บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 ผลการถ่ายโอนยีนประมวลรหัสเอพีเอสรีดักเตสเข้าสู่ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica*)

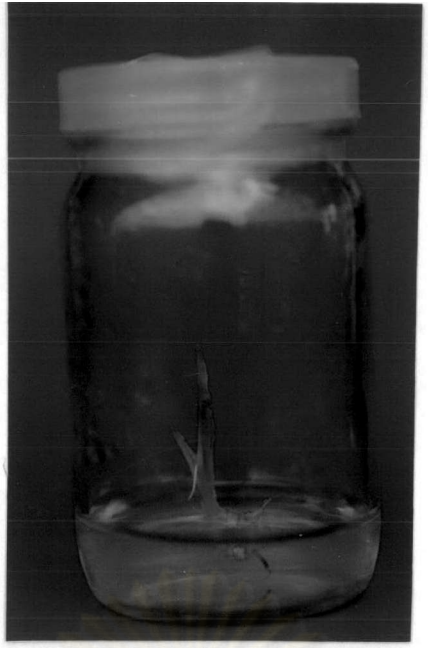
5.1.1 ผลการทรานสฟอร์มรีคอมบิแนนท์พลาสมิด pBIH1/APR1 เข้าสู่ผักบุ้ง

ผลการทรานสฟอร์ม cotyledon explant ของผักบุ้งด้วย *A. tumefaciens* EHA101 ที่มีรีคอมบิแนนท์พลาสมิด pBIH1/APR1 พบว่าจาก cotyledon explant 2,119 ชิ้น มีการงอกต้นใหม่ (shoot regeneration) 267 ต้น (ภาพที่ 5.1) คิดเป็น 13 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อย้ายต้นอ่อนผักบุ้งที่ได้มาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MMS ที่มีสารละลายไธเดียซูรอนความเข้มข้นสุดท้าย 10 ไมโครโมลาร์ สารละลายเซฟโฟแทคซีมความเข้มข้นสุดท้าย 300 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 1 เดือน พบว่ามีเพียง 8 ต้นเท่านั้นที่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน ต้นผักบุ้งที่ไม่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินจะตาย (ภาพที่ 5.2) ย้ายต้นอ่อนผักบุ้งที่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินไปปลูกบนอาหารแข็งสูตร MMS ที่มีสารละลายไธเดียซูรอน และสารละลายเซฟโฟแทคซีมความเข้มข้นเดิม แต่ไม่เติมสารปฏิชีวนะ เพื่อให้ผักบุ้งเจริญเติบโตได้เร็วขึ้นและงอกรากเป็นต้นผักบุ้งที่สมบูรณ์

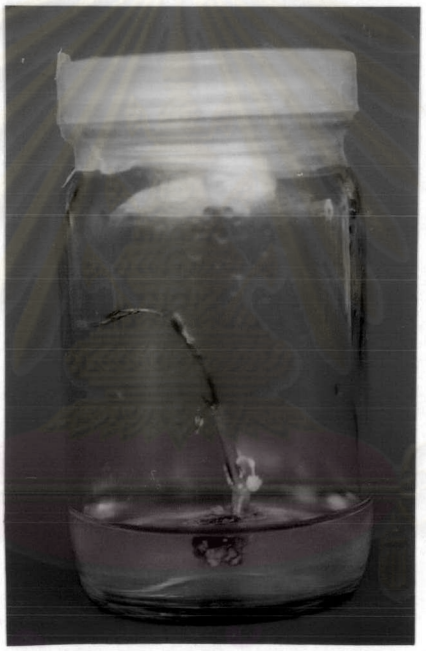
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5.1 ต้นใหม่ที่งอกจาก cotyledon explant ของผักบุ้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก.



ข.

ภาพที่ 5.2 ต้นอ่อนผักบุ้งที่งอกจาก cotyledon explant เมื่อนำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MMS ที่มีสารละลายไธเดียซูรอน ความเข้มข้นสุดท้าย 10 ไมโครโมลาร์ สารละลายเซฟโฟแทคซีมความเข้มข้นสุดท้าย 300 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 1 เดือน

ก. ต้นอ่อนผักบุ้งซึ่งทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน ยังคงเป็นสีเขียว

ข. ต้นอ่อนผักบุ้งที่ไม่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน จะกลายเป็นสีเหลือง และตายในที่สุด

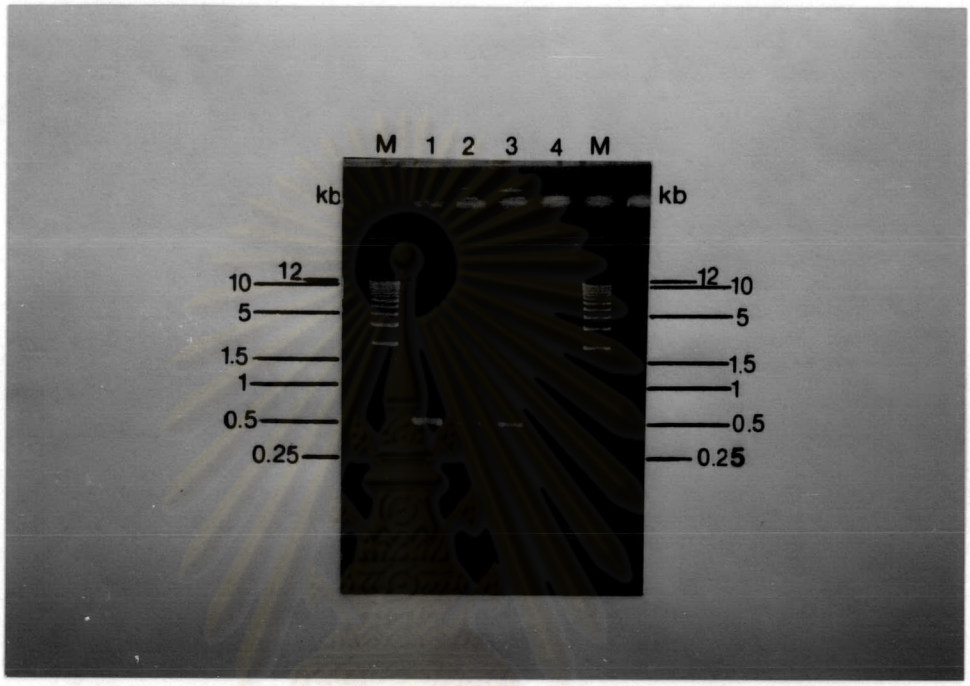
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การตรวจหายีนประมวลรหัสเอพีเอสรีดักเตสและยีนส่วนโปรโมเตอร์ชนิด CaMV 35s โดยวิธี PCR

5.2.1 การตรวจหายีน*APR1*บนดีเอ็นเอของผักบุ้งที่สามารถต้านต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน

ผลการตรวจหายีน *APR1* ในดีเอ็นเอของผักบุ้งที่สามารถต้านต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน ด้วยวิธี PCR ทำโดยนำดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งทั้ง 8 ต้น ซึ่งสามารถเจริญบนอาหารที่เติมสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินเป็นเวลา 1 เดือน มาใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบและใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ prh1 และ prh2 ตามวิธีข้อ 4.3.2 วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟริซิส พบว่าได้แถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 500 เบส ซึ่งเป็นขนาดของดีเอ็นเอที่จะได้เมื่อใช้ยีน *APR1* เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ เฉพาะเมื่อใช้ดีเอ็นเอที่สกัดจากต้นผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ ไม่ได้แถบดีเอ็นเอเมื่อใช้ดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์เดิม (wild type) เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ (ภาพที่ 5.3)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.3 การตรวจหายีน *APR1* ในดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์ที่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินโดยวิธี PCR ใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ prh1 และ prh2

M หมายถึง ดีเอ็นเอแลดเดอร์ขนาดตั้งแต่ 250 เบสถึง 12 กิโลเบส

1 หมายถึง ดีเอ็นเอ ขนาด 523 เบส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ยีน *APR1* เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

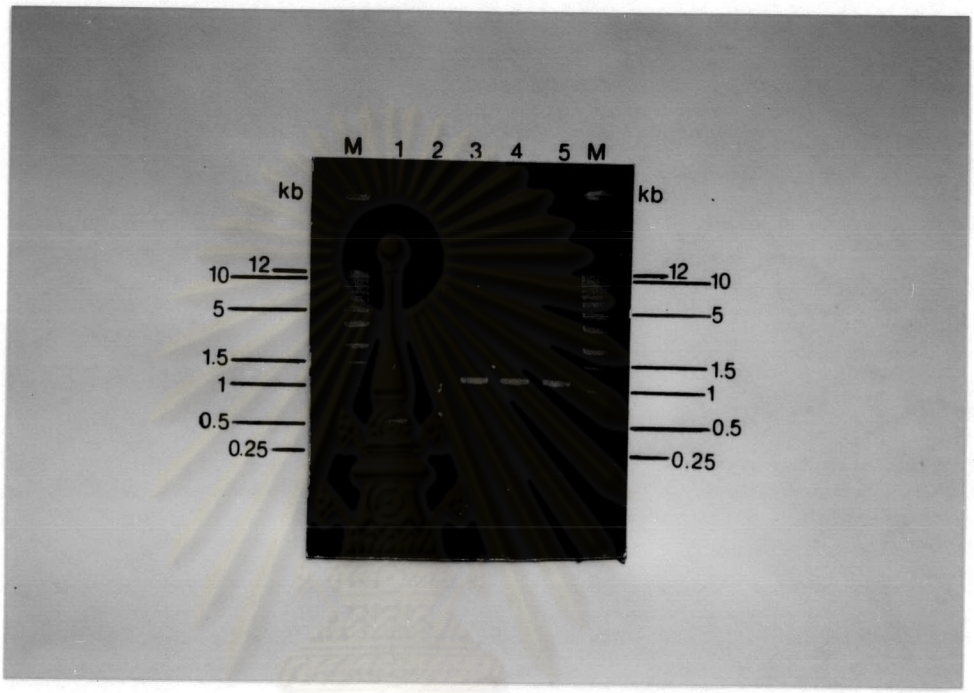
2,3 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 ตามลำดับที่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

4 หมายถึง ไม่ได้แถบดีเอ็นเอจากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์เดิม (wild type) เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

5.2.2 การตรวจหายีนส่วนโปรโมเตอร์ชนิด CaMV 35s บนดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และ หมายเลข 8

ผลการนำดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 ซึ่งให้แถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 500 เบส โดยวิธี PCRจากข้อ 4.2.1 มาตรวจหายีนส่วนโปรโมเตอร์ชนิด CaMV 35s โดยวิธี PCR ตามวิธีข้อ 4.3.2 ใช้ดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบและใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ CaMV และ prh2 (ภาคผนวก ง) วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟริซิส ได้แถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1,200 เบส ดังแสดงในภาพที่ 5.4 แสดงว่าผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 มียีนส่วนโปรโมเตอร์ชนิด CaMV 35s ถ่ายโอนมาพร้อมกับยีน *APR1*

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.4 การตรวจหายีนส่วนโปรโมเตอร์ชนิด CaMV 35s บนดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 โดยวิธี PCR ใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ CaMV และ prh2

M หมายถึง ดีเอ็นเอแลดเดอร์ขนาดตั้งแต่ 250 เบสถึง 12 กิโลเบส

1 หมายถึง ดีเอ็นเอขนาด 523 เบสเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการPCR เมื่อใช้ยีน *APR1* เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ และใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์คู่ใน

2 หมายถึง ไม่ได้แถบดีเอ็นเอ เมื่อใช้ดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์เดิม (wild type) เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

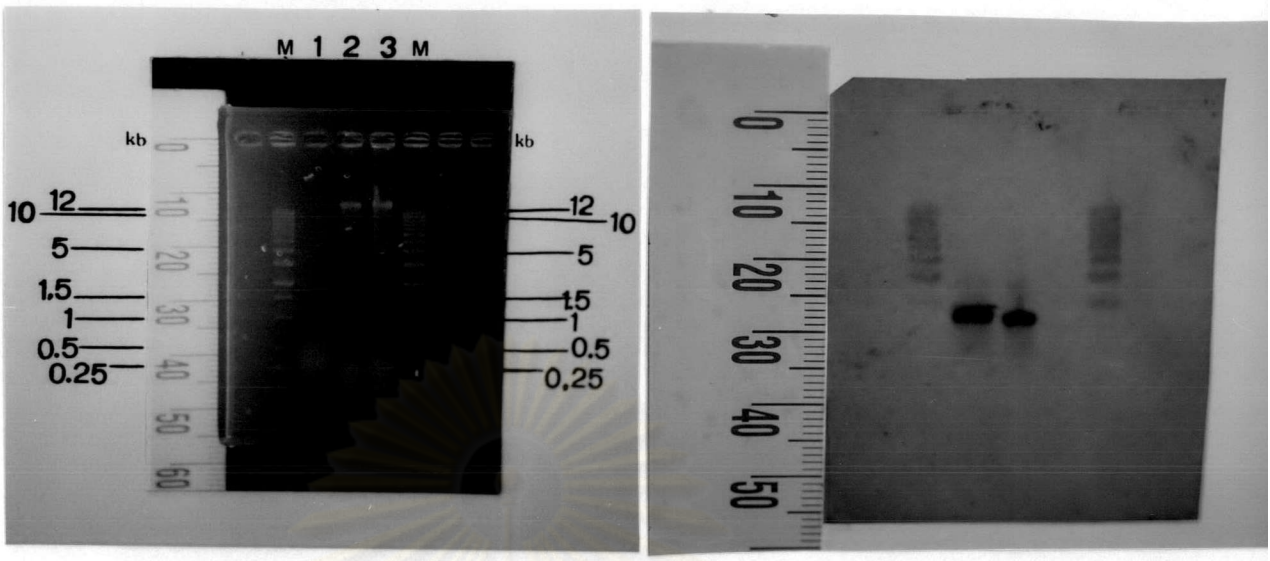
3 หมายถึง ดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1,200 เบส เมื่อใช้พลาสมิด pBIH1/APR1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

4,5 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 ตามลำดับเป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

5.3 การหายีนประมวลรหัสเอพีเอสรีดักเตสโดยวิธี Southern Hybridization

ผลการนำดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 มาตัดด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I เมื่อวิเคราะห์ขนาดของดีเอ็นเอที่ได้โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟริซิสจะเห็นเป็นแถบดีเอ็นเอ (smear band) ดังแสดงในภาพที่ 5.5 ย้ายแถบดีเอ็นเอที่คาดว่ามียีน *APR1* จากแผ่นอะกาโรสเจลที่ได้ไปยังแผ่นไนลอนเมมเบรน ตรึงดีเอ็นเอไว้บนแผ่นไนลอนเมมเบรนด้วยความร้อน นำมาทำไฮบริไดเซชั่นตามวิธีข้อ 4.5 โดยใช้ดีเอ็นเอขนาด 523 เบส ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้พลาสมิด pBIH1/APR1 ซึ่งมียีน *APR1* เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ และใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ prh1 และ prh2 เป็นโอลิโกนิวคลีโอไทด์ติดตามติดฉลากโอลิโกนิวคลีโอไทด์ติดตามด้วยสารปลอดรังสีชุด DIG High Prime พบว่าดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 ที่ถูกตัดด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I ให้สัญญาณไฮบริไดเซชั่นขนาด 1.5 กิโลเบส ซึ่งเป็นขนาดของยีน *APR1* ดังแสดงในภาพที่ 5.5 แสดงว่ามียีน *APR1* บนโครโมโซมของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 จริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) (ข)

ภาพที่ 5.5 a) (ก) ผลการตัดดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 ด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I

(ข) ผลการทำ Southern hybridization ที่มีดีเอ็นเอติดตามที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้พลาสมิด pBIH1/APR1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ ใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ prh1 และ prh2

M หมายถึงดีเอ็นเอแลดเดอร์ขนาดตั้งแต่ 250 เบสถึง 12 กิโลเบส

1 (ก) หมายถึงพลาสมิด pBIH1/APR1 ที่ตัดด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I ได้ยีน *APR1* ขนาด 1,558 เบส

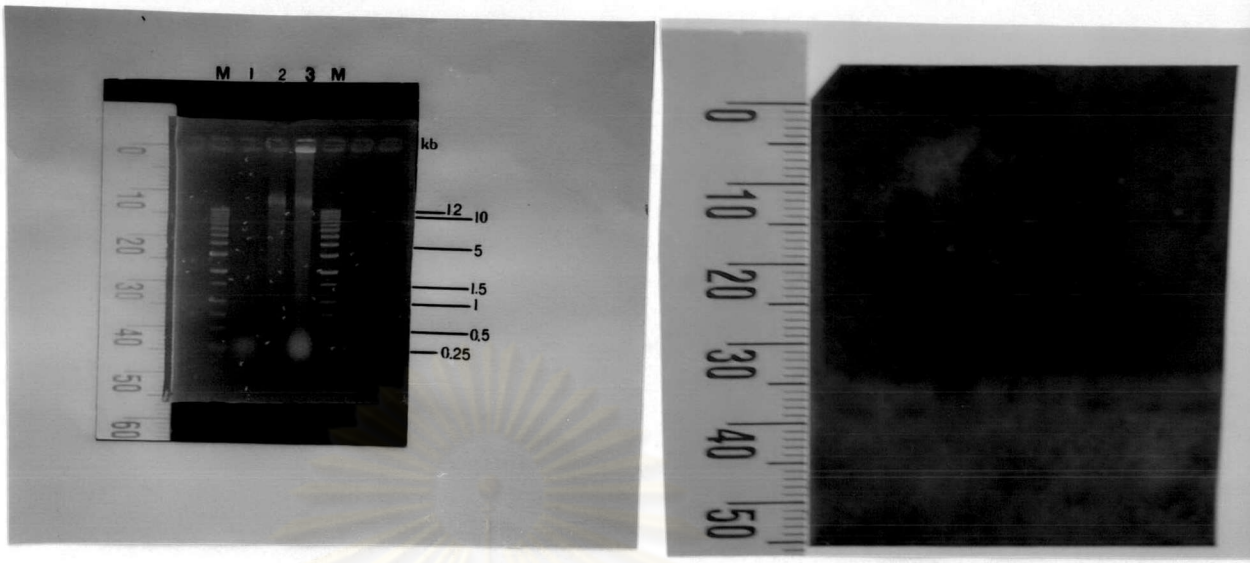
(ข) หมายถึงสัญญาณไฮบริไดเซชั่นของยีน *APR1*ขนาด 1,558 เบส

2 (ก) หมายถึงแถบดีเอ็นเอที่ได้จากการตัดดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 ด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I

(ข) หมายถึงสัญญาณไฮบริไดเซชั่นของแถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1,500 เบส ที่ได้จากการตัดดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 2 ด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I

3 (ก)หมายถึงแถบดีเอ็นเอที่ได้จากการตัดดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์เดิมด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I

(ข) หมายถึงไม่มีสัญญาณไฮบริไดเซชั่นของดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์เดิมที่ตัดด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I



(ก) (ข)

ภาพที่ 5.5 b) (ก) ผลการตัดดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 8 ด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I

(ข) ผลการทำ Southern hybridization ที่มีดีเอ็นเอติดตามที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้พลาสมิด pBIH1/APR1 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ ใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ prh1 และ prh2

M หมายถึงดีเอ็นเอแลดเดอร์ขนาดตั้งแต่ 250 เบสถึง 12 กิโลเบส

1 (ก) หมายถึงพลาสมิด pBIH1/APR1 ที่ตัดด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I ได้ยีน *APR1* ขนาด 1,558 เบส

(ข) หมายถึงสัญญาณไฮบริไดเซชั่นของยีน *APR1*ขนาด 1,558 เบส

2 (ก) หมายถึงแถบดีเอ็นเอที่ได้จากการตัดดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 8 ด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I

(ข) หมายถึงสัญญาณไฮบริไดเซชั่นของแถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1,500 เบส ที่ได้จากการตัดดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 8 ด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I

3 (ก)หมายถึงแถบดีเอ็นเอที่ได้จากการตัดดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์เดิมด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I

(ข) หมายถึงไม่มีสัญญาณไฮบริไดเซชั่นของดีเอ็นเอที่สกัดจากผักบุ้งพันธุ์เดิมที่ตัดด้วยเรสทริกชั่นเอนไซม์ *Xba*I ร่วมกับ *Xho*I

5.4 การวิเคราะห์กิจกรรมของเอพีเอสรีดักเตสในส่วนต่างๆ ผักบุ้งโดยวิธี HPLC

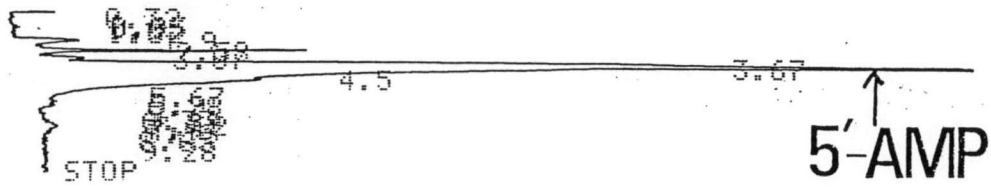
ผลการนำน้ำสกัดจากใบ ลำต้น และรากของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 ตามวิธีข้อ 4.7.1 มาวิเคราะห์กิจกรรมของเอพีเอสรีดักเตสด้วยวิธี HPLC ตามวิธีข้อ 4.7.2 พบกิจกรรมของเอพีเอสรีดักเตสในรากสูงกว่าในลำต้นและใบ ในน้ำสกัดจากทุกส่วนที่นำมาทดสอบของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 มีกิจกรรมของเอพีเอสรีดักเตสสูงกว่าในน้ำสกัดจากผักบุ้งพันธุ์เดิม โดยกิจกรรมของเอพีเอสรีดักเตสเพิ่มขึ้นมากที่สุดในรากถัดลงมาคือในลำต้น และใบ ตามลำดับ รากของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 มีกิจกรรมของเอพีเอสรีดักเตสสูงกว่ารากของผักบุ้งพันธุ์เดิม 4.95 และ 3.63 เท่าตามลำดับ ลำต้นของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 มีกิจกรรมของเอพีเอสรีดักเตสสูงกว่าลำต้นของผักบุ้งพันธุ์เดิม 2.96 และ 2.77 เท่าตามลำดับ ใบของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 มีกิจกรรมของเอพีเอสรีดักเตสสูงกว่าใบของผักบุ้งพันธุ์เดิม 1.26 และ 1.69 เท่าตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 กิจกรรมของเอพีเอสรีดักเตสในน้ำสกัดจากส่วนต่างๆ ของผักบุ้ง

ผักบุ้ง		ความเข้มข้นของโปรตีน (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (มิลลิกรัม)	กิจกรรมของเอนไซม์ (หน่วยเอนไซม์/มิลลิลิตร)	กิจกรรมของเอนไซม์ทั้งหมด (หน่วยเอนไซม์)	กิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ (หน่วยเอนไซม์/มิลลิกรัมโปรตีน)	ค่าเปรียบเทียบ (เท่า)
ผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2	ราก	0.107	2.14	0.0791	1.582	0.7393	4.95
	ลำต้น	0.184	3.68	0.0524	1.048	0.2847	2.96
	ใบ	0.963	19.26	0.0085	0.170	0.0088	1.26
ผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 8	ราก	0.101	2.02	0.0547	1.094	0.5416	3.63
	ลำต้น	0.176	3.52	0.0473	0.946	0.2688	2.77
	ใบ	0.955	19.1	0.0113	0.226	0.0118	1.69
ผักบุ้งพันธุ์เดิม (wild type)	ราก	0.130	2.60	0.0194	0.388	0.1492	1
	ลำต้น	0.114	2.28	0.0112	0.220	0.0965	1
	ใบ	0.956	19.12	0.0067	0.134	0.0062	1

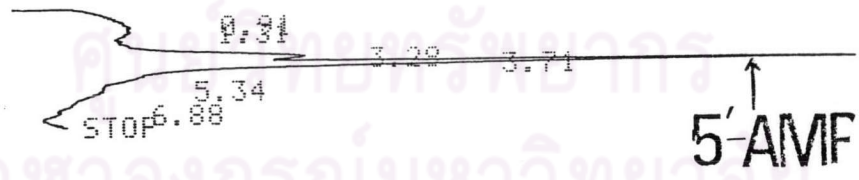
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก)

(ข)

(ค)



(ง)

ภาพที่ 5.6 โครมาโตแกรมแสดงปริมาณ 5'-AMP ที่ได้จากการย่อยสลาย APS โดยน้ำสกัดจากรากของผักบุ้ง

(ก) น้ำสกัดจากรากของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2

(ข) น้ำสกัดจากรากของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 8

(ค) น้ำสกัดจากรากของผักบุ้งพันธุ์เดิม

(ง) สารละลายมาตรฐาน 5'-AMP เข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

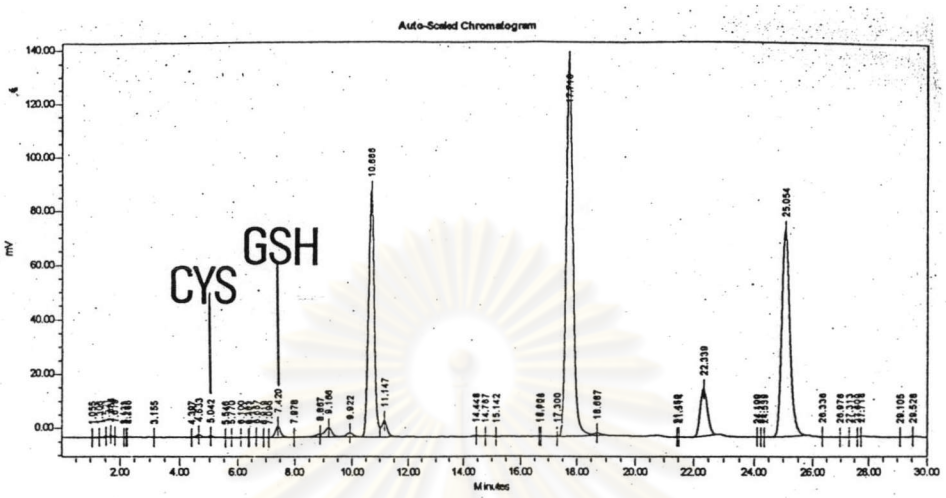
5.5 การหาปริมาณกรดอะมิโนซิสเตอีนและกลูตาไธโอนในส่วนต่าง ๆ ของผักบุ้งโดยวิธี HPLC

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนซีสเตอีนและกลูตาไธโอนในราก ลำต้น และใบของผักบุ้งพันธุ์เดิมโดยวิธี HPLC ตามวิธีข้อ 4.8 พบว่าผักบุ้งมีปริมาณกรดอะมิโนซีสเตอีนสูงที่สุดในใบ รองลงมาคือลำต้นและราก ตามลำดับ และเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนซีสเตอีนและกลูตาไธโอนในใบ ลำต้น และราก ของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2 และหมายเลข 8 เปรียบเทียบกับผักบุ้งพันธุ์เดิม พบว่าในรากและลำต้นของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์ทั้ง 2 สายพันธุ์มีปริมาณกรดอะมิโนซีสเตอีนและกลูตาไธโอนสูงกว่าผักบุ้งพันธุ์เดิม ตำแหน่งที่มีการสะสมกรดอะมิโนซีสเตอีนของผักบุ้งพันธุ์เดิมต่างจากผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์ กล่าวคือผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์มีกรดอะมิโนซีสเตอีนสะสมอยู่สูงที่สุดในราก ลำต้นและใบตามลำดับ ผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2 มีกรดอะมิโนซีสเตอีนในรากและลำต้นสูงกว่าผักบุ้งพันธุ์เดิมเท่ากับ 30.44 และ 3.49 เท่าตามลำดับ และผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2 มีกลูตาไธโอนในราก ลำต้นและใบสูงกว่าผักบุ้งพันธุ์เดิมเท่ากับ 1,048.67 197.35 และ 10.77 เท่าตามลำดับ

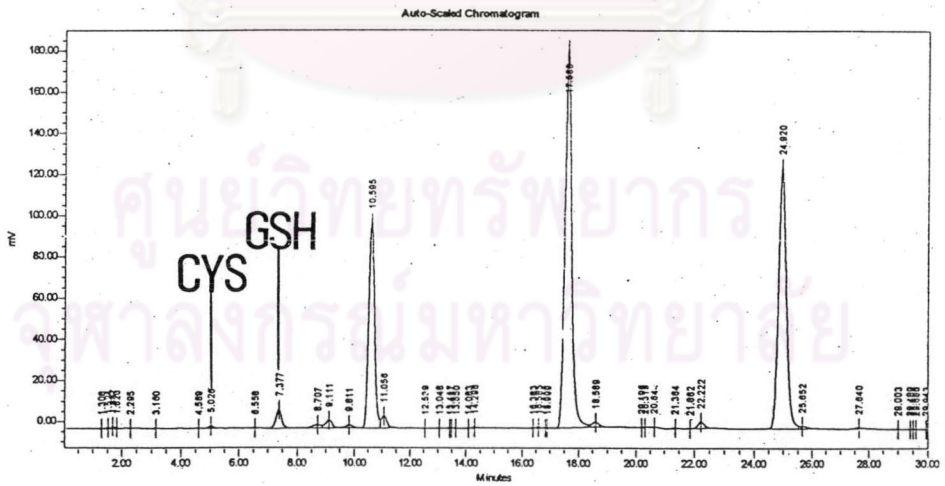
ตารางที่ 5.2 ปริมาณกรดอะมิโนซีสเตอีนและกลูตาไธโอนในส่วนต่างๆ ของผักบุ้ง

ผักบุ้ง	ซีสเตอีน (ไมโครโมลาร์/มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง)	ค่าเปรียบเทียบ (เท่า)	กลูตาไธโอน (ไมโครโมลาร์/มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง)	ค่าเปรียบเทียบ (เท่า)
ผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์: หมายเลข 2				
ราก	323.87	30.44	2,999.19	1,048.67
ลำต้น	120.18	3.49	2,255.74	197.35
ใบ	37.36	0.69	94.87	10.77
หมายเลข 8				
ราก	295.27	27.75	2,887.03	1,009.45
ลำต้น	108.37	3.15	2,247.77	196.66
ใบ	15.52	0.28	71.46	8.11
ผักบุ้งพันธุ์เดิม				
ราก	10.64	1	2.86	1
ลำต้น	34.43	1	11.43	1
ใบ	54.49	1	8.81	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

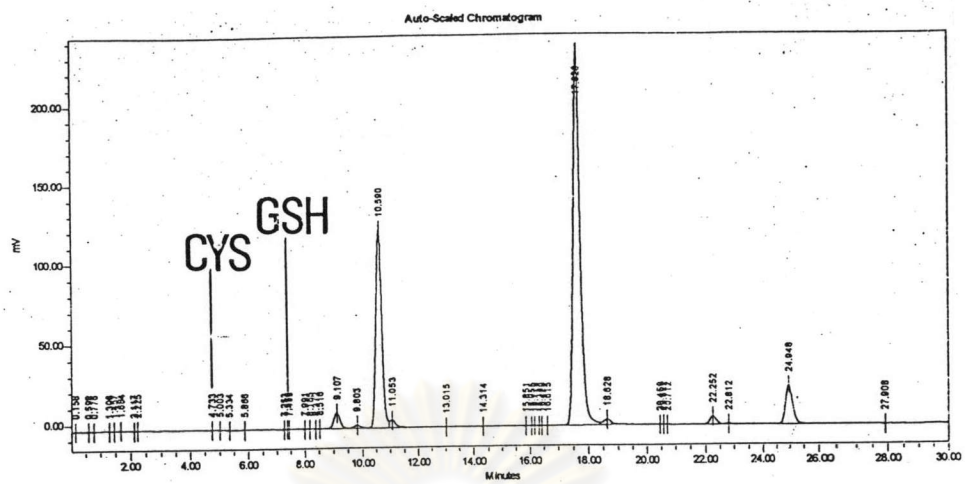


(ก)

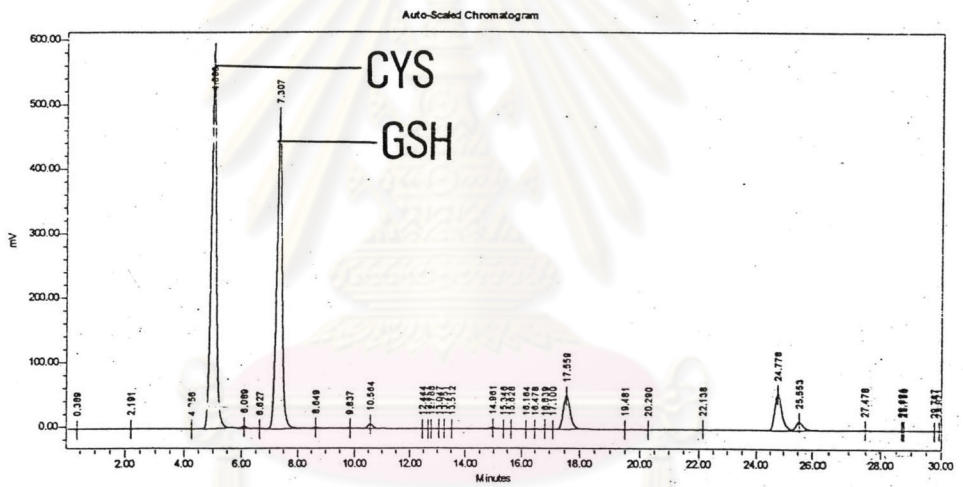


(ข)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ค)



(ง)

ภาพที่ 5.7 การวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนซีสเตอีนและกลูตาไธโอนในรากของผักบุ้ง โดยวิธี HPLC

(ก) ปริมาณกรดอะมิโนซีสเตอีนและกลูตาไธโอนในรากของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2

(ข) ปริมาณกรดอะมิโนซีสเตอีนและกลูตาไธโอนในรากของผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 8

(ค) ปริมาณกรดอะมิโนซีสเตอีนและกลูตาไธโอนในรากของผักบุ้งพันธุ์เดิม

(ง) สารละลายมาตรฐานของกรดอะมิโนซีสเตอีนและกลูตาไธโอนเข้มข้นชนิดละ 1 มิลลิโมลาร์

5.6 การศึกษาลักษณะภายนอกของต้นผักบุ้งเมื่อเจริญในภาวะที่มีซัลเฟตความเข้มสูง

ผลการปลูกผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์และผักบุ้งพันธุ์เดิมในเวอร์มิคูไลท์ และรดด้วยอาหารเหลวสูตร MS ที่ปราศจากน้ำตาล มีความเข้มข้นของซัลเฟตเริ่มต้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าผักบุ้งทรานสฟอร์แมนต์ทั้ง 2 พันธุ์มีลักษณะปกติสมบูรณ์เหมือนผักบุ้งพันธุ์เดิม ดังแสดงในภาพที่ 5.8

ภาพที่ 5.8 ลักษณะของต้นผักบุ้งที่เจริญในภาวะที่มีซัลเฟตเริ่มต้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

WT หมายถึง ผักบุ้งพันธุ์เดิม

IAPR2 หมายถึง ผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 2

IAPR8 หมายถึง ผักบุ้งทรานสฟอร์แมนท์หมายเลข 8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย