

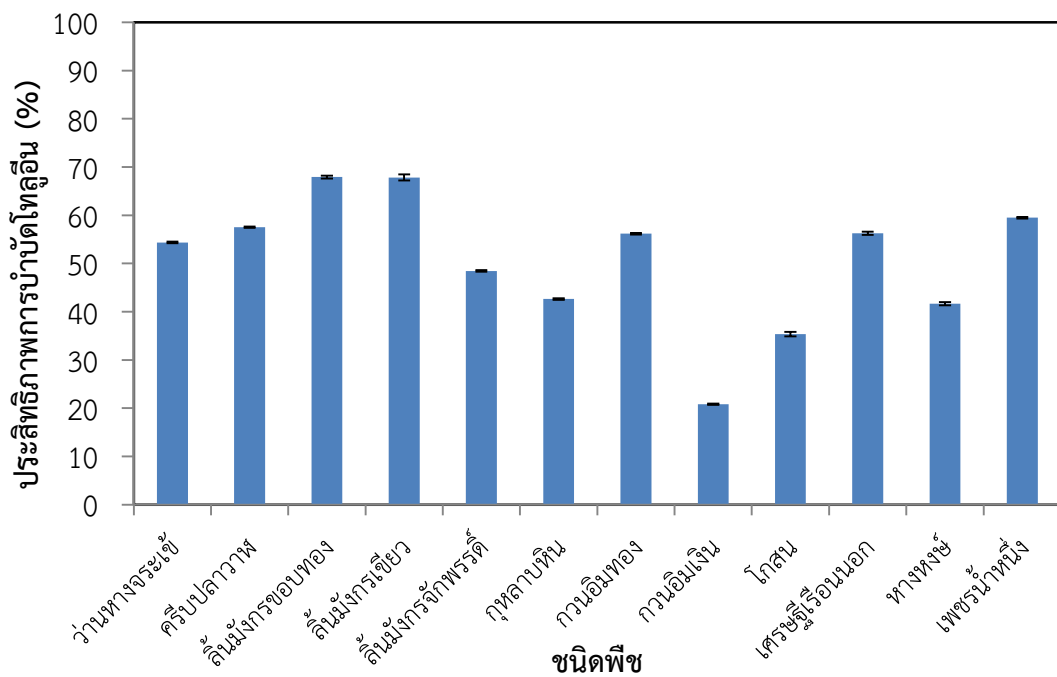
บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการบำบัดโกลูอินและเอทิลเบนซินจะใช้พืช CAM และ C3 อย่างละ 6 ชนิด รวม 12 ชนิด โดยพืช CAM 6 ชนิด ได้แก่ ต้นว่านหางจระเข้ ลิ้นมังกรคริสปาลาวาฟ ต้นลิ้นมังกรขอบทอง ต้นลิ้นมังกรเขียว ต้นลิ้นมังกรจักรพรรดิ ต้นกุหลาบหิน และพืช C3 ทั้งหมด 6 ชนิด คือ ต้นกวอนอิมเงิน ต้นโกสน ต้นเศรษฐีเรือนนอก ต้นกวอนอิมทอง ต้นหางหงษ์ และต้นเพชรน้ำหนึ่ง ซึ่งมีรายละเอียดผลการศึกษา ดังนี้

ประสิทธิภาพในการบำบัดโกลูอินของพืช CAM และ C3

1. ประสิทธิภาพการบำบัดโกลูอินของพืช CAM และ C3 ที่ 24 ชั่วโมง



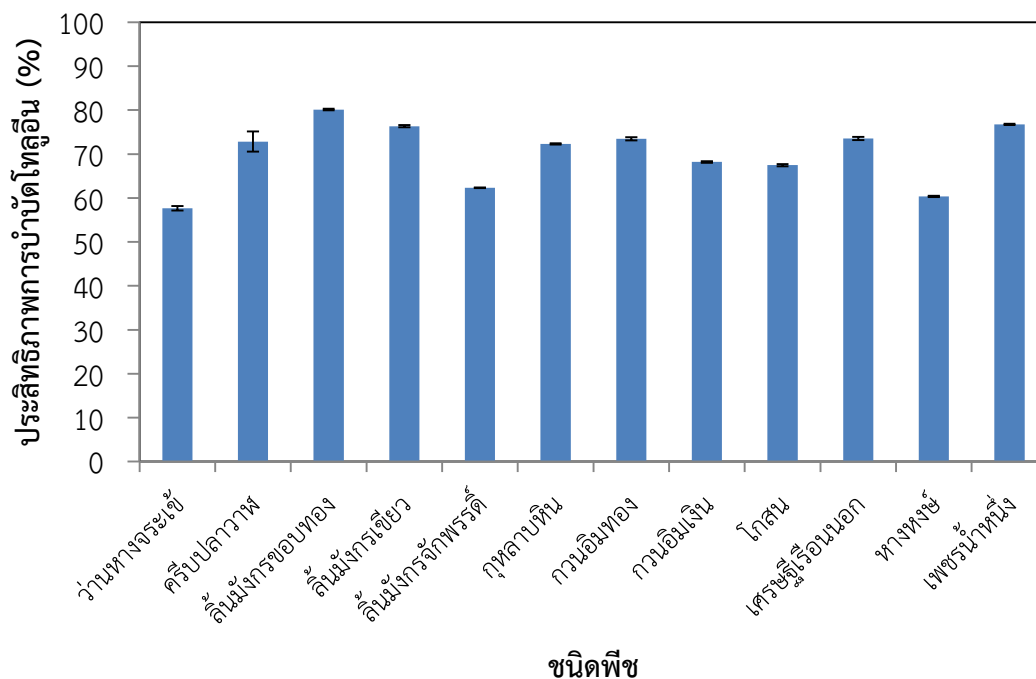
ภาพที่ 4.1 ประสิทธิภาพในการบำบัดโกลูอินของพืช CAM และ C3 ที่ 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอินของพืช CAM และ C3 ที่ 24 ชั่วโมง

ชื่อพืช		ประสิทธิภาพการบำบัดที่ 24 ชั่วโมง (%)
CAM	ว่านหางจระเข้	54.37±0.17
	ลั่นมังกรครีบลาวาฬ	57.52±0.14
	ลั่นมังกรขอบทอง	67.92±0.29
	ลั่นมังกรเขียว	67.84±0.63
	ลั่นมังกรจักรพรรดิ	48.46±0.14
	กุหลาบหิน	42.64±0.15
C3	กวนอิมทอง	56.17±0.14
	กวนอิมเงิน	20.83±0.15
	โกสน	35.35±0.48
	เศรษฐีเรือนนอก	56.29±0.33
	หางหงษ์	41.66±0.32
	เพชรน้ำหนึ่ง	59.49±0.17

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอินที่ 24 ชั่วโมงของพืช CAM (ภาพที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.1) พบว่าลั่นมังกรขอบทองมีประสิทธิภาพบำบัดสูงสุดคือร้อยละ 69.72 รองลงมาได้แก่ ลั่นมังกรเขียวมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 67.20 ลั่นมังกรครีบลาวาฬมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 57.94 ว่านหางจระเข้มีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 54.25 ลั่นมังกรจักรพรรดิมีประสิทธิภาพบำบัด ร้อยละ 48.53 และกุหลาบหินมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 42.06 ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัด โทลูอินที่ 24 ชั่วโมงของพืช C3 พบว่า เพชรน้ำหนึ่งมีประสิทธิภาพบำบัดสูงสุดร้อยละ 59.41 รองลงมาได้แก่กวนอิมทองมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 56.22 เศรษฐีเรือนนอกมีประสิทธิภาพบำบัด ร้อยละ 56.70 หางหงษ์มีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 41.00 โกสนมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 35.20 กวนอิมเงินมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 20.82

2. ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอินของพืช CAM และ C3 ที่ 48 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.2 ประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอินของพืช CAM และ C3 ที่ 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอินของพืช CAM และ C3 ที่ 48 ชั่วโมง

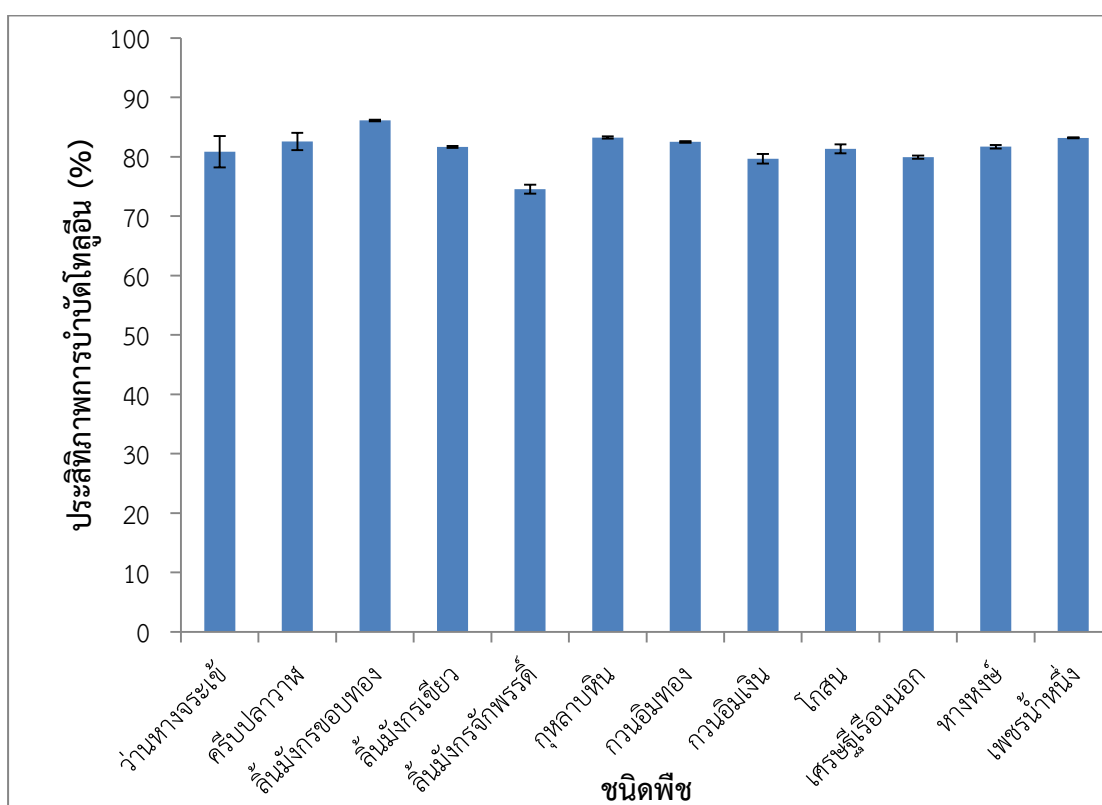
ชื่อพืช		ประสิทธิภาพการบำบัดที่ 48 ชั่วโมง (%)
CAM	ว่านหางจระเข้	57.66±0.48
	ลั่นมั่งกรครีปปลาวาฬ	72.84±2.30
	ลั่นมั่งกรขอบทอง	80.12±0.19
	ลั่นมั่งกรเขียว	76.35±0.28
	ลั่นมั่งกรจักพรรดิ	62.35±0.07
	กุหลาบหิน	72.30±0.15
C3	กวนอิมทอง	73.47±0.38
	กวนอิมเงิน	68.20±0.16
	โกสน	67.49±0.26
	เศรษฐีเรือนนอก	73.55±0.36
	ทางหงษ์	60.35±0.12

เพชรน้ำหนึ่ง	76.75±0.13
--------------	------------

จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดโกลูอินที่ 48 ชั่วโมงของพืช CAM พบว่า ลิ้นมังกรขอบทองมีประสิทธิภาพบำบัดสูงสุดร้อยละ 80.47 รองลงมาได้แก่ต้นลิ้นมังกรเขียวมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 76.57 ครีบบปลาวาฬมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 72.69 กุหลาบหินมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 72.52 ลิ้นมังกรจักรพรรดีมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 62.96 และ ว่านหางจระเข้มีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 57.25

ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัดโกลูอินที่ 48 ชม. ของพืช C3 พบว่าเพชรน้ำหนึ่งมีประสิทธิภาพบำบัดโกลูอินสูงสุดร้อยละ 76.39 เศรษฐีเรือนนอกมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 73.32 กวนอิมทองมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 73.11 กวนอิมเงินมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 68.24 หางหงษ์มีประสิทธิภาพบำบัดโกลูอินต่ำสุดที่ร้อยละ 60.46

3. ประสิทธิภาพการบำบัดโกลูอินของพืช CAM และ C3 ที่ 72 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.3 ประสิทธิภาพในการบำบัดโกลูอินของพืช CAM และ C3 ที่ 72 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพในการบำบัดโกลูอินของพืช C3 และ CAM ที่ 72 ชม.

ชื่อพืช		ประสิทธิภาพการบำบัดที่ 72 ชั่วโมง (%)
CAM	ว่านหางจระเข้	80.83±2.65
	ลั่นมังกรครีบลาวาฟ	82.56±1.44
	ลั่นมังกรขอบทอง	86.11±0.14
	ลั่นมังกรเขียว	81.64±0.18
	ลั่นมังกรจักรพรรดิ	74.51±0.76
	กุหลาบหิน	83.23±0.18
C3	กวนอิมทอง	82.49±0.15
	กวนอิมเงิน	79.67±0.81
	โกสน	81.33±0.77
	เศรษฐีเรือนนอก	79.92±0.29
	หางหงษ์	81.68±0.28
	เพชรน้ำหนึ่ง	83.18±0.08

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดโกลูอินที่ 72 ชม.ของพืช CAM พบว่า ลั่นมังกรขอบทองมีประสิทธิภาพบำบัดสูงสุดร้อยละ 86.01 รองลงมาได้แก่ กุหลาบหินมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 83.18 ครีบลาวาฟมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 82.38 ลั่นมังกรเขียวมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 81.58 ว่านหางจระเข้มีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 80.85 ลั่นมังกรจักรพรรดิมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 74.25 ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัดโกลูอินที่ 72 ชม.ของพืช C3 พบว่า เพชรน้ำหนึ่งมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 83.18 กวนอิมทองมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 83.01 เพชรน้ำหนึ่งมีประสิทธิภาพการบำบัดร้อยละ 82.20 โกสนมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 81.90 หางหงษ์มีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 81.84 กวนอิมเงินมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 79.64 เศรษฐีเรือนนอกมีประสิทธิภาพบำบัดร้อยละ 79.94 กวนอิมเงินมีประสิทธิภาพการบำบัดร้อยละ 79.64

การสังเคราะห์แสงของพืช CAM และ พืช C3 ก่อนและหลังบำบัดโกลูอิน

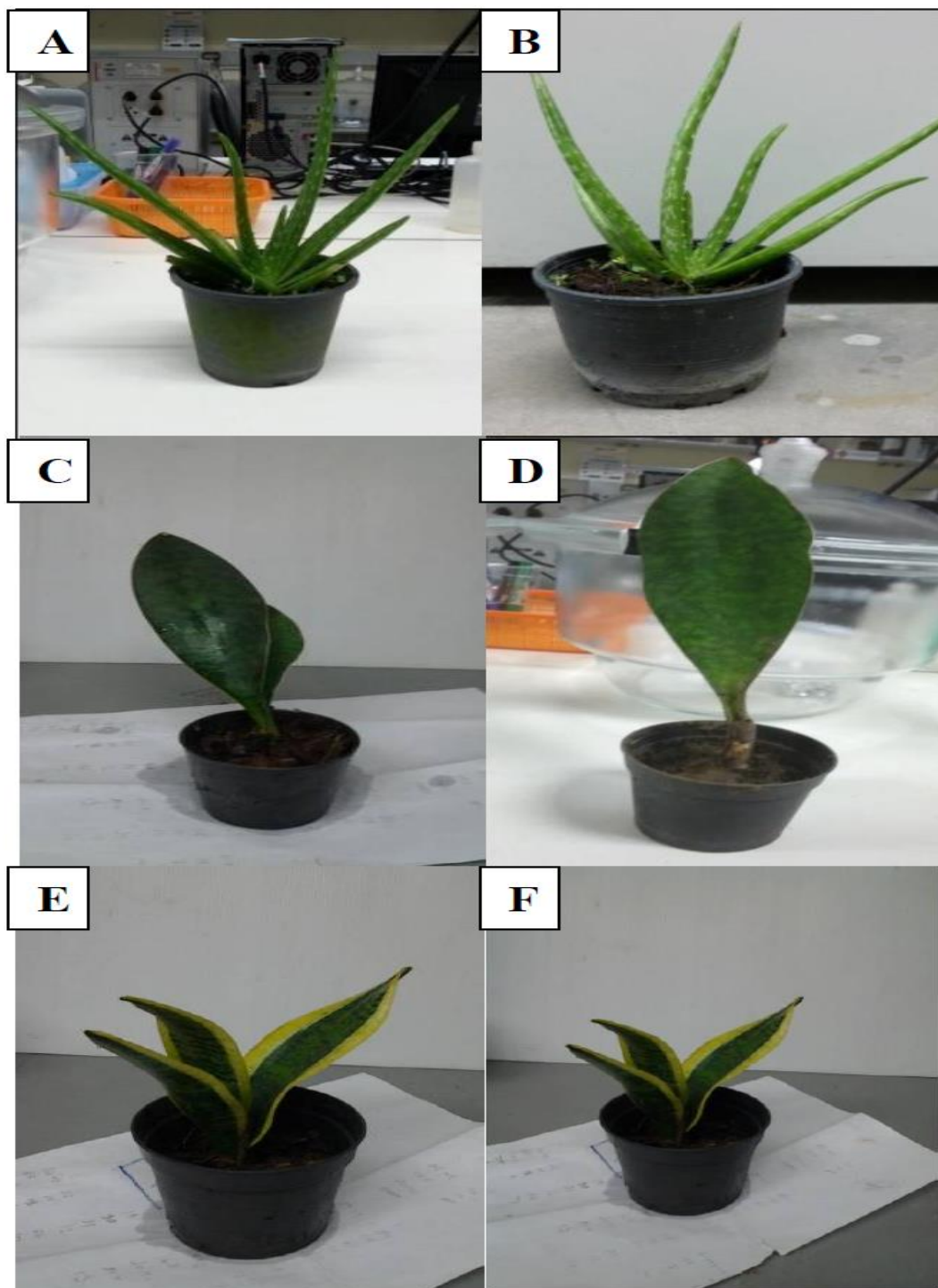
จากการทดลองได้ว่าวัดค่าการสังเคราะห์แสงหรือค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ของพืช CAM และ C3 หลังจากพืชเหล่านี้ได้บำบัดโกลูอินแล้ว (กลุ่มทดลอง) โดยเปรียบเทียบกับพืชที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดโกลูอิน (กลุ่มควบคุม) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4 โดยผลการทดลองพบว่าระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองของต้นว่านหางจระเข้ ลั่นมังกรครีบลาวาฟ ลั่นมังกรจักรพรรดิ

โกสน เศรษฐีเรือนนอก ลั่นมั่งกรทอง ลั่นมั่งกรเขียว กวนอิมเงิน กวนอิมทอง กุหลาบหิน หางหงษ์ และเพชรน้ำหนึ่ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แสดงว่าความเข้มข้นโกลูอินที่ 20 ppm ไม่มีความเป็นพิษกับพืชเพราะพืชยังสังเคราะห์แสงได้เป็นปกติ แสดงภาพดังภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การสังเคราะห์แสงของพืช CAM และ C3 เมื่อบำบัดด้วยโกลูอิน

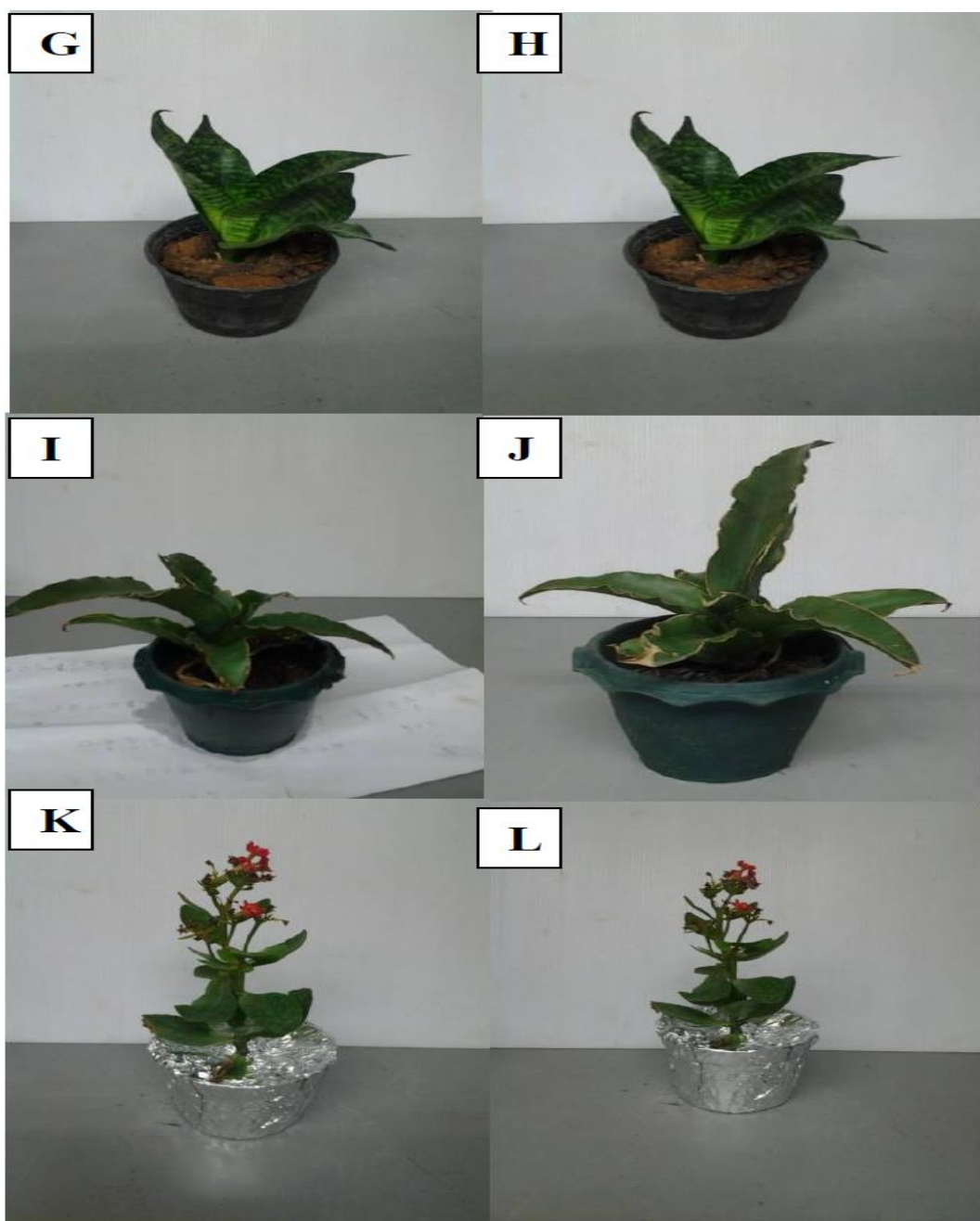
พืช	คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (Fv/Fm)	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ว่านหางจระเข้	0.658 ± 0.016^a	0.684 ± 0.017^a
2. ครีปปลาวาฬ	0.506 ± 0.016^a	0.535 ± 0.036^a
3. ลั่นมั่งกรทอง	0.499 ± 0.002^a	0.545 ± 0.051^a
4. ลั่นมั่งกรเขียว	0.537 ± 0.062^a	0.565 ± 0.042^a
5. ลั่นมั่งกรจักรพรรดิ	0.516 ± 0.044^a	0.526 ± 0.034^a
6. กุหลาบหิน	0.832 ± 0.010^a	0.826 ± 0.003^a
7. กวนอิมทอง	0.413 ± 0.012^a	0.406 ± 0.012^a
8. โกสน	0.336 ± 0.019^a	0.328 ± 0.031^a
9. เศรษฐีเรือนนอก	0.536 ± 0.062^a	0.531 ± 0.023^a
10. กวนอิมเงิน	0.720 ± 0.048^a	0.711 ± 0.044^a
11. หางหงษ์	0.659 ± 0.010^a	0.634 ± 0.034^a
12. เพชรน้ำหนึ่ง	0.718 ± 0.080^a	0.681 ± 0.060^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันแบบมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$) โดยใช้สถิติ Duncan's multiple range tests



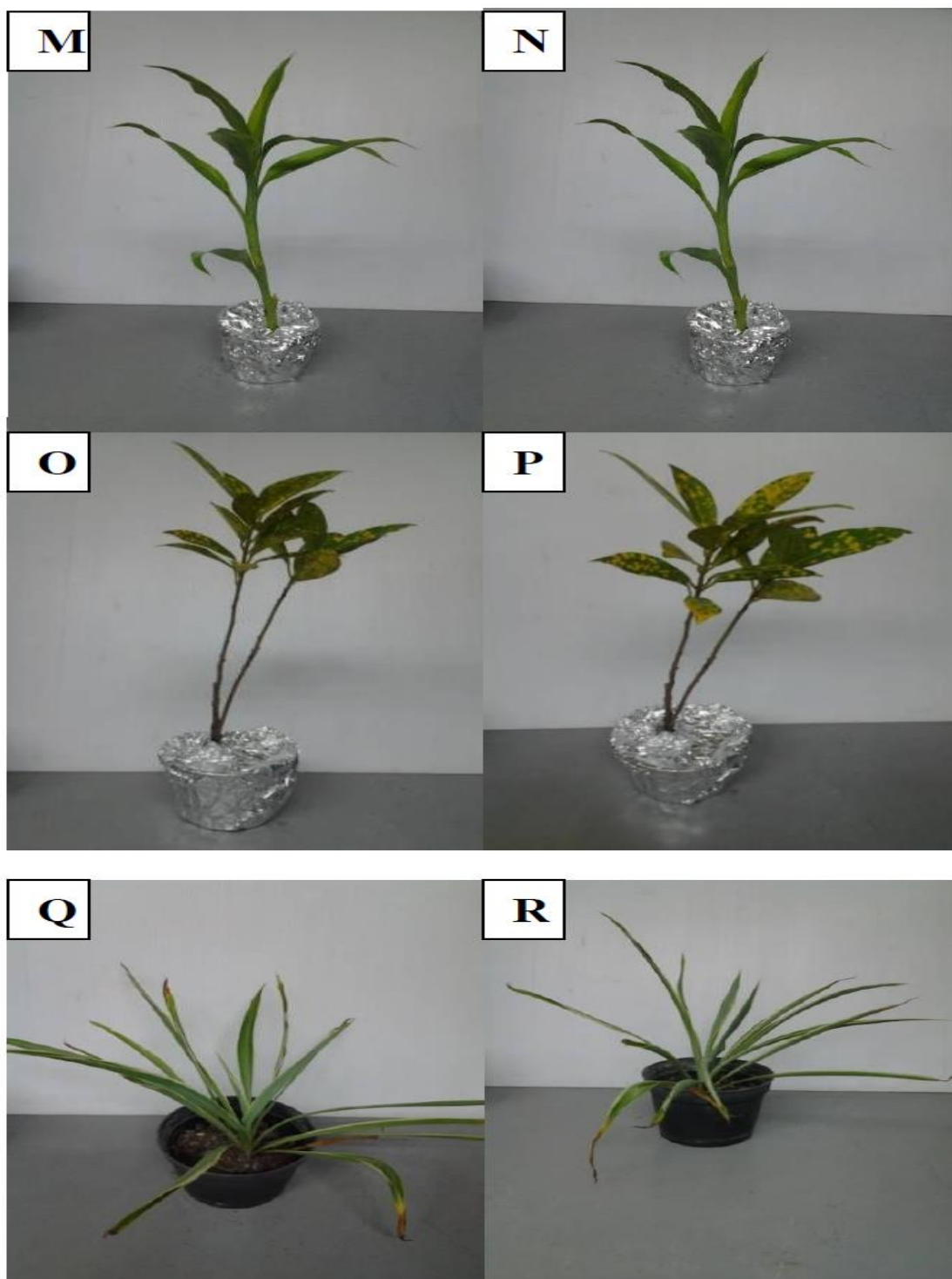
ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบลักษณะของพืชกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ผ่านการบำบัดโทลูอิน

- (A) ต้นว่านหางจระเข้พืชกลุ่มควบคุม (B) ต้นว่านหางจระเข้ พืชกลุ่มทดลอง
 (C) ต้นลิ้นมังกรครีบลาวาห์พืชกลุ่มควบคุม (D) ต้นลิ้นมังกรครีบลาวาห์พืชกลุ่มทดลอง
 (E) ต้นลิ้นมังกรขอบทองพืชกลุ่มควบคุม (F) ต้นลิ้นมังกรขอบทอง พืชกลุ่มทดลอง

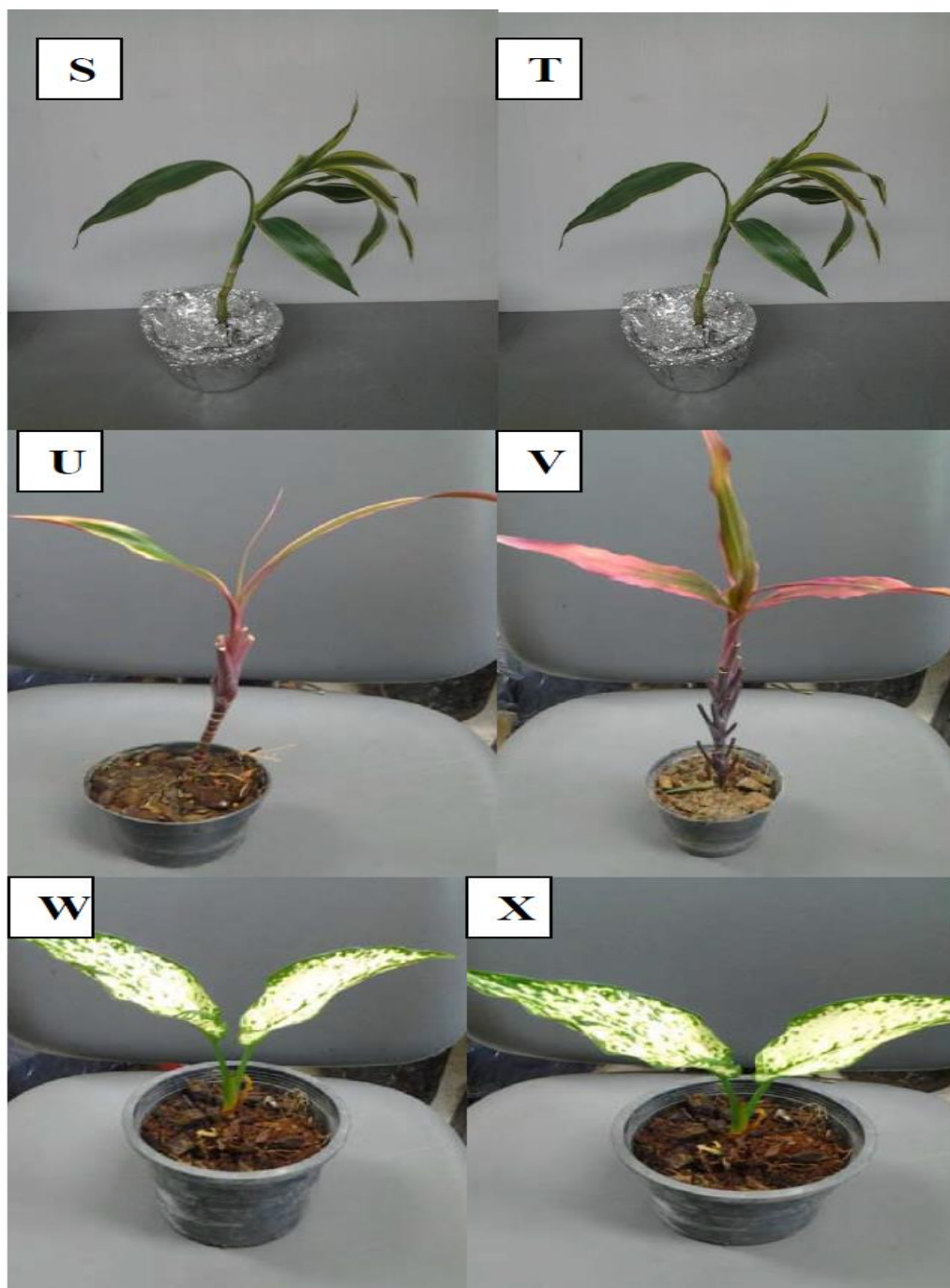


ภาพที่ 4.4 (ต่อ) เปรียบเทียบลักษณะของพืชกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ผ่านการบำบัดโทลูอิน

- | | |
|--|---|
| (G) ต้นลิ้นมังกรเขียว พืชกลุ่มควบคุม | (H) ต้นลิ้นมังกรเขียว พืชกลุ่มทดลอง |
| (I) ต้นลิ้นมังกรจักรพรรดิ พืชกลุ่มควบคุม | (J) ต้นลิ้นมังกรจักรพรรดิ พืชกลุ่มทดลอง |
| (K) ต้นกุหลาบหิน พืชกลุ่มควบคุม | (L) ต้นกุหลาบหิน พืชกลุ่มทดลอง |



ภาพที่ 4.4 (ต่อ) เปรียบเทียบลักษณะของพืชกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ผ่านการบำบัดโทลูอิน
 (M) ต้นกวานอิมทอง พืชกลุ่มควบคุม (N) ต้นกวานอิมทอง พืชกลุ่มทดลอง
 (O) ต้นโกสน พืชกลุ่มควบคุม (P) ต้นโกสน พืชกลุ่มทดลอง
 (Q) ต้นเศรษฐีเรือนนอก พืชกลุ่มควบคุม (R) ต้นเศรษฐีเรือนนอก พืชกลุ่มทดลอง



ภาพที่ 4.4 (ต่อ) เปรียบเทียบลักษณะของพืชกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ผ่านการบำบัดโทลูอิน
 (S) ต้นกวณิมเงิน พืชกลุ่มควบคุม (T) ต้นกวณิมเงิน พืชกลุ่มทดลอง
 (U) ต้นหางหงษ์ พืชกลุ่มควบคุม (V) ต้นหางหงษ์ พืชกลุ่มทดลอง
 (W) ต้นเพชรน้ำหนึ่ง พืชกลุ่มควบคุม (X) ต้นเพชรน้ำหนึ่ง พืชกลุ่มทดลอง

ความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ ต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโหลอื่น

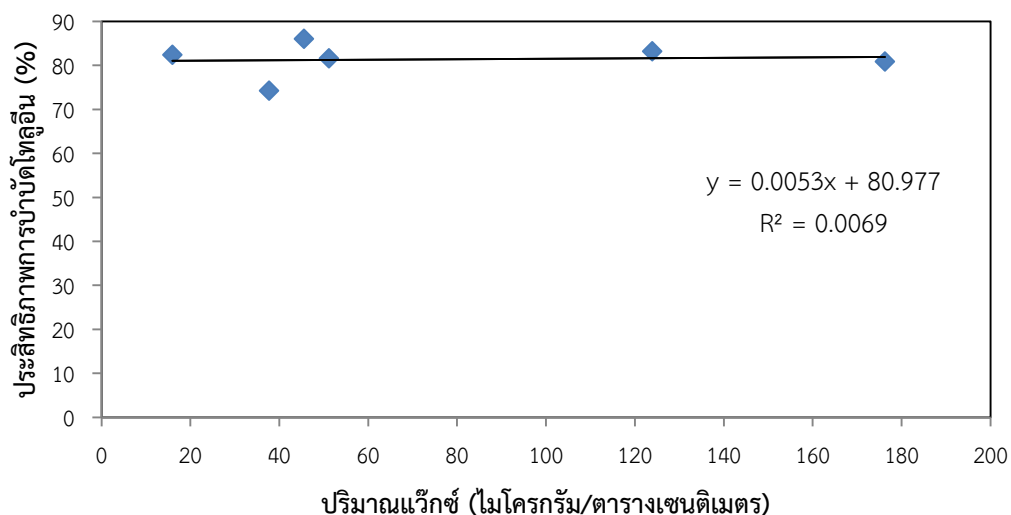
ตารางที่ 4.5 ศึกษาปริมาณของแวกซ์ของพืช CAM 6 ชนิด และ C3 6 ชนิด เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการบำบัดโหลอื่น จากตารางพบว่าปริมาณแวกซ์สูงสุดของพืช CAM ได้แก่ ว่านหางจระเข้ มีปริมาณแวกซ์สูงถึง $176.26 \pm 19.69 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ รองลงมาได้แก่กุหลาบหิน ลิ้นมังกรขอบทอง ลิ้นมังกรจักรพรรดิ ลิ้นมังกรเขียว และลิ้นมังกรครีบลาวาฬ ส่วนพืช C3 ปริมาณแวกซ์สูงสุดได้แก่ กวนอิมทอง มีปริมาณแวกซ์สูงถึง $65.12 \pm 3.29 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ รองลงมาได้แก่ เศรษฐีเรือนนอก กวนอิมทอง หางหงษ์ โกสน และ เพชรน้ำหนึ่ง

ตารางที่ 4.5 ปริมาณแวกซ์ของ CAM และ พืช C3 ต่อประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่น

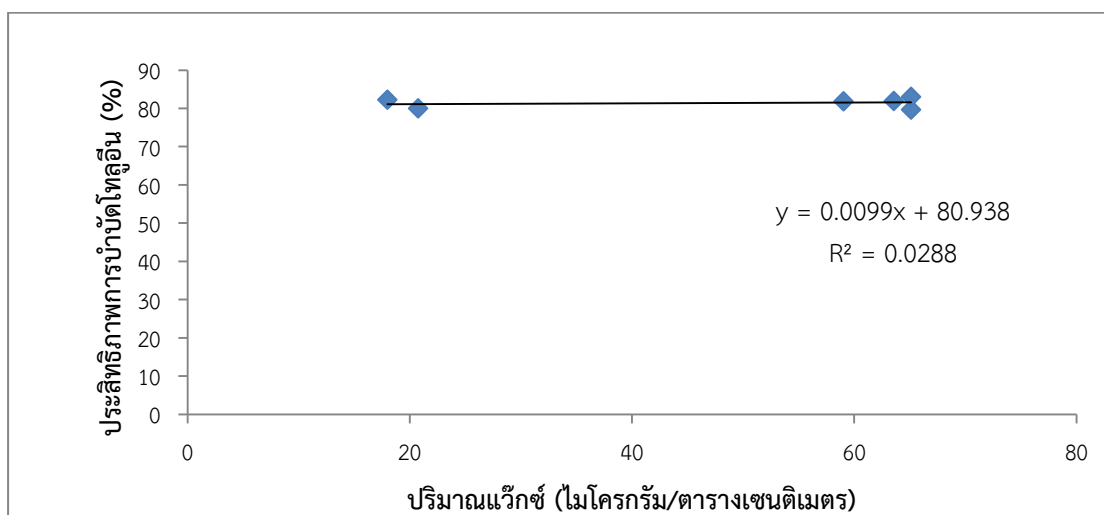
พืช	น้ำหนักแวกซ์ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	ประสิทธิภาพการบำบัด ที่ 72 ชั่วโมง
CAM		
ว่านหางจระเข้	176.26 ± 19.69^a	80.85 ± 1.07
ลิ้นมังกรครีบลาวาฬ	15.97 ± 7.16^f	82.38 ± 2.71
ลิ้นมังกรขอบทอง	45.58 ± 0.55^{de}	86.01 ± 1.44
ลิ้นมังกรเขียว	57.18 ± 4.43^{cd}	81.58 ± 2.05
ลิ้นมังกรจักรพรรดิ	37.70 ± 7.30^e	74.25 ± 3.35
กุหลาบหิน	123.96 ± 4.95^b	83.18 ± 1.40
C3		
กวนอิมทอง	65.12 ± 3.29^c	83.01 ± 1.51
กวนอิมเงิน	11.41 ± 2.78^f	79.64 ± 1.32
โกสน	63.57 ± 5.48^c	81.90 ± 0.29
เศรษฐีเรือนนอก	20.76 ± 0.55^f	79.94 ± 2.35
หางหงษ์	59.04 ± 3.39^{cd}	81.84 ± 0.72
เพชรน้ำหนึ่ง	18.00 ± 1.06^f	82.20 ± 1.47

อย่างไรก็ตามการทดลองได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพืช CAM กับประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่น ในรูปของสมการเชิงเส้น (ภาพที่ 4.5) พบว่า ค่า $R^2 = 0.0069$ ซึ่งจัดว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ มีความเป็นไปได้ว่าปริมาณแวกซ์กับประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่นไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่อาจจะเกิดจากชนิดของแวกซ์ที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่นมากกว่า ซึ่งต้องมีการศึกษาด้วย GC-MS ต่อไป

ส่วนภาพที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพีช C3 กับประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอิน ในรูปของสมการเชิงเส้น พบว่า ค่า $R^2 = 0.0288$ ซึ่งจัดว่าเป็นค่าที่ต่ำเช่นกัน จึงเป็นไปได้ว่าปริมาณแวกซ์กับประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอินน่าจะไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่อาจจะเกิดจากชนิดของแวกซ์ที่แตกต่างที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอินมากกว่า



ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพีช CAM กับประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอิน ในรูปสมการเชิงเส้น



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพีช C3 กับประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอิน ในรูปสมการเชิงเส้น

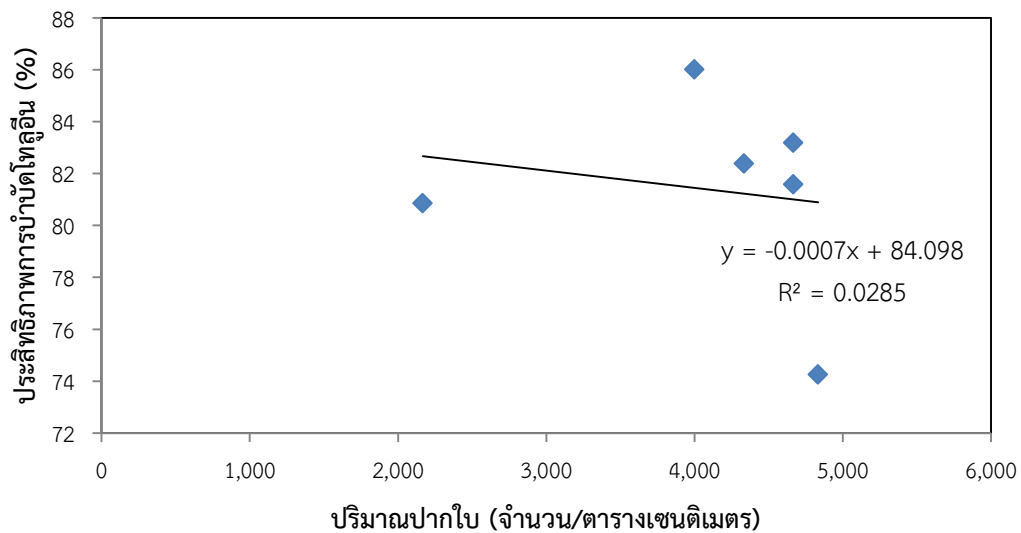
ความสัมพันธ์ของปริมาณปากใบต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโพลูอิน

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนปากใบของพืช CAM 6 ชนิด และ C3 6 ซึ่งจากจากตารางพบว่า จำนวนปากใบสูงสุดของพืช CAM ได้แก่ ลิ้นมังกรจักรพรรดิ มีจำนวนปากใบสูงถึง 4833.33 No./cm² รองลงมาได้แก่ กุหลาบหิน ลิ้นมังกรเขียว ครีปปลาวาฬ และ ลิ้นมังกรขอบทอง ส่วนพืช C3 จำนวนปากใบสูงสุดได้แก่ เศรษฐีเรือนนอก มีจำนวนปากใบ 15500±500.00 No./cm² รองลงมา ได้แก่ หางหงษ์ กวนอิมเงิน กวนอิมทอง เพชรน้ำหนึ่ง และโกสน

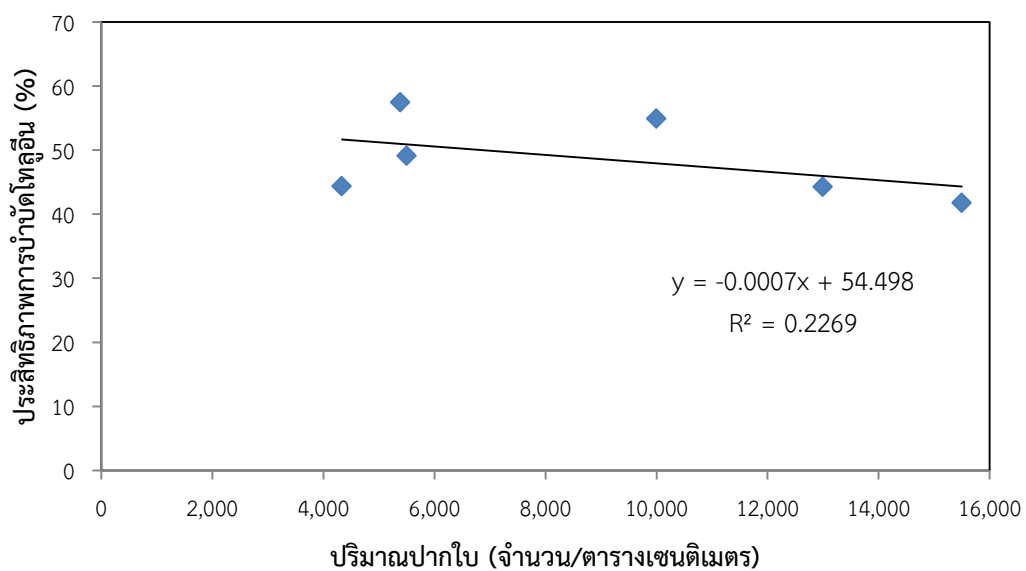
ตารางที่ 4.6 จำนวนปากใบของพืช CAM และ พืช C3 ต่อประสิทธิภาพการบำบัดโพลูอิน

พืช	จำนวนปากใบ (No./cm ²)	ประสิทธิภาพการบำบัด ที่ 72 ชั่วโมง
<u>CAM</u>		
ว่านหางจระเข้	2,166.67±288.68 ^e	80.85±1.07
ลิ้นมังกรครีปปลาวาฬ	4,333.33±1527.53 ^d	82.38±2.71
ลิ้นมังกรขอบทอง	4000±500.00 ^d	86.01±1.44
ลิ้นมังกรเขียว	4666.67±577.35 ^d	81.58±2.05
ลิ้นมังกรจักรพรรดิ	4833.33±288.68 ^d	74.25±3.35
กุหลาบหิน	4666.67±288.68 ^d	83.18±1.40
<u>C3</u>		
กวนอิมทอง	5500.00±1322.88 ^d	83.01±1.51
กวนอิมเงิน	10000.00±866.03 ^c	79.64±1.32
โกสน	4333.33±763.76 ^d	81.90±0.29
เศรษฐีเรือนนอก	15500.00±500.00 ^a	79.94±2.35
หางหงษ์	13000.00±1802.78 ^b	81.84±0.72
เพชรน้ำหนึ่ง	5388.33±1258.31 ^d	82.20±1.47

การทดลองได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณปากใบของพืช CAM กับประสิทธิภาพการบำบัดโพลูอิน ในรูปของสมการเชิงเส้น (ภาพที่ 4.7) พบว่า ค่า $R^2 = 0.0285$ ซึ่งจัดว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ มีความเป็นไปได้ว่าปริมาณปากใบกับประสิทธิภาพการบำบัดโพลูอินไม่มีความสัมพันธ์กัน ส่วนภาพที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณปากใบของพืช C3 กับประสิทธิภาพการบำบัดโพลูอิน ในรูปของสมการเชิงเส้น พบว่า ค่า $R^2 = 0.2269$ ซึ่งจัดว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ มีความเป็นไปได้ว่าปริมาณปากใบกับประสิทธิภาพการบำบัดโพลูอินไม่มีความสัมพันธ์กัน



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของปริมาณปากใบของพืช CAM กับประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่น ในรูปสมการเชิงเส้น



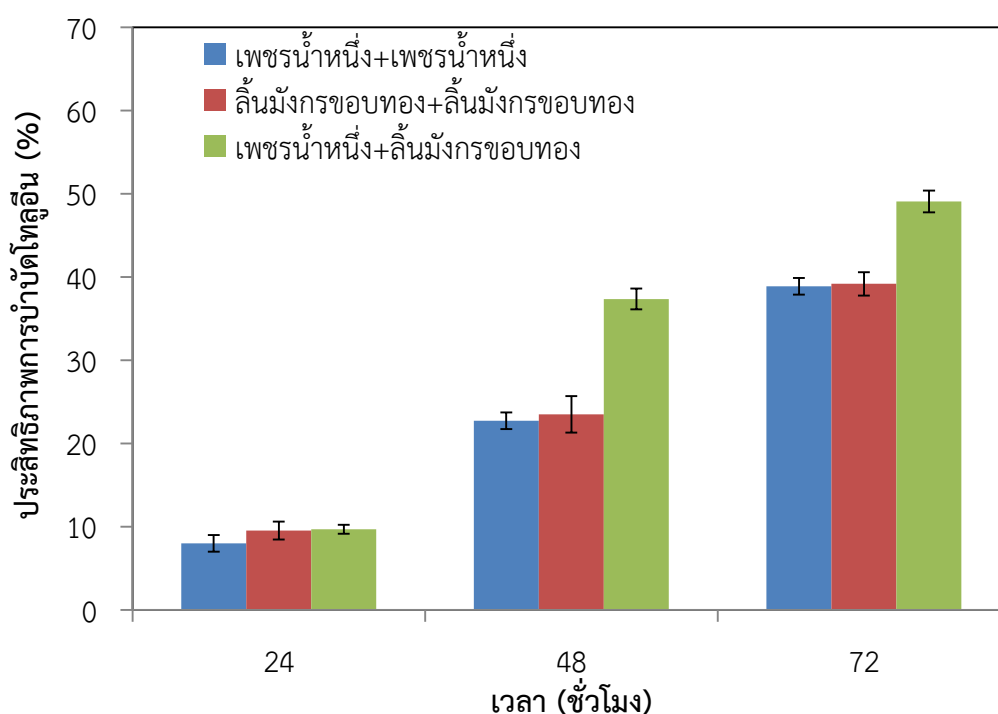
ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของปริมาณปากใบของพืช C3 กับประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่น ในรูปสมการเชิงเส้น

เปรียบเทียบชนิดของพืชชนิด CAM , ชนิด C3 และพืช C3 + CAM ในสภาวะปกติ สภาวะไม่มีแสง สภาวะมีแสง ต่อประสิทธิภาพการบำบัดโกลูอิน

การทดลองได้เลือกพืช CAM ที่บำบัดโกลูอินดีที่สุดได้แก่ ลิ้นมังกรขอบทอง และ พืช C3 ที่บำบัดโกลูอินดีที่สุดได้แก่ เพชรน้ำหนึ่ง จากนั้นออกแบบระบบทดลอง โดยนำพืช เพชรน้ำหนึ่ง มา 2 ต้น, ลิ้นมังกรขอบทอง มา 2 ต้น และเพชรน้ำหนึ่ง กับ ลิ้นมังกรขอบทอง อย่างละ 1 ต้น ใส่โหลสุญญากาศโดยใช้พาราฟินพันรอบโหลสุญญากาศ จากนั้นหุ้มรากด้วยทิชชูและอลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil) จากนั้นฉีดโกลูอิน 5 ppm โดยออกแบบการทดลองให้ปลูกพืชในสภาวะปกติ สภาวะที่มีแสง และในสภาวะที่ไม่มีแสง

1. เปรียบเทียบพืช CAM , ชนิด C3 และพืช C3 + CAM ในการบำบัดโกลูอิน ในสภาวะปกติ

ภาพที่ 4.9 และ ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบเปรียบเทียบชนิดของพืชชนิด CAM (ลิ้นมังกรขอบทอง) , ชนิด C3 (เพชรน้ำหนึ่ง) และพืช CAM (ลิ้นมังกรขอบทอง) + C3 (เพชรน้ำหนึ่ง) ในสภาวะปกติ (มีแสง 12 ชั่วโมง ที่มืด 12 ชั่วโมง) ในการบำบัดช่วงเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ระบบประสิทธิภาพในการบำบัดโกลูอินของพืชที่มีการรวมกันระหว่างพืช C3 (เพชรน้ำหนึ่ง) 1 ต้น รวมกับ CAM (ลิ้นมังกรขอบทอง) 1 ต้น มีประสิทธิภาพ ในการบำบัดโกลูอินได้ดีที่สุดในระบบสภาวะปกติ (แสง 12 ชั่วโมง และที่มืด 24 ชั่วโมง) โดยประสิทธิภาพการบำบัด สูงถึงร้อยละ 49.06 ± 1.30 ที่ชั่วโมงที่ 72



ภาพที่ 4.9 ประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่นในสภาวะปกติ

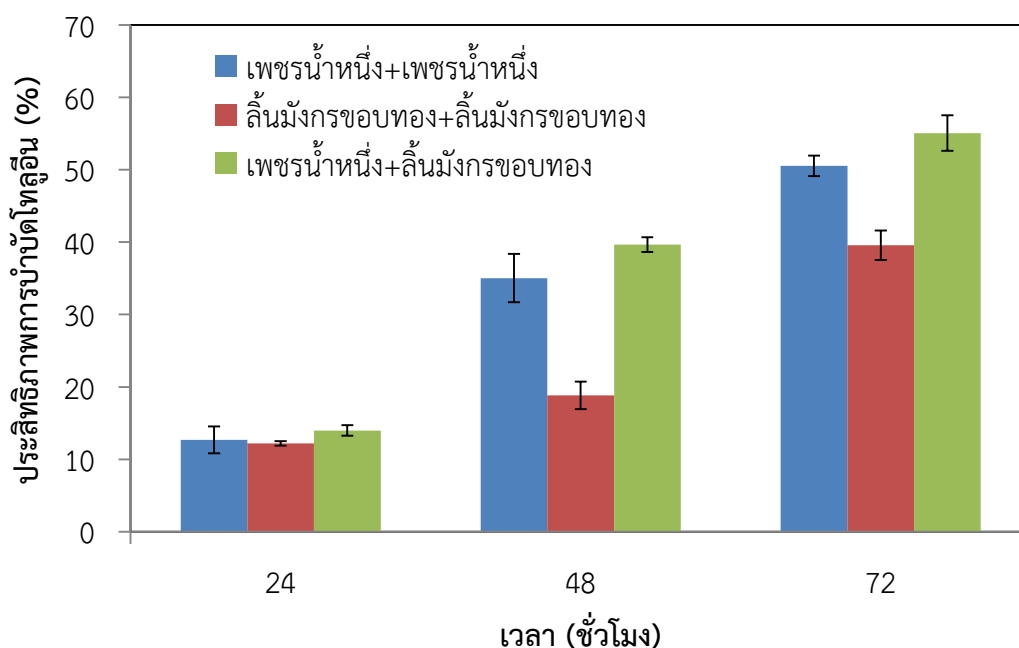
ตารางที่ 4.7 ประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่นในสภาวะปกติ เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชม.

ชนิดของพืช	ประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่นที่ 24 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่นที่ 48 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดโหลอื่นที่ 72 ชั่วโมง (%)
เพชรน้ำหนึ่ง+เพชรน้ำหนึ่ง	7.97±1.86	22.72±0.86	38.86±0.12
ลิ้นมังกรขอบทอง +ลิ้นมังกรขอบทอง	9.52±1.06	23.48±2.18	39.16±1.41
เพชรน้ำหนึ่ง +ลิ้นมังกรขอบทอง	9.69±0.54	37.34±1.25	49.06±1.30

2. เปรียบเทียบพืช CAM , ชนิด C3 และพืช C3 + CAM ในการบำบัดโหลอื่น ในสภาวะมีแสง

ภาพที่ 4.10 และ ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบเปรียบเทียบชนิดของพืชชนิด CAM (ลิ้นมังกรขอบทอง) , ชนิด C3 (เพชรน้ำหนึ่ง) และพืช CAM (ลิ้นมังกรขอบทอง) + C3 (เพชรน้ำหนึ่ง) ในสภาวะมีแสง (แสง 24 ชั่วโมง) ในการบำบัดช่วงเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการ

ทดลองพบว่า ระบบประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอินของพืชที่มีการรวมกันระหว่างพืช C3 (เพชราหนึ่ง) 1 ต้น รวมกับ CAM (ลิ้นมังกรขอบทอง) 1 ต้น มีประสิทธิภาพ ในการบำบัดโทลูอินได้ดีที่สุดในระบบสภาวะที่มีแสง โดยประสิทธิภาพการบำบัด สูงถึงร้อยละ 55.06 ± 2.47 ที่ชั่วโมงที่ 72



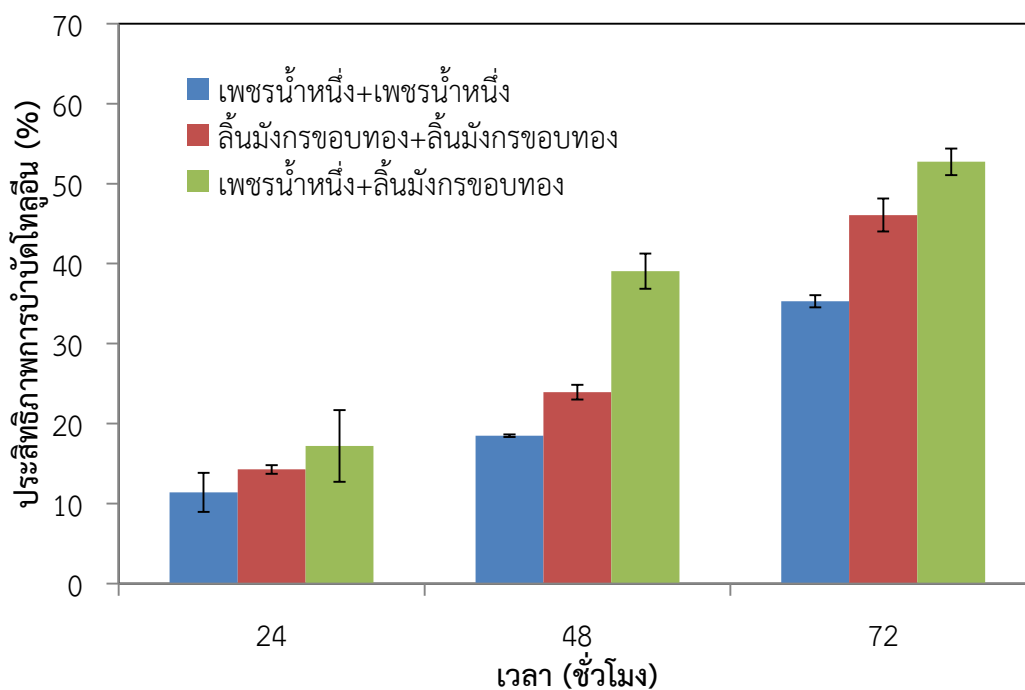
ภาพที่ 4.10 ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอินในสภาวะที่มีแสง

ตารางที่ 4.8 ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอินในสภาวะที่มีแสง เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ชนิดของพืช	ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอินที่ 24 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอินที่ 48 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอินที่ 72 ชั่วโมง (%)
เพชราหนึ่ง+เพชราหนึ่ง	12.68±1.84	35.03±3.35	50.53±1.39
ลิ้นมังกรขอบทอง +ลิ้นมังกรขอบทอง	12.20±0.29	18.83±1.89	39.58±2.03
เพชราหนึ่ง +ลิ้นมังกรขอบทอง	13.97±0.73	39.66±1.01	55.06±2.47

3. เปรียบเทียบพืช CAM , ชนิด C3 และพืช C3 + CAM ในการบำบัดโทลูอิน ในสถานะ ไม่มีแสง (มืด)

ภาพที่ 4.11 และ ตารางที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบเปรียบเทียบชนิดของพืชชนิด CAM (ลิ้นมังกรขอบทอง) , ชนิด C3 (เฟิร์นน้ำหนึ่ง) และพืช CAM (ลิ้นมังกรขอบทอง) + C3 (เฟิร์นน้ำหนึ่ง) ในสถานะที่มีมืด (ที่มืด 24 ชั่วโมง) ในการบำบัดช่วงเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ระบบประสิทธิภาพในการบำบัดโทลูอินของพืชที่มีการรวมกันระหว่างพืช C3 (เฟิร์นน้ำหนึ่ง) 1 ต้น รวมกับ CAM (ลิ้นมังกรขอบทอง) 1 ต้น มีประสิทธิภาพ ในการบำบัดโทลูอินได้ดีที่สุดในระบบสถานะที่มีมืด โดยประสิทธิภาพการบำบัด สูงถึงร้อยละ 52.73 ± 1.65 ที่ชั่วโมงที่ 72



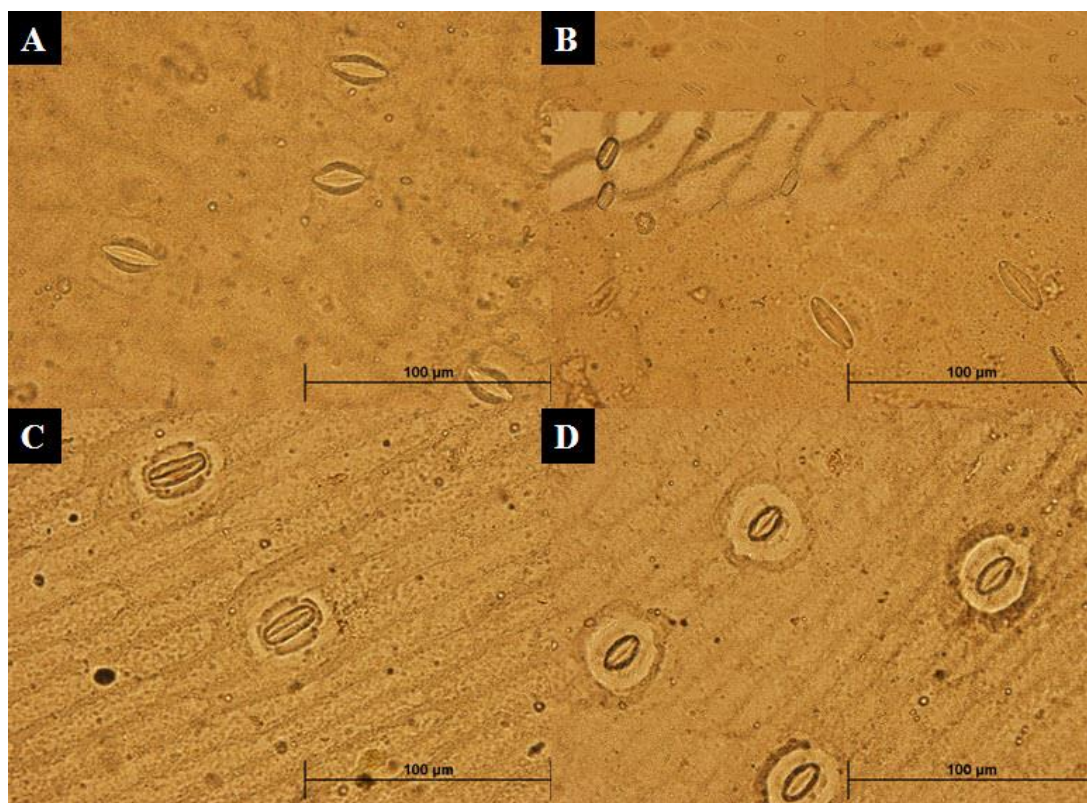
ภาพที่ 4.11 ประสิทธิภาพการบำบัดโทลูอินในสถานะที่ไม่มีแสง

ตารางที่ 4.9 ประสิทธิภาพการบำบัดโกลูอินในสภาวะที่ไม่มีแสง เป็นเวลา 24 , 48 และ 72 ชั่วโมง

ชนิดของพืช	ประสิทธิภาพการบำบัดโกลูอินที่ 24 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดโกลูอินที่ 48 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดโกลูอินที่ 72 ชั่วโมง (%)
เพชรรำหนึ่ง+เพชรรำหนึ่ง	11.40±2.43	18.50±0.16	35.30±0.75
ลิ้นมังกรขอบทอง +ลิ้นมังกรขอบทอง	14.28±0.55	23.92±0.92	46.08±2.04
เพชรรำหนึ่ง +ลิ้นมังกรขอบทอง	17.21±4.50	39.05±2.20	52.73±1.65

ลักษณะของปากใบของพืช CAM และ C3 เมื่อบำบัดโกลูอินใน สภาวะมีแสง และสภาวะไม่มีแสง

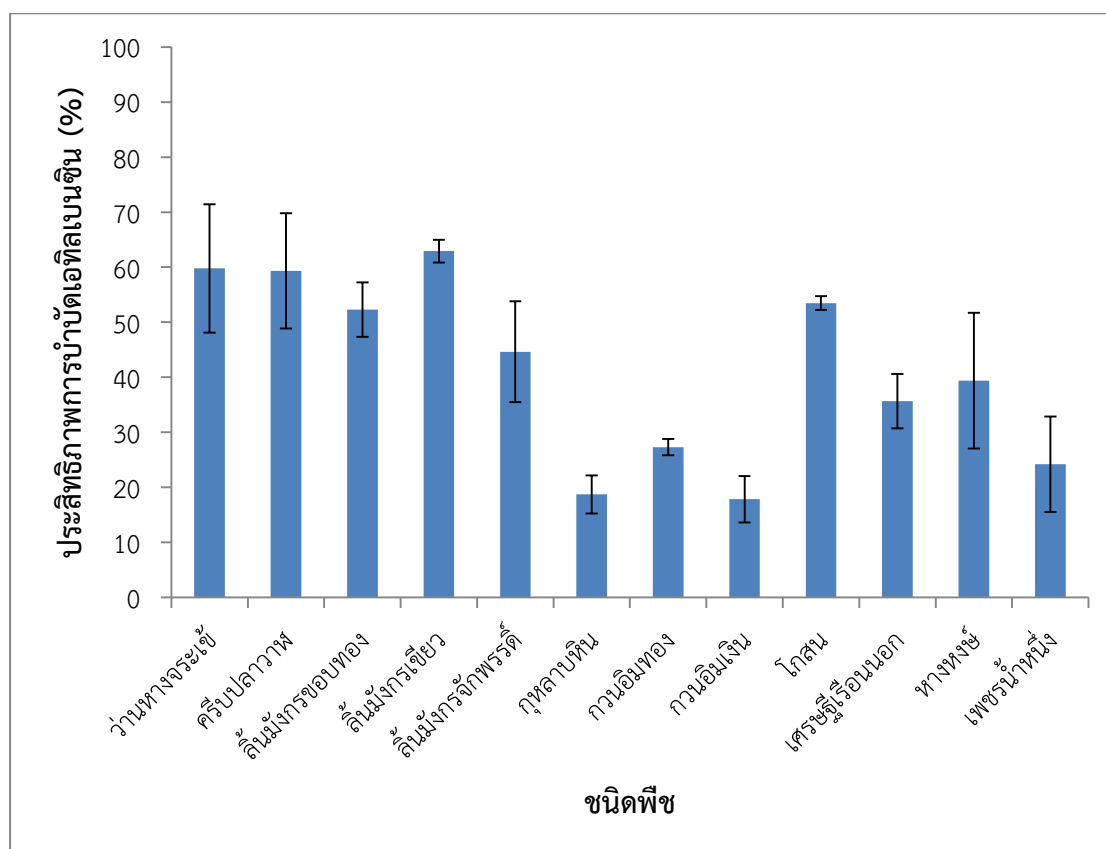
จากการทดลองได้ศึกษาลักษณะของปากใบในการบำบัดโกลูอิน ในสภาวะ มีแสง ไม่มีแสง ของเพชรรำหนึ่ง (C3) และต้นลิ้นมังกรขอบทอง (CAM) (ภาพที่ 4.12) พบว่า เพชรรำหนึ่งมีการเปิดปากใบเมื่อปลูกภายใต้แสง 24 ชม. (A) และจะปิดปากใบเมื่อปลูกในระบบมืด 24 ชม. (B) ส่วนต้นลิ้นมังกรขอบทอง จะมีการปิดปากใบเมื่อปลูกภายใต้แสง 24 ชม. (C) และจะเปิดปากใบเมื่อปลูกในระบบมืด 24 ชม. (D) จากภาพจะเห็นได้ว่าพืช CAM และ C3 มีการเปิดปิดปากใบในเวลาที่แตกต่างกัน เมื่อนำพืชทั้ง 2 ชนิดมาปลูกร่วมกันจึงทำให้มีประสิทธิภาพในการลดโกลูอินมากกว่าการปลูกพืช CAM หรือ C3 เพียงชนิดเดียว แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนปากใบไม่สามารถเป็นตัวบ่งชี้ว่าจะเป็นชนิดที่ดีที่สุดในการดูดซับโกลูอิน เพราะพืชแต่ละชนิดก็มีขนาดปากใบที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.12 ปากใบต้นเพชรน้ำหนึ่งเมื่อปลูกภายใต้แสง 24 ชม. (A) มีด 24 ชม.
 (B) และต้นลั่นทมกรขอบทอง เมื่อปลูกภายใต้แสง 24 ชม. (C) มีด 24 ชม. (D)

ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซีนของพืช CAM และ C3

1. ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซีนด้วยพืช CAM และ C3 ที่ 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.13 ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซีนของพืช CAM และ C3 ที่ 24 ชั่วโมง

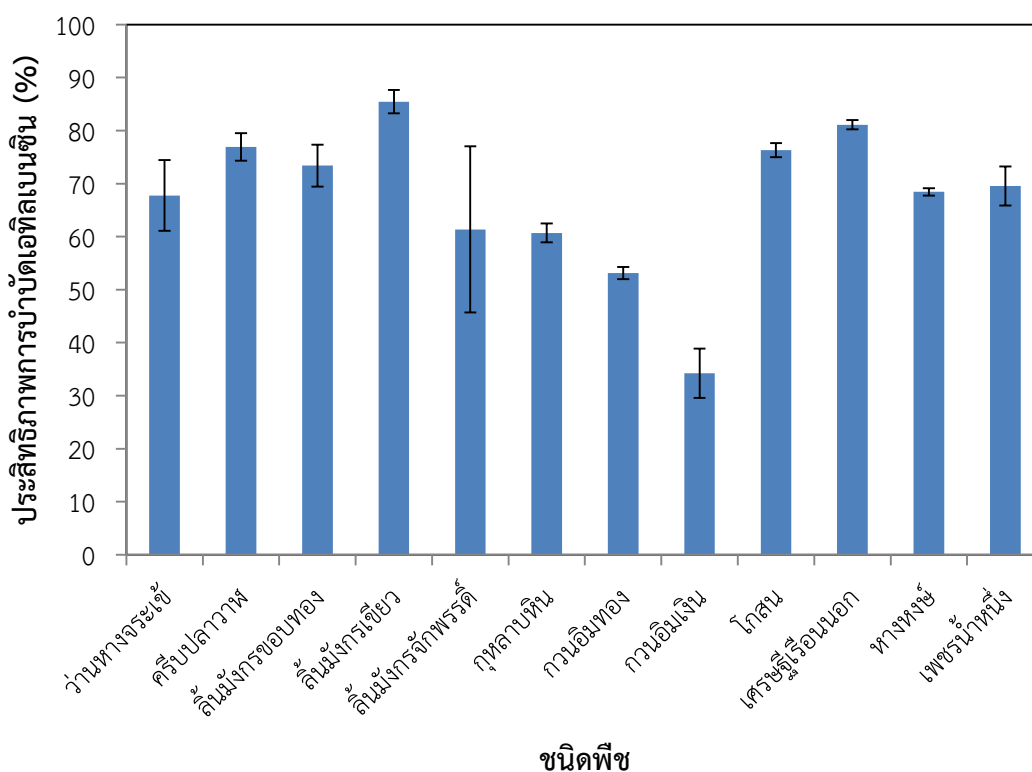
ตารางที่ 4.10 ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซีนของพืช CAM และ C3 ที่ 24 ชั่วโมง

ชื่อพืช		ประสิทธิภาพการบำบัดที่ 24 ชั่วโมง (%)
CAM	ว่านหางจระเข้	59.78±11.67
	ลิ้นมังกรครีบบล่าวาฬ	59.33±10.48
	ลิ้นมังกรขอบทอง	52.27±4.94
	ลิ้นมังกรเขียว	62.92±2.05
	ลิ้นมังกรจักรพรรดิ	44.62±9.16
	กุหลาบหิน	18.71±3.45

C3	กวนอิมทอง	27.30±1.48
	กวนอิมเงิน	17.83±4.21
	โกสน	53.46±1.26
	เศรษฐีเรือนนอก	35.04±4.94
	หางหงษ์	39.38±12.32
	เพชรน้ำหนึ่ง	24.18±8.66

จากการศึกษา (ภาพที่ 4.13 และตารางที่ 4.10) พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซีน 24 ชม.ของพืช CAM ที่ดีที่สุดได้แก่ ต้นลิ้นมังกรเขียว ร้อยละ 62.91 รองลงมาได้แก่ต้นว่านหางจระเข้ ร้อยละ 59.78 ต้นคริสต์มาส ร้อยละ 59.32 ลิ้นมังกรขอบทอง ร้อยละ 52.26 ลิ้นมังกรจักรพรรดิ ร้อยละ 44.61 กุหลาบหิน ร้อยละ 18.71 ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซีน 24 ชม.ของพืช C3 ที่ดีที่สุดได้แก่ ต้นโกสน ร้อยละ 53.46 รองลงมาได้แก่ต้นหางหงษ์ ร้อยละ 39.38 ต้นเศรษฐีเรือนนอก ร้อยละ 35.64 กวนอิมทอง ร้อยละ 27.30 เพชรน้ำหนึ่ง ร้อยละ 24.18 และต่ำสุดได้แก่กวนอิมเงิน ร้อยละ 17.83

2. ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซีนด้วยพืช CAM และ C3 ที่ 48 ชั่วโมง



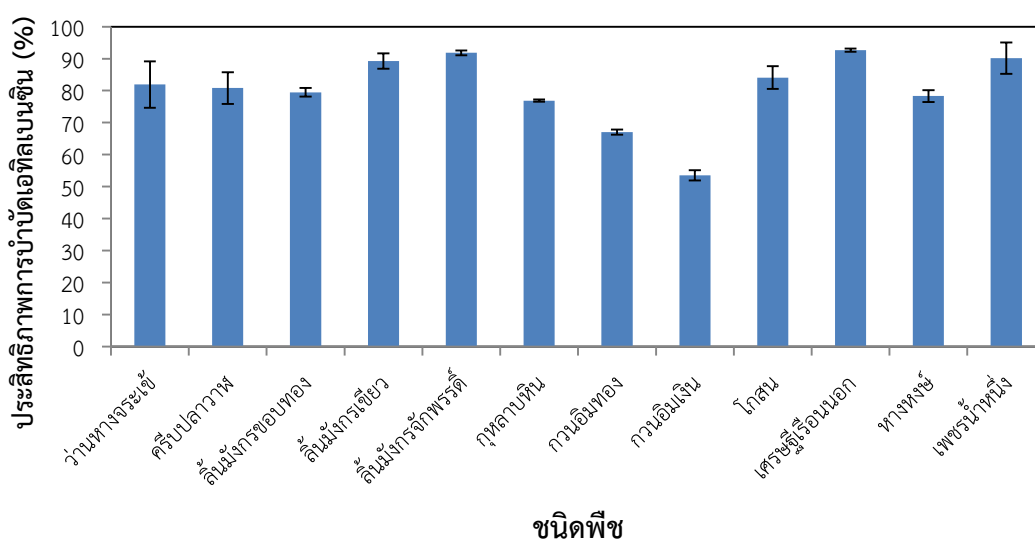
ภาพที่ 4.14 ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซีนของพืช CAM และ C3 ที่ 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.11 ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซินของพืช CAM และ C3 ที่ 48 ชั่วโมง

ชื่อพืช		ประสิทธิภาพการบำบัดที่ 48 ชั่วโมง (%)
CAM	ว่านหางจระเข้	67.76±6.68
	ลั่นมังกรครีบลาวาฬ	76.93±10.48
	ลั่นมังกรขอบทอง	73.40±3.96
	ลั่นมังกรเขียว	85.46±2.18
	ลั่นมังกรจักรพรรดิ	61.37±15.17
	กุหลาบหิน	60.69±1.79
C3	กวนอิมทอง	53.11±1.14
	กวนอิมเงิน	34.23±4.64
	โกสน	76.32±1.34
	เศรษฐีเรือนนอก	81.10±0.86
	หางหงษ์	68.44±0.67
เพชรน้ำหนึ่ง		69.53±3.69

ภาพที่ 4.14 และตารางที่ 4.11 พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซิน 48 ชม.ของพืช CAM ที่ดีที่สุดได้แก่ ต้นลั่นมังกรเขียว ร้อยละ 85.46 ต้นครีบลาวาฬ ร้อยละ 76.93 ต้นลั่นมังกรขอบทอง ร้อยละ 73.40 ว่านหางจระเข้ ร้อยละ 67.76 ลั่นมังกรจักรพรรดิ ร้อยละ 61.37 กุหลาบหิน ร้อยละ 60.69 ตามลำดับ และประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซิน 48 ชม.ของพืช C3 ได้แก่ ต้นเศรษฐีเรือนนอก ร้อยละ 81.10 ต้นโกสน ร้อยละ 76.32 ต้นเพชรน้ำหนึ่ง ร้อยละ 69.53 หางหงษ์ ร้อยละ 68.44 และกวนอิมทอง ร้อยละ 53.11 กวนอิมเงิน ร้อยละ 34.23

3. ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินด้วยพืช CAM และ C3 ที่ 72 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.15 ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซินของพืช CAM และ C3 ที่ 72 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.12 ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซินของพืช CAM และ C3 ที่ 72 ชั่วโมง

ชื่อพืช		ประสิทธิภาพการบำบัดที่ 72 ชั่วโมง (%)
CAM	ว่านหางจระเข้	81.92±7.27
	ลั่นทมกรศรีปลาพา	80.81±4.95
	ลั่นทมกรขอบทอง	79.48±1.38
	ลั่นทมกรเขียว	89.22±2.40
	ลั่นทมกรจักพรรดิ	91.83±0.75
	กุหลาบหิน	76.87±0.36
C3	กวนอิมทอง	67.06±0.81
	กวนอิมเงิน	53.53±1.57
	โกสน	84.09±3.53
	เศรษฐีเรือนนอก	92.67±0.51
	หางหงษ์	78.31±1.85
	เพชรน้ำหนึ่ง	90.13±4.88

ภาพที่ 4.15 และตารางที่ 4.12 พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซิน 72 ชม.ของพืช CAM ที่ดีที่สุดได้แก่ ต้นลั่นทมกรจักพรรดิ ร้อยละ 91.83 รองลงมาได้แก่ ต้นลั่นทมกรเขียว ร้อยละ 89.22 ต้นว่านหางจระเข้ ร้อยละ 81.92 ศรีปลาพา ร้อยละ 80.81 ลั่นทมกรขอบทอง ร้อยละ 79.48 กุหลาบหิน ร้อยละ 76.87 ตามลำดับ ส่วน ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซิน 72 ชม.ของพืช C3 ได้แก่ ต้นเศรษฐีเรือนนอก ร้อยละ 92.67 ต้นเพชรน้ำหนึ่ง ร้อยละ 90.13 ต้นโกสน ร้อยละ 84.09 หางหงษ์ ร้อยละ 78.31 กวนอิมทอง ร้อยละ 67.06 กวนอิมเงิน ร้อยละ 53.53

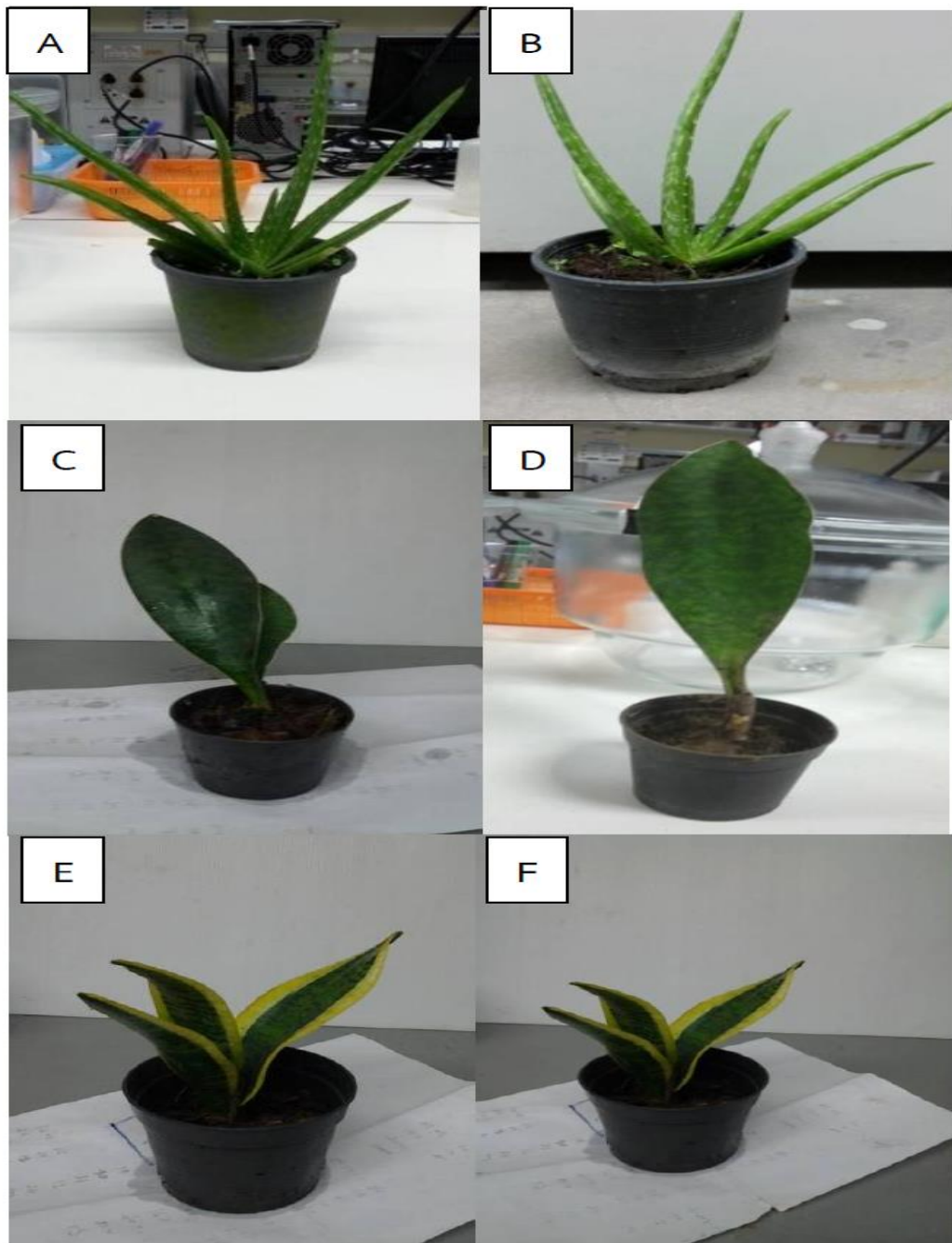
การสังเคราะห์แสงของพืช CAM และ พืช C3 ก่อนและหลังบำบัดเอทิลเบนซิน

การทดลองได้ว่าวัดค่าการสังเคราะห์แสงหรือค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ของพืช CAM และ C3 หลังจากพืชเหล่านี้ได้บำบัดเอทิลเบนซินแล้ว (กลุ่มทดลอง) โดยเปรียบเทียบกับพืชที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดเอทิลเบนซิน (กลุ่มควบคุม) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.13 โดยผลการทดลองพบว่า ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองของ กุหลาบหิน กวนอิมทอง หางหงษ์ และโกสน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และผลการทดลองพบว่า พืชทั้ง 4 ชนิดนี้ มีประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินค่อนข้างต่ำ แสดงว่าความเข้มข้นเอทิลเบนซินที่ 20 ppm มีความเป็นพิษกับพืช ทั้ง 4 ชนิดนี้ และเมื่อเปรียบเทียบกับผลของโกลูอินแสดงว่าเอทิลเบนซินน่าจะมีความเป็นพิษสูงกว่าโกลูอิน แสดงภาพดังภาพที่ 4.16

ตารางที่ 4.13 การสังเคราะห์แสงของพืช CAM และ C3 เมื่อบำบัดด้วยเอทิลเบนซีน

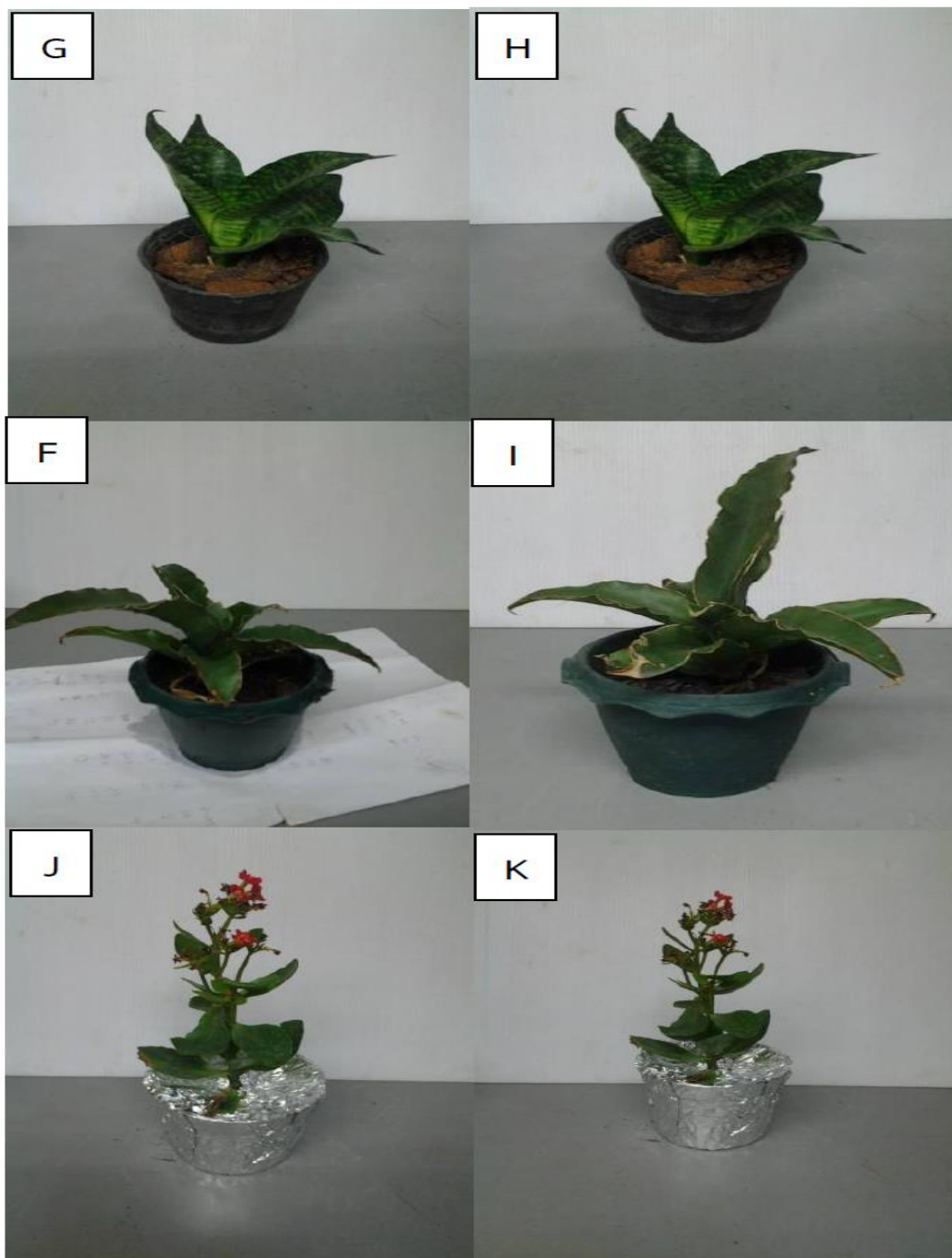
พืช	คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (Fv/Fm)	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ว่านหางจระเข้	0.658±0.016 ^a	0.684±0.017 ^a
2. ครีปปลาวาฬ	0.506±0.016 ^a	0.535±0.036 ^a
3. ลิ้นมังกรขอบทอง	0.499±0.002 ^a	0.541±0.051 ^a
4. ลิ้นมังกรเขียว	0.537±0.062 ^a	0.537±0.062 ^a
5. ลิ้นมังกรจักรพรรดิ	0.516±0.044 ^a	0.573±0.101 ^a
6. กุหลาบหิน	0.832±0.010 ^a	0.804±0.004 ^b
7. กวนอิมทอง	0.413±0.012 ^a	0.253±0.041 ^b
8. โกสน	0.336±0.019 ^a	0.251±0.036 ^b
9. เศรษฐีเรือนนอก	0.536±0.062 ^a	0.517±0.011 ^a
10. กวนอิมเงิน	0.720±0.048 ^a	0.728±0.076 ^a
11. หางหงษ์	0.659±0.010 ^a	0.473±0.016 ^b
12. เพชรน้ำหนึ่ง	0.718±0.080 ^a	0.682±0.060 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันแบบมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (alpha = 0.05) โดยใช้สถิติ Duncan's multiple range tests



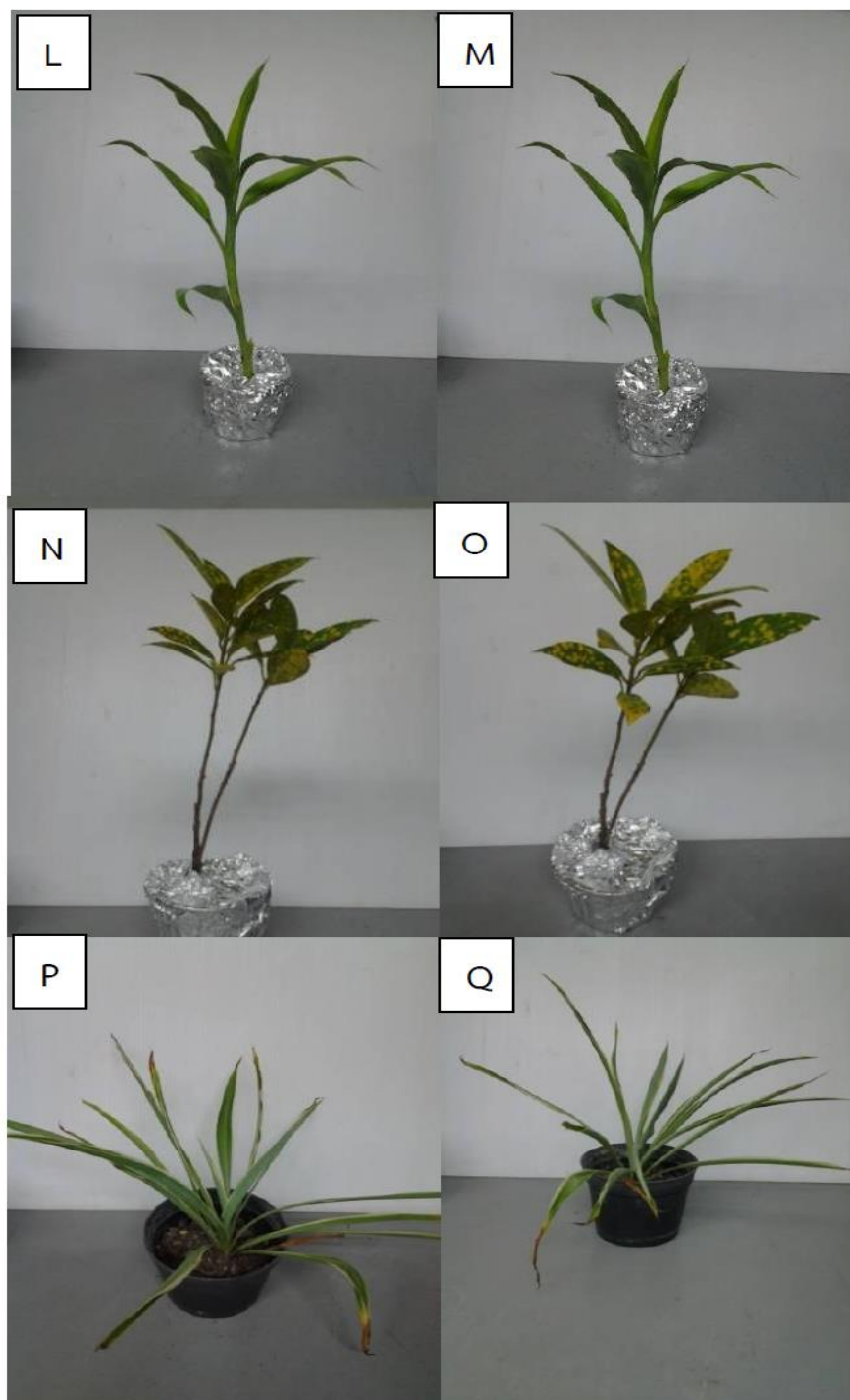
ภาพที่ 4.16 เปรียบเทียบลักษณะของพืชกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ผ่านการบำบัดเอทิลเบนซีน

- (A) ต้นว่านหางจระเข้ พืชกลุ่มควบคุม (B) ต้นว่านหางจระเข้ พืชกลุ่มทดลอง
 (C) ต้นคริสต์มาส พืชกลุ่มควบคุม (D) ต้นคริสต์มาส พืชกลุ่มทดลอง
 (E) ต้นลิ้นมังกร พืชกลุ่มควบคุม (F) ต้นลิ้นมังกร พืชกลุ่มทดลอง



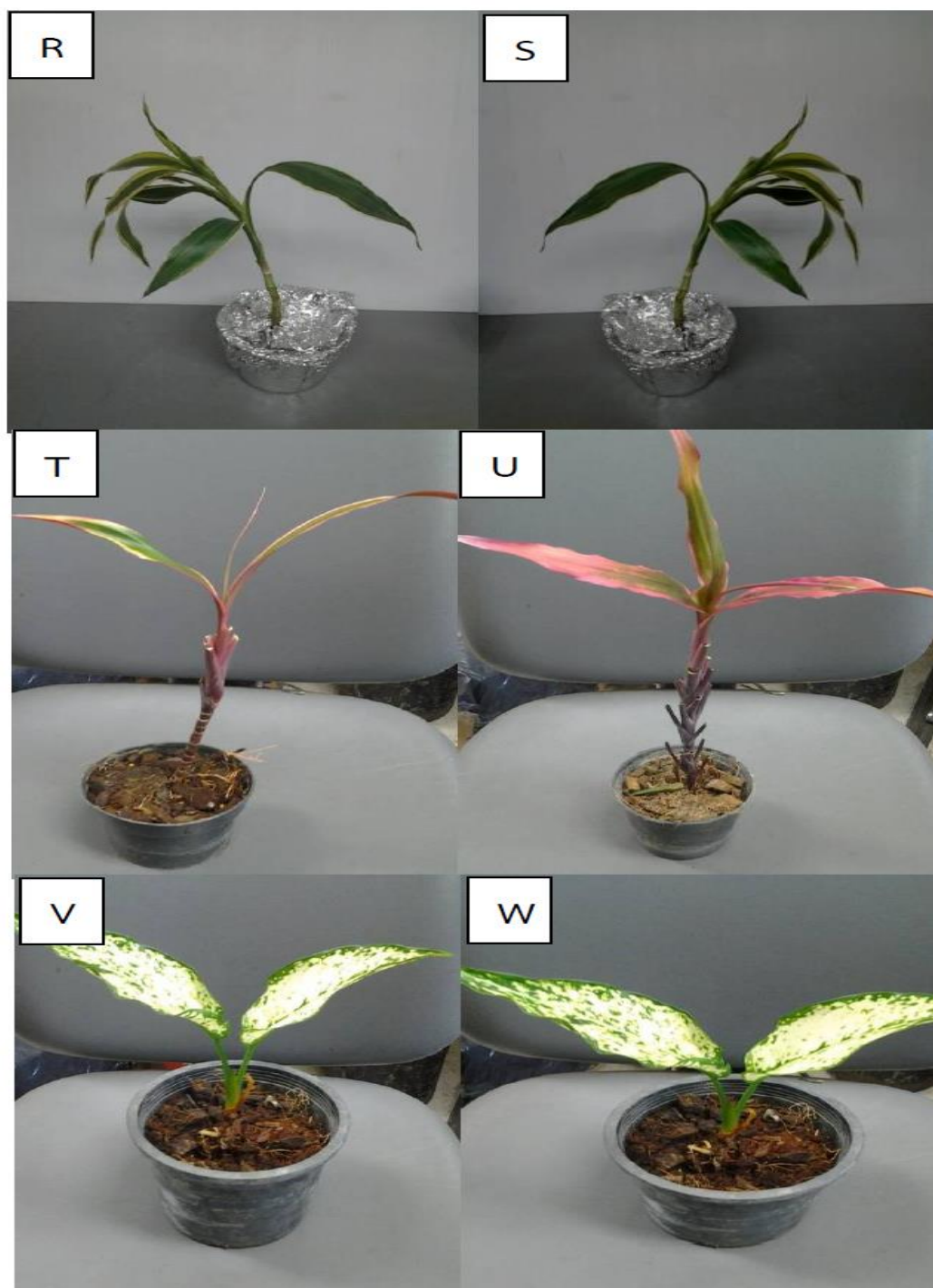
ภาพที่ 4.16 (ต่อ) เปรียบเทียบลักษณะของพืชกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ผ่านการบำบัด
เอทิลเบนซีน

- (G) ต้นลิ้นมังกรเขียว พืชกลุ่มควบคุม (H) ต้นลิ้นมังกรเขียว พืชกลุ่มทดลอง
(F) ต้นลิ้นมังกรจักรพรรดิ พืชกลุ่มควบคุม (I) ต้นลิ้นมังกรจักรพรรดิ พืชกลุ่มทดลอง
(J) ต้นกุหลาบหิน พืชกลุ่มควบคุม (K) ต้นกุหลาบหิน พืชกลุ่มทดลอง



ภาพที่ 4.16 (ต่อ) เปรียบเทียบลักษณะของพืชกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ผ่านการบำบัดเอทิลเบนซีน

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| (L) ต้นกววมิมทอง พืชกลุ่มควบคุม | (M) ต้นกววมิมทอง พืชกลุ่มทดลอง |
| (N) ต้นโกสน พืชกลุ่มควบคุม | (O) ต้นโกสน พืชกลุ่มทดลอง |
| (P) ต้นเศรษฐีเรือนนอก พืชกลุ่มควบคุม | (Q) ต้นเศรษฐีเรือนนอก พืชกลุ่มทดลอง |



ภาพที่ 4.16 (ต่อ) เปรียบเทียบลักษณะของพืชกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ผ่านการบำบัด
เอทิลเบนซีน

- (R) ต้นกวณอิมเงิน พืชกลุ่มควบคุม (S) ต้นกวณอิมเงิน พืชกลุ่มควบคุม
(T) ต้นทางหงษ์ พืชกลุ่มควบคุม (U) ต้นทางหงษ์ พืชกลุ่มควบคุม
(V) ต้นเพชรน้ำหนึ่ง พืชกลุ่มควบคุม (W) ต้นเพชรน้ำหนึ่ง พืชกลุ่มควบคุม

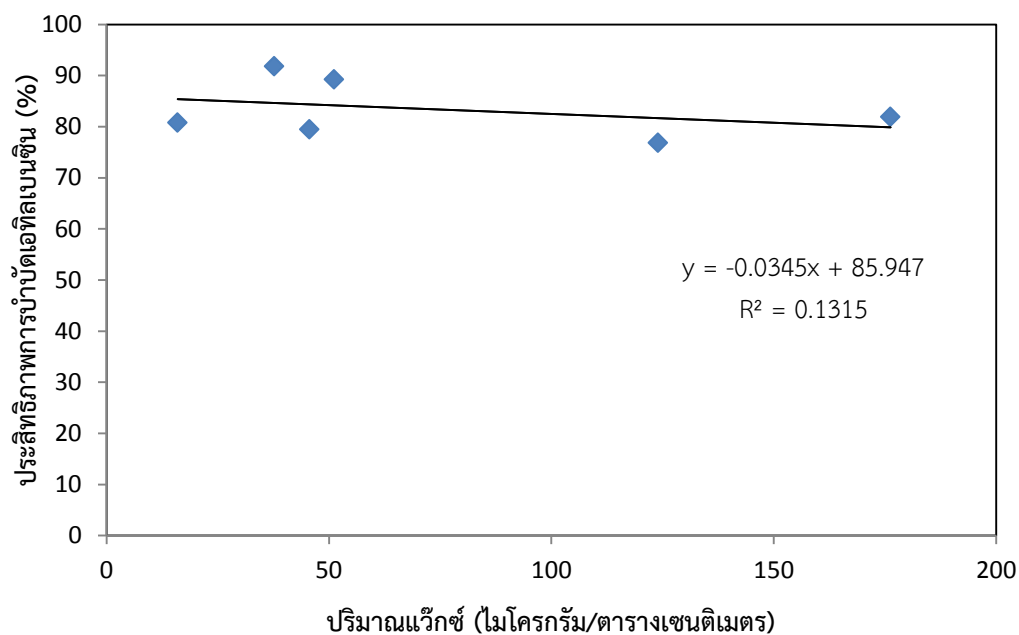
ความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ ต่อประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซิน

ตารางที่ 4.14 ปริมาณแวกซ์ของ CAM และ พืช C3 ต่อประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซิน

พืช	น้ำหนักแวกซ์ ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	ประสิทธิภาพการบำบัด ที่ 72 ชั่วโมง
CAM		
ว่านหางจระเข้	176.26 ± 19.69^a	81.92 ± 7.27
ลั่นทมกรศรีปลาพา	15.97 ± 7.16^f	80.81 ± 4.95
ลั่นทมกรขอบทอง	45.58 ± 0.55^{de}	79.48 ± 1.38
ลั่นทมกรเขียว	57.18 ± 4.43^{cd}	89.22 ± 2.40
ลั่นทมกรจักรพรรดิ	37.70 ± 7.30^e	91.83 ± 0.75
กุหลาบหิน	123.96 ± 4.95^b	76.87 ± 0.36
C3		
กวอนิมทอง	65.12 ± 3.29^c	67.06 ± 0.81
กวอนิมเงิน	11.41 ± 2.78^f	53.53 ± 1.57
โกสน	63.57 ± 5.48^c	84.09 ± 3.53
เศรษฐีเรือนนอก	20.76 ± 0.55^f	92.67 ± 0.51
หางหงษ์	59.04 ± 3.39^{cd}	78.31 ± 1.85
เพชรน้ำหนึ่ง	18.00 ± 1.06^f	90.13 ± 4.88

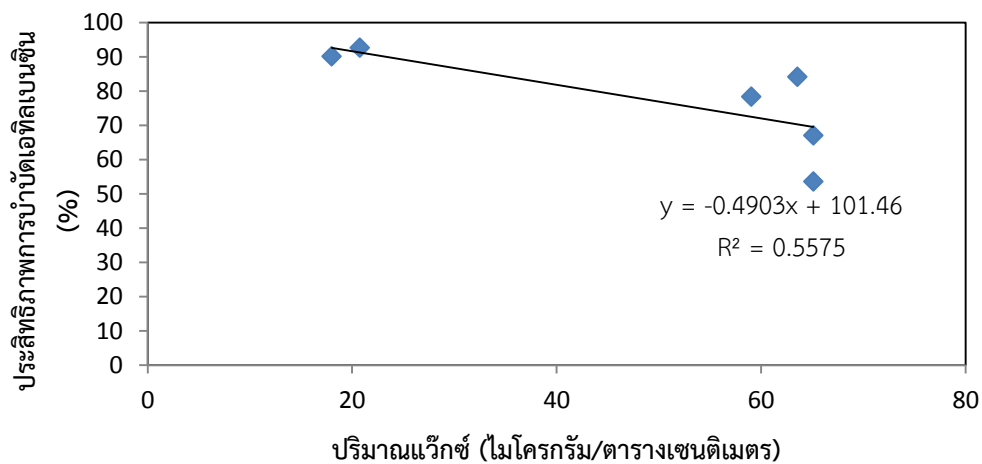
ตารางที่ 4.14 ศึกษาปริมาณของแวกซ์ของพืช CAM 6 ชนิด และ C3 6 ชนิด เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซิน จากตารางพบว่าปริมาณแวกซ์สูงสุดของพืช CAM ได้แก่ ว่านหางจระเข้ มีปริมาณแวกซ์สูงถึง $176.26 \pm 19.69 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ รองลงมาได้แก่กุหลาบหิน ลั่นทมกรขอบทอง ลั่นทมกรจักรพรรดิ ลั่นทมกรเขียว และศรีปลาพา ส่วนพืช C3 ปริมาณแวกซ์สูงสุดได้แก่ กวอนิมเงิน มีปริมาณแวกซ์สูงถึง $65.12 \pm 3.29 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ รองลงมาได้แก่ โกสน หางหงษ์ เศรษฐีเรือนนอก เพชรน้ำหนึ่ง และกวอนิมเงิน

อย่างไรก็ตามการทดลองได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพืช CAM กับประสิทธิภาพการบำบัดโกลูอิน ในรูปของสมการเชิงเส้น (ภาพที่ 4.17) พบว่า ค่า $R^2 = 0.1315$ ซึ่งจัดว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ มีความเป็นไปได้ว่าปริมาณแวกซ์กับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่อาจจะเกิดจากชนิดของแวกซ์ ที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินมากกว่า ซึ่งต้องมีการศึกษาด้วย GC-MS ต่อไป



ภาพที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพืช CAM กับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซิน ในรูปสมการเชิงเส้น

ส่วนภาพที่ 4.18 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพืช C3 กับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินในรูปของสมการเชิงเส้น พบว่า ค่า $R^2 = 0.5575$ จึงเป็นไปได้ว่าปริมาณแวกซ์กับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินไม่น่าจะมีความสัมพันธ์กัน



ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพืช C3 กับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซิน ในรูปสมการเชิงเส้น

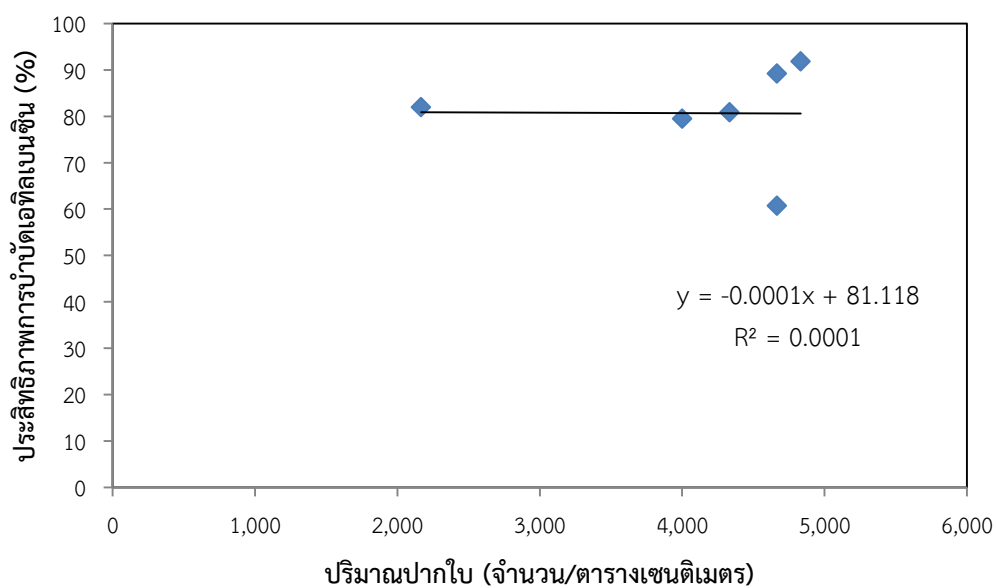
ความสัมพันธ์ของปริมาณปากใบต่อประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซิน

ตารางที่ 4.15 แสดงจำนวนปากใบของพืช CAM 6 ชนิด และ C3 6 ซึ่งจากตารางพบว่าจำนวนปากใบสูงสุดของพืช CAM ได้แก่ ลิ้นมังกรจักรพรรดิ มีจำนวนปากใบสูงถึง $4833.33 \pm 288.68 \text{ No./cm}^2$ รองลงมาได้แก่ กุหลาบหิน ลิ้นมังกรเขียว ครีปปลาวาฬ และ ลิ้นมังกรขอบทอง และว่านหางจรเข้ ส่วนพืช C3 จำนวนปากใบสูงสุดได้แก่ เศรษฐีเรือนนอก มีจำนวนปากใบ 15500 No./cm^2 รองลงมาได้แก่ หางหงษ์ กวนอิมเงิน กวนอิมทอง เพชรน้ำหนึ่ง และโกสน

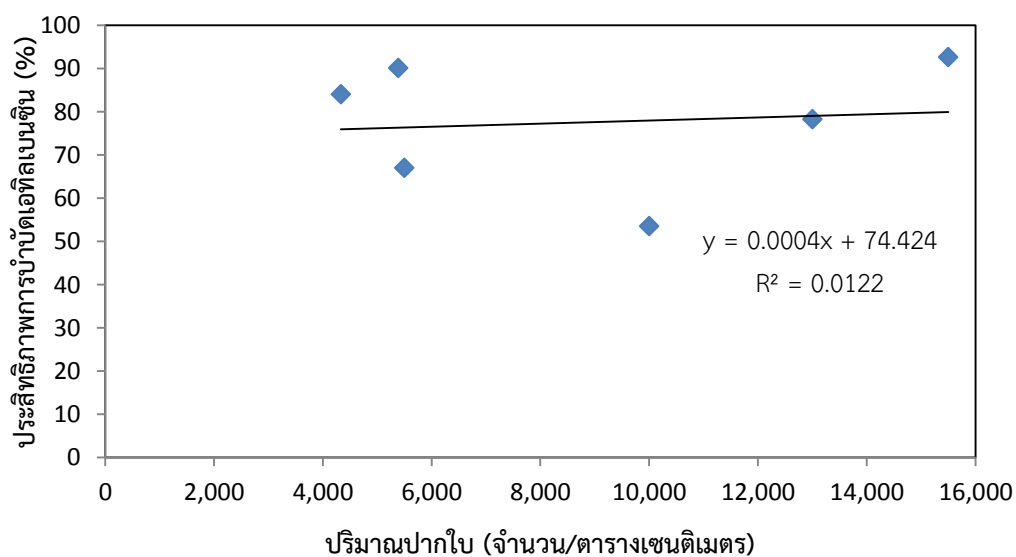
ตารางที่ 4.15 จำนวนปากใบของ CAM และ พืช C3 ต่อประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซิน

พืช	จำนวนปากใบ (No./cm^2)	ประสิทธิภาพการบำบัด ที่ 72 ชั่วโมง
<u>CAM</u>		
ว่านหางจรเข้	$2,166.67 \pm 288.68^e$	81.92 ± 7.27
ครีปปลาวาฬ	$4,333.33 \pm 1527.53^d$	80.81 ± 4.95
ลิ้นมังกรขอบทอง	4000 ± 500.00^d	79.48 ± 1.38
ลิ้นมังกรเขียว	4666.67 ± 577.35^d	89.22 ± 2.40
ลิ้นมังกรจักรพรรดิ	4833.33 ± 288.68^d	91.83 ± 0.75
กุหลาบหิน	4666.67 ± 288.68^d	76.87 ± 0.36
<u>C3</u>		
กวนอิมทอง	5500.00 ± 1322.88^d	67.06 ± 0.81
กวนอิมเงิน	10000.00 ± 866.03^c	53.53 ± 1.57
โกสน	4333.33 ± 763.76^d	84.09 ± 3.53
เศรษฐีเรือนนอก	15500.00 ± 500.00^a	92.67 ± 0.51
หางหงษ์	13000.00 ± 1802.78^b	78.31 ± 1.85
เพชรน้ำหนึ่ง	5388.33 ± 1258.31^d	90.13 ± 4.88

การทดลองได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณปากใบของพืช CAM กับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินในรูปของสมการเชิงเส้น (ภาพที่ 4.19) พบว่า ค่า $R^2 = 0.0001$ จึงมีความเป็นไปได้ว่าปริมาณปากใบกับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ส่วนภาพที่ 4.20 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณปากใบของพืช C3 กับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซิน ในรูปของสมการเชิงเส้น พบว่า ค่า $R^2 = 0.0122$ ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ จึงเป็นไปได้ว่าปริมาณปากใบไม่มีความสัมพันธ์ต่อประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซิน



ภาพที่ 4.19 ความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพืช CAM กับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซีน ในรูปสมการเชิงเส้น



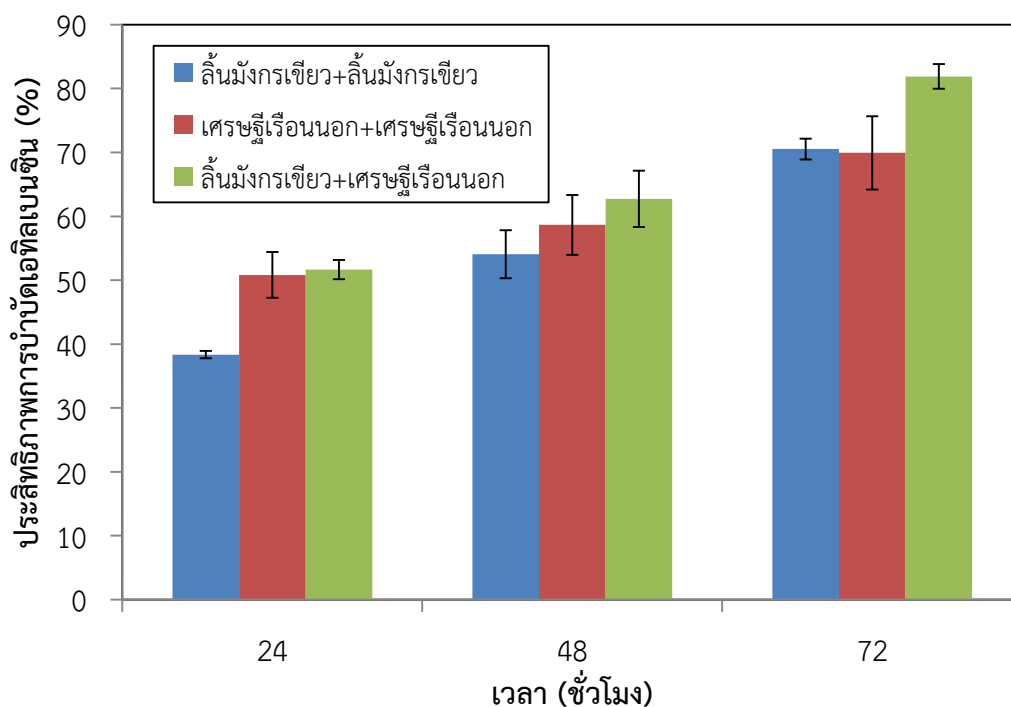
ภาพที่ 4.20 ความสัมพันธ์ของปริมาณแวกซ์ของพืช C3กับประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซีน ในรูปสมการเชิงเส้น

เปรียบเทียบชนิดของพืชชนิด CAM , ชนิด C3 และพืช C3 + CAM ในสภาวะปกติ สภาวะมีแสง สภาวะไม่มีแสง ต่อประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซิน

การทดลองได้เลือกพืช CAM ที่บำบัดเอทิลเบนซินได้ดีที่สุดได้แก่ ลิ้นมังกรเขียว และ พืช C3 ที่บำบัดเอทิลเบนซินได้ดีที่สุดได้แก่ เศรษฐีเรือนนอก จากนั้นออกแบบระบบทดลอง โดยนำ ลิ้นมังกรเขียว มา 2 ต้น , เศรษฐีเรือนนอก มา 2 ต้น และ ลิ้นมังกรเขียว กับ เศรษฐีเรือนนอก อย่างละ 1 ต้น ใส่โหลสุญญากาศโดยใช้พาราฟินพันรอบโหลสุญญากาศ จากนั้นหุ้มรากด้วยทิชชูและอลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil) จากนั้นฉีดสารเอทิลเบนซิน 20 ppm โดยออกแบบการทดลองให้ปลูกพืชในสภาวะปกติ สภาวะที่มีแสง และในสภาวะที่ไม่มีแสง

1. เปรียบเทียบพืช CAM , ชนิด C3 และพืช C3 + CAM ในการบำบัดเอทิลเบนซิน ในสภาวะปกติ

ภาพที่ 4.21 และ ตารางที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบเปรียบเทียบชนิดของพืชชนิด CAM (ลิ้นมังกรเขียว) , ชนิด C3 (เศรษฐีเรือนนอก) และพืช CAM (ลิ้นมังกรเขียว) + C3 (เศรษฐีเรือนนอก) ปลูกในสภาวะปกติ (มีแสง 12 ชั่วโมง ที่มีด 12 ชั่วโมง) ในการบำบัดช่วงเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซินของพืชที่มีการรวมกันระหว่างเศรษฐีเรือนนอก 1 ต้น (C3) รวมกับลิ้นมังกรเขียว 1 ต้น (CAM) มีประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซินได้ดีที่สุดในระบบสภาวะปกติ โดยประสิทธิภาพการบำบัด สูงร้อยละ 81.89 ± 1.93 ที่ชั่วโมงที่ 72



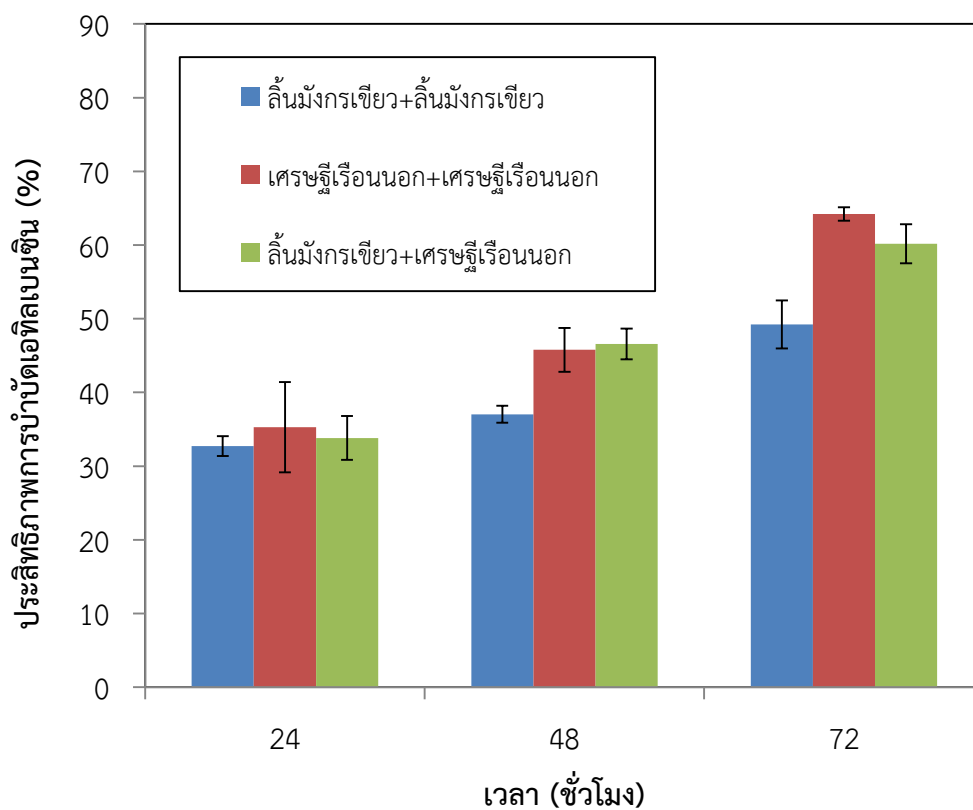
ภาพที่ 4.21 ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินในสภาวะปกติ

ตารางที่ 4.16 ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินในสภาวะปกติ เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ชนิดของพืช	ประสิทธิภาพ การบำบัดเอทิล เบนซินที่ 24 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพ การบำบัดเอทิล เบนซินที่ 48 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพ การบำบัดเอทิล เบนซินที่ 72 ชั่วโมง (%)
ลั่นทมกรเขียว+ลั่นทมกรเขียว	50.82±0.57	58.66±3.75	69.94±1.62
เศรษฐีเรือนนอก +เศรษฐีเรือน นอก	38.34±3.58	54.06±4.68	70.54±5.73
ลั่นทมกรเขียว+ เศรษฐีเรือนนอก	51.65±1.49	62.73±4.43	81.89±1.93

2. เปรียบเทียบพืช CAM , ชนิด C3 และพืช C3 + CAM ในการบำบัดเอทิลเบนซิน ในสภาวะมีแสง

ภาพที่ 4.22 และ ตารางที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบเปรียบเทียบชนิดของพืชชนิด CAM (ลั่นทมกรเขียว) , ชนิด C3 (เศรษฐีเรือนนอก) และพืช CAM (ลั่นทมกรเขียว) + C3 (เศรษฐีเรือนนอก) ปลูกในสภาวะมีแสงที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซินในระบบที่มีเศรษฐีเรือนนอก 2 ต้น (C3) มีประสิทธิภาพ ในการบำบัดเอทิลเบนซินได้ดีที่สุดในระบบสภาวะมีแสง โดยประสิทธิภาพการบำบัด สูงถึงร้อยละ 64.20±0.91 ที่ ชั่วโมงที่ 72



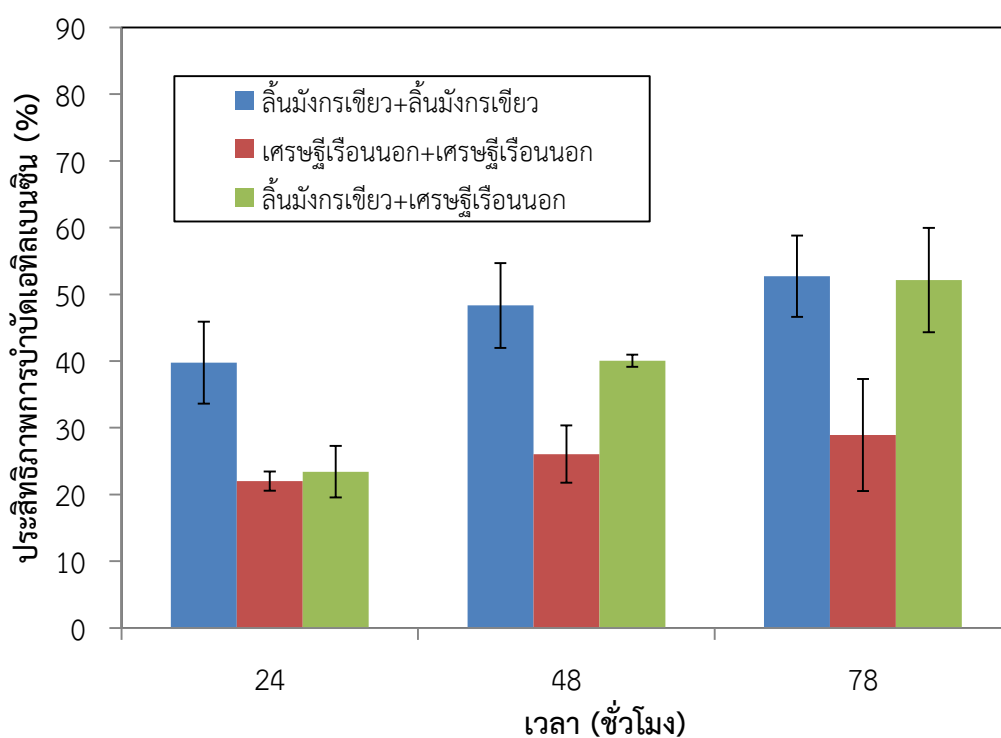
ภาพที่ 4.22 ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินในสภาวะมีแสง

ตารางที่ 4.17 ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินในสภาวะมีแสงเป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ชนิดของพืช	ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินที่ 24 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินที่ 48 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินที่ 72 ชั่วโมง (%)
ลันมังกรเขียว+ลันมังกรเขียว	32.72±1.33	37.02±1.15	49.23±3.25
เศรษฐกิจเรือนนอก +เศรษฐกิจเรือนนอก	35.28±6.11	45.78±2.92	64.20±0.91
ลันมังกรเขียว+ เศรษฐกิจเรือนนอก	33.82±2.96	46.56±2.08	60.18±2.64

3. เปรียบเทียบพืช CAM , ชนิด C3 และพืช C3 + CAM ในการบำบัดเอทิลเบนซิน ในสภาวะไม่มีแสง (ที่มีด)

ภาพที่ 4.23 และ ตารางที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบเปรียบเทียบชนิดของพืชชนิด CAM (ลิ้นมังกรเขียว) , ชนิด C3 (เศรษฐีเรือนนอก) และพืช CAM (ลิ้นมังกรเขียว) + C3 (เศรษฐีเรือนนอก) ปลูกในสภาวะมืดในช่วงเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ระบบประสิทธิภาพในการบำบัดเอทิลเบนซินของพืช ลิ้นมังกรเขียว 2 ต้น มีประสิทธิภาพ ในการบำบัดเอทิลเบนซินได้ดีที่สุดในระบบสภาวะที่มีด โดยประสิทธิภาพการบำบัด สูงถึงร้อยละ 52.70 ± 6.09 ที่ ชั่วโมงที่ 72 แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินของต้นลิ้นมังกร 2 ต้น มีค่าใกล้เคียงกับ เมื่อใช้ต้นลิ้นมังกรเขียว ร่วมกับเศรษฐีเรือนนอก โดยมีประสิทธิภาพการบำบัด ร้อยละ 52.14 ± 7.81



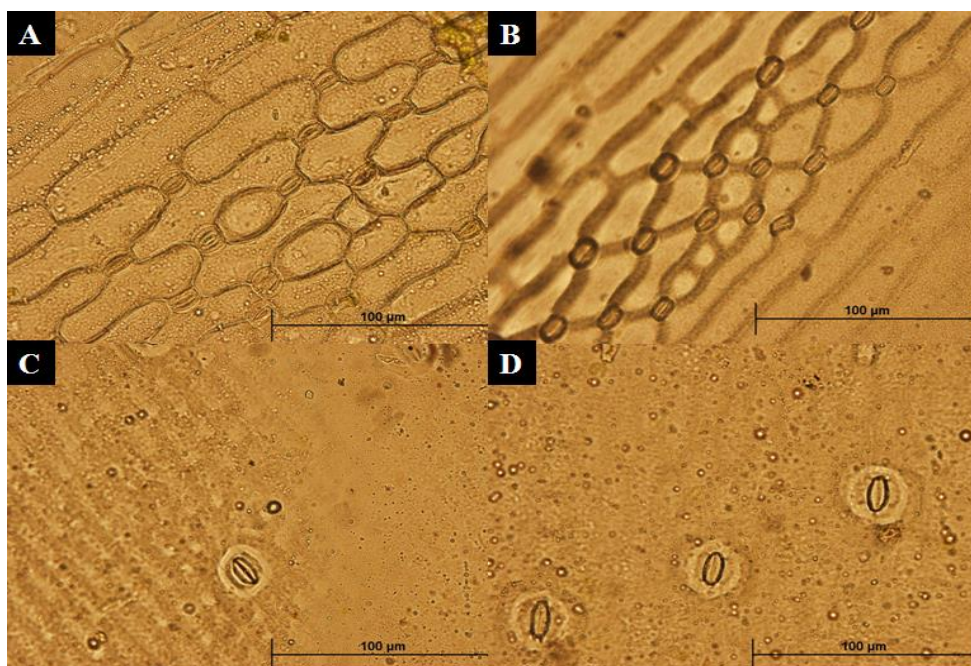
ภาพที่ 4.23 ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินในสภาวะไม่มีแสง

ตารางที่ 4.18 ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินในสภาวะไม่มีแสงเป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ชนิดของพืช	ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินที่ 24 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินที่ 48 ชั่วโมง (%)	ประสิทธิภาพการบำบัดเอทิลเบนซินที่ 72 ชั่วโมง (%)
ลั่นทมกรเขียว+ลั่นทมกรเขียว	32.72±6.14	48.33±6.36	52.70±6.09
เศรษฐีเรือนนอก +เศรษฐีเรือนนอก	22.01±1.43	26.08±4.33	28.92±8.44
ลั่นทมกรเขียว+ เศรษฐีเรือนนอก	23.41±3.86	40.74±0.91	52.14±7.81

ลักษณะของปากใบของพืช CAM และ C3 เมื่อบำบัดเอทิลเบนซินใน สภาวะมีแสง และสภาวะมืด (ไม่มีแสง)

จากการทดลองได้ศึกษาลักษณะของปากใบในการบำบัดเอทิลเบนซิน ในสภาวะ มีแสง มีด (ไม่มีแสง) ของเศรษฐีเรือนนอก (C3) และต้นลั่นทมกรเขียว (CAM) (ภาพที่ 4.24) พบว่า เศรษฐีเรือนนอกมีการเปิดปากใบเมื่อปลูกภายใต้แสง 24 ชม. (A) และจะปิดปากใบเมื่อปลูกในระบบมืด 24 ชม. (B) ส่วนต้นลั่นทมกรเขียว จะมีการปิดปากใบเมื่อปลูกภายใต้แสง 24 ชม. (C) และจะเปิดปากใบเมื่อปลูกในระบบมืด 24 ชม. (D) จากภาพจะเห็นได้ว่าพืช CAM และ C3 มีการเปิดปิดปากใบในเวลาที่ต่างกัน



ภาพที่ 4.24 ปากใบต้นเศรษฐีเรือนนอกเมื่อปลูกภายใต้แสง 24 ชม. (A) และที่มืด 24 ชม. (B) และ ต้นลิ้นมังกรเขียว เมื่อปลูกภายใต้แสง 24 ชม. (C) และที่มืด 24 ชม. (D)