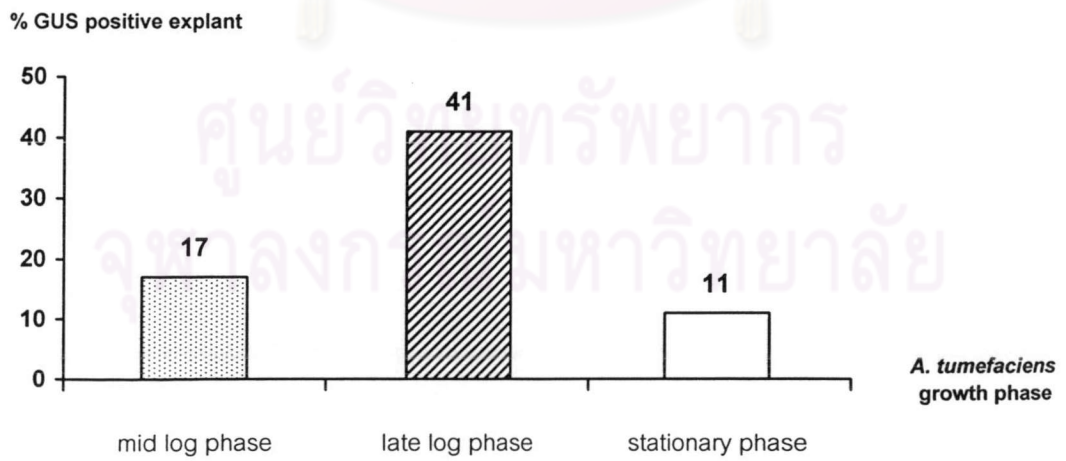
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การหาภาวะที่เหมาะสมในการถ่ายโอนยีนเข้าสู่ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica*) โดยวิธีการใช้ *Agrobacterium tumefaciens*

4.1.1 การหาระยะการเจริญ (growth phase) ของ *A. tumefaciens* ที่เหมาะสมในการใช้ถ่ายโอนยีนเข้าสู่ผักบุ้ง

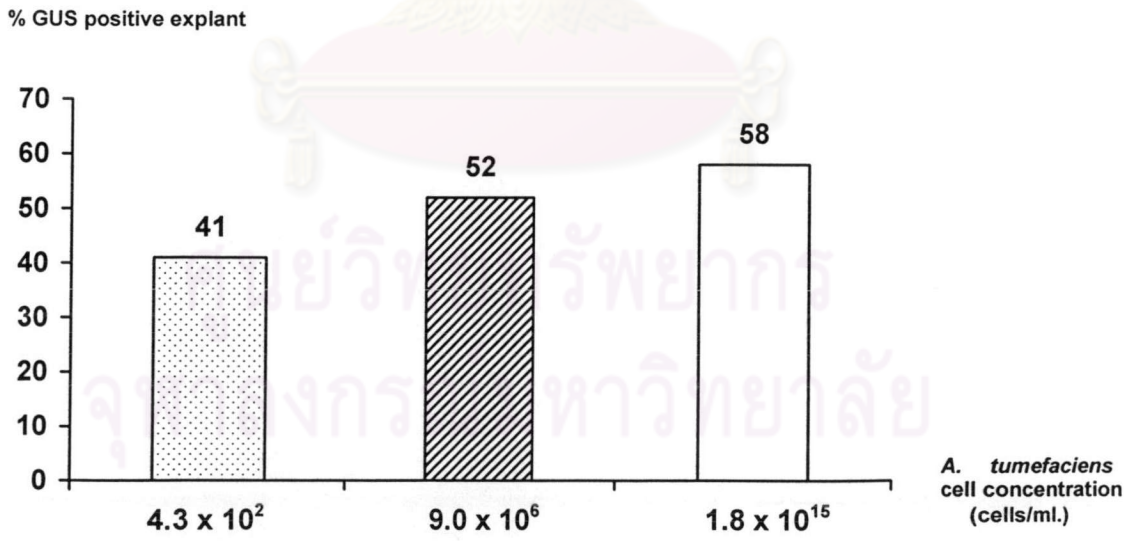
ผลการแปรผัน *A. tumefaciens* EHA101 ซึ่งมีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) ที่ระยะการเจริญต่างๆดังนี้ ระยะการเจริญขั้น mid log phase (18 ชั่วโมง) ระยะการเจริญขั้น late log phase (24 ชั่วโมง) และระยะการเจริญขั้น stationary phase (36 ชั่วโมง) ซึ่งใช้ในขั้นตอน cocultivation กับ cotyledon explant ของผักบุ้ง ตามวิธีข้อ 3.3 พบว่า *A. tumefaciens* ที่ระยะการเจริญ mid log phase , late log phase และ stationary phase สามารถถ่ายโอนยีน *gus* ไปสู่ผักบุ้งโดยทำให้ได้ cotyledon explant ที่มีกิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดส คิดเป็น 17, 41 และ 11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.1 จึงเลือกใช้ *A. tumefaciens* EHA101 ที่มี พลาสมิด pBIH1-IG(SX) ที่ระยะการเจริญ late log phase (24 ชั่วโมง) ในขั้นตอน cocultivationในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ cotyledon explant ของผักบุ้งที่ได้รับยีน *gus* เมื่อใช้ *A. tumefaciens* EHA101 ที่มีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) ระยะการเจริญต่างๆในกระบวนการถ่ายโอนยีน

4.1.2 การหาความเข้มข้นของเซลล์ของ *A. tumefaciens* ที่เหมาะสมในการใช้ถ่ายโอนยีนเข้าสู่ผักบุ้ง

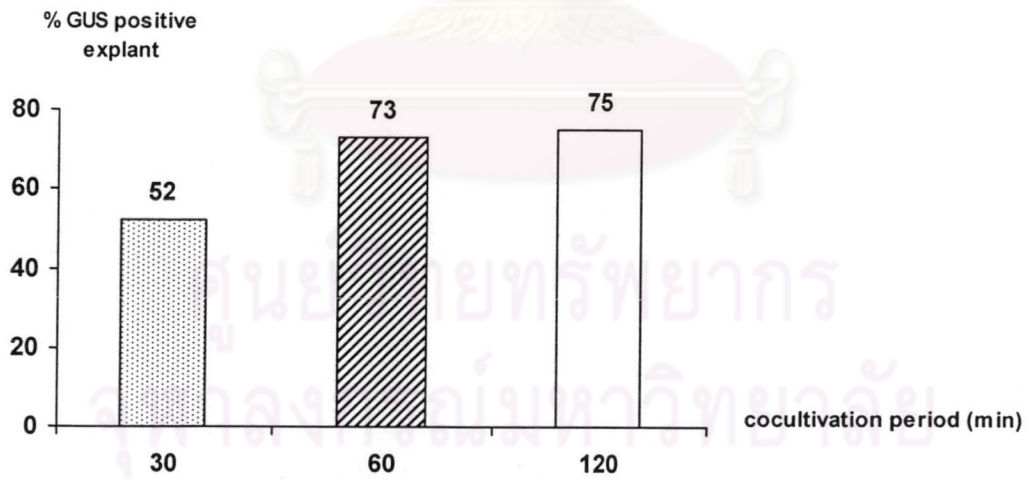
ผลการแปรผันความเข้มข้นของเซลล์ของ *A. tumefaciens* EHA101 ที่มีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) ที่ใช้ในขั้นตอน cocultivation กับ cotyledon explant ของผักบุ้ง ตามวิธีข้อ 3.3 เป็น 4.3×10^2 เซลล์ต่อมิลลิลิตร, 9.0×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ 1.8×10^{15} เซลล์ต่อมิลลิลิตร พบว่า *A. tumefaciens* ความเข้มข้น 4.3×10^2 เซลล์ต่อมิลลิลิตร , 9.0×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ 1.8×10^{15} เซลล์ต่อมิลลิลิตร สามารถถ่ายโอนยีน *gus* ไปสู่ผักบุ้งโดยทำให้ได้ cotyledon explant ของผักบุ้งที่มีกิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดส คิดเป็น 41 , 52 และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 ถึงแม้ว่าที่ความเข้มข้น 1.8×10^{15} เซลล์ต่อมิลลิลิตรจะให้เปอร์เซ็นต์การถ่ายโอนยีนจาก *A. tumefaciens* ไปยัง cotyledon explant ของผักบุ้งสูงที่สุด แต่พบว่า cotyledon explant จำนวนมากเน่า เนื่องจากจำนวนเซลล์ของ *A. tumefaciens* ที่มากเกินไป (overgrowth) ซึ่งจะมีผลทำให้ไม่มีการเจริญของต้นอ่อนจาก cotyledon explant ดังนั้นจึงเลือกใช้ *A. tumefaciens* EHA101 ที่มีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) ที่ความเข้มข้น 9.0×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ในขั้นตอน cocultivation ในการทดลองต่อไป



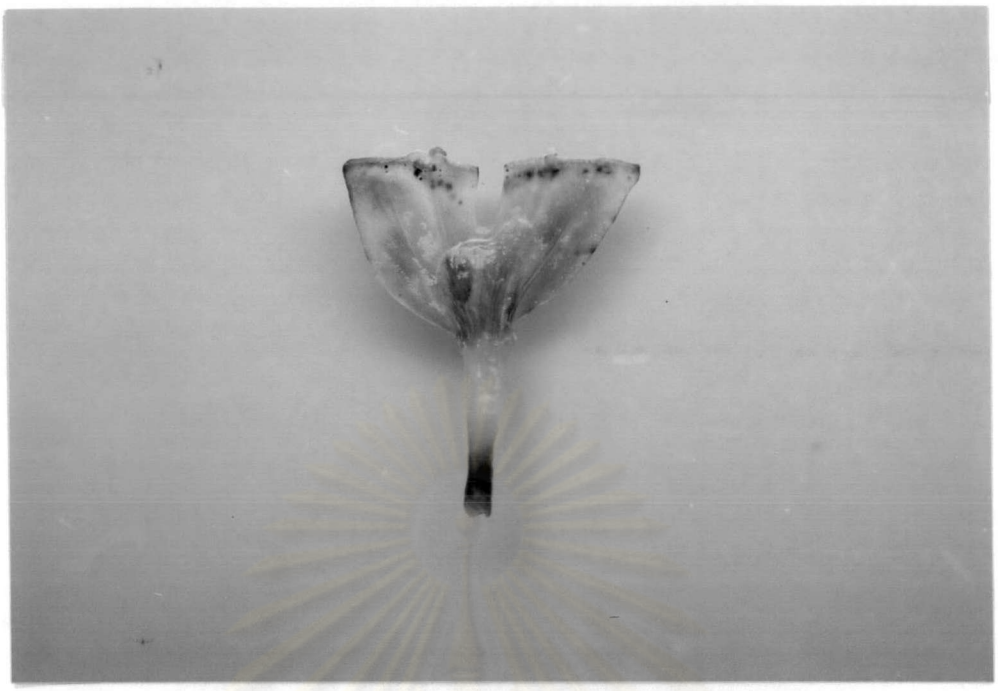
ภาพที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์ cotyledon explant ของผักบุ้งที่ได้รับยีน *gus* เมื่อใช้ *A. tumefaciens* EHA101 ที่มีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) ที่ความเข้มข้นของเซลล์ต่างๆ

4.1.3 การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเลี้ยง *A. tumefaciens* ร่วมกับ cotyledon explant ของผักบุ้ง ในการใช้ถ่ายโอนยีนเข้าสู่ผักบุ้ง

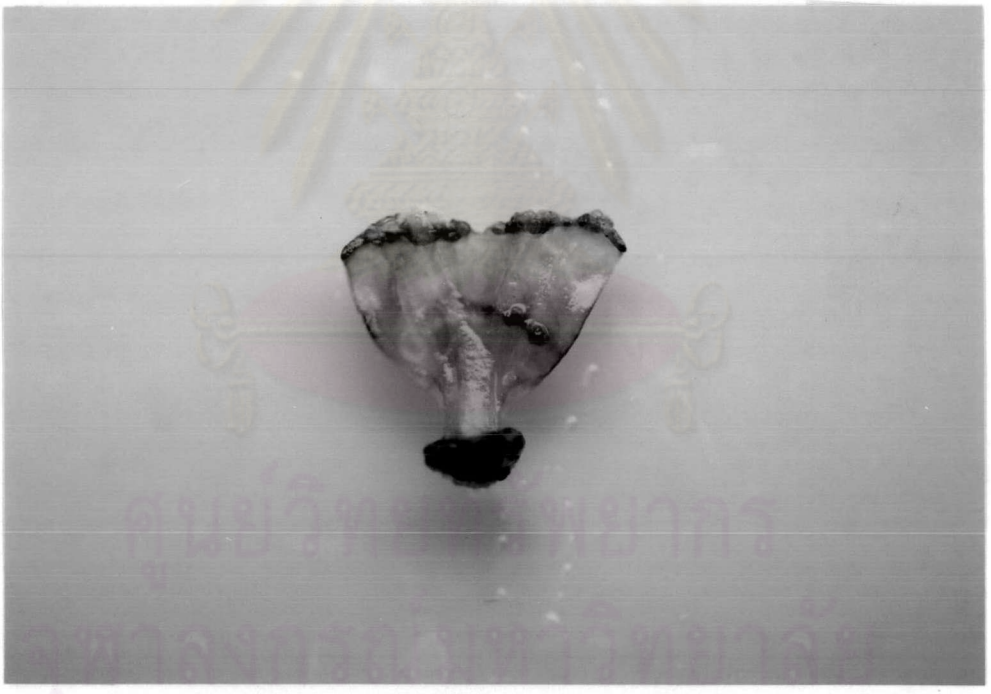
ผลการแปรผันระยะเวลาการเลี้ยง *A. tumefaciens* EHA101 ที่มีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) ร่วมกับ cotyledon explant ของผักบุ้ง ที่ 25 องศาเซลเซียส บนเครื่องเขย่าความเร็ว 80 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที , 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง ในขั้นตอน cocultivation พบว่า *A. tumefaciens* สามารถถ่ายโอนยีน *gus* ไปสู่ผักบุ้งโดยทำให้ได้ cotyledon explant ของผักบุ้งที่มีกิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดส คิดเป็น 52 , 73 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.3 เนื่องจาก cotyledon explant ของผักบุ้งที่เลี้ยงร่วมกับ *A. tumefaciens* เป็นเวลา 2 ชั่วโมงมีจำนวนเซลล์ของผักบุ้งที่ได้รับยีน *gus* โดยเห็นเป็นจุดสีน้ำเงินหลังการทำ Histochemical Gus assay มากกว่า cotyledon explant ของผักบุ้งที่เลี้ยงร่วมกับ *A. tumefaciens* เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ประมาณ 2 เท่า ดังแสดงในภาพที่ 4.4 ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสให้ได้ต้นอ่อนของผักบุ้งที่เจริญจาก cotyledon explant และได้รับยีนจาก *A. tumefaciens* ดังนั้นจึงเลือกเลี้ยง *A. tumefaciens* EHA101 ที่มี พลาสมิด pBIH1-IG(SX) ร่วมกับ cotyledon explant ของผักบุ้งเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในขั้นตอน cocultivation ในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ cotyledon explant ของผักบุ้งที่ได้รับยีน *gus* เมื่อบ่มร่วมกับ *A. tumefaciens* EHA101 ที่มีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) เป็นเวลาต่างกัน



(ก.)

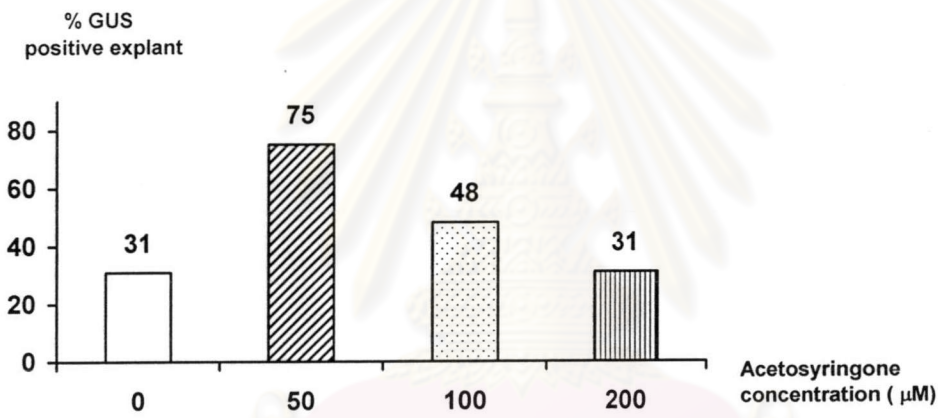


(ข.)

ภาพที่ 4.4 การวิเคราะห์การแสดงออกของยีนประมวลรหัสบีตา-กลูคูโรนิเดสบน cotyledon explant ของผักบุ้ง จุดสีน้ำเงินคือบริเวณเซลล์ผักบุ้งที่ได้รับและมีการแสดงออกของยีน *gus* (ก.) หลังการ cocultivation เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ข.) หลังการ cocultivation เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4.1.4 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของอะซิโตไซริงโอน ในการใช้ *A. tumefaciens* ถ่ายโอนยีนเข้าสู่ผักบุ้ง

ผลการแปรผันความเข้มข้นสุดท้ายของอะซิโตไซริงโอนเป็น 0 , 50 , 100 และ 200 ไมโครโมลาร์ ในการใช้ *A. tumefaciens* EHA101 ที่มีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) ถ่ายโอนยีน *gus* เข้าสู่ผักบุ้งในขั้นตอน cocultivation พบว่าได้ cotyledon explant ที่มียีน *gus* หรือมีกิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดส คิดเป็น 31, 75 , 48 และ 31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังในภาพที่ 4.5 แสดงว่าอะซิโตไซริงโอนความเข้มข้นสุดท้าย 50 ไมโครโมลาร์ เป็นความเข้มข้นสุดท้ายที่เหมาะสมที่สุดต่อการถ่ายโอนยีนจาก *A. tumefaciens* เข้าสู่ผักบุ้ง



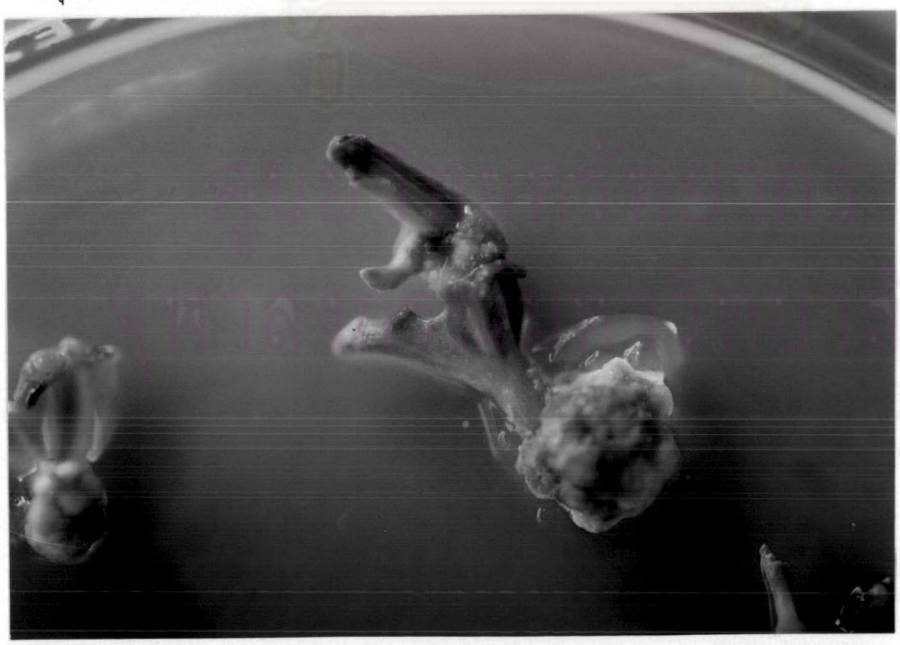
ภาพที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์ cotyledon explant ของผักบุ้ง ที่ได้รับยีน *gus* จาก *A.tumefaciens* EHA101 ที่มีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) เมื่อเติมอะซิโตไซริงโอนความเข้มข้นต่างๆลงไปในขั้นตอน cocultivation

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

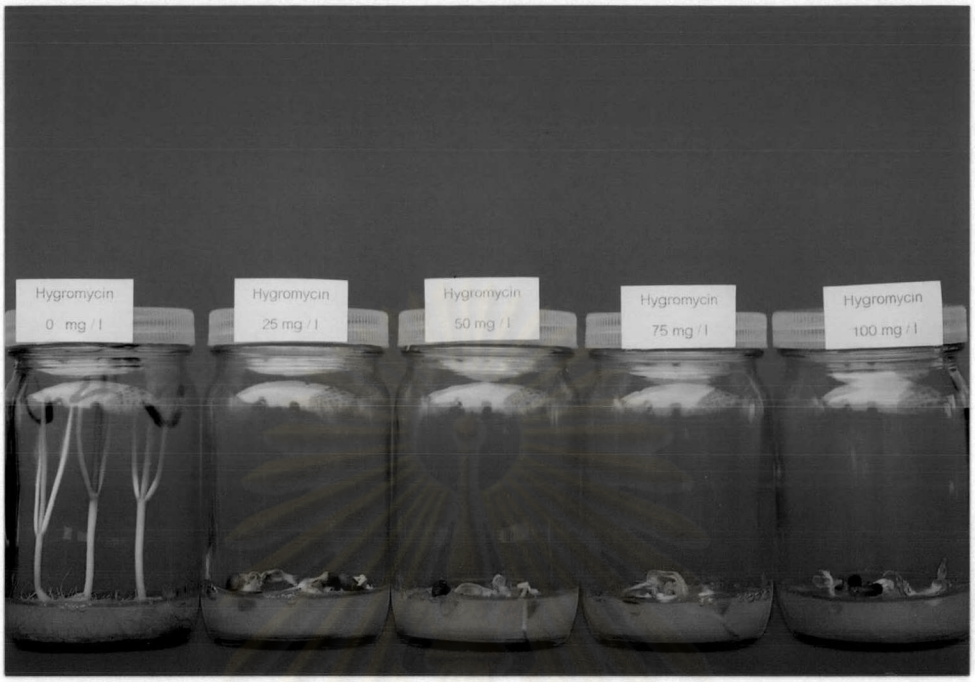
4.2 การถ่ายโอนยีนประมวลรหัสบีตา-กลูคูโรนิเดสเข้าสู่ผักบุ้งโดยวิธีการใช้ *A. tumefaciens*

4.2.1 การทรานสฟอร์มรีคอมบิแนนท์พลาสมิด pBIH1-IG(SX) ซึ่งมียีน *gus* เข้าสู่ผักบุ้งโดย *A. tumefaciens*

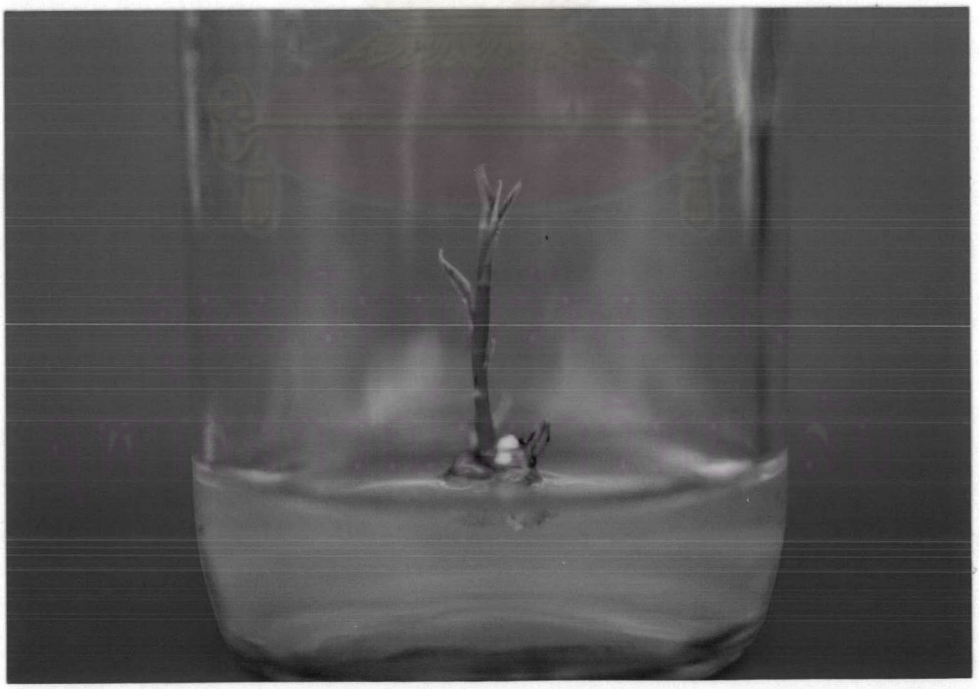
จาก cotyledon explant จำนวน 1,540 ชิ้น พบว่า 13 เปอร์เซ็นต์ สามารถงอกต้นใหม่ (regenerate shoot) ดังแสดงในภาพที่ 4.6 แต่เมื่อย้ายต้นอ่อนผักบุ้งที่ได้มาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ซึ่งเติมไธเดียซูรอนความเข้มข้นสุดท้าย 10 ไมโครโมลาร์ สารละลายเซฟโฟแทคซีมความเข้มข้นสุดท้าย 300 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 1 เดือน เพียง 2.5 เปอร์เซ็นต์ หรือ 5 ต้นจาก regenerated shoot ประมาณ 200 ต้นเท่านั้นที่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน ดังแสดงในภาพที่ 4.7 จากต้นอ่อนผักบุ้ง 5 ต้นที่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน เพียง 2 ต้นเท่านั้นที่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและสารปฏิชีวนะกานามัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในภาพที่ 4.8 ย้ายต้นอ่อนผักบุ้งที่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินและกานามัยซินไปปลูกบนอาหารแข็งสูตรเดิมแต่ปราศจากสารปฏิชีวนะ บ่มที่ภาวะเดิมเพื่อให้ต้นผักบุ้งเจริญได้รวดเร็วขึ้น ผักบุ้งสามารถงอกรากได้เองโดยไม่ต้องกระตุ้นด้วยฮอร์โมน เมื่อได้ผักบุ้งที่เจริญสมบูรณ์ดีแล้ว ทำการขยายพันธุ์โดยตัดลำต้นถึงส่วนใต้ข้อ นำไปแช่น้ำเพื่อให้มีการงอกราก และย้ายแต่ละพันธุ์ไปปลูกในดินซึ่งพบว่าสามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติ ไม่แตกต่างจากต้นผักบุ้งพันธุ์เดิม ดังแสดงในภาพที่ 4.13



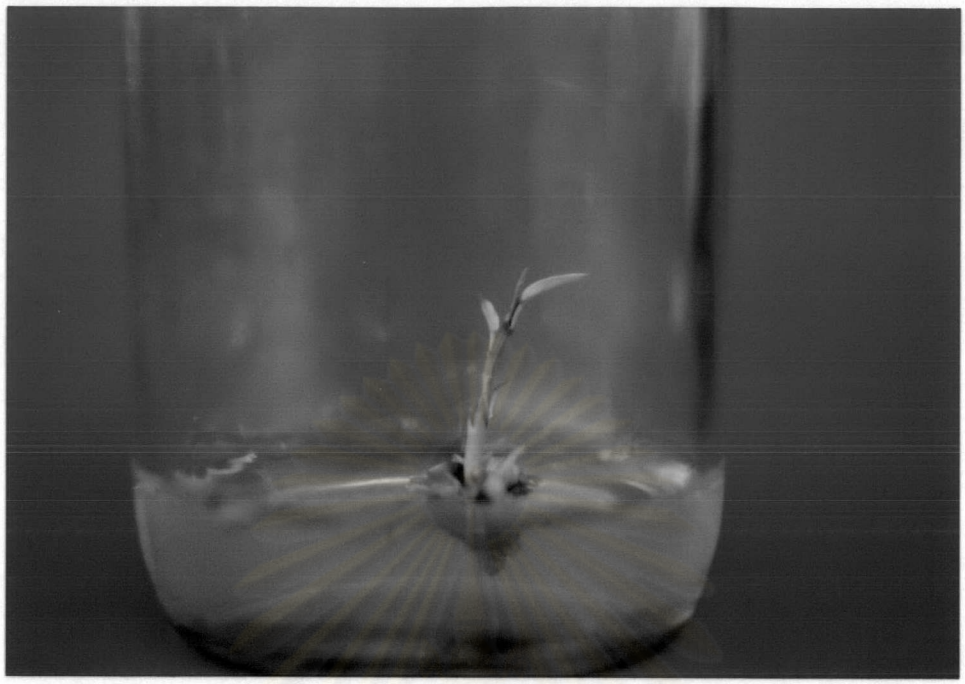
ภาพที่ 4.6 ต้นใหม่ที่งอก (regenerate shoot) จาก cotyledon explant



ภาพที่ 4.7 (ก) การทดสอบความต้านทานของผักบุ้งพันธุ์เดิม (wild type) ต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 0 , 25 , 50 , 75 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

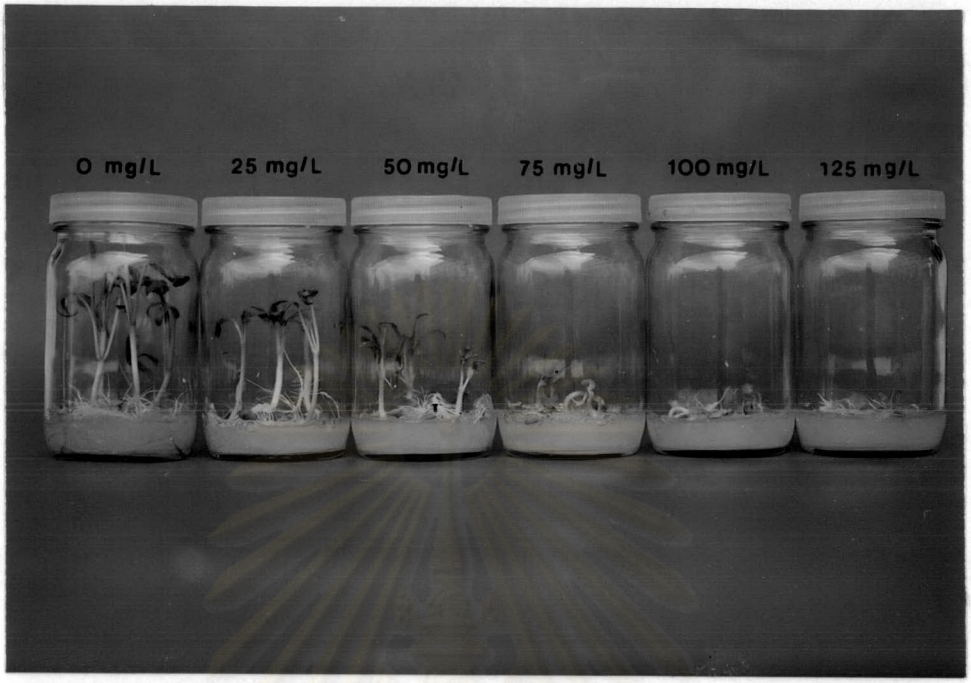


ภาพที่ 4.7 (ข) ต้นอ่อนผักผุ้งที่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หลังการบ่มไว้เป็นเวลา 1 เดือน แสดงลักษณะต้นอ่อนที่ยังคงเป็นสีเขียว

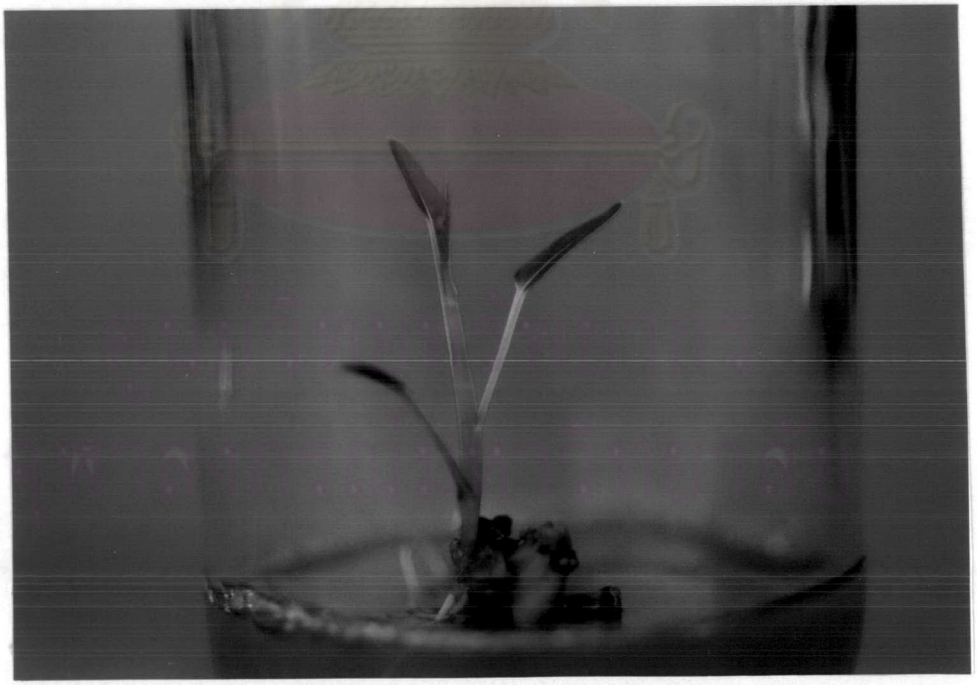


ภาพที่ 4.7 (ค) ต้นอ่อนผักบุ้งที่ไม่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หลังบ่มไว้เป็นเวลา 1 เดือน แสดงลักษณะต้นอ่อนที่กลายเป็นสีเหลือง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.8 (ก) การทดสอบความต้านทานของผักบุ้งพันธุ์เดิม (wild type) ต่อสารปฏิชีวนะกานามัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 0 , 25 , 50 , 75 , 100 และ125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

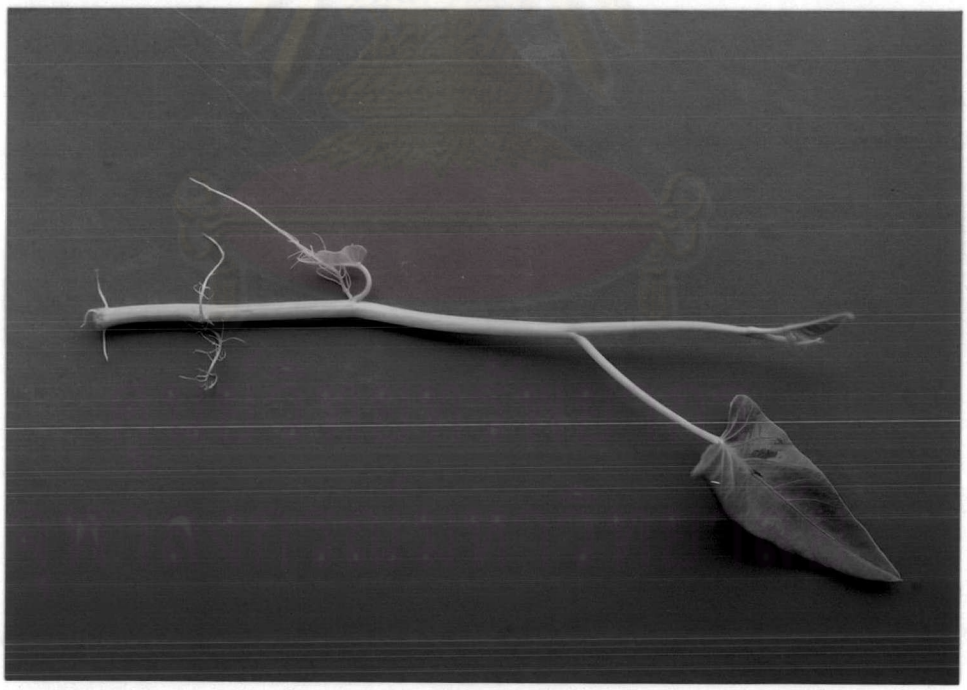


ภาพที่ 4.8 (ข) ต้นอ่อนผักบุ้งที่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารปฏิชีวนะกานามัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หลังการบ่มไว้เป็นเวลา 1 เดือน แสดงลักษณะต้นอ่อนที่ยังคงเป็นสีเขียว

ภาพที่ 4.8 (ค) ต้นอ่อนผักบุ้งที่ไม่สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและสารปฏิชีวนะกานามัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หลังบ่มไว้เป็นเวลา 1 เดือน แสดงลักษณะต้นอ่อนที่กลายเป็นสีเหลือง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ก)



(ข)

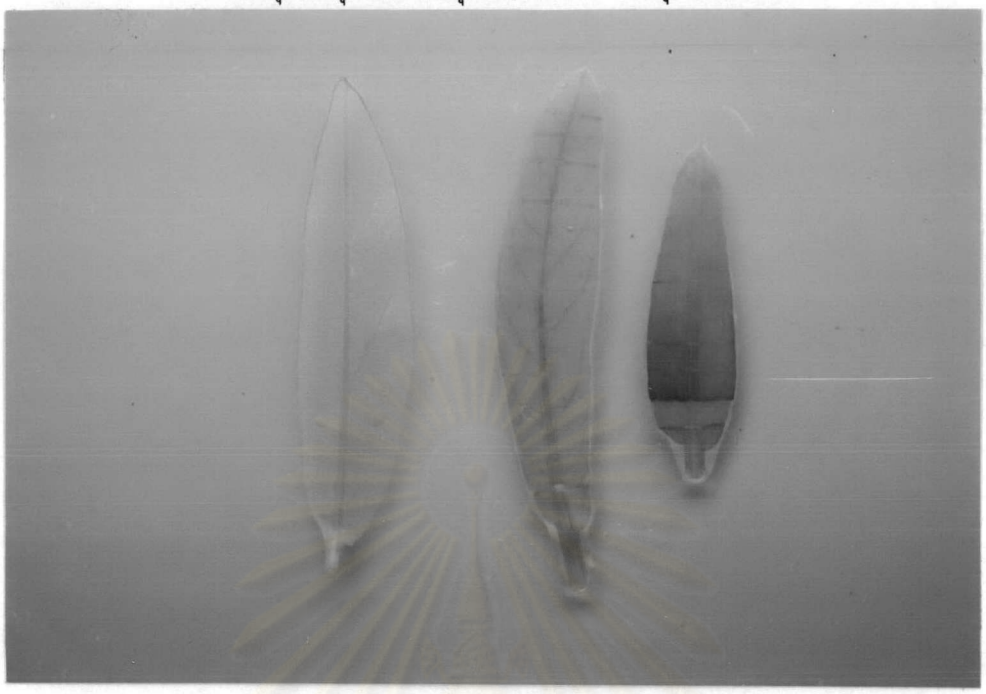
ภาพที่ 4.9 การขยายพันธุ์ต้นผักบุ้งโดยการตัดลำต้นถึงส่วนใต้ข้อ นำไปแช่น้ำเพื่อให้มีการงอกราก

4.2.2 การตรวจหากิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดสในผักบุ้งที่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน และกานามัยซิน โดยวิธี histochemical GUS assay

เมื่อนำใบ ลำต้น และรากของต้นผักบุ้งที่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารปฏิชีวนะกานามัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หลังการบ่มไว้เป็นเวลา 1 เดือน ซึ่งคาดว่าเป็นต้นผักบุ้งที่ได้รับยีน *gus* จาก *A. tumefaciens* EHA101 ที่มีพลาสมิด pBIH1-IG(SX) มาแช่ในสารละลาย X-Gluc (ภาคผนวก ข ข้อ 12) บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าชิ้นส่วนของผักบุ้งจากทั้ง 2 ต้นมีกิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดส คือมีสีน้ำเงินปรากฏที่บริเวณส่วนของผักบุ้งที่นำมาทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 4.10 เรียกผักบุ้งที่ตรวจพบกิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดสนี้ว่า ผักบุ้งพันธุ์ หมายเลข 4 และหมายเลข 7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผักบุ้งพันธุ์เดิม พันธุ์หมายเลข 4 พันธุ์หมายเลข 7

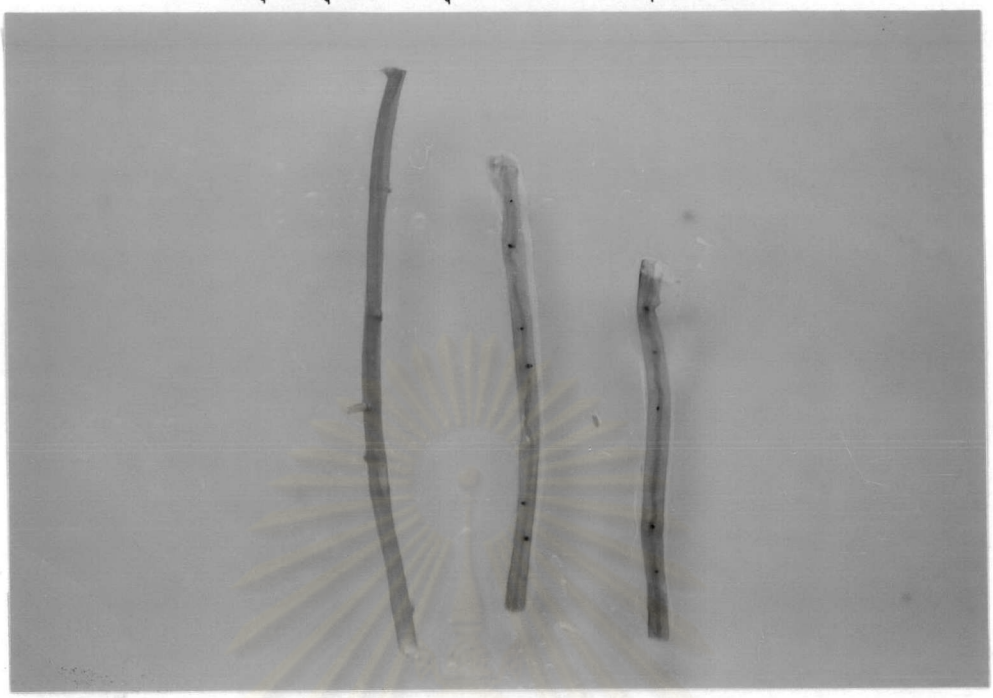


ภาพที่ 4.10 (ก) ผลการตรวจหากิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดสในส่วนใบของผักบุ้ง

ผักบุ้งพันธุ์เดิม พันธุ์หมายเลข 4 พันธุ์หมายเลข 7

ภาพที่ 4.10 (ข) ผลการตรวจหากิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดสในส่วนลำต้นของผักบุ้ง

ผักบุ้งพันธุ์เดิม พันธุ์หมายเลข 4 พันธุ์หมายเลข 7



ภาพที่ 4.10 (ค) ผลการตรวจหากิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดสในส่วนรากของผักบุ้ง

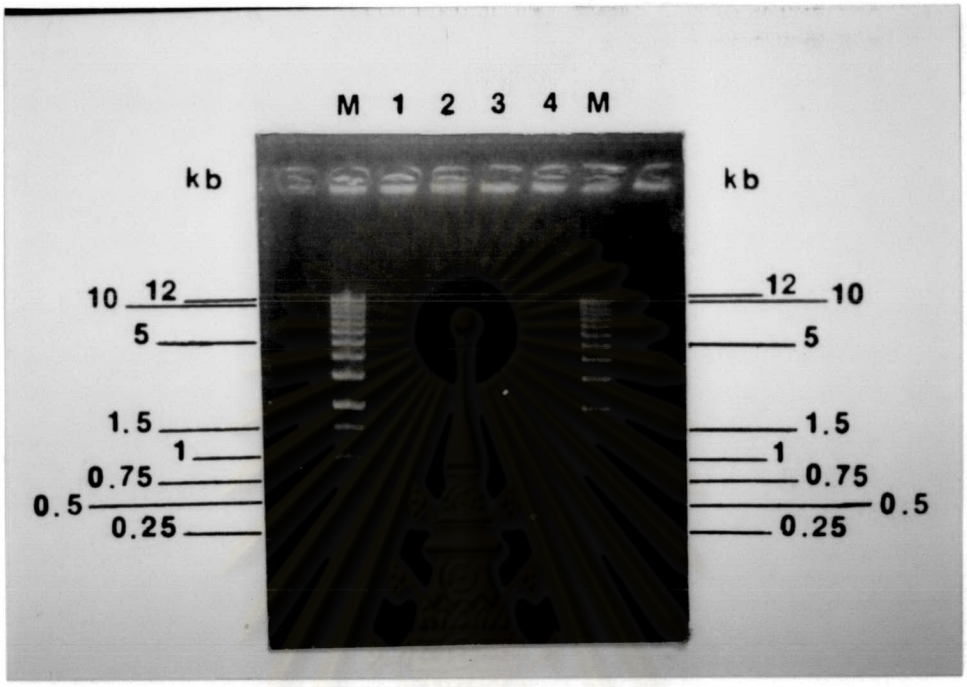
ภาพที่ 4.10 ผลการตรวจหากิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดสในส่วนต่างๆของผักบุ้งพันธุ์เดิม พันธุ์หมายเลข 4 และพันธุ์หมายเลข 7 ตามลำดับ ด้วยวิธี histochemical GUS assay (ก) ใบ (ข) ลำต้น (ค) ราก สีน้ำเงินแสดงกิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดส ส่วนของผักบุ้งพันธุ์เดิมไม่มีกิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3 การตรวจหายีนประมวลรหัสบีตา-กลูคูโรนิเดสในผักบุ้งที่ทนต่อสารฏิชีวนะไฮโกรมัยซินและกานามัยซิน โดยวิธี PCR

ผลการนำดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 4 และหมายเลข 7 ที่มีกิจกรรมของบีตา-กลูคูโรนิเดส จากข้อ 4.2.2 มาใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบในการตรวจหายีน *gus* โดยวิธี PCR ตามวิธีข้อ 3.8 ใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ทิศทางไป และทิศทางกลับ เพื่อการเพิ่มปริมาณยีน *gus* จากข้อ 3.8.1 แล้วทำการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟริซิส พบแถบดีเอ็นเอขนาดประมาณ 390 เบส ดังแสดงในภาพที่ 4.11 ซึ่งเป็นขนาดดีเอ็นเอ ที่จะได้เมื่อใช้ยีน *gus* จากพลาสมิด pBIH1-IG(SX) เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ แสดงว่าผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 4 และหมายเลข 7 มียีน *gus* อยู่จริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.11 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 4 และหมายเลข 7 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ และใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ทิศทางไปและทิศทางกลับ เพื่อเพิ่มปริมาณยีน *gus* จากข้อ 3.8.1

M หมายถึง ดีเอ็นเอแลดเดอร์ขนาดตั้งแต่ 250 เบส ถึง 12,000 เบส

1 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 4 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

2 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 7 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

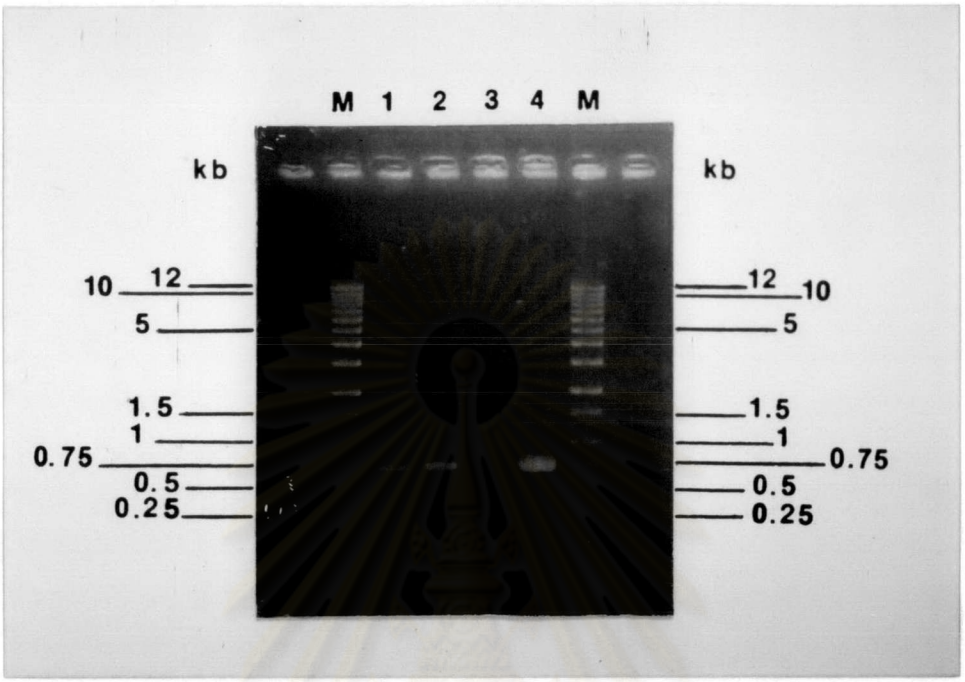
3 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์เดิม (wild type) เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

4 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ยีน *gus* จากพลาสมิด pBIH1-IG(SX) เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

4.2.4 ผลการตรวจหายีนต้านต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินในผักบุ้งพันธุ์ที่ทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซิน โดยวิธี PCR

ผลการนำดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 4 และหมายเลข 7 ซึ่งทนต่อสารปฏิชีวนะไฮโกรมัยซินเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและสารปฏิชีวนะกานามัยซินความเข้มข้นสุดท้าย 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากข้อ 4.2.1 มาใช้เป็นดีเอ็นเอแม่แบบเพื่อตรวจหายีนประมวลรหัสไฮโกรมัยซินฟอสโฟทรานสเฟอเรส (ยีน *hpt*) โดยวิธี PCR ตามวิธีข้อ 3.9 ใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ทิศทางไป และทิศทางกลับ เพื่อเพิ่มปริมาณยีน *hpt* จากข้อ 3.9.1 แล้วทำการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยวิธีอะกาโรสเจลอิเลคโตรโฟริซิส พบแถบดีเอ็นเอขนาด ประมาณ 750 เบส ดังแสดงในภาพที่ 4.12 ซึ่งเป็นขนาดดีเอ็นเอที่จะได้เมื่อใช้ยีน *hpt* จากพลาสมิด pBIH1-IG(SX) เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ แสดงว่าผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 4 และหมายเลข 7 มียีน *hpt* อยู่จริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.12 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 4 และหมายเลข 7 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ และใช้โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพร์เมอร์ทิศทางไปและทิศทางกลับ เพื่อเพิ่มปริมาณยีน *hpt* จากข้อ 3.9.1

M หมายถึง ดีเอ็นเอแลดเดอร์ขนาดตั้งแต่ 250 เบส ถึง 12,000 เบส

1 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 4 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

2 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์หมายเลข 7 เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

3 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ดีเอ็นเอของผักบุ้งพันธุ์เดิม (wild type) เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

4 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ PCR เมื่อใช้ยีน *hpt* จากพลาสมิด pBIH1-IG(SX) เป็นดีเอ็นเอแม่แบบ

(ก) (ข)

ภาพที่ 4.13 แสดงลักษณะและการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งดัดแปลงพันธุ์อายุ 1 เดือน (ก) เมื่อนำไปปลูกในดินเปรียบเทียบกับต้นผักบุ้งพันธุ์เดิม (ข)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย