บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันไม้ดอกไม้ประดับมีบทบาทสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมมาก ในบางประเทศ เช่น ประเทศเนเธอร์แลนด์ที่ส่งออกไม้ดอกไม้ประดับสูงที่สุดในโลก สามารถทำเงินได้ถึงปีละมากกว่า 90,000 ล้านบาท (เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ, 2547) สำหรับประเทศไทยซึ่งการส่งออกไม้ดอกไม้ประดับจัดอยู่อันดับที่ 16 และเป็นอันดับ 1 ของเอเชีย (อรวรรณ วิชัยลักษณ์, 2547) มีการขยายพื้นที่ปลูกจาก 41,390 ไร่ เป็น 58,800 ไร่ ใน 10 ปีที่ผ่านมา (2537 ถึง 2547) โดยมียอดการค้าคิดเป็นมูลค่าส่งออกรวมกว่า 3,000 ล้านบาท (บรรเจิด จิ่วสำอางค์, 2547) ไม้ดอกไม้ประดับที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจเหล่านี้มีทั้งกลุ่มที่เป็น กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับเพื่อการส่งออกหลัก เช่น กล้วยไม้ ปทุมมา และกลุ่มไม้ดอกไม้ประดับที่มีศักยภาพ ซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถผลักดันให้ส่งออกได้มากขึ้น กลุ่มหลังนี้รวมถึง บอนสี ซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพรวมอยู่ด้วย (จารุพันธ์ ทองแถม, 2547)

บอนสี (*Caladium bicolor* Vent.) เป็นไม้ประดับในวงศ์ Araceae ซึ่งเป็นพืชวงศ์ใหญ่ พืชวงศ์นี้ประกอบด้วยสกุลต่างๆ ถึง 105 สกุล มีสมาชิกมากกว่า 1,400-1,500 ชนิด กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (Lawrence, 1960) ทั้งพวกที่ขึ้นได้บนดิน พวกที่อยู่ในน้ำ และบางชนิดก็เกาะเลื้อยต้นไม้ (Swingle, 1946) บอนสีที่นิยมปลูกในประเทศไทย มี 2 ชนิด คือ (*Caladium bicolor* Vent.) ซึ่งสีของใบที่มีความหลากหลายต่างกัน ให้โทนสีตั้งแต่สี ขาว ชมพู แดง และม่วงแดง และอีกชนิดหนึ่ง คือ บอนพญาเศวต (*Caladium humboldtii*) ที่มีลำต้นขนาดเล็กสีเขียว มีเส้นใบสีขาวกระจายทั่วใบ (Bailey, 1963; Huxley, 1992; Evans, 1993)

ในต่างประเทศ การผลิตบอนสีเพื่อการค้ามีแหล่งผลิตใหญ่อยู่ที่รัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นแหล่งปลูกและจำหน่ายบอนสีแหล่งใหญ่กว่าที่อื่น มีพื้นที่ประมาณ 8,000 ไร่ และเป็นแหล่งผลิตหลักที่ยิ่งใหญ่ จนสามารถจัดงานเฉลิมฉลองที่เรียกว่า Caladium Festival ณ มลรัฐนี้ ในวันที่ 27-29 สิงหาคม ของทุกปี นอกจากสหรัฐอเมริกาแล้ว ประเทศศรีลังกายังเป็นแหล่งผลิตหัวบอนสีส่งออกในราคาถูก การผลิตของทั้งสองประเทศจะผลิตโดยปลูกเป็นแปลงปลูกลงดิน (http://www.visitlakeplacidflorida.com) ต่างจากการผลิตบอนสีในประเทศไทยอย่างสิ้นเชิง ในประเทศไทยมีรูปแบบการปลูกบอนสีต่างกันโดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การผลิตเป็นไม้กระถาง โดยมีแหล่งผลิตหลักอยู่ในภาคกลาง ได้แก่ กรุงเทพฯ ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ

อยุธยา แต่ละจังหวัดมีพื้นที่รวมประมาณ 50 ไร่ และมีกำลังการผลิตประมาณ 300,000 กระถางต่อปี ตลาดส่วนใหญ่เป็นตลาดภายในประเทศ การผลิตบอนสีอีกรูปแบบหนึ่ง ได้แก่ การผลิตเป็นไม้หัวเพื่อการส่งออก โดยมีตลาดส่วนใหญ่เป็นตลาดต่างประเทศ ที่สำคัญได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ ออสเตรเลียและอิสราเอล (www.doae.go.th/library/html/detail/caladium/)

หัวใจของการขยายโอกาสทางการตลาดและเพิ่มศักยภาพในการผลิตบอนสีเพื่อการส่งออก ขึ้นอยู่กับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีความโดดเด่นตลอดเวลาและการเพิ่มศักยภาพในการขยายพันธุ์ สำหรับประเทศไทยความหลากหลายทางสายพันธุ์ที่มีอยู่ในขณะนี้เป็นข้อได้เปรียบการนำวิทยาการใหม่ๆ เข้ามาช่วยในการอนุรักษ์พันธุ์ การจำแนกสายพันธุ์ การดำเนินการทางข้อมูลดีเอ็นเอเพื่อการรับรองพันธุ์ การผสมข้ามพันธุ์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีทางชีววิทยาโมเลกุลเสริม เพื่อสร้างความหลากหลายทางรูปแบบแก่พ่อแม่พันธุ์จะช่วยเพิ่มศักยภาพในการผลิตและยกระดับอุตสาหกรรมการผลิตบอนสีไปสู่สากลได้ (อุดม และ เบญจรงค์ จิรเศวตกุล, 2550) ปัจจุบันเทคโนโลยีชีวภาพได้เข้ามามีบทบาท ในการผลิตไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิด ดังจะเห็นจากตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีชีวภาพนี้ในกล้วยไม้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ การขยายพันธุ์ และการอนุรักษ์พันธุ์ เทคนิคเหล่านี้ ได้แก่ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การจำแนกและรวบรวมสายพันธุ์ การอนุรักษ์พันธุ์ และการปรับปรุงพันธุ์โดยกระบวนการทางพันธุวิศวกรรม (รังสฤษดิ์ กาวีตี๊ะ, 2540)

มีหลักฐานยืนยันการนำบอนสีเข้ามาในประเทศไทย ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 ตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมาได้มีผู้สนใจพัฒนาและจำแนกพันธุ์บอนสีมากมายโดยพันธุ์ต่างๆ ที่พบในประเทศ มักตั้งชื่อที่เป็นมงคลต่างๆ และมักจัดได้เป็นกลุ่ม เช่น พันธุ์ที่พบในตับขุนช้างขุนแผน ตับรามเกียรติ์ ตับวีรชน ตับชื่อมงคล ตับจังหวัด ตับชื่อเทวดา ตับเจ้าหญิง ตับองค์หญิง และตับชื่อมหาวิทยาลัย อย่างไรก็ดี บอนสีพันธุ์เก่าๆ ได้สูญพันธุ์ไปเป็นจำนวนมาก ขณะเดียวกันก็มีการผลิตลูกผสมใหม่ๆ ขึ้นทดแทน ความแตกต่างของพันธุ์ขึ้นอยู่กับลักษณะและสีสันของใบ (อุไร จิรมงคลการ, 2538)

โดยทั่วไปสามารถแบ่งรูปแบบของใบบอนสีได้ 5 แบบ ดังนี้

1. **บอนใบไทย** มีลักษณะรูปร่างคล้ายหัวใจ หูใบยาวแต่ไม่ฉีกถึงสะดือ ก้านใบอยู่กึ่งกลางใบ ปลายใบแหลมหรือมนขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ บอนใบไทยมักมีใบขนาดใหญ่และใบดกไม่ทิ้งใบ
2. **บอนใบกลม** เป็นบอนที่นับได้ว่าเกิดขึ้นโดยฝีมือคนไทย เกิดขึ้นโดยการผ่าหัวขยายพันธุ์ของบอนใบไทย เมื่อนำมาปลูกเลี้ยงแล้วเกิดผิดแผกไปจากต้นเดิม คือมีลักษณะใบกลมขึ้นกลายเป็นบอนใบกลม ปลายใบมนสม่ำเสมอ และมีก้านใบอยู่บริเวณกึ่งกลางใบ
3. **บอนใบกาบ** มีลักษณะที่มีก้านใบแผ่แบนตั้งแต่โคนใบจนถึงคอใบ ลักษณะคล้ายใบผักกาด
4. **บอนใบยาว** เดิมเรียกว่าบอนใบจีน มีรูปใบเรียวหรือป้อม หูใบสั้นกลมฉีกถึงสะดือ ก้านใบอยู่ตรงรอยหยักบริเวณโคนใบพอดี

5. **บอนใบไผ่** เป็นบอนที่มีใบแคบเรียวยาวเป็นเส้น ปลายใบเรียวแหลม ไม่มีหูใบมีลักษณะคล้ายใบของต้นไผ่

แม้ที่ผ่านมาจะมีการศึกษาเก็บรวบรวมพันธุ์และจัดประกวดอย่างต่อเนื่อง แต่กลับมีรายงานการศึกษาทางพันธุกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของบอนสีน้อยมาก ความแตกต่างของพันธุ์ที่ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปทรงและสีสันของใบนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับปัจจัยทางพันธุกรรมซึ่งเป็นความแตกต่างที่สามารถตรวจสอบได้ในระดับดีเอ็นเอ

โดยปกติลักษณะปรากฏของพืชเป็นผลลัพธ์จากการควบคุมของยีน ซึ่งควบคุมลักษณะต่างๆ พันธุ์ที่ต่างกันย่อมเกิดจากพันธุกรรมที่ต่างกัน ดังนั้นหากสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอได้ ก็จะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและยีนได้ ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคนิคต่างๆ ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์พืช เทคนิคที่อาศัยความต่างในระดับจีโนมดีเอ็นเอรวม ได้แก่ เทคนิคเอเอฟแอลพี (AFLP; Amplified Fragment Length Polymorphisms) (Vos *et al.*, 1995) เทคนิคอาร์เอพีดีหรือแรพปิด (RAPD; Random Amplified Polymorphic DNA) (Wies man, 1998) เทคนิคอาร์เอฟแอลพี (RFLP; Restriction Fragment Length Polymorphism) (Weber and Helentjaris, 1989) การใช้ประโยชน์จากเอสทีเอส (STS; Sequence Tagged Site) (Daniel *et al.*, 1998) ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA Fingerprint) (Nybom *et al.*, 1990) และการวิเคราะห์ตรงไปที่ลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequencing) (Sanger *et al.*, 1977)

ในบรรดาเทคนิคที่ได้กล่าวมา เทคนิคเอเอฟแอลพีเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยม ในการตรวจสายพันธุ์พืชมากที่สุด เนื่องจากให้ผลคงที่เมื่อทำซ้ำหลายๆครั้งได้ดีกว่า เทคนิคดังกล่าวอาศัยความจำเพาะของชิ้นดีเอ็นเอ เมื่อตัดด้วยเอนไซม์จำเพาะร่วมกับเทคนิคการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์เลส (PCR; polymerase chain reaction) ซึ่งเป็นการรวมความน่าเชื่อถือของเทคนิค RFLP และ PCR เข้าด้วยกัน (Zabear and Vos, 1993) แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏที่ต่างกัน จะช่วยบ่งบอกว่าลักษณะความต่างเกี่ยวข้องกับชิ้นดีเอ็นเอใดได้ แถบดีเอ็นเอที่ได้จากการตรวจสอบ โดยเทคนิคเอเอฟแอลพีนี้สามารถพัฒนาดัดแปลงให้อยู่ในรูปค่าสัญญาณ (scoring) ที่สามารถนำไปคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ได้อีกด้วย

จักรพันธ์ วนิธกุล และสุจิตรา จางตระกูล (2548) ได้ใช้เทคนิคดังกล่าวหาความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์กล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองกระบี่ และสจี อิ่มแดง (2547) ศึกษาในปรงสกุล *Cycas* และ *Zamia* ความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอนี้ ในทางทฤษฎีเกิดจากความแตกต่างกันของดีเอ็นเอที่เป็นสารพันธุกรรมเบื้องหลัง อย่างไรก็ดีในทุกกรณีการตรวจสอบในลักษณะดังกล่าวอาจไม่ปรากฏความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอที่มากพอ ดังนั้นการตรวจสอบในลำดับนิวคลีโอไทด์จึงมี

ความสำคัญ หากพิจารณาข้อมูลพันธุกรรมรวมซึ่งก็คือข้อมูลจีโนมิกดีเอ็นเอแล้ว พบว่าส่วนใหญ่ของข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์เป็นบริเวณที่ไม่ใช่ยีน ซึ่งประกอบด้วยบริเวณเบสซ้ำ(repetitive sequence) บริเวณเบสแทรก (interspersed sequence)

ในพืชบางชนิดจำนวนเบสซ้ำคิดเป็น 50 % ของจีโนมทั้งหมด (Pearce *et al*., 1996) และในกลุ่มของเบสที่ซ้ำ ที่อาจกระจายตัวมีส่วนหนึ่งที่จัดเป็นทรานโพซอน (transposon) จากการตรวจสอบพบว่าพืชส่วนใหญ่จะมีบริเวณทรานสโพซอนที่เฉพาะที่เรียกว่า copia like retro element อยู่เป็นจำนวนมาก พืชบางชนิดมีจำนวนชุดสูงถึง 10^5 ชุด (copies) (Manninen and Schulmen,1993; Pearce *et al*., 1997) บางชนิดอาจมีจำนวนชุดเพียง 10^2 ชุด เช่นที่พบในข้าว (Wang *et al*., 1999) จำนวนชุดของทรานโพซอนเหล่านี้ แทรกกระจายตัวอยู่ทั้งจีโนมของพืชพันธุ์นั้นๆ ตำแหน่งและรูปแบบการแทรกตัวจึงขึ้นกับชนิดพันธุ์ของพืช (Brandes *et al*.,1997; Kumar *et al*., 1997) อย่างไรก็ดี ยังไม่เคยมีการศึกษาความเป็นไปได้ ในการใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ในบริเวณ copia like retro transposon มาช่วยในการศึกษาของความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์บอนสีมาก่อน ทั้งๆ ที่เทคนิคการตรวจสอบ copia like transposon ทำได้ไม่ยาก

การศึกษาครั้งนี้ได้นำทั้งเทคนิคเอเอฟแอลพีและเทคนิคในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางนิวคลีโอไทด์ บนพื้นฐานของ copia like retro transposon มาใช้ในการศึกษาบอนสีตัวแทนของแต่ละกลุ่ม ความสัมพันธ์ที่ได้นอกจากจะช่วยในการจำแนกสายพันธุ์แล้ว ส่วนหนึ่งของข้อมูลดีเอ็นเอที่ได้ยังอาจนำมาใช้ในการรับรองพันธุ์หรือเป็นข้อมูลประกอบสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ได้ นอกเหนือจากการนำวิทยาการใหม่ๆ เข้ามาช่วยในการศึกษาความสัมพันธ์ ในระหว่างสายพันธุ์เพื่อการจำแนกและรับรองแล้ว การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมจะช่วยให้สามารถสร้างรูปแบบทางลักษณะใหม่ๆ ให้กับบอนสีเพื่อช่วยในการอนุรักษ์และขยายพันธุ์บอนสีให้ได้จำนวนมากอีกด้วย

Sahavacharin (1982) รายงานการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบอนสีโดยใช้ใบอ่อนของบอนสีพันธุ์ไทยไม่ระบุสายพันธุ์ บนสูตรอาหารดัดแปลง Murashige and Skoog (1962) ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D 1 ppm และ kinetin 1 ppm ต่อมาชุติมา คุณาไทย (2526) ได้ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบอนสี 4 สายพันธุ์ คือ พันธุ์แดงวัว พันธุ์พระเจ้าเดนมาร์ก พันธุ์ทองแก้ว และพันธุ์พันเรือง พบว่าบอนสี 3 พันธุ์แรกเกิดแคลลัสได้ดีในอาหารสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 1 mg/L และ BA 1 mg/L และพันธุ์พันเรือง เกิดแคลลัสได้ดีในอาหารสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D 1 mg/L และ kinetin 1 mg/L ต่อมา Mujib *et al*. (2000) ได้รายงานการศึกษาใน *Caladium bicolor* cv. "Bleeding Heart" พบว่าเมื่อนำบอนสีมาเลี้ยงในอาหาร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D, NAA และ BAP ในระดับต่ำสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสและรักษาสภาพแคลลัสไว้ได้ จากรายงานวิจัยเกี่ยวกับบอนสีที่กล่าว

มาแล้วข้างต้น ชี้ให้เห็นว่ายังมีความแตกต่างกันของสูตรอาหาร ที่นำมาชักนำให้บอนสีเกิดแคลลัส และเกิดต้นอยู่ และเนื่องจากประเทศไทยเป็นแหล่งที่มีความหลากหลายทางสายพันธุ์บอนสีอยู่มาก จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะนำเทคนิคนี้มาศึกษาในบอนสีพันธุ์อื่นที่ต่างไปจากรายงานข้างต้น

การวิจัยเชิงลึกต่อยอดจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เน้นการปรับปรุงให้ได้บอนสีที่มีลักษณะแปลกใหม่เริ่มขึ้นในทศวรรษที่ 20 โดย Li *et al.* (1994) ได้ถ่ายยีน human growth hormone เข้าสู่บอนสีเพื่อให้บอนสีสร้าง human growth hormone อย่างไรก็ดี รายงานดังกล่าวไม่พบขั้นตอนทางเทคนิคในการถ่ายยีนโดยละเอียดแต่อย่างใด จนกระทั่งปี 2004 Li *et al.* ได้ถ่ายยีน *Leaf color* (*Lc*) ซึ่งเป็นยีนควบคุมการสังเคราะห์แอนโทไซยานินจากข้าวโพดเข้าสู่บอนสีสายพันธุ์ Jackie Suthers โดยเทคนิค Agrobacterium mediated transformation พบว่าการแสดงออกของยีน *Lc* ช่วยกระตุ้นให้เกิดการสร้างรงควัตถุสีแดงในเนื้อเยื่อทุกส่วนโดยยีน *Lc* จะกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกของยีน *dfr* (dihydroflavonol 4-reductase) แต่ไม่มีผลต่อการแสดงออกของยีน *chs* (chalcone syntase) และ *chi* (chalcone flavanone isomerase) โดยปกติการสังเคราะห์รงควัตถุสีจะเกี่ยวข้องกับวัฏจักรในการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน ซึ่งมีเอนไซม์มากกว่า 4 ชนิด เป็นกุญแจสำคัญ โดยเริ่มจากการเปลี่ยนแปลงเชิงโมเลกุลของ phenyl alanine โดย phenylalanine ammonia lyase ให้ได้ผลิตภัณฑ์ ในรูป chalcone จากนั้นจะเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของ chalcone ให้เป็นแอนโทไซยานินในท้ายที่สุด ด้วยเอนไซม์ CHS CHI และ DFR (Koes *et al.*, 1990)

แม้ที่ผ่านมาจะมีผู้ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบอนสีและการถ่ายยีนในบอนสี แต่เนื่องจากการตอบสนองต่อปัจจัยธาตุอาหาร และสารควบคุมการเจริญเติบโตของบอนสีแต่ละสายพันธุ์ไม่เท่ากัน และขณะเดียวกันความยากง่ายและความสามารถในการถ่ายยีนเข้าสู่เนื้อเยื่อบอนสี โดยวิธี Agrobacterium cocultivation ก็ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของบอนสี ดังนั้นการมุ่งเน้นศึกษาการตอบสนองของบอนสีในรูปสูตรอาหารและองค์ประกอบของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสม เพื่อประโยชน์ต่อการขยายพันธุ์และเป็นพื้นฐานต่อยอดในการปรับปรุงพันธุ์และการรักษารูปแบบการถ่ายยีนเข้าสู่บอนสี จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อเป็นข้อมูลหลักในการพิจารณาพันธุ์บอนสีของไทยให้มีศักยภาพในการผลิตเพื่อส่งออกต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของบอนสี

2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ของบอนสี โดยใช้การศึกษาดีเอ็นเอด้วยการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ และเทคนิคเอเอฟแอลพี (AFLP) และเทคนิค DNA sequencing โดยใช้ไพรเมอร์ *Ty*1-copia

2.3 เพื่อศึกษาการขยายพันธุ์บอนสีพันธุ์อิเหนาด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

2.4 เพื่อศึกษาระบบการถ่ายยีนเข้าสู่บอนสีพันธุ์อิเหนาโดยวิธีอะโกรแบคทีเรียม

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของบอนสี

3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ของบอนสีด้วยเทคนิคทางด้านอณูชีววิทยา

3.3 ศึกษาการขยายพันธุ์บอนสีพันธุ์อิเหนาด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3.4 ศึกษาการถ่ายยีนเข้าบอนสีพันธุ์อิเหนาโดยวิธีอะโกรแบคทีเรียม

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ทราบความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ของบอนสีที่ใช้ในการศึกษา

4.2 ทราบสูตรอาหารที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์บอนสีพันธุ์อิเหนา

4.3 ทราบระบบการถ่ายยีนเข้าสู่บอนสีโดยวิธีอะโกรแบคทีเรียม