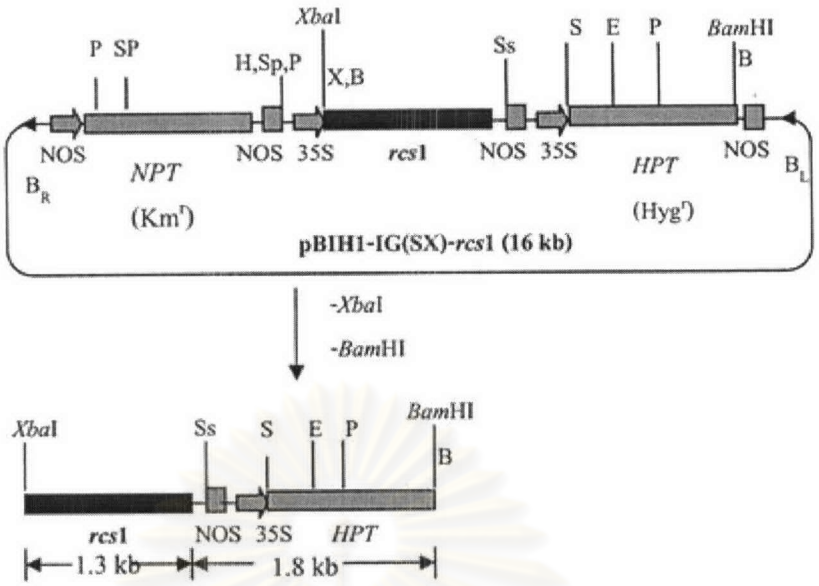
บทที่ 5

ผลการทดลอง

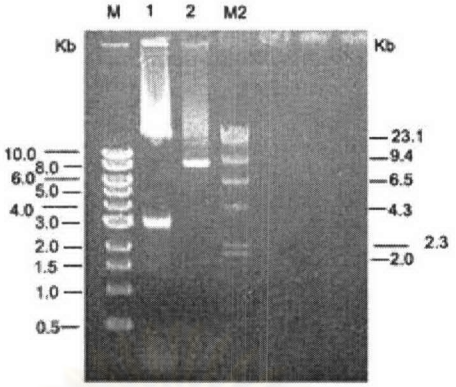
5.1 การสร้างพลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1-*rcs*1

ผลการวิเคราะห์ขนาดชิ้นดีเอ็นเอที่ได้จากการตัดรีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*rcs*1 ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Xba*I และ*Bam*HI โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟเรซิสได้ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 3 กิโลเบส และใหญ่กว่า 10 กิโลเบส(ดังแสดงในภาพที่ 5.1 และภาพที่ 5.2) ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 3 กิโลเบส เป็นชิ้นดีเอ็นเอที่มียีน *rcs*1ขนาดประมาณ 1 กิโลเบส และยีนต้านต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน(ยีน*HPT*) ขนาดประมาณ 2 กิโลเบส แยกเอาชิ้นดีเอ็นเอขนาดประมาณ 3 กิโลเบส ออกจากเจลอะกาโรส นำชิ้นดีเอ็นเอขนาดประมาณ 3 กิโลเบส ที่ได้มาเชื่อมต่อกับพลาสมิดพาหะ pUC19 ซึ่งตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Xba*I และ*Bam*HI เรียกรีคอมบิแนนต์พลาสมิดที่ได้ว่า pUC19- *rcs*1ตัดรีคอมบิแนนต์พลาสมิด pUC19- *rcs*1 ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Bam*HI ได้ชิ้นดีเอ็นเอขนาด 5.7 กิโลเบส นำชิ้นดีเอ็นเอที่ได้มาตัดซ้ำด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Sal*I แบบกึ่งสมบูรณ์ ตรวจสอบผลโดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟเรซิส แยกเอาชิ้นดีเอ็นเอขนาดประมาณ 3 กิโลเบส ซึ่งเป็นชิ้นดีเอ็นเอที่ประกอบด้วยยีน *rcs*1 และยีนต้านต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน(ยีน*HPT*) มีปลายเหนียวชนิด *Sal*I และ *Bam*HI ออกจากเจลอะกาโรส นำมาเชื่อมต่อกับพลาสมิดพาหะ pBIH1-IG(SX)-*SAT*1 ซึ่งตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Sal*I และ *Bam*HI เรียกรีคอมบิแนนท์พลาสมิดที่ได้ว่าพลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1-*rcs*1(ดังแสดงในภาพที่ 5.4) ทรานสฟอร์มรีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1-*rcs*1 เข้าสู่เซลล์คอมพีเทนต์ *E.coli* DH5α คัดเลือกโคโลนีสีขาวมาตรวจสอบว่าเป็นโคโลนีทรานสฟอร์แมมต์ โดยวิธีการสกัดเอาพลาสมิดมาใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบในกระบวนการ Polymerase Chain Reaction (PCR) ตรวจหายีน *rcs*1โดยใช้ดีเอ็นเอไพร์เมอร์ทิศทางไป คือ *rcs*1-1 และดีเอ็นเอไพร์เมอร์ทิศทางกลับ คือ *rcs*1-2 ตรวจหายีน *SAT*1 โดยใช้ดีเอ็นเอไพร์เมอร์ทิศทางไป คือ *J SAT*3 และดีเอ็นเอไพร์เมอร์ทิศทางกลับ คือ *J SAT*4 วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟเรซิส ได้แถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1 กิโลเบส ซึ่งเป็นขนาดของยีน *rcs*1 และได้แถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 0.5 กิโลเบสซึ่งเป็นขนาดของชิ้นส่วนของยีน *SAT*1 เมื่อเพิ่มจำนวนด้วยดีเอ็นเอไพร์เมอร์ *J SAT*3 และ*JSAT*4 (ดังแสดงในภาพที่ 5.5) แสดงว่าโคโลนีสีขาวที่นำมาสกัดพลาสมิดเป็นโคโลนีทรานสฟอร์แมมต์ที่มีรีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1-*rcs*1จริง



ภาพที่ 5.1 การตัดรีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*rcs*1 ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Xba*I และ*Bam*HI จะได้ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 3 กิโลเบส ประกอบด้วยยีน *rcs*1และยีนต้านต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน(ยีน*HPT*)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.2 ผลการตัดรีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*rcs*1 ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Xba*I และ*Bam*HI

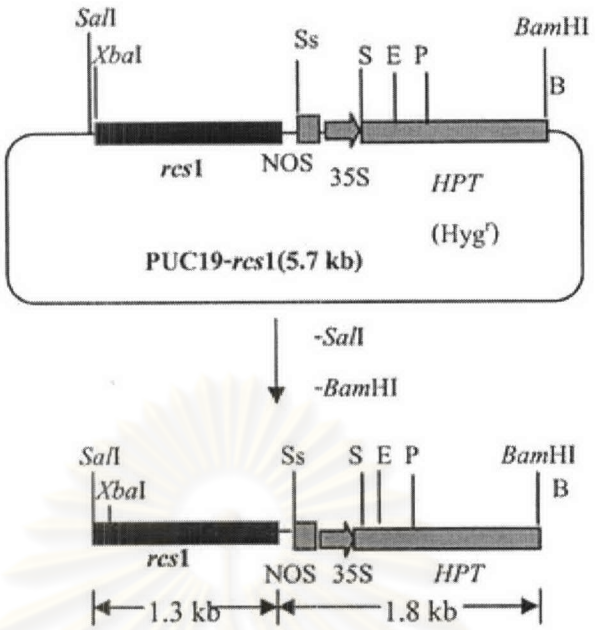
M หมายถึง ดีเอ็นเอแลดเดอร์ขนาดตั้งแต่ 0.5-10 กิโลเบส

1 หมายถึง รีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*rcs*1 ที่ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Xba*I และ*Bam*HI ได้ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 3 กิโลเบส

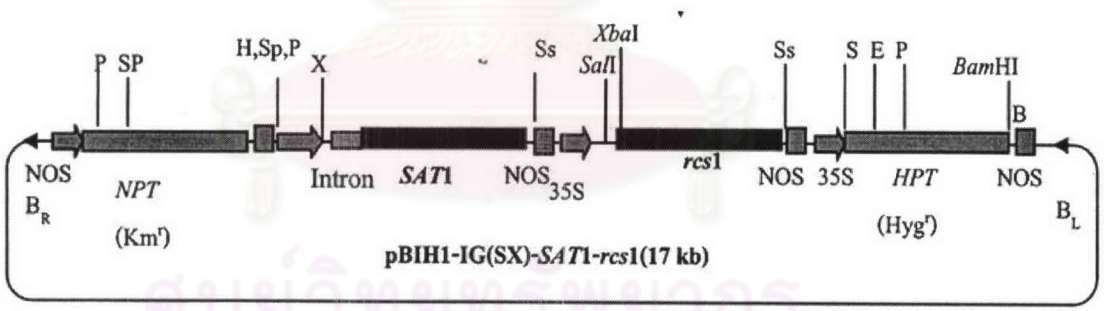
2 หมายถึง รีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*rcs*1 ที่ไม่ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ

M2 หมายถึง ดีเอ็นเอ λ /HindIII ขนาดตั้งแต่ 2.0-23.1 กิโลเบส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

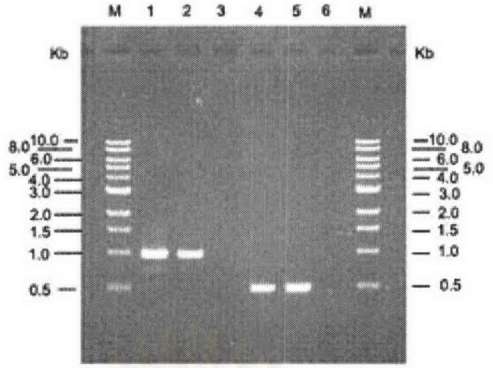


ภาพที่ 5.3 การตัดรีคอมบิแนนต์พลาสมิด pUC19- *rcs*1 ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Sal*I และ*Bam*HI จะได้ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 3 กิโลเบส ประกอบด้วยยีน *rcs*1และยีนต้านต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน(ยีน*HPT*)



ภาพที่ 5.4 รีคอมบิแนนท์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1-*rcs*1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.5 การตรวจหายีน *rcs*1 และยีน *SAT*1 ในรีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)- *SAT*1-*rcs*1 โดยวิธีPCR

M หมายถึง ดีเอ็นเอแลดเดอร์ขนาดตั้งแต่ 0.5-10 กิโลเบส

1,2 และ3 ใช้ดีเอ็นเอไพร์เมอร์ทิศทางไป คือ *rcs*1-1 และดีเอ็นเอไพร์เมอร์ทิศทางกลับ คือ *rcs*1-2

1 หมายถึง ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1 กิโลเบส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้รีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*rcs*1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

2 หมายถึง ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1 กิโลเบส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้รีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1-*rcs*1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

3 หมายถึง ชุดควบคุมเมื่อไม่ใส่ดีเอ็นเอแม่แบบ

4,5 และ6 ใช้ดีเอ็นเอไพร์เมอร์ทิศทางไป คือ *JSAT*3 และดีเอ็นเอไพร์เมอร์ทิศทางกลับ คือ *JSAT*4

4 หมายถึง ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 0.5 กิโลเบส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้รีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

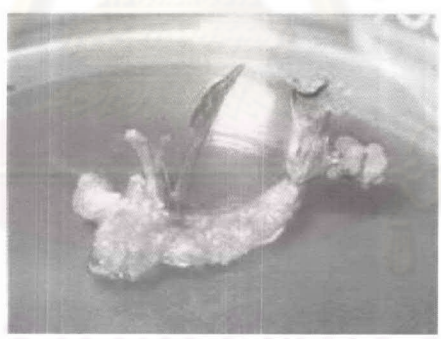
5 หมายถึง ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 0.5 กิโลเบส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้รีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1-*rcs*1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

6 หมายถึง ชุดควบคุมเมื่อไม่ใส่ดีเอ็นเอแม่แบบ

5.2 การถ่ายโอนยีนระบุรหัสซีสเตอีนซินเตส (ยีน *rcs*1) และยีนระบุรหัสเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรส (ยีน *SAT*1) เข้าสู่ผักบุ้งจีน(*Ipomoea aquatica* Forsk.)

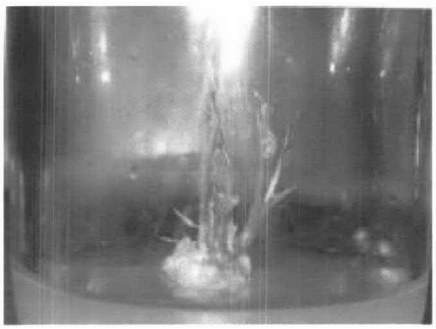
5.2.1การทรานสฟอร์มรีคอมบิแนนท์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1-*rcs*1เข้าสู่ผักบุ้ง

ผลการทรานสฟอร์มรีคอมบิแนนท์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*SAT*1-*rcs*1 เข้าสู่ผักบุ้งโดยวิธีการใช้ *A. tumefaciens* EHA 101 พบว่า cotyledon explant 3,125 ชิ้น มีการงอกเป็นต้นใหม่ (shoot regeneration) 523 ต้น(ดังแสดงในภาพที่ 5.6) คิดเป็น 16.74 เปอร์เซ็นต์ หลังจากที่ย้ายต้นอ่อนผักบุ้งทั้งหมดที่ได้มาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MMS ซึ่งเติมสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และเติมสารละลายเซฟโฟแทคซิมความเข้มข้นสุดท้าย 300 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร บ่มที่ 25 องศาเซลเซียส ให้ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 1 เดือน พบว่ามีต้นอ่อนผักบุ้งที่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินได้เพียง 2 ต้น(ดังแสดงในภาพที่ 5.7) จากต้นอ่อนที่งอกจาก cotyledon explant ทั้งหมด 523 ต้น คิดเป็น 0.38 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5.6 การงอกต้นใหม่ของ cotyledon explant

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



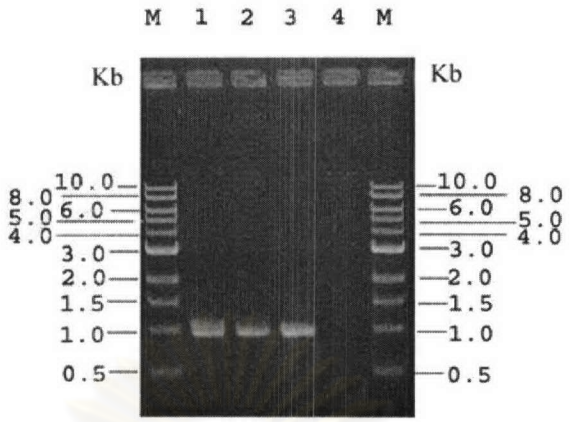
ภาพที่ 5.7 ต้นอ่อนผักบุ้งที่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน ความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 เดือน

5.3 การตรวจหายีนระบุรหัสซิสเตอีนซินเตส (ยีน *rcs*1) และยีนระบุรหัสเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรส (ยีน *SAT*1) ในผักบุ้งโดยวิธี Polymerase Chain Reaction

5.3.1 การตรวจหายีนระบุรหัสซิสเตอีนซินเตส (ยีน *rcs*1) ในผักบุ้ง

ผลการตรวจหายีน *rcs*1 บนดีเอ็นเอของผักบุ้งทั้ง 2 พันธุ์ที่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน ความเข้มข้นสุดท้าย 25 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสกัดดีเอ็นเอจากผักบุ้งที่คาดว่ามียีน *rcs*1 ทั้ง 2พันธุ์นี้ คือพันธุ์หมายเลข 1 และ 2 มาใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (ตามวิธีข้อ 4.3) ใช้ดีเอ็นเอไพร์เมอร์ *rcs*1-1 และ *rcs*1-2 ในกระบวนการ PCR (ตามวิธีข้อ 4.5.1) วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟเรซิส พบว่าได้แถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1 กิโลเบสซึ่งเท่ากับขนาดของดีเอ็นเอ *rcs*1 จากผักบุ้ง 2 พันธุ์ที่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินที่ความเข้มข้นดังกล่าว ไม่ได้แถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1 กิโลเบส เมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์เดิมเป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (ดังแสดงในภาพที่ 5.8) เรียกต้นผักบุ้งทั้ง 2 พันธุ์นี้ว่าผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1 และ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.8 การตรวจหายีนประมวลรหัสซิสเตอีนซินเตส(ยีน*rcs*1) บนดีเอ็นเอของผักบุ้งโดยวิธี PCR

ใช้ดีเอ็นเอไพร์เมอร์ *rcs*1-1 และ *rcs*1-2

M หมายถึง ดีเอ็นเอแลดเดอร์ ขนาดตั้งแต่ 0.5 ถึง 10 กิโลเบส

1 หมายถึง ใช้รีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)-*rcs*1 ซึ่งมียีน *rcs*1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

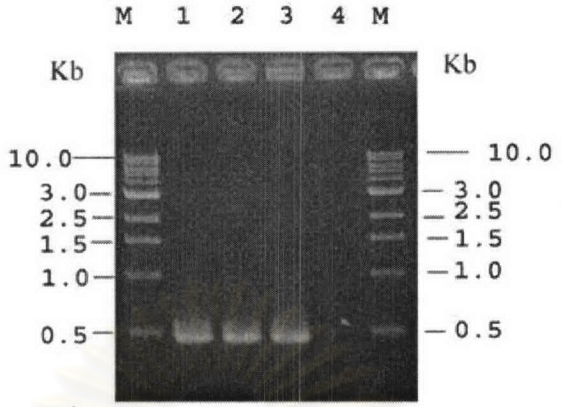
2 หมายถึง ใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

3 หมายถึง ใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

4 หมายถึง ใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์เดิมเป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

5.3.2 การตรวจหายีนประมวลรหัสเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรส (ยีน *SAT*1) ในผักบุ้ง

ผลการตรวจหายีน *SAT*1 บนดีเอ็นเอของผักบุ้งทั้ง 2 พันธุ์ที่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสกัดดีเอ็นเอจากผักบุ้งที่คาดว่ามียีน *SAT*1 ทั้ง 2 พันธุ์นี้ คือพันธุ์หมายเลข 1และ 2 มาใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (ตามวิธีข้อ 4.3) ใช้ดีเอ็นเอไพร์เมอร์ *JSAT*3 และ *JSAT*4 ในกระบวนการ PCR (ตามวิธีข้อ 4.5.2) วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟเรซิส พบว่าได้แถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 0.5 กิโลเบสซึ่งเท่ากับขนาดของดีเอ็นเอ ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ยีน *SAT*1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ และใช้ดีเอ็นเอไพร์เมอร์ *JSAT*3 และ *JSAT*4 ไม่ได้แถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 0.5 กิโลเบสเมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์เดิมเป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (ดังแสดงในภาพที่ 5.9) เรียกต้นผักบุ้งทั้ง 2 พันธุ์นี้ว่าผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1 และ 2



ภาพที่ 5.9 การตรวจหายีนประมวลรหัสเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรส (ยีน *SAT*1) ในผักบุ้งโดยวิธี PCR ใช้ดีเอ็นเอไพร์เมอร์ *JSAT*3 และ *JSAT*4

M หมายถึง ดีเอ็นเอแลดเดอร์ ขนาดตั้งแต่ 0.5 ถึง 10 กิโลเบส

1 หมายถึง ใช้รีคอมบิแนนต์พลาสมิด pBIH1-IG(SX)- *SAT*1 ซึ่งมียีน *SAT*1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

2 หมายถึง ใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

3 หมายถึง ใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

4 หมายถึง ใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์เดิมเป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

5.4 การหากิจกรรมของซิสเตอีนซินเตสในผักบุ้ง

ผลการวิเคราะห์กิจกรรมของซิสเตอีนซิสเตสตามวิธีของ Youssefian และคณะ (1993) ในสารสกัดจากใบของผักบุ้ง พบว่าผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์ทั้ง 2 พันธุ์ มีกิจกรรมของซิสเตอีนซินเตสสูงกว่าผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์ที่มียีน *rcs*1 และผักบุ้งพันธุ์เดิม(ดังในภาพที่ 5.10 และตารางที่ 5.1) ผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1 มีกิจกรรมของซิสเตอีนซินเตสสูงที่สุด เท่ากับ 0.541 หน่วยเอนไซม์/มิลลิกรัมโปรตีนสูงกว่าผักบุ้งพันธุ์เดิม 5.2 เท่า

ภาพที่ 5.10 การเปรียบเทียบสีของส่วนผสมปฏิกิริยาซึ่งเกิดจากกิจกรรมของซิสเตอีนซินเตสในใบของผักบุ้ง
หลอดที่1 คือ ชุดควบคุม
หลอดที่2 คือ ผักบุ้งพันธุ์เดิม
หลอดที่3 คือ ผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์ที่มียีน *rcs*1
หลอดที่4 คือ ผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1
หลอดที่5 คือ ผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 2

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบกิจกรรมของซิสเตอีนซิลเตสในใบของผักบุ้ง

ผักบุ้ง	กิจกรรมจำเพาะของซิสเตอีนซินเตส (1 หน่วยเอนไซม์/มิลลิกรัมโปรตีน)	ปริมาณที่เพิ่มขึ้น(เท่า)
พันธุ์เดิม	0.104	1.00
ดัดแปลงพันธุ์ที่มียีน *rcs*1	0.322	3.10
ดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1	0.541	5.20
ดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 2	0.523	5.03

5.5 การหากิจกรรมของเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรสในผักบุ้ง

ผลการวิเคราะห์กิจกรรมของเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรสในผักบุ้งตามวิธีของ Baecker และคณะ (1980) ในสารสกัดจากใบของผักบุ้ง พบว่าผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์ทั้ง 2 พันธุ์ มีกิจกรรมของเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรสสูงกว่าผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์ที่มียีน *rcs*1 และผักบุ้งพันธุ์เดิม(ดังใน

ตารางที่ 5.2) ผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1 มีกิจกรรมของเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรสสูงที่สุด เท่ากับ 7.24 หน่วยเอนไซม์/มิลลิกรัมโปรตีน สูงกว่าผักบุ้งพันธุ์เดิม 2.17 เท่า

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบกิจกรรมของเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรสในใบของผักบุ้ง

ผักบุ้ง	กิจกรรมจำเพาะของเซอรีนอะซิติลทรานสเฟอเรส (1 หน่วยเอนไซม์/มิลลิกรัมโปรตีน)	ปริมาณที่เพิ่มขึ้น(เท่า)
พันธุ์เดิม	3.33	1.00
ดัดแปลงพันธุ์ที่มียีน *rcs*1	5.53	1.66
ดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1	7.24	2.17
ดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 2	7.14	2.14

5.6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับซัลเฟตของผักบุ้ง

ผลการปลูกผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1 และ 2 ผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์ที่มียีน *rcs*1 และผักบุ้งพันธุ์เดิมในอาหารเหลว MS มีความเข้มข้นซัลเฟตเริ่มต้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 14 วัน พบว่าผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1และ 2 มีประสิทธิภาพการดูดซับซัลเฟตสูงกว่าผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์ที่มียีน *rcs*1 และผักบุ้งพันธุ์เดิม(ดังตารางที่ 5.3) ผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1 มีประสิทธิภาพการดูดซับซัลเฟตสูงที่สุด เท่ากับ 19.7004 มิลลิกรัมซัลเฟต/กรัม(น้ำหนักเปียกของผักบุ้ง) สูงกว่าผักบุ้งพันธุ์เดิม 4.48 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับซัลเฟตของผักบุ้ง

ผักบุ้ง	ประสิทธิภาพการดูดซับซัลเฟตของผักบุ้ง (มิลลิกรัมซัลเฟต/ต้น)	* ประสิทธิภาพการดูดซับซัลเฟตของผักบุ้ง (มิลลิกรัมซัลเฟต/กรัม (น้ำหนักเปียกของผักบุ้ง))	ประสิทธิภาพการดูดซับซัลเฟตที่เพิ่มขึ้น(เท่า)
พันธุ์เดิม	0.8802	4.4010	1.00
ดัดแปลงพันธุ์ที่มียีน *rcs*1	2.0121	10.0605	2.28
ดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1	4.7281	19.7004	4.48
ดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 2	5.6248	15.2022	3.45

* น้ำหนักเปียกของผักบุ้งพันธุ์เดิม 0.20 กรัม
น้ำหนักเปียกของผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์ที่มียีน *rcs*1 0.20 กรัม
น้ำหนักเปียกของผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 1 0.24 กรัม
น้ำหนักเปียกของผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์หมายเลข 2 0.37 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย