

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) ในสภาพเรือนทดลอง

4.1.1 ผลจากการทดสอบกับเมล็ดพันธุ์

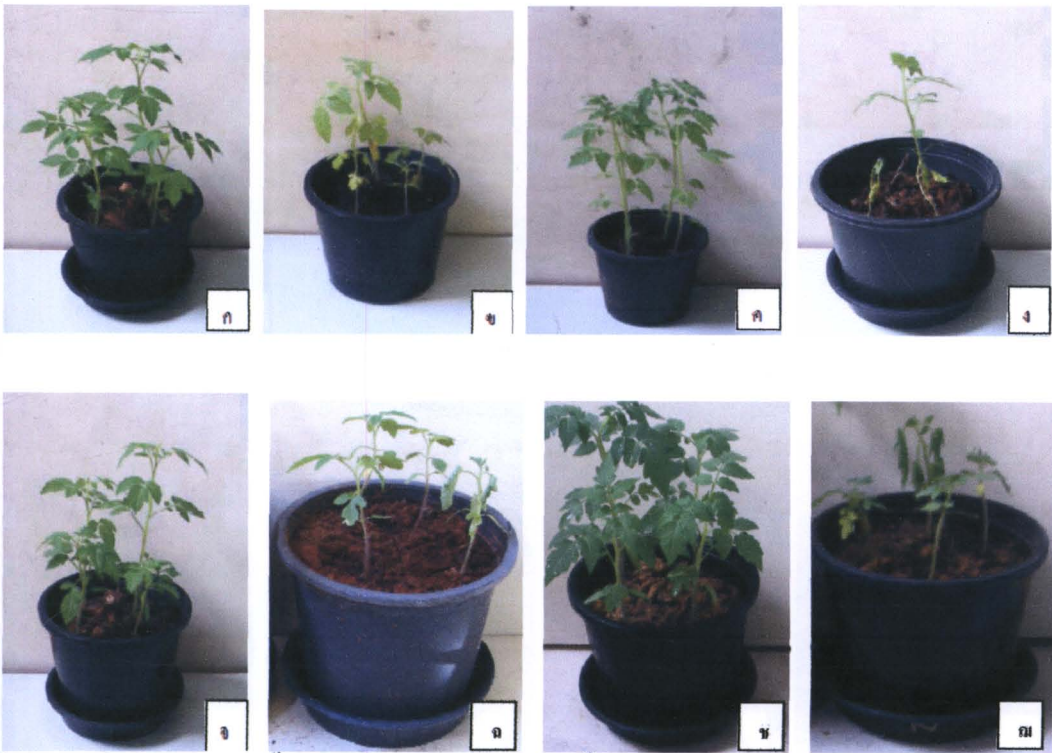
จากการนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมาแช่ในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ของเชื้อ Fol และ/หรือเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 ตามกรรมวิธีที่ต่างกัน 20 วิธี นำมาเพาะเป็นต้นกล้า จากนั้นตัดปลายรากทิ้งประมาณ 2 ซม. ขยายปลูกในดินปลูก รดน้ำทุกเช้า พบว่ากรรมวิธีควบคุมที่ 2 (แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ของ Fol) ทำให้มะเขือเทศเป็นโรคเหี่ยวเหลืองโดยให้ค่าระดับความรุนแรงเท่ากับ 4.54 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 100 % กรรมวิธีควบคุมที่ 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, และ 19 (แช่เมล็ดในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ, แช่เมล็ดใน สารแขวนลอยของ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 และ / หรือ น้ำหมักชีวภาพ) ไม่ทำให้เกิดโรคเหี่ยวเหลืองกับมะเขือเทศ โดยให้ค่าระดับความรุนแรงและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไม่แตกต่างกันคือมีค่าเท่ากับ 1.00 และ 0.00 % ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลตต่าง ๆ และ / หรือ น้ำหมักชีวภาพ ในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ Fol คือกรรมวิธีที่ 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 พบว่าทุกกรรมวิธีให้ผลระดับความรุนแรงของโรคแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กรรมวิธีที่ให้ค่าระดับความรุนแรงของโรค ≤ 2.5 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ≤ 50 % คือ กรรมวิธีที่ 10 (แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : *Pseudomonas* SE-2), 12 (แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : *Pseudomonas* SE-2 : น้ำหมักชีวภาพ), 14 (แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : *Pseudomonas* PT2-1), 16 (แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : *Pseudomonas* PT2-1 : น้ำหมักชีวภาพ) ซึ่งให้ค่าระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 1.58, 2.50, 1.20, 2.33 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 16.66, 50.00, 10.00, 44.44 % ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 4 (แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol : น้ำหมักชีวภาพ), 6(แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : *Pseudomonas* SE-1) , 8(แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : *Pseudomonas* SE-1: น้ำหมักชีวภาพ), 18(แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : *Pseudomonas* PNN1-5), 20(แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : *Pseudomonas* PNN1-5:น้ำหมักชีวภาพ) ให้ค่าระดับความรุนแรงของโรค > 2.5 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค > 50 % ซึ่งให้ค่าระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 4.10, 4.75, 4.88, 3.85, 2.87 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 66.66, 100.00, 100.00, 71.42, 62.50 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1, รูปที่ 4.1, 4.2, 4.3, 4.4)

ตารางที่ 4.1 กรรมวิธีการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศก่อนการนำไปปลูก เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของ *Pseudomonas* และ / หรือน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) ในสภาพเรือนทดลอง

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรค ¹	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ²
1. แช่เมล็ดในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
2. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ของ Fol (ควบคุม)	4.54 c	100.00 a
3. แช่เมล็ดในน้ำหมักชีวภาพ (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
4. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : น้ำหมักชีวภาพ = 1:1 v/v	4.10 c	66.66 bc
5.แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มี <i>Pseudomonas</i> SE-1 (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
6. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : <i>Pseudomonas</i> SE-1 = 1:1 v/v	4.75 ab	100.00 a
7. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มี <i>Pseudomonas</i> SE-1 : น้ำหมักชีวภาพ = 1:1 v/v (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
8. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : <i>Pseudomonas</i> SE-1: น้ำหมักชีวภาพ = 1:1:1 v/v/v	4.88 a	100.00 a
9. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มี <i>Pseudomonas</i> SE-2 (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
10. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : <i>Pseudomonas</i> SE-2 = 1:1 v/v	1.58 f	16.66 e
11. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มี <i>Pseudomonas</i> SE-2 :น้ำหมักชีวภาพ = 1:1 v/v (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
12. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : <i>Pseudomonas</i> SE-2 : น้ำหมักชีวภาพ = 1:1:1 v/v/v	2.50 e	50.00 d
13. แช่ในสารแขวนลอยที่มี <i>Pseudomonas</i> PT2-1 (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
14. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : <i>Pseudomonas</i> PT2-1 = 1:1 v/v	1.20 g	10.00 e
15. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มี <i>Pseudomonas</i> PT2-1: น้ำหมักชีวภาพ = 1:1 v/v (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
16. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : <i>Pseudomonas</i> PT2-1 : น้ำหมักชีวภาพ = 1:1:1 v/v/v	2.33 e	44.44 d
17. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มี <i>Pseudomonas</i> PNN1- 5 (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
18. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : <i>Pseudomonas</i> PNN1-5 = 1:1 v/v	3.85 c	71.42 b
19. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มี <i>Pseudomonas</i> PNN1-5 : น้ำหมักชีวภาพ = 1:1 v/v (ควบคุม)	1.00 g	0.00 f
20. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีสปอร์ Fol : <i>Pseudomonas</i> PNN1-5:น้ำหมักชีวภาพ = 1:1:1 v/v/v	2.87 d	62.50 c
C.V. (%)	5.64	12.14

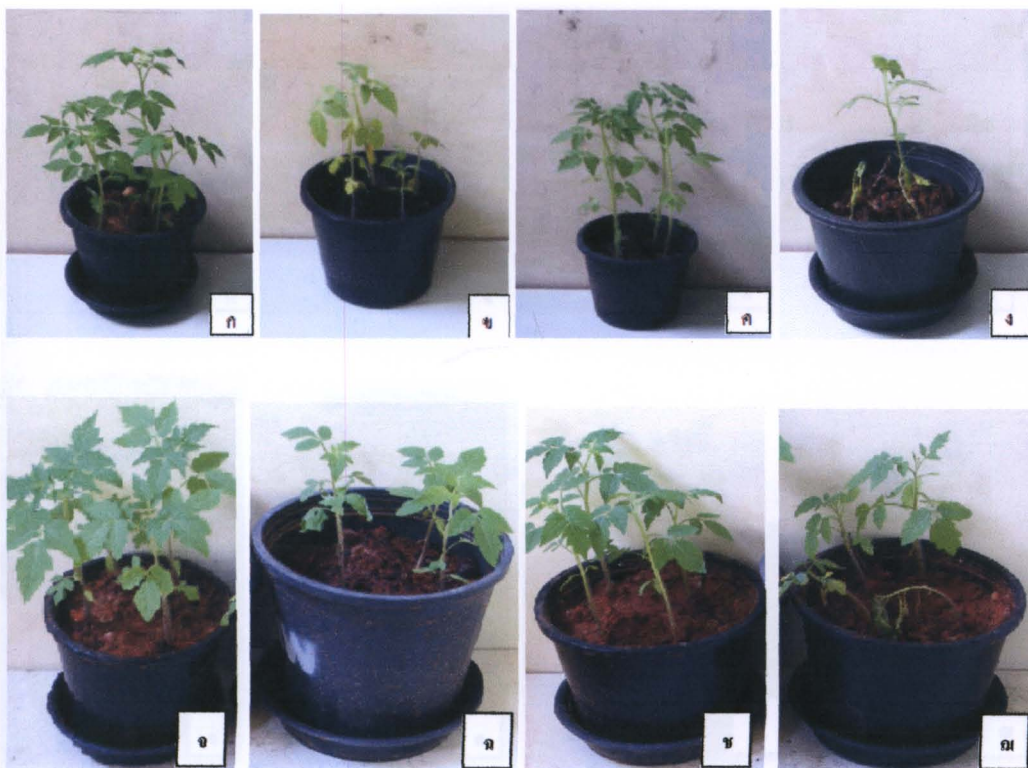
¹ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศ 5 ระดับ คือ 1 = ไม่แสดงอาการของโรค, 2 = ใบล่างเหี่ยวเล็กน้อย, 3 = ใบล่างเหี่ยวและใบบนเหลืองหรือคันแกระแกร็น, 4 = ใบล่างตายและใบบนเหี่ยวหรือคันแกระแกร็น และ 5 = มะเขือเทศตาย
ถ้าระดับความรุนแรง > 2.5 แสดงว่ามะเขือเทศอ่อนแอต่อ *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (คัดแปลงจาก Marlette et al., 1996) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %(DMRT) การทดลองทำ 5 ซ้ำ
²ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากกว่า 50 % แสดงว่ามะเขือเทศอ่อนแอต่อ Fol (คัดแปลงจาก Marlette et al., 1996) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %(DMRT)





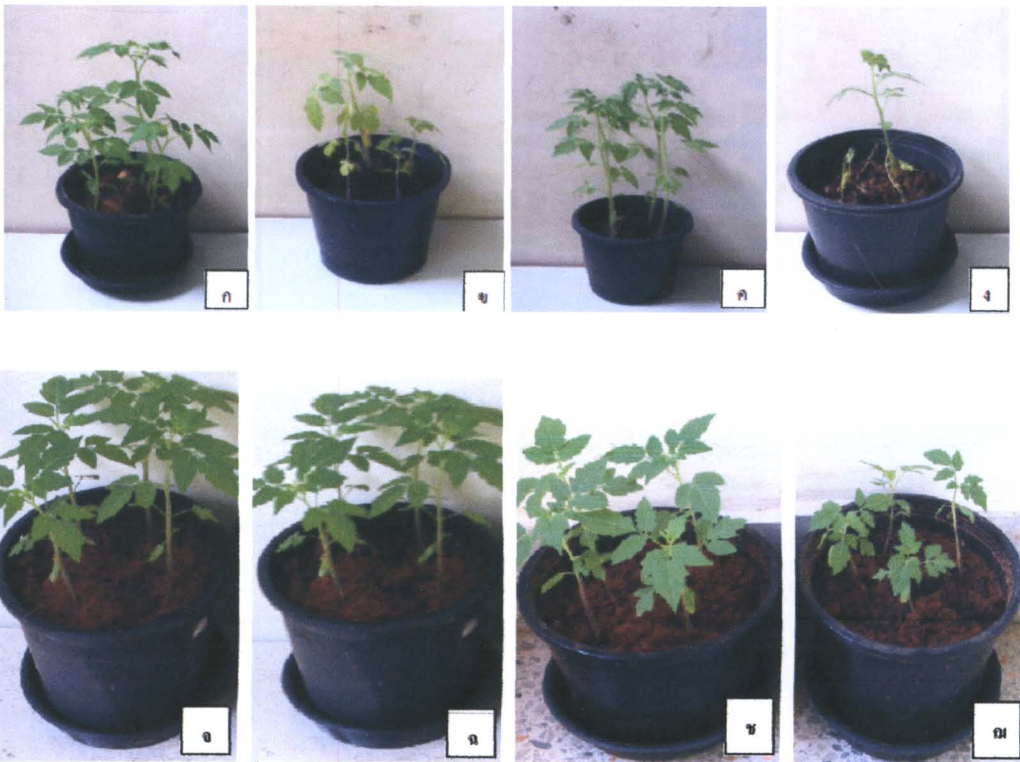
รูปที่ 4.1 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* SE-1 และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศพันธุ์สุริยดา โดยวิธีการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศตามกรรมวิธีในข้อ ก-ฉ จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์จากทุกกรรมวิธีมาเพาะเป็นต้นกล้า นำต้นกล้าตัดปลายรากทิ้งประมาณ 2 เซนติเมตร ข้ายปลูกในดินปลูกที่ฆ่าเชื้อ รดน้ำตามปกติ

- ก. แช่เมล็ดในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ข. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อรา *Fusarium. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 100%)
- ค. แช่เมล็ดในน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ง. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol และน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 66.66%)
- จ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* SE-1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ฉ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol และสารแขวนลอย ของเชื้อ *Pseudomonas* SE-1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 100%)
- ช. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* SE-1 : น้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 1:1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ฌ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol : สารแขวนลอย ของเชื้อ *Pseudomonas* SE-1 : น้ำหมักชีวภาพ ในอัตราส่วน 1:1:1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว / แคระแกร็น 100%)



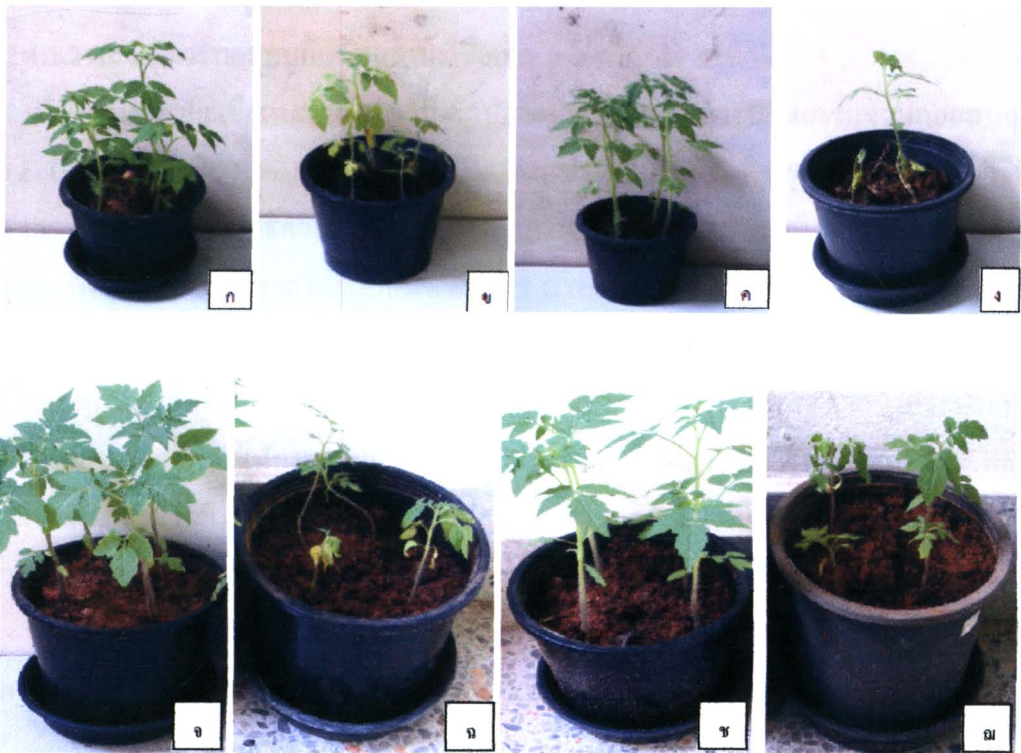
รูปที่ 4.2 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* SE-2 และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศพันธุ์สีดาโดยวิธีการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศตามกรรมวิธีในข้อ ก-ฉ จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์จากทุกกรรมวิธีมาเพาะเป็นต้นกล้า นำต้นกล้าตัดปลายรากทิ้งประมาณ 2 เซนติเมตร ข้ายปลูกในดินปลูกที่ฆ่าเชื้อ รดน้ำตามปกติ

- ก. แช่เมล็ดในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ข. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อรา *Fusarium. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 100%)
- ค. แช่เมล็ดในน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ง. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol และน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 66.66%)
- จ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* SE-2 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ฉ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol และสารแขวนลอย ของเชื้อ *Pseudomonas* SE-2 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว / แคระแกร็น 16.66%)
- ช. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* SE-2 : น้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 1:1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ฉ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol : สารแขวนลอย ของเชื้อ *Pseudomonas* SE-1 : น้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 1:1:1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว / แคระแกร็น 50%)



รูปที่ 4.3 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* PT2-1 และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศพันธุ์สีดาโดยวิธีการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศตามกรรมวิธีในข้อ ก-ฌ จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์จากทุกกรรมวิธีมาเพาะเป็นต้นกล้า นำต้นกล้าตัดปลายรากทิ้งประมาณ 2 เซนติเมตร ย้ายปลูกในดินปลูกที่ฆ่าเชื้อ รดน้ำตามปกติ

- ก. แช่เมล็ดในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ข. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อรา *Fusarium. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 100%)
- ค. แช่เมล็ดในน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ง. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol และน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 66.66%)
- จ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* PT2-1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ฉ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol และสารแขวนลอย ของเชื้อ *Pseudomonas* PT2-1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว / แคระแกร็น 10%)
- ช. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* PT2-1: น้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 1:1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ฌ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol : สารแขวนลอย ของเชื้อ *Pseudomonas* PT2-1: น้ำหมักชีวภาพ ในอัตราส่วน 1:1:1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว / แคระแกร็น 44.44%)



รูปที่ 4.4 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* PNN1-5 และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศพันธุ์สีกาโดยวิธีการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศตามกรรมวิธีในข้อ ก-ฉ จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์จากทุกกรรมวิธีมาเป็นต้นกล้า นำต้นกล้าตัดปลายรากทิ้งประมาณ 2 เซนติเมตร ข้ายปลูกในดินปลูกที่ฆ่าเชื้อ รดน้ำตามปกติ

- ก. แช่เมล็ดในน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ข. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อรา *Fusarium. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 100%)
- ค. แช่เมล็ดในน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ง. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol และน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 66.66%)
- จ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* PNN1-5 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ฉ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol และสารแขวนลอย ของเชื้อ *Pseudomonas* PNN1-5 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว / แคระแกร็น 71.42%)
- ช. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* PNN1-5: น้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 1:1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 0%)
- ฉ. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยสปอร์ Fol :สารแขวนลอย ของเชื้อ *Pseudomonas* PNN1-5: น้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 1:1:1 (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว / แคระแกร็น 62.50%)

4.1.2 ผลจากการทดสอบกับต้นกล้ามะเขือเทศ

เมื่อนำต้นกล้ามะเขือเทศอายุ 25 วัน ตัดปลายราก 2 ซม. แล้วจุ่มในสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อ Fol และ/หรือเชื้อ *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 ปลูกลงในดินด้วยกรรมวิธีที่ต่างกัน 16 วิธี พบว่ากรรมวิธีควบคุมที่ 1 (จุ่มรากในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 15 นาที ปลูกลงในดิน รดด้วยน้ำประปา), กรรมวิธีที่ 2 (จุ่มรากในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 15 นาที ปลูกลงในดิน รดด้วยน้ำหมักชีวภาพ) ไม่ทำให้เกิดโรคเหี่ยวเหลือง และให้ค่าระดับความรุนแรงและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไม่แตกต่างกัน กรรมวิธีควบคุมที่ 3 (จุ่มรากในสารแขวนลอยสปอร์ Fol 15 นาที ปลูกลงในดิน รดด้วยน้ำประปา) ทำให้เกิดโรคเหี่ยวเหลือง โดยให้ค่าระดับความรุนแรงและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 4.58 และ 100 ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 4 (จุ่มรากในสารแขวนลอยสปอร์ของ Fol 15 นาที ปลูกลงในดินรดด้วยน้ำหมักชีวภาพ) ให้ค่าระดับความรุนแรงและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 1.66 และ 33.33 ตามลำดับ

ส่วนกรรมวิธีที่ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลตต่าง ๆ และ น้ำหมักชีวภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ Fol ได้แก่กรรมวิธีที่ 5, 6, 7 (*Pseudomonas* SE-1) กรรมวิธีที่ 11, 12, 13 (*Pseudomonas* PT2-1) 14, 15, 16 (*Pseudomonas* PNN1-5) พบว่า ทุกกรรมวิธีให้ผลดีในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศโดยให้ค่าระดับความรุนแรงของการเกิดโรค < 2.5 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค < 50 % โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 11 (จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที และจุ่มในเชื้อ *Pseudomonas* PT2-1 15 นาที ปลูกลงในดินผสมกับเชื้อ *Pseudomonas* PT2-1 หลัง 2 วัน รดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ), 13 (จุ่มรากในสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในดินปลูก รดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ และสารละลายของ *Pseudomonas* PT2-1), 14 (จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที และจุ่มในเชื้อ *Pseudomonas* PNN1-5 15 นาที ปลูกลงในดินผสมกับเชื้อ *Pseudomonas* PNN1-5 หลังจาก 2 วัน รดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ) และ 15 (จุ่มรากในสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในดินปลูกผสมน้ำหมักชีวภาพ หลังจาก 2 วัน รดดินด้วย *Pseudomonas* PNN1-5) ให้ผลในการควบคุมโรคได้ดีที่สุด คือให้ค่าระดับความรุนแรงของการเกิดโรคเท่ากับ 1.33, 1.22, 1.25, 1.36 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 8.33, 8.25, 8.33 9.09 ตามลำดับ

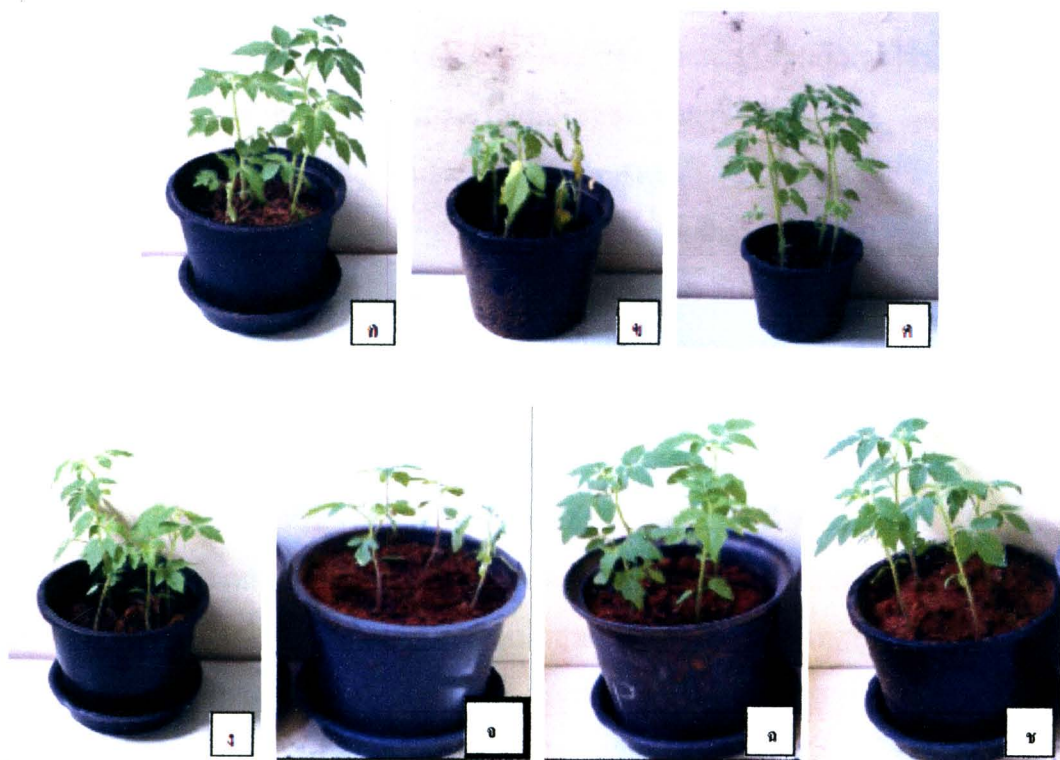
ส่วนกรรมวิธีที่ 8, 9, 10 (*Pseudomonas* SE-2) พบว่ากรรมวิธีที่ 9 (จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที ปลูกลงในดินผสมน้ำหมักชีวภาพ หลัง 2 วัน รดดินด้วยเชื้อ *Pseudomonas* SE-2), 10 (จุ่มรากในสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในดินปลูก รดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ และเชื้อ *Pseudomonas* SE-2) ให้ผลการควบคุมโรคได้ดีกว่ากรรมวิธีที่ 8 โดยให้ค่าระดับความรุนแรงของการเกิดโรคเท่ากับ 1.66, 1.33 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 16.66, 11.11 ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีที่ 8 (จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที และจุ่มรากในเชื้อ *Pseudomonas* SE-2, 15 นาที ปลูกลงในดินผสมกับเชื้อ *Pseudomonas* SE-2 หลังจาก 2 วัน รดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ) ให้ค่าระดับความรุนแรงของการเกิดโรคเท่ากับ 2.80 และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 60.00 (ตารางที่ 4.2, รูปที่ 4.5)

ตารางที่ 4.2 กรรมวิธีทดสอบกับต้นกล้าของมะเขือเทศเพื่อประเมินประสิทธิภาพของ *Pseudomonas* และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาว ในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) ในสภาพเรือนทดลอง

กรรมวิธีที่	ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรค ¹	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ²
1. จุ่มรากในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 15 นาที ปลูกลงในดิน รดด้วยน้ำประปา	1.00 g	0.00 f
2. จุ่มรากในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 15 นาที ปลูกลงในดิน รดด้วยน้ำหมักชีวภาพ	1.00 g	0.00 f
3. จุ่มรากในสารแขวนลอยสปอร์ Fol 15 นาที ปลูกลงในดิน รดด้วยน้ำประปา	4.58a	100.00a
4. จุ่มรากในสารแขวนลอยสปอร์ของ Fol นาน 15 นาทีปลูกลงในดินรดด้วยน้ำหมักชีวภาพ	1.66 cd	33.33 c
5.จุ่มรากในสารแขวนลอยสปอร์ Fol 15 นาที และจุ่มสารละลายเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-1 15 นาที ปลูกลงในดินผสมเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-1 หลัง 2 วัน รดคินด้วยน้ำหมักชีวภาพ	1.20 fg	10.00 e
6. จุ่มรากในสารแขวนลอยสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในกระถางที่มีดินปลูกผสมกับน้ำหมักชีวภาพ หลังจาก 2 วัน รดคินด้วยสารแขวนลอยเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-1	1.44 def	11.11 e
7. จุ่มรากในสารแขวนลอยสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในกระถางที่มีดินปลูก รดคินด้วยน้ำหมักชีวภาพ และสารแขวนลอยเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-1	1.50 cde	16.66 d
8. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที และจุ่มรากในเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-2, 15 นาที ปลูกลงในดินผสมกับเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-2 หลังจาก 2 วัน รดคินด้วยน้ำหมักชีวภาพ	2.80 b	60.00 b
9. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที ปลูกลงในดินผสมกับน้ำหมักชีวภาพ หลัง 2 วัน รดคินด้วยสารแขวนลอยเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-2	1.66 cd	16.66 d
10. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในดินปลูก รดคินด้วยน้ำหมักชีวภาพ และเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-2	1.33 ef	11.11 e
11. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที และจุ่มในเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PT2-1 15 นาที นำไปปลูกลงในดินผสมกับเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PT2-1 หลัง 2 วัน รดคินด้วยน้ำหมักชีวภาพ	1.33 ef	8.33 e
12. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในดินปลูกผสมกับน้ำหมักชีวภาพ หลังจาก 2 วัน รดคินด้วยสารแขวนลอยของ <i>Pseudomonas</i> PT2-1	1.75 c	12.50 de
13. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในดินปลูก รดคินด้วยน้ำหมักชีวภาพ และสารแขวนลอยของ <i>Pseudomonas</i> PT2-1	1.22 fg	8.25 e
14. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที และจุ่มในเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PNN1-5 15 นาที ปลูกลงในดินปลูกผสมกับเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PNN1-5 หลังจาก 2 วัน รดคินด้วยน้ำหมักชีวภาพ	1.25 efg	8.33 c
15. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในดินปลูกผสมน้ำหมักชีวภาพ หลังจาก 2 วัน รดคินด้วยสารแขวนลอยเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PNN1-5	1.36 ef	9.09 e
16. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกลงในดินปลูก รดคินด้วยน้ำหมักชีวภาพ และสารแขวนลอยของ <i>Pseudomonas</i> PNN1-5	1.45 def	12.13 de
C.V. (%)	7.24	11.84

¹ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศ 5 ระดับ คือ 1 = ไม่แสดงอาการของโรค, 2 = ใบล่างเหี่ยวเล็กน้อย, 3 = ใบล่างเหี่ยวและใบบนเหลืองหรือดก้นแคระแกร็น, 4 = ใบล่างตายและใบบนเหี่ยวหรือดก้นแคระแกร็น และ 5 = มะเขือเทศตาย ถ้าระดับความรุนแรง > 2.5 แสดงว่ามะเขือเทศอ่อนแอต่อ *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (ดัดแปลงจาก Marlette et al., 1996) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %(DMRT) การทดลองทำ 5 ซ้ำ

²ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมกกว่า 50 % แสดงว่ามะเขือเทศอ่อนแอต่อ Fol (ดัดแปลงจาก Marlette et al., 1996) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %(DMRT)



รูปที่ 4.5 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวในการควบคุมโรคเหี่ยวเหลืองของมะเขือเทศพันธุ์สีดาโดยวิธีนำดินกล่อมมะเขือเทศอายุ 25 วัน มาตัดปลายรากทิ้งประมาณ 2 ซม. จากนั้นทำตามกรรมวิธีข้อ ก-ข

ก. จุ่มรากในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อปลูกในดินรดด้วยน้ำประปา (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว 0 %)

ข. จุ่มรากในสปอร์ Fol ปลูกในดิน รดน้ำประปา(มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว 100 %)

ค. จุ่มรากในสารแขวนลอยสปอร์ของ Fol นาน 15 นาที ปลูกในดินรดด้วยน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 33.33 %)

ง. จุ่มรากในสารแขวนลอยสปอร์ Fol 15 นาที และจุ่มสารแขวนลอยเชื้อ *Pseudomonas* SE-1 15 นาที ปลูกในดินผสมเชื้อ *Pseudomonas* SE-1 หลัง 2 วัน รดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 10.00 %)

จ. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที และจุ่มรากในเชื้อ *Pseudomonas* SE-2, 15 นาที ปลูกในดินผสมกับเชื้อ *Pseudomonas* SE-2 หลังจาก 2 วัน รดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ (มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 60.00 %)

ฉ. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที และจุ่มในเชื้อ *Pseudomonas* PT2-1 15 นาที นำไปปลูกในดินผสมกับเชื้อ *Pseudomonas* PT2-1 หลัง 2 วัน รดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ(มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว / แคระแกร็น 8.33 %)

ช. จุ่มรากในสปอร์ของ Fol 15 นาที และจุ่มในเชื้อ *Pseudomonas* PNN1-5 15 นาที ปลูกในดินปลูกผสมกับเชื้อ *Pseudomonas* PNN1-5 หลังจาก 2 วัน รดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ(มะเขือเทศแสดงอาการเหี่ยว/แคระแกร็น 8.33 %)

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลตต่างๆ ร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ

4.2.1 ผลการทดสอบกับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ (seed treatment)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลตต่างๆ ร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ แบ่งการทดสอบเป็น 2 แบบ แบบแรก ทดสอบกับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศโดยวิธีการแช่เมล็ดในน้ำหมักชีวภาพและสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลตต่างๆ และแบบที่สองทดสอบกับต้นกล้ามะเขือเทศโดยวิธีการจุ่มราก (root dip) กล้ามะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวด้วยกรรมวิธีต่างๆ ก่อนย้ายปลูก วิเคราะห์น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศทั้งต้น หลังจากย้ายกล้ามะเขือเทศเป็นเวลา 20 วัน ผลการทดลองกับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ พบว่า กรรมวิธีที่ 1 (แช่เมล็ดมะเขือเทศในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ) มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศสูงสุด เท่ากับ 18.57 กรัม ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 8 (แช่เมล็ดมะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต PT2-1 และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาว) และกรรมวิธีที่ 4 (แช่เมล็ดมะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-1 และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาว) มีน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศเท่ากับ 17.81 และ 17.47 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศ พบว่า กรรมวิธีที่ 4 (แช่เมล็ดมะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-1 และน้ำหมักชีวภาพ ปลูกในดินฆ่าเชื้อ) และกรรมวิธีที่ 5 (แช่เมล็ดมะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-2) จะให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 1.72 และ 1.57 กรัม ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่แช่เมล็ดมะเขือเทศในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ พบว่า กรรมวิธีที่ 4 (แช่เมล็ดมะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-1 และน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาว) มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 160.60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 5 (แช่เมล็ดมะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-2) มีน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 137.87 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของ *Pseudomonas* ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาวในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศในสภาพเรือนทดลอง โดยวิธีการแช่เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศสดด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ก่อนการนำไปปลูก ซึ่งน้ำหนัสด น้ำหนักแห้ง และน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของต้นรวมทั้งรากมะเขือเทศพันธุ์สดเมื่อมีอายุ 20 วัน

กรรมวิธีที่	น้ำหนักสดเฉลี่ย ¹ (กรัม)	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย ² (กรัม)	น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (%) ³
1. แช่เมล็ดในน้ำกลั่นหนึ่งฝ่ามือ	18.57 a	0.66 de	0
2. แช่เมล็ดในน้ำหมักชีวภาพ	15.50 b	0.60 d	0
3. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-1	13.62 bcd	1.16 b	75.75
4. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-1 : น้ำหมักชีวภาพ = 1:1 v/v	17.47 a	1.72 a	160.60
5. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-2	11.93 d	1.57 a	137.87
6. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-2 : น้ำหมักชีวภาพ = 1:1 v/v	13.52 cd	0.65 de	0
7. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PT2-1	13.96 bc	0.93 bcd	40.90
8. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PT2-1 : น้ำหมักชีวภาพ = 1:1 v/v	17.81 a	1.12 b	69.69
9. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PNN1-5	11.72 d	0.96 bc	45.45
10. แช่เมล็ดในสารแขวนลอยที่มีเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PNN1-5 : น้ำหมักชีวภาพ = 1:1 v/v	8.77 e	0.71 cde	7.57
CV (%)	5.80	12.00	

¹ คำนวณหาน้ำหนักสดโดยถอนต้นกล้ามะเขือเทศแล้วล้างดินส่วนที่ติดรากออก และชั่งให้แห้ง ซึ่งน้ำหนักต้นกล้ามะเขือเทศทั้งต้นรวมราก (กรัม)

² คำนวณน้ำหนักแห้งโดยนำต้นกล้ามะเขือเทศทั้งต้นรวมรากไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ซึ่งน้ำหนักแห้งต้นกล้ามะเขือเทศทั้งต้นรวมราก (กรัม)

³ คำนวณน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นเป็นเปอร์เซ็นต์ จากสูตร (W2-W1)/W1 x 100 , W1 = น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศทั้งต้นจากกรรมวิธีควบคุม, W2 = น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศทั้งต้นจากกรรมวิธีทดลองต่างๆ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (DMRT)

4.2.2 ผลการทดสอบกับต้นกล้ามะเขือเทศ (seedling treatment)

พบว่า กรรมวิธีที่ 1 (จุ่มรากต้นกล้ามะเขือเทศในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ ปลูกลงในดินฆ่าเชื้อ ราดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ) จะให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศสูงสุดเท่ากับ 22.66 กรัม และ 1.83 กรัม ตามลำดับ รองลงมา คือกรรมวิธีที่ 4 (จุ่มรากต้นกล้ามะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-1 ปลูกลงในดินฆ่าเชื้อ ราดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ) และ 3 (จุ่มรากต้นกล้ามะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-1 ปลูกลงในดินฆ่าเชื้อ) ให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศเท่ากับ 21.21, 20.20 กรัม และ 1.09, 0.96 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 (จุ่มรากต้นกล้ามะเขือเทศในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ ปลูกลงในดินฆ่าเชื้อ) เป็นกรรมวิธีควบคุม ส่วนกรรมวิธีที่ 5-10 เป็นกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 เพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 ร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาว จะให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม และเมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ใช้น้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ พบว่า กรรมวิธีที่ 2 (จุ่มรากต้นกล้ามะเขือเทศในน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ ปลูกลงในดินฆ่าเชื้อ ราดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ) ทำให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศเพิ่มขึ้นสูงสุด เท่ากับ 107.95 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 4 (จุ่มรากต้นกล้ามะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-1 ปลูกลงในดินฆ่าเชื้อ ราดดินด้วยน้ำหมักชีวภาพ) และ 3 (จุ่มรากต้นกล้ามะเขือเทศในสารแขวนลอยของเชื้อ *Pseudomonas* ไอโซเลต SE-1 ปลูกลงในดินฆ่าเชื้อ) ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นมะเขือเทศเพิ่มขึ้นเท่ากับ 23.86 และ 9.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของ *Pseudomonas* ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพจากผักกาดขาว ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศในสภาพเรือนทดลอง โดยวิธีทดสอบกับต้นกล้าที่ นำมาตัดรากและจุ่มราก (root dip) ด้วยกรรมวิธีต่าง ก่อนการนำไปปลูก ชั่งน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของต้นรวมทั้งรากมะเขือเทศพันธุ์สีดาเมื่อมีอายุ 20 วัน

กรรมวิธีที่	น้ำหนักสดเฉลี่ย ¹ (กรัม)	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย ² (กรัม)	น้ำหนักแห้งที่ เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (%) ³
1. จุ่มรากในน้ำหมัก15 นาที ปลูกในดิน รดด้วยน้ำประปา	15.40 c	0.88c de	0
2 จุ่มรากในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ15 นาทีปลูกในดิน รดน้ำหมักชีวภาพ	22.66 a	1.83 a	107.95
3. จุ่มรากในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-1 นาน 15 นาที ปลูกในดิน รดด้วยน้ำประปา	20.20 b	0.96 bc	9.09
4. จุ่มรากในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-1 นาน 15 นาที ปลูกใน ดิน รดด้วยน้ำหมักชีวภาพ	21.21 ab	1.09 b	23.86
5. จุ่มรากในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-2 นาน 15 นาที ปลูกในดิน รดด้วยน้ำประปา	8.12 f	0.30 e	-
6. จุ่มรากในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> SE-2 นาน 15 นาที ปลูกในดิน รดด้วยน้ำหมักชีวภาพ	8.20 ef	0.30 e	-
7. จุ่มรากในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PT2-1 นาน 15 นาที ปลูกในดิน รดด้วยน้ำประปา	12.15 d	0.68 d	-
8. จุ่มรากในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PT2-1 นาน 15 นาที ปลูกในดิน รดด้วยน้ำหมักชีวภาพ	10.50 df	0.63 d	-
9. จุ่มรากในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PNN1-5 นาน 15 นาที ปลูกในดิน รดด้วยน้ำประปา	10.25 def	0.54 d	-
10. จุ่มรากในสารแขวนลอยของเชื้อ <i>Pseudomonas</i> PNN1-5 นาน 15 นาที ปลูกในดิน รดด้วยน้ำหมักชีวภาพ	11.54 d	0.68 d	-
CV (%)	7.07	10.90	

¹ คำนวณหาน้ำหนักสด โดยถอนต้นกล้ามะเขือเทศแล้วล้างดินส่วนที่ติดรากออก และชั่งให้แห้ง ชั่งน้ำหนักต้น กล้ามะเขือเทศทั้งต้นรวมราก (กรัม)

² คำนวณน้ำหนักแห้งโดยนำต้นกล้ามะเขือเทศทั้งต้นรวมรากไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ชั่งน้ำหนักแห้งต้นกล้ามะเขือเทศทั้งต้นรวมราก (กรัม)

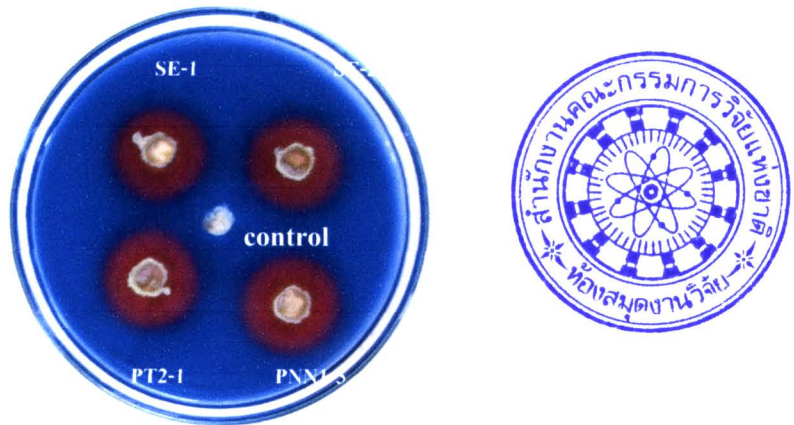
³ คำนวณน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นเป็น % จากสูตร (W2-W1)/W1 x 100 , W1 = น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศ ทั้งต้นจากกรรมวิธีควบคุม, W2 = น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามะเขือเทศทั้งต้นจากกรรมวิธีทดลองต่างๆ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (DMRT)

หมายเหตุ: - หมายถึง น้ำหนักแห้งไม่เพิ่มขึ้น และมีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม

4.3 ผลการตรวจสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเชื้อ *Pseudomonas* spp.

4.3.1 ผลการสร้างสารไซเคอร์โอฟอร์ (siderophore)

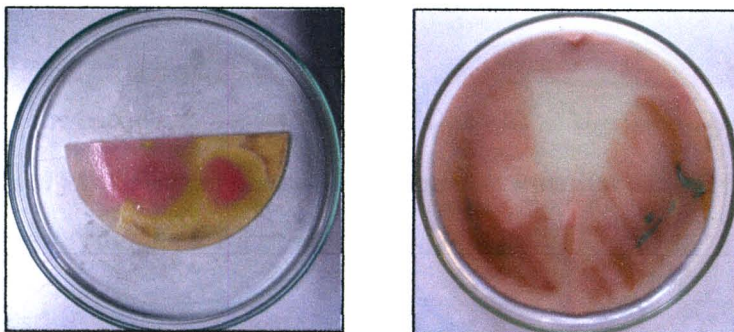
จากผลการทดลองพบว่า *Pseudomonas* ทุกไอโซเลต (SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5) สามารถผลิตสารไซเคอร์โอฟอร์บนอาหาร Chrome azurol S (CAS) agar ซึ่งสามารถเปลี่ยนสีอาหาร CAS agar เป็นสีแดงรอบหลุมที่หยอดเชื้อแบคทีเรีย (รูปที่ 4.6)



รูปที่ 4.6 ลักษณะการเปลี่ยนสีอาหาร Chrome azurol S (CAS) agar รอบหลุมที่ใส่สารแขวนลอยของ *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 เนื่องจากการสร้างสารไซเคอร์โอฟอร์ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (control) ที่ใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อแทนแบคทีเรีย

3.3.2 ผลการสร้างอินโดล-3-อะซิติก แอซิด (indole-3 -acetic acid, IAA)

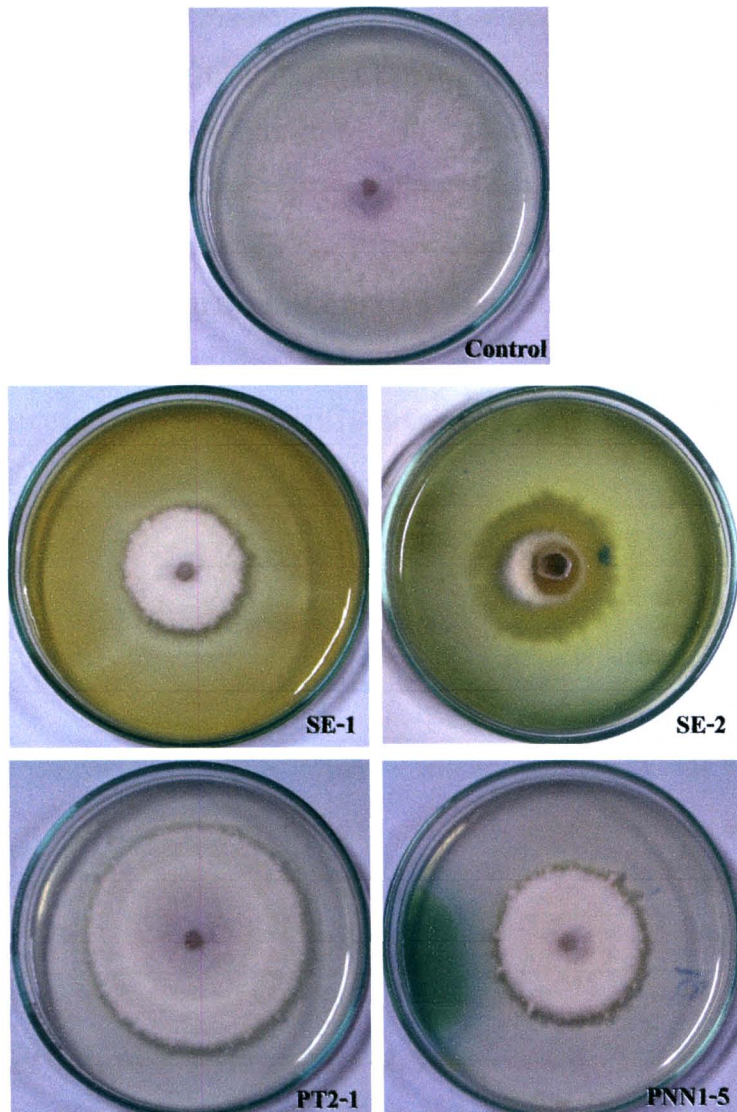
จากการทดสอบการสร้างสาร IAA ของ *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 พบว่า ไอโซเลต PT2-1 และ PNN1-5 สามารถผลิต IAA ได้ โดยเกิดวงสีชมพูรอบโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนกระดาศกรองที่จุ่มสาร Solkowsky's reagent และมีปริมาณ IAA เท่ากับ 4.45 และ 4.95 ไมโครกรัมต่อมล. ตามลำดับ (รูปที่ 4.7)



รูปที่ 4.7 ลักษณะวงสีชมพูรอบโคโลนีของ *Pseudomonas* PT2-1 ที่เจริญบนกระดาศกรองจุ่มสาร Solkowsky's reagent เนื่องจากการสร้างสาร Indole-3-acetic acid (IAA) ของแบคทีเรีย

3.3.3 ผลการสร้างสาร volatile compounds

เชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 สามารถสร้างสาร volatile compounds ขยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* วัดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้เท่ากับ 48.27, 37.93, 24.14 และ 31.03 % ตามลำดับ (รูปที่ 4.8)



รูปที่ 4.8 การสร้างสาร volatile compounds ของเชื้อ *Pseudomonas* ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* บนอาหาร PDA เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

3.3.4 ผลการตรวจสอบกิจกรรมเอนไซม์ย่อยสลายในเชิงปริมาณ (Quantitative enzyme assays)

3.3.4.1. เอนไซม์โปรตีเอส (protease)

จากผลการทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์โปรตีเอสเมื่อเลี้ยงเชื้อ *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 ใน 2 สภาวะ คือ สภาวะที่เลี้ยงในอาหาร protease production โดยไม่ถูกกระตุ้นด้วยเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol) และในสภาวะที่ถูกกระตุ้นด้วยการเติม 0.5 % เส้นใยของเชื้อราในอาหาร protease production เมื่อตรวจสอบปริมาณของกรดอะมิโนที่ถูกย่อยออกจากเคซีน (tyrosine equivalent) พบว่าในสภาวะที่เชื้อ *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 ไม่ถูกกระตุ้นจะมีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 100, 157, 116 และ 166 Units/ml ตามลำดับ และในสภาวะที่ถูกกระตุ้นจะมีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 35.70, 49.60, 38.80 และ 32.40 Units/ml ตามลำดับ ซึ่งลดลงในทุกไอโซเลต (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 กิจกรรมของเอนไซม์โปรตีเอสเชิงปริมาณของเชื้อ *Pseudomonas* spp.

ไอโซเลต	กิจกรรมของเอนไซม์โปรตีเอส (Units/ml)	
	เพาะเลี้ยงในอาหาร Protease production	เพาะเลี้ยงในอาหาร Protease production + 0.5% เส้นใย อบแห้งของเชื้อรา Fol
SE-1	100	35.70
SE-2	157	49.60
PT2-1	116	38.80
PNN1-5	166	32.40

3.3.4.2 เอนไซม์ เบตา-1,3- กลูคาเนส (beta - 1, 3 – glucanase)

จากการทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์เบตา-1,3-กลูคาเนสเมื่อเลี้ยงเชื้อ *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 ใน 2 สภาวะ คือ สภาวะที่เลี้ยงในอาหาร peptone medium (0.2 % laminarin) โดยไม่ถูกกระตุ้นด้วยเส้นใยของเชื้อรา Fol และในสภาวะที่ถูกกระตุ้นโดยเติม 0.5 % ของเส้นใยของเชื้อราในอาหาร peptone medium (0.2 % laminarin) และเมื่อตรวจสอบความสามารถในการย่อยสลายลามินาริน (laminarin) ได้ผลผลิตเป็นน้ำตาลรีดิซ (glucose equivalent) พบว่าในสภาวะที่เชื้อ *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 ไม่ถูกกระตุ้น มีกิจกรรมของเอนไซม์เบตา-1,3-กลูคาเนสเท่ากับ 50, 47, 75 และ 44 Units/ml ตามลำดับ ส่วนในสภาวะที่ถูกกระตุ้น มีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 184, 180, 180 และ 193 Units/ml ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นในทุกไอโซเลต (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 กิจกรรมของเอนไซม์เบตา-1,3-กลูคาเนส เชิงปริมาณของเชื้อ *Pseudomonas* spp.

ไอโซเลต	กิจกรรมของเอนไซม์เบตา-1,3-กลูคาเนส (Units/ml)	
	เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร	เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร
	Peptone medium	Peptone medium + 0.5% เส้นใยอบแห้งของเชื้อรา Fol
SE-1	50	184
SE-2	47	180
PT2-1	75	180
PNN1-5	44	193

3.3.4.3 เอนไซม์ไคตินเอส (chitinase)

จากการทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเอสเมื่อเพาะเลี้ยง *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 ใน 2 สภาวะ คือ สภาวะที่เลี้ยงในอาหาร chitin-peptone medium โดยไม่ถูกกระตุ้นด้วยเส้นใยอบแห้งของเชื้อรา Fol และในสภาวะที่ถูกกระตุ้นโดยเติม 0.5 % ของเส้นใยอบแห้งลงในอาหาร chitin-peptone medium และเมื่อตรวจสอบความสามารถในการย่อยสลายไคตินได้ผลิตเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (*N*-acetylglucosamine equivalent) พบว่า ในสภาวะที่เชื้อ *Pseudomonas* SE-1, SE-2, PT2-1 และ PNN1-5 ไม่ถูกกระตุ้นจะมีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ 6.25, 68.75, 62.50 และ 81.25 Units/ml ตามลำดับ แต่ในสภาวะที่ถูกกระตุ้น ไอโซเลต SE-1 และ PT2-1 มีกิจกรรมเอนไซม์เท่ากับ 68.75 และ 118.75 Units/ml ตามลำดับ (เพิ่มขึ้น) ขณะที่ไอโซเลต SE-2 และ PNN1-5 มีกิจกรรม 7.50 และ 26.56 Units/ml ตามลำดับ (ลดลง) (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 กิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเอสเชิงปริมาณของเชื้อ *Pseudomonas*

ไอโซเลต	กิจกรรมของเอนไซม์ไคตินเอส (Units/ml)	
	อาหาร Chitin peptone medium	อาหาร Chitin peptone medium +0.5% dried mycelium ของเชื้อรา Fol
SE-1	6.25	68.75
SE-2	68.75	7.50
PT2-1	62.50	118.75
PNN1-5	81.25	26.56