 ± 0.67 นิ้ว เป็น 24.03 ± 1.40 นิ้ว และจาก 6.07 ± 0.45 มม. เป็น 9.87 ± 0.93 มม. VRE34 ยังสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชได้ดีในการบำบัดโรคทั้งหมด ในกรณีของการรักษาด้วยคาร์เบนดาซิม พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี แต่ใบเกือบจะไม่มีสีในวันที่ 60 เมื่อเทียบกับเชื้อก่อโรคลำต้น cfCHA และ cf8436 พบว่าการเจริญเติบโตของอ้อยเกือบจะหยุดลงเมื่อ 30 DAP เมื่อฉีดเชื้อก่อโรคเน่าแดง นอกจากนี้พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นลดลงจาก 30 เป็น 60

วันหลังปลูก เนื่องจากการตายของพืชตามมาด้วยการแห้งของเนื้อเยื่อ สิ่งนี้สะท้อนถึงความรุนแรงของโรคเน่าแดงโดยตรง จำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การทดสอบเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 5 สายพันธุ์ ในการควบคุมเชื้อ *C. falcatum* ในอ้อยสายพันธุ์ CoC 671 ภายใต้สภาวะเรือนทดลอง

Treatment	Plant Height		Stem Diameter		No of Leaves		Condition of plant (60 DAP)
	(inches)		(mm)				
	30 DAP	60 DAP	30 DAP	60 DAP	30 DAP	60 DAP	
Control	10.17 ^d	15.03 ^{gh}	4.77 ^{de}	7.17 ^{fg}	3	4	G
TRD14	13.17 ^b	23.10 ^{ab}	6.37 ^{ab}	10.27 ^a	3	4	G
TRD14 X cfNAV	5.17 ^o	18.33 ^{de}	4.13 ^{gh}	8.10 ^{cd}	4	4	G
TRD14 X cfCHA	9.67 ^f	10.43 ^l	5.07 ^{cd}	6.37 ^{gh}	2	3	G
TRD14 X cf8436	3.37 ^p	6.23 ⁿ	3.87 ^{hi}	6.10 ^{ij}	3	4	G
PK9	10.8 ^{cd}	16.63 ^{ef}	5.77 ^{ab}	7.27 ^{fg}	3	5	G
PK9 X cfNAV	10.87 ^{cd}	10.77 ^k	4.93 ^{de}	5.63 ^{jk}	3	3	G
PK9 X cfCHA	8.93 ⁱ	11.13 ^{jk}	4.23 ^{gh}	4.53 ^l	3	3	G
PK9 X cf8436	8.37 ^j	11.60 ^{jk}	5.70 ^{ab}	5.93 ^k	3	3	G
RSC29	13.77 ^b	16.63 ^{ef}	5.37 ^{cd}	8.83 ^{bc}	4	5	G
RSC29 X cfNAV	8.27 ^{jk}	9.40 ^{lm}	4.80 ^{de}	6.57 ^{gh}	3	3	G
RSC29 X cfCHA	8.83 ⁱ	10.47 ^l	3.93 ^{hi}	5.17 ^{kl}	3	3	G
RSC29 X cf8436	10.70 ^{cd}	12.90 ^{ij}	4.20 ^{gh}	7.23 ^{fg}	3	3	G
VRE34	13.27 ^b	24.03 ^a	6.07 ^{ab}	9.87 ^a	4	5	G
VRE34 X cfNAV	8.90 ⁱ	13.30 ^{hi}	4.27 ^{gh}	7.83 ^{ef}	2	4	G

ตารางที่ 2 การทดสอบเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 5 สายพันธุ์ ในการควบคุมเชื้อ *C. falcatum* ใน
อ้อยสายพันธุ์ CoC 671 ภายใต้สภาวะเรือนทดลอง (ต่อ)

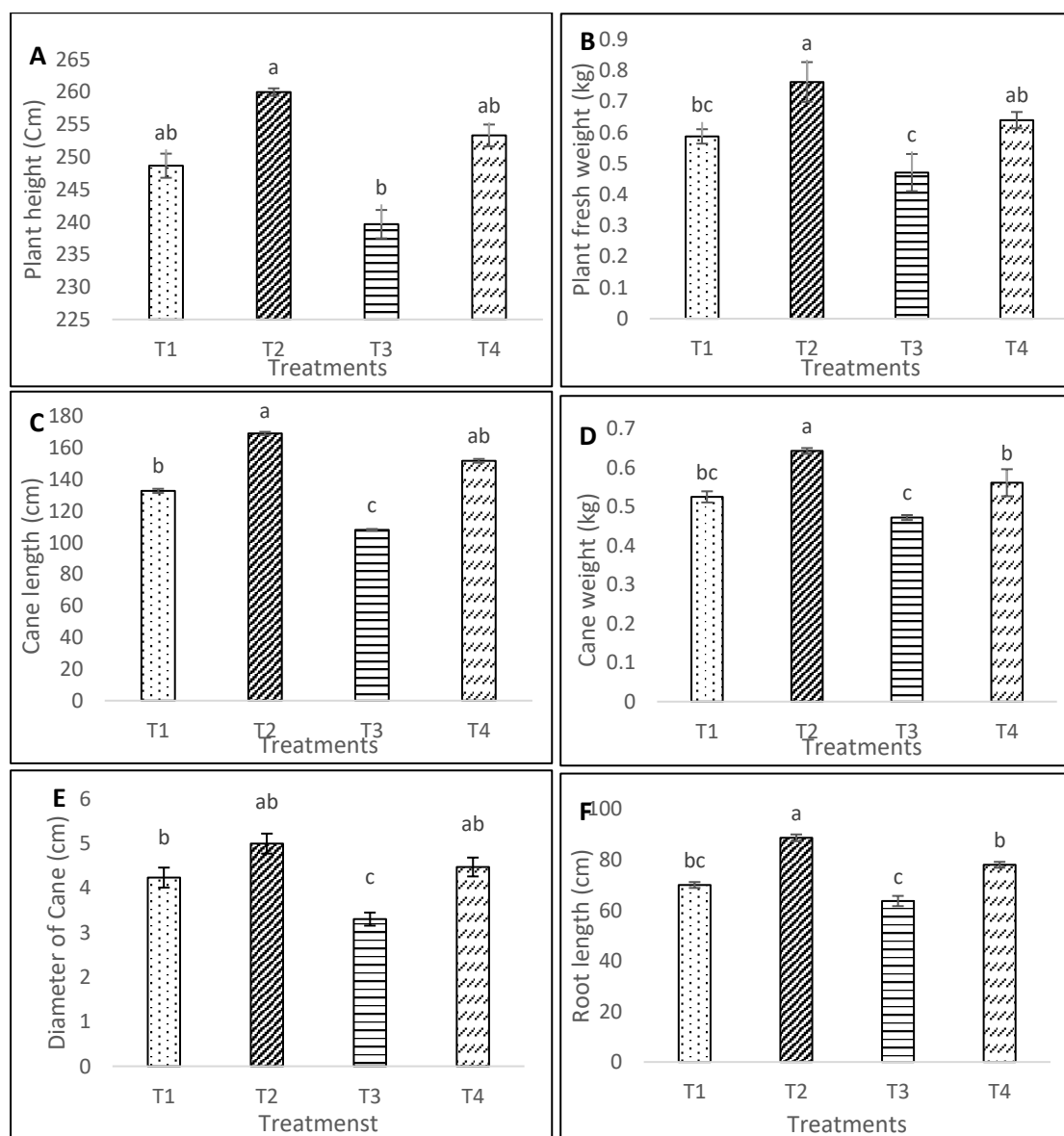
Treatment		Plant Height		Stem	Diameter	No of Leaves		Condition of plant (60 DAP)
		(inches)		(mm)				
		30 DAP	60 DAP	30 DAP	60 DAP	30 DAP	60 DAP	
VRE34	X	11.57 ^c	14.27 ^{hi}	3.67 ⁱ	6.17 ^{ij}	3	3	G
cfCHA								
VRE34	X	7.43 ^l	19.33 ^{cd}	3.23 ^k	6.53 ^{gh}	3	4	G
cf8436								
KR91		17.37 ^a	21.53 ^{bc}	6.63 ^a	9.07 ^b	4	5	G
KR91 X cfNAV		6.43 ⁿ	8.07 ^{mn}	5.77 ^{ab}	5.97 ^{jk}	2	3	G
KR91 X cfCHA		7.83 ^{kl}	13.37 ^{hi}	5.33 ^{cd}	5.73 ^{kl}	2	3	G
KR91 X cf8436		9.63 ^g	21.10 ^{bc}	5.27 ^{cd}	9.03 ^b	2	4	G
Carbendazim		8.37 ^j	15.53 ^{fg}	5.47 ^{bc}	8.70 ^{bc}	3	4	G
Carbendazim		9.40 ^h	14.40 ^{gh}	4.67 ^{ef}	7.93 ^{de}	3	4	G
X cfNAV								
Carbendazim		7.0 ^m	9.43 ^{lm}	5.60 ^{bc}	6.37 ⁱ	3	3	G
X cfCHA								
Carbendazim		11.23 ^{cd}	14.77 ^{gh}	5.77 ^{ab}	7.03 ^g	3	3	G
X cf8436								
cfNAV		7.2 ^{lm}	7.43 ^{mn}	4.47 ^{fg}	4.37 ^l	2	2	D
cfCHA		3.73 ^p	3.97 ^o	3.47 ⁱ	3.40 ^m	2	2	D
Cf8436		4.0 ^{op}	4.07 ^o	3.33 ^{jk}	3.23 ^m	2	2	D

*G-Green, D-Dry.

ที่มา : Prittesh *et al.* (2018)

Amna *et al.* (2020) ได้ทดสอบผลของ *B. xiamenensis* สายพันธุ์ PM14 ต่อการเจริญเติบโตของอ้อย ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรตีน พบว่า ความแตกต่างของความสูงของต้น น้ำหนักสดของต้น ความยาวอ้อย น้ำหนักอ้อย เส้นผ่านศูนย์กลางอ้อย และความยาวรากของต้นพืช ภายใต้การดูแลที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 2) พารามิเตอร์ทั้งหมดเหล่านี้ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากการปลูกเชื้อ *B. xiamenensis* ในต้นอ้อยที่ติดเชื้อ *C. falcatum* พบว่าการเจริญเติบโตของเชื้อโรคลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในแง่ของการผลิตชีวมวลถูกบันทึกไว้ในต้นอ้อยที่ปลูกเชื้อ *B. xiamenensis* และต้นอ้อยที่ติดเชื้อ *C. falcatum* โดยไม่มี *B. Xiamenensis* การปลูกเชื้อมีน้ำหนักสดต่ำสุด (0.471 กก.) ความยาวราก (63.66 ซม.) ความสูงของต้น (239.66 ซม.) ความยาวอ้อย (108

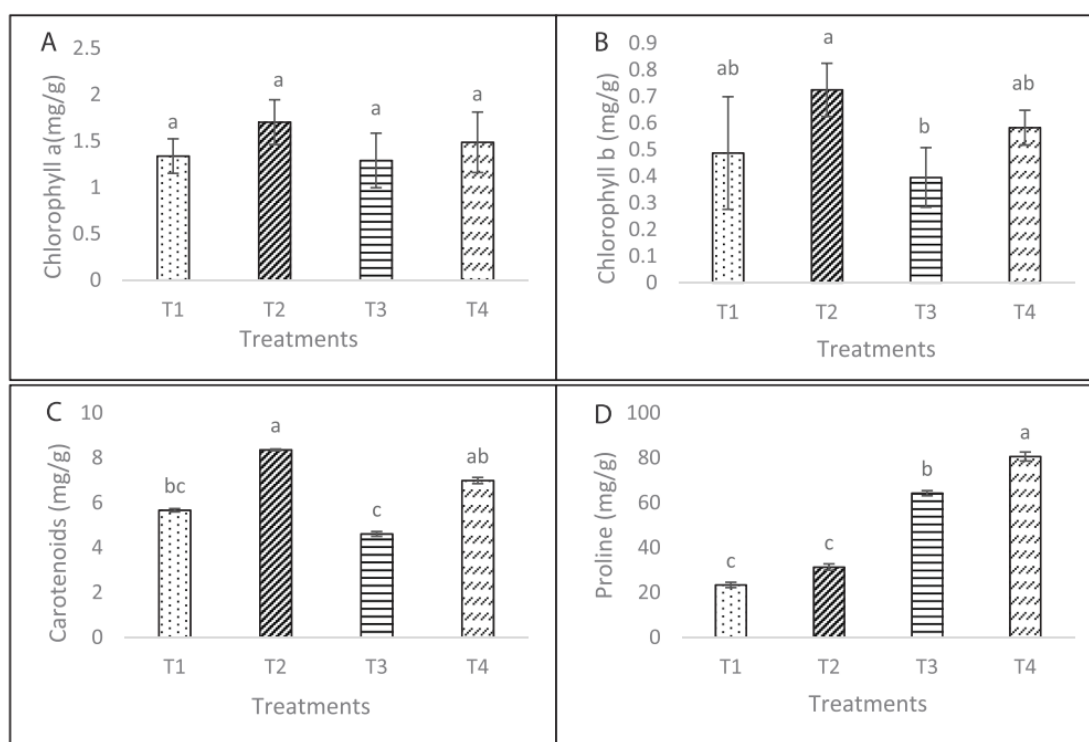
ชม.) น้ำหนักอ้อย (0.472 กก.) และเส้นผ่านศูนย์กลางอ้อย (3.302 ซม.) จากการตรวจสอบพารามิเตอร์การเจริญเติบโตพบว่าการใช้แบคทีเรียช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีนัยสำคัญไม่ว่าจะมีหรือไม่มีการติดเชื้อรา นอกจากนี้การใช้เชื้อ *B. xiamenensis* ยังช่วยเพิ่มน้ำหนักสดได้ถึง 30% ความยาวราก 27% ความสูงของต้น 5% ความยาวอ้อย 27.5% น้ำหนักอ้อย 22.5% เส้นผ่านศูนย์กลางอ้อย 18% เมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่เป็นโรคที่ไม่ได้ฉีดวัคซีน



ภาพที่ 2 ผลของ *B. xiamenensis* สายพันธุ์ PM14 ต่อความสูงของต้น (A), น้ำหนักต้นสด (B), ความยาวอ้อย (C), น้ำหนักอ้อย (D), เส้นผ่านศูนย์กลางของอ้อย (E), ความยาวราก (F) T1 ไม่มีการปลูกเชื้อ (control), T2 (มีการปลูกเชื้อ *B. xiamenensis*), T3 (ท่อนพันธุ์ที่มีการติดเชื้อ *C. falcatum* อยู่แล้ว), T4 (มีเชื้อ *B. xiamenensis* + *C. falcatum*)

ที่มา : Amna et al. (2020)

และพบว่ามีการลดลงของคลอโรฟิลล์ A (3.5%), คลอโรฟิลล์ B (19%), และแคโรทีนอยด์ (22%) อย่างมีนัยสำคัญในพืชที่ติดเชื้อรา อย่างไรก็ตามการรักษาด้วยแบคทีเรียช่วยเพิ่มเม็ดสีสังเคราะห์แสงได้ถึง 27%, 49% และ 48% ในกรณีของคลอโรฟิลล์ A, คลอโรฟิลล์ B และแคโรทีนอยด์ ตามลำดับ ดังนั้น *B. xiamenensis* สามารถแก้ไขผลเสียของการติดเชื้อรา โดยการเพิ่มคลอโรฟิลล์ A, คลอโรฟิลล์ B และแคโรทีนอยด์ สูงถึง 11%, 20% และ 14.5% ตามลำดับ (ภาพที่ 3 A-C) ปริมาณโพรลีนของต้นอ้อยเพิ่มขึ้นในต้นที่มีเชื้อแบคทีเรียและต้นที่เป็นโรค ดังนั้นการใช้ *B. xiamenensis* อาจเพิ่มการผลิตโพรลีนในพืชเพื่อกระตุ้นการต้านเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดงในอ้อย (ภาพที่ 3 D)



ภาพที่ 3 ผลของ *B. xiamenensis* สายพันธุ์ PM14 ต่อคลอโรฟิลล์ a (A), คลอโรฟิลล์ b (B), แคโรทีนอยด์ (C), ปริมาณโพรลีน (D) T1 ไม่มีการปลูกเชื้อ (control), T2 (มีการปลูกเชื้อ *B. xiamenensis*), T3 (พ่อนพันธุ์ที่มีการติดเชื้อ *C. falcatum* อยู่แล้ว), T4 (มีเชื้อ *B. xiamenensis* + *C. falcatum*)

ที่มา : Amna et al. (2020)

สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรีย ที่แยกได้จากบริเวณดินที่มีไรโซเฟียร์ของอ้อย พบว่า แบคทีเรียไอโซเลต sugarcane rhizosphere bacteria 3 สายพันธุ์ สามารถช่วยควบคุมการเกิดโรคเหี่ยวเน่าแดงที่เกิดจากเชื้อรา *C. falcatum* และส่งเสริมการเจริญเติบโตของอ้อย ได้แก่ เชื้อแบคทีเรียไอโซเลต TRD14, KR91 และ VRE34 และพบว่าเชื้อแบคทีเรียไอโซเลต VRE34 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมการก่อโรคของเชื้อรา *C. falcatum* และยังส่งเสริมความสูงของอ้อยสูงถึง 24.03 ± 1.40 นิ้ว ใน 60 วันหลังปลูก และ VRE34 ยังสนับสนุนการเจริญเติบโตของอ้อยได้ดี ทดสอบการเจริญเติบโตของอ้อย ปริมาณคลอโรฟิลล์และโปรตีน พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์กลุ่ม *B. xiamenensis* สายพันธุ์ PM14 สามารถลดการติดเชื้อ *C. falcatum* ในต้นอ้อยได้ และช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของอ้อย ไม่ว่าจะเป็นหรือไม่มีการติดเชื้อรา อีกทั้ง *B. xiamenensis* สามารถแก้ไขผลเสียของการติดเชื้อรา โดยการเพิ่มคลอโรฟิลล์ A, คลอโรฟิลล์ B และแคโรทีนอยด์ สูงถึง 11%, 20% และ 14.5% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคเหี่ยวเน่าแดงในอ้อย เป็นแนวทางการป้องกันทางชีวภาพที่ยั่งยืนและเป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากไม่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม และส่งผลให้มีผลผลิตที่ยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- ธนากร จารุพัฒน์, วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล, นิพนธ์ ทวีชัย และศศิณากู แสงวงศ์. 2526. โรคอ้อยในประเทศไทย. ชมรมนักวิชาการอ้อยและน้ำตาลประเทศไทย. หน้า 180.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่น้ำพุร้อนบุรี. 2561. การป้องกันกำจัดศัตรูอ้อยแบบผสมผสาน. แหล่งที่มา: <https://www.doa.go.th/> สืบค้นเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2565.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2565. สถานการณ์การผลิตอ้อย. แหล่งที่มา: <https://www.oae.go.th/> สืบค้นเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2565.
- Amna., Xia, Y., Farooq, M.A., Javed, M.T., Kamran, M.A., Mukhtar, T., et al., 2020. Multi-stress tolerant PGPR *Bacillus xiamenensis* PM14 activating sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) red rot disease resistance. Plant Physiology and Biochemistry (151): 640-649.
- Backer, R., Rokem, J.S., Ilangumaran, G., Lamont, J., Praslickova, D., Ricci, E., et al., 2018. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Context, Mechanisms of Action, and Roadmap to Commercialization of Biostimulants for Sustainable Agriculture. Front. Plant Sci 9: 1473.
- Hussain, A., Kamran, M.A., Javed, M.T., Hayat, K., Farooq, M.A., Ali, N., and Chaudhary, H.J., 2019. Individual and combinatorial application of *Kocuria rhizophila* and citric acid on phytoextraction of multi-metal contaminated soils by *Glycine max* L. Environ. Exp. Bot 159: 23-33.
- Prittest, P., Rushabh, S., Bhruges, J., Krishnamurthy, R., and Amaresan, N., 2018. Molecular identification and biocontrol activity of sugarcane rhizosphere bacteria against red rot pathogen *Colletotrichum falcatum*. Biotechnology Reports : e00317.
- Rahman, Syed Ab S.F., Singh, E., Pieterse, C.M.J., and Schenk, P.M., 2018. Emerging microbial biocontrol strategies for plant pathogens. Plant Sci 267: 102-111.