บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พืชในวงศ์บัวเป็นกลุ่มพันธุ์พืชที่อยู่ในน้ำทั้งหมด เดิมนักพฤกษศาสตร์ได้รวมเอาบัวหลวงและบัวสายไว้ในวงศ์เดียวกัน คือวงศ์บัวสาย (Nymphaeaceae) ที่ประกอบด้วย 7 สกุล คือ สกุลบัวสาย (*Nymphaea* L.), สกุลบัวหลวง (*Nelumbo* Adans.), สกุลบัวกระด้ง (*Victoria* Sowerby), สกุลไส้ปลาไหล (*Barclaya* Wallich), สกุลนูฟ่า (*Nuphar* Sibth. and Sm.), สกุลยูรีอาเล่ (*Euryale* Salisb.) และสกุลออนดิเนีย (*Ondinea* Hartog) แต่จากการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน *rbc*L พบว่าบัวหลวงมีความแตกต่างกับพืชสกุลบัวสายอย่างเห็นได้ชัด ในปัจจุบันจึงได้แยกบัวหลวงออกเป็นวงศ์บัวหลวง (Nelumbonaceae) ขณะที่สกุลอื่นๆ นั้นยังคงอยู่ในวงศ์บัวสายเช่นเดิม (Water Garden Journal, 1993 as cited in Slocum, 2005, p. 77) ซึ่งพืชวงศ์บัวสายในปัจจุบันนี้ในประเทศไทยนิยมใช้เป็นไม้ประดับทั้งในสระน้ำและตู้ปลาอย่างกว้างขวาง ได้แก่ ไส้ปลาไหล บัวกระด้ง บัวหลวง และ บัวสาย เป็นต้น ขณะที่สกุลอื่นที่เหลือไม่มีรายงานการใช้ประโยชน์ในประเทศไทยอย่างชัดเจน แต่ปัจจุบันเริ่มมีผู้นำเข้ามาปลูกบ้างแล้ว (คุณหญิงสุชาดา ศรีเพ็ญ, วีรญา บุญเตี้ย และวิสาขา เพียรสุภาพ, 2550)

ประโยชน์ของพืชสกุลบัวสาย

พืชสกุลบัวสายหลายชนิด เช่น บัวกินสาย บัวผัน บัวเผื่อน จัดเป็นพืชน้ำที่นิยมปลูกเป็นไม้ประดับและสามารถนำมาเป็นอาหารได้ โดยบัวเผื่อน (*Nymphaea nouchali* Burman f.) และบัวกินสาย (*N. pubescens* Willd.) เป็นพืชน้ำที่นิยมรับประทานในส่วนของสายบัว ไหลบัว หรือลำต้นใต้ดิน และเมล็ดบัว (ณรงค์ โฉมเฉลา, 2550; ยุวดี วัฒนสุนทร, สุมาลี เลี่ยมทอง และศุภวรรณ พรหมเพรา, 2553; Chawanje, Barbeau and Grun, 2007) และยังมีสรรพคุณทางยาในประเทศอินเดีย ทั้งหมด 5 ชนิด คือ *Euryale ferox* Salisb. ใช้เมล็ดแห้งเพื่อเพิ่มอัตราการแข็งตัวของเลือด เป็นยาระบายอ่อนๆ และเพิ่มสมรรถภาพทางเพศ ขณะที่ส่วนรากของ *N. alba* L. ที่บดแล้วนำมาประคบที่หน้าผากเพื่อช่วยลดอาการปวดศีรษะ รากของ *N. esculenta* Roxb. สามารถนำมารับประทานช่วยรักษาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ นอกจากนี้ยังมีการใช้รากของบัวกินสายมาบดเป็นผงแล้วนำมารับประทานช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหาร รวมถึงรากที่บดเป็นผงของบัวเผื่อนสามารถใช้รักษาอาการอาหารไม่ย่อย ท้องร่วง และริดสีดวงทวารได้ (Das, et al., 2006)

นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้ทางการแพทย์อื่นๆ อีก เช่น สารสกัดเอทานอลจากใบของบัวเผื่อนสามารถช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ได้ รวมทั้งทำให้น้ำหนักตัว ระดับของฮีโมโกลบิน โปรตีน และอินซูลินในเลือดเพิ่มขึ้นในหนูที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานได้ (Dhanabal, et al., 2007; Rajagopal and Sasikala, 2008)

นอกจากนี้ยังพบอีกว่าสารสกัดเอทานอลจากดอกบัวเผื่อนสามารถช่วยรักษาโรคที่เกี่ยวกับความบกพร่องของตับ ด้วยการเพิ่มความแข็งแรงของเยื่อหุ้มเซลล์ และช่วยสร้างเซลล์ตับที่เสียหายขึ้นใหม่ รวมทั้งยังกระตุ้นการทำงานของ antioxidative enzyme อีกด้วย (Bhandarkar and Khan, 2004) และจากการศึกษาสารสกัดเอทานอลจากใบของ *N. odorata* Aiton พบว่ามีสารจำพวกลิกนิน (lignin) 2 ชนิดคือ nymphaeoside A และ icariside E_4 และสารพวก flavonol glycoside 6 ชนิดที่มีฤทธิ์ช่วยส่งเสริมการสร้างกรดไขมัน (Zhang, et al., 2003) ขณะที่สารจำพวก lectin ที่สกัดจากไหลของบัวเผื่อนด้วยวิธี anion-exchange chromatography บน DEAE cellulose สามารถนำมาใช้ต้านการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้ 4 ชนิดเป็นแบคทีเรียแกรมบวก 2 ชนิดคือ *Bacillus subtilis* และ *Sarcina lutea* และแบคทีเรียแกรมลบ 2 ชนิดคือ *Shigella shiga* และ *S. sonnei* นอกจากนั้นสารตัวนี้ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งในช่องท้องของหนูได้ด้วย (Kabir, et al., 2011)

สารสกัดด้วยเอทานอลจากใบบัวสาย (*N. lotus* (L.) Willd.) ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียชนิด *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ที่พบบริเวณบาดแผลได้ (Akinjogunla, et al., 2009) และการศึกษาสารที่สกัดจากกลีบดอกของบัวสุธาสิโนบลทั้งสีชมพูและสีน้ำเงิน (*N. carpensis* (Caspary) Conard) ด้วยวิธี ferric reducing antioxidant power (FRAP) และวิธี 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radicals (DPPH) พบว่ากลีบดอกของบัวสุธาสิโนบลสีชมพูมีปริมาณฟีนอล แอนโทไซยานิน และสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่ากลีบดอกบัวสุธาสิโนบลสีน้ำเงิน และบัวสายทั้งสองพันธุ์นี้ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ โดยบัวสายสุธาสิโนบลสีชมพูสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ 11 ชนิด ขณะที่บัวสุธาสิโนบลสีน้ำเงินสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ 10 ชนิด (สมนึก ยิ้มย่อง และคณะ, 2552)

ยังมีการศึกษาสารสกัดเอทานอลจากทุกส่วนของ *N. alba* พบว่าสามารถใช้ช่วยในการคลายเครียดและผ่อนคลายกล้ามเนื้อในหนูทดลองได้ (Thippeswamy, et al., 2011) ดังจะเห็นได้ว่าพืชสกุลบัวสายนี้สามารถนำมาพัฒนาต่อให้มีประโยชน์ได้ในหลายด้าน ทั้งเป็นอาหาร และยารักษาโรค ดังนั้นการจัดจำแนกที่ชัดเจนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญเพื่อการนำมาใช้ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

การจัดจำแนกพืชในวงศ์บัวสาย

พืชสกุลบัวสายถูกจัดอยู่ในวงศ์ Nymphaeaceae โดยภายในวงศ์นี้จะประกอบด้วยสมาชิกทั้งหมด 6 สกุล ดังนี้

1. สกุลไส้ปลาไหล (*Barclaya* Wall.) พบได้ในประเทศไทย ทวีปอเมริกาเหนือและในทวีปยุโรป มีลำต้นอยู่ในดินใต้น้ำแบบเหง้า หรืออาจเป็นหัวสั้นๆ ใบเดี่ยวแตกเป็นกอประมาณ 6-7 ใบเจริญอยู่ในน้ำ บางชนิดมีใบรูปทรงกระบอกยาว รูปไข่ หรือรูปกลม ขอบใบเรียบ เป็นคลื่น หรือเรียบแบน ก้านใบกลมเรียวยาว ดอกเดี่ยวสมบูรณ์เพศ ขนาดประมาณ 4-6 เซนติเมตร ก้านดอกส่งดอกให้เจริญเหนือผิวน้ำ ดอกประกอบด้วย กลีบเลี้ยง 5 กลีบกลีบดอก 8-15 กลีบ เรียงซ้อนกัน 2-3 ชั้นโคนกลีบติดกัน เกสรเพศผู้ มี 2 แบบคือแบบปกติและเป็นหมัน ประมาณ 100 อัน ขนาดเล็ก รังไข่ติดกับโคนของกลีบดอก ผลเดี่ยว แบบผลสด เปลือกหนานุ่ม ภายในมีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก เช่น ต้นไส้ปลาไหลใบยาว (*B. longifolia* Wall.)

2. สกุลนูฟาร์ (*Nuphar* Sibth. and Sm.) พืชน้ำอายุหลายปี มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศญี่ปุ่น ทวีปยุโรป และทวีปอเมริกาเหนือ มีลำต้นใต้ดินเป็นเหง้าใหญ่ มีรากยาวหลายเมตร เจริญลึกอยู่ในโคลน สามารถเจริญได้ในน้ำลึกถึง 3 เมตร ใบรูปกลมถึงรูปใบหอกขนาดใหญ่ มีทั้งใบใต้น้ำและใบเหนือน้ำ ก้านใบแบน บางครั้งพบว่าแผ่ออกมาคล้ายครีบ ก้านใบและก้านช่อดอกเรียบ หรือมีขนละเอียด ดอก มีขนาดเล็ก รูปถ้วย เจริญเหนือผิวน้ำ ส่วนของดอกประกอบด้วย กลีบเลี้ยงจำนวน 5-14 กลีบ สีเขียวถึงสีเหลือง บางครั้งแกมสีแดง กลีบดอกขนาดเล็กสีเหลือง ลดรูปจนดูคล้ายเกสรเพศผู้ หรือคล้ายเป็นเกล็ดหนาๆ มีจำนวนมาก ส่วนเกสรเพศผู้ มีจำนวนมาก สีเหลืองหรือเหลืองปนแดง เมื่อได้รับการผสมแล้ว ผลจะเจริญเหนือน้ำ พบว่ามีประมาณ 20 ชนิด เช่น *N. japonica* de Candolle

3. สกุลบัวถาด (*Euryale* Salisb.) พืชน้ำที่มีลักษณะเหมือนบัว มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปแอฟริกาตะวันออก เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศจีน สามารถขึ้นได้ดีในน้ำลึกถึง 4 เมตร ลักษณะลำต้นเป็นหัว อยู่ในดินใต้น้ำ ใบเป็นแผ่นกลมลอยที่ผิวน้ำ ขนาด 20-30 เซนติเมตร ผิวใบย่น ขอบใบเรียบแบน มีหนามแหลมตามเส้นใบทั้งด้านบนและด้านล่างประปราย ก้านใบเล็กเรียวยาว มีหนามเล็กแหลม ก้านใบติดกับแผ่นใบด้านหลังใบ (peltate leaf) ดอกเดี่ยว สมบูรณ์เพศ ขนาด 5-8 เซนติเมตร ก้านดอกส่งดอกเจริญที่ผิวน้ำ ส่วนของดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 4 กลีบ ผิวด้านนอกมีหนามแหลม กลีบดอกประมาณ 20 กลีบ สีม่วงโคนกลีบสีขาว เกสรเพศผู้มีมาก ดอกบานกลางวัน พบเพียงชนิดเดียว แต่มีหลายพันธุ์ คือ *E. ferox* Salisb.

4. สกุลบัวกระด้ง (*Victoria* Lindley) เป็นบัวที่มีขนาดใหญ่ มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ ถูกนำเข้ามาปลูกเป็นไม้ประดับในเมืองไทยนานเกือบ 100 ปี ลำต้นเป็นเหง้าใหญ่อยู่ในดินใต้น้ำ

รากอวบอ้วนขาว จำนวนมาก ใบเดี่ยวขนาดใหญ่ มีก้านใบส่งใบขึ้นมาลอยที่ผิวน้ำ แผ่นใบหนา กลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 100 เซนติเมตร ขอบใบกระดกตั้งขึ้น สูงประมาณ 10-15 เซนติเมตร ผิวใบด้านบนเขียวเป็นมัน ด้านล่างสีม่วงปนแดง และมีเส้นใบใหญ่นูน มีหนามแหลม ดอกเดี่ยว ขนาดใหญ่ ก้านดอกและก้านใบมีหนามแหลมเช่นเดียวกัน ดอกบานที่ผิวน้ำ ดอกบานเต็มที่เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 เซนติเมตร ประกอบด้วย กลีบเลี้ยง 4 กลีบ กลีบเลี้ยงด้านนอกสีเขียวคล้ำมีหนามแหลม กลีบดอกประมาณ 30-60 กลีบ เกสรเพศผู้ 60-90 อัน รังไข่อยู่ต่ำกว่าส่วนของดอก ภายในมี 38-42 ช่อง ยอดเกสรเพศเมียติดอยู่เหนือรังไข่เป็นแนวรัศมีสีเหลือง ผลเดี่ยว เป็นผลสดแบบ berry ขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร ผิวด้านนอกมีหนามแหลม เมล็ด จำนวนมาก ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร เท่าที่พบขณะนี้คือ *V. amazonica* (Poeppig) Sowerby และ *V. cruziana* d'Orbigigny

5. สกุลออนดิเนีย (*Ondinea* Hartog) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปออสเตรเลียตะวันตก แถว Kimbery District ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ของพวก aborigines โดยได้นำหัวของพืชพวกนี้มารับประทานเป็นอาหาร ในฤดูหนาว เมื่อน้ำในลำธารแห้ง ใบจะเหี่ยวเน่าตาย เหลือแต่เพียงหัวที่อยู่ใต้ดิน จนถึงฤดูร้อนเริ่มมีน้ำ หัวจะเริ่มงอกแตกรากและใบใหม่ ลักษณะโดยทั่วไป หัว ขนาดประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร ใบ ขนาดใหญ่ มีทั้งใบลอยน้ำและใบใต้น้ำ ลักษณะเป็นรูปไข่แคบหรือรูปศร ก้านใบเรียว มีขนละเอียดหรือไม่มี ดอกเดี่ยว บานเหนือน้ำในเวลากลางวัน ประกอบด้วย กลีบเลี้ยง 4 กลีบ กลีบดอก 1-5 กลีบ สีม่วงแดง บางชนิดไม่มีกลีบดอก เกสรเพศผู้ 27-34 อัน ดอกมีกลิ่นหอม สกุลนี้จะมีเพียงชนิดเดียวเท่านั้นคือ *O. purpurea* Hartog (คุณหญิง สุชาดา ศรีเพ็ญ, วีรญา บุญเตี้ย และวิสาขา เพียรสุภาพ, 2550, หน้า 185-186)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลบัวสาย

พืชสกุลบัวสายมีกระจายอยู่ทั่วโลก ลำต้น มีทั้งที่เป็นหัวหรือเหง้า รากอวบหนาสีขาว ใบเดี่ยว แตกจากหัวหรือข้อของเหง้าใต้ดิน ลักษณะใบรูปไข่หรือรูปกลม ฐานใบหยักเว้าชิดหรือห่างกัน ขอบใบเรียบหรือหยักแหลม ก้านใบเรียบเกลี้ยงติดกับแผ่นใบด้านหลังตรงฐานใบ (sub-peltate leaf) ผิวใบเรียบ ดอกเดี่ยว บางชนิดมีกลิ่นหอม ก้านดอก (peduncle) ส่งดอกขึ้นมาเจริญที่ผิวน้ำหรือชูเหนือน้ำ ก้านใบและก้านดอกมีลักษณะเหมือนกัน ค่อนข้างเหนียว หักออกจากกันค่อนข้างยาก เนื้อเยื่อภายในมีช่องอากาศขนาดใหญ่ 4-6 ช่อง ดอกประกอบด้วย กลีบเลี้ยง 4-6 กลีบขนาดใหญ่ กลีบดอกจำนวนมากมีสีหลากหลาย ตั้งแต่ขาว ชมพู เหลือง แสด ม่วงจนถึงคราม ฟ้า หรือน้ำเงิน เรียงซ้อนกันหลายชั้น เกสรเพศผู้เรียงซ้อนกันรอบฐานรังไข่ มีจำนวนมาก บางชนิดพบเกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน บางชนิดตรงปลายเกสรเพศผู้มีรยางค์ (appendage) เกสรเพศเมียมีทั้ง

แยกกันและเชื่อมติดกัน รังไข่อยู่เหนือชั้นกลีบดอกและเกสรเพศผู้ ภายในรังไข่มีหลายช่อง (carpel) ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ติดอยู่ด้านบนของรังไข่ ตรงปลายอาจจะมีรยางค์ (carpellary appendage) ที่มีสีคล้ายกลีบดอก รังไข่เมื่อผสมแล้วผลที่ได้จะเรียกว่าโตนด ซึ่งเจริญอยู่ใต้น้ำ ผลเดี่ยวแบบมีเนื้อ (berry) ภายในมีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก เปลือกหุ้มเมล็ดมีฟองน้ำห่อหุ้มอยู่ ทำให้สามารถลอยน้ำได้ และเมื่อส่วนของฟองน้ำสลายตัวไปเมล็ดก็จะจมลงสู่ดินแล้วงอกเป็นต้นใหม่อีกครั้ง (Slocum, 2005, p. 78) เมล็ดจะเริ่มงอกเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20-25 วันหรือในบางชนิดอาจใช้เวลามากกว่านั้น โดยส่วนของ coleoptile จะงอกออกมาจากเมล็ดก่อนแล้วตามด้วยปลายยอด (plumule) และส่วนของปลายราก (radicle) หลังจากนั้นบริเวณรอบๆ ฐานของลำต้นใต้ใบเลี้ยง (hypocotyls) จะมีการสร้างส่วนของขนราก (rhizoid) และใบแรกเกิดขึ้นโดยบริเวณโคนของใบแรกนี้จะมีการสร้างรากพิเศษ (adventitious root) ขึ้น หลังจากส่วนของ coleoptile ยาวได้ประมาณ 2-3 เซนติเมตร ส่วนของปลายรากจะเริ่มยาวขึ้นและช่วยยึดลำต้นของบัวสายกับพื้นดินให้แน่นขึ้น (Philomena and Shah, 1985) นอกจากนั้นพืชสกุลนี้ยังสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างไหล และการแตกหน่อบริเวณลำต้น อีกทั้งยังสามารถสร้างต้นอ่อนบนสะดือใบ (*N. micrantha* Guill. and Perr.) และยังพบว่ามีการเปลี่ยนส่วนของกลีบรวม (perianth) ไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญ (vegetative meristem) ที่จะสร้างหน่อขึ้นมาใหม่บนดอกของ *N. prolifera* Wiersema โดยพืชชนิดนี้จะมีการติดเมล็ดยากมาก (Grob, et al., 2006; Slocum, 2005)

การจัดจำแนกพืชภายในสกุลบัวสาย

การจัดจำแนกพืชในสกุลบัวสายในปัจจุบันอาศัยข้อมูลทางสัณฐานวิทยา และนิเวศวิทยาเป็นหลักโดย กสิณ สุวตะพันธ์ (1958) ได้จำแนกพืชในสกุลบัวสาย ที่มีอยู่ในประเทศไทยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม Castalia เป็นบัวสายที่มีใบกลม ขอบใบเรียบ ฐานใบหยักเว้า ภายในก้านดอกมีช่องอากาศใหญ่ 4 ช่อง เป็นบัวสายที่พบในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว บัวสายกลุ่มนี้จะหยุดการเจริญเติบโตและพักตัวอยู่ใต้น้ำในฤดูหนาว จนกระทั่งฤดูฝนจึงจะแตกใบใหม่ออกมาตัวอย่างเช่น *Nymphaea tetragona* Georgi, *N. mexicana* Zucc., *N. alba* เป็นต้น บัวสายในกลุ่มนี้ในประเทศไทยส่วนมากเป็นบัวสายลูกผสมที่ถูกนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น *Nymphaea* 'Sunrise', *Nymphaea* 'Joey Tomocik', *Nymphaea* 'Blue Anemone' เป็นต้น และกลุ่ม Lotus เป็นบัวสายที่มีฐานใบหยักเว้าลึก ขอบใบเป็นคลื่น หรือหยักเป็นฟันเลื่อย ภายในก้านดอกมีช่องอากาศใหญ่ 6 ช่อง และมีช่องขนาดกลางและขนาดเล็กอีกมาก ส่วนมากเป็นบัวสายที่พบในเขตร้อน เมื่อมีฤดูหนาวเป็นเวลานาน จะไม่สามารถทนได้ และอาจจะตายลงในที่สุดตัวอย่าง เช่น

บัวเผื่อน (*N. nouchali*) บัวขาบ (*N. cyanea* Roxb.) บัวกินสาย (*N. pubescens*) เป็นต้น ในประเทศไทยพบหลายสายพันธุ์และมีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น บัวสายพันธุ์ดอกสีขาว เรียก โกมุท บัวสายพันธุ์ดอกสีแดงชมพู เรียก รัตนอุบล บัวสายพันธุ์ดอกสีชมพู เรียก จงกลนี เป็นต้น

และยังพบว่ามีบัวสายพันธุ์พื้นเมืองของไทยชนิดหนึ่ง คือบัวสายจงกลนี ซึ่งเป็นลูกผสมที่หายาก มีกลีบดอกซ้อนสีชมพู ลักษณะหยิกย่น ซึ่งบัวสายจงกลนีนี้น่าจะเป็นพันธุ์ที่เกิดจากการผันแปรตามธรรมชาติ และอยู่ในลักษณะที่เป็นหมัน โดยมีใบที่คล้ายกับบัวเผื่อน จึงมีสันนิษฐานว่าบัวเผื่อนน่าจะเป็นบรรพบุรุษของบัวจงกลนีนี้ (พระยาวินิจวนันดร, 2499 อ้างอิงใน คุณหญิงสุชาดา ศรีเพ็ญ, วีรญา บุญเตี้ย และวิสาขา เพียรสุภาพ, 2550 หน้า 183-184)

นอกจากนี้ Conard (1905, pp. 126-127) ได้จำแนกพืชสกุลบัวสายโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผนังรังไข่แยกกัน (apocarpiae) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้อีกเป็น 2 สกุลย่อยนั่นคือ สกุลย่อย *Anecphya* ซึ่งขณะนั้นจะพบได้ 1 ชนิด คือ *Nymphaea gigantea* Hook. และสกุลย่อย *Brachyceras* พบประมาณ 14 ชนิด เช่น *N. capensis* Thunb., *N. capensis* Thunb. var. *zanzibariensis* (Casp.) Conard, *N. colorata* Peter เป็นต้น และ กลุ่มที่มีผนังรังไข่เชื่อมติดกัน (syncarpiae) ซึ่งก็สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 สกุลย่อยอีกคือ สกุลย่อย *Hydrocallis* พบประมาณ 14 ชนิด เช่น *N. amazonum* Mart. and Zucc., *N. belophylla* Trickett เป็นต้น สกุลย่อย *Lotos* จะพบได้อีกประมาณ 4 ชนิด คือ *N. lotus*, *N. rubra* Roxb. *N. pubescens* และ *N. zenkeri* Gilg และสกุลย่อย *Nymphaea* ที่ยังมีการแบ่งย่อยได้อีก 3 sections คือ section *Chamaenymphaea* ได้แก่ *N. tetragona*, section *Eucastalia* ได้แก่ *N. alba* , *N. odorata* และ section *Xanthantha* ได้แก่ *N. mexicana*

นอกจากนี้ Slocum (2005) ได้จำแนกพืชในสกุลบัวสายตามลักษณะทางนิเวศวิทยาได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มบัวสายเขตร้อนชนิดบานกลางวัน (Tropical Waterlily: day blooming species) เช่น *N. gigantea*, *N. nouchali*, *N. capensis* var. *zanzibariensis* เป็นต้น กลุ่มบัวสายเขตร้อนชนิดบานกลางคืน (Tropical Waterlily: night blooming species) เช่น *N. lotus*, *N. rubra* เป็นต้น และกลุ่มบัวสายเขตหนาวหรือบัวฝรั่ง (Hardy Waterlily Species) เช่น *N. tetragona*, *Nymphaea* 'Mungkala Ubon' *Nymphaea* 'Splendida' *Nymphaea* 'Hermine' เป็นต้น

ดังจะเห็นว่าบัวสายแต่ละชนิด แต่ละสายพันธุ์มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกันมาก ดังนั้นการจัดจำแนกบัวสายแต่ละชนิดหรือแต่ละสายพันธุ์จึงต้องอาศัยประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น ทำให้ข้อมูลการจัดจำแนกบัวสายยังคงมีข้อจำกัด โดยลักษณะทางด้าน

สัณฐานวิทยาบางลักษณะจะต้องรอจนกว่าอวัยวะส่วนนั้นจะเจริญเติบโตจนเต็มที่ก่อนจึงจะสามารถนำมาใช้เพื่อการจัดจำแนกได้ เหตุนี้จึงมีการนำข้อมูลอื่นๆ มาช่วยย่นระยะเวลาในการจัดจำแนกและเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับข้อมูลมากยิ่งขึ้น เช่น ข้อมูลทางด้านเรณูวิทยา ข้อมูลทางด้านกายภาพ ลักษณะของสารประกอบภายในเซลล์ ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ โดยข้อมูลทางดีเอ็นเอเป็นข้อมูลที่นิยมกันมากในปัจจุบัน นอกจากจะใช้ช่วยในการจัดจำแนกแล้วยังสามารถบอกความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ด้วย และการศึกษาดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตยังมีข้อดีคือทำได้ในทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช ใช้ตัวอย่างปริมาณน้อย และสามารถใช้ส่วนใดของพืชก็ได้ผลคล้ายกัน

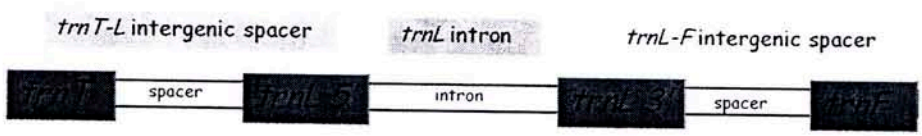
ดังนั้นการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมมาช่วยในการจัดจำแนกจึงเป็นอีกข้อมูลที่บ่งบอกถึงความแตกต่างในแต่ละชนิด แต่ละสายพันธุ์ หรือแม้กระทั่งแต่ละตัวอย่าง (individual) ได้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับข้อมูลทางพันธุกรรมที่เป็นรหัสชีวิตของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางวิวัฒนาการ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะถูกคัดเลือกตามธรรมชาติเพื่อให้การดำรงสายพันธุ์เป็นไปอย่างสมดุลต่อสภาวะแวดล้อมนั้นๆ (Filatov and Charlesworth, 1999; Mauricio, et al., 2003) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอาจจะเป็นไปได้ทั้งการจัดเรียงตัวใหม่ภายในโครโมโซมหรือการเปลี่ยนตำแหน่งของดีเอ็นเอบางส่วนภายในโครโมโซมก็ได้ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ความแตกต่างของรูปแบบพันธุกรรมมากกว่า 1 แบบขึ้นไปจะทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นๆ มีความหลากหลายหรือความแตกต่างกัน (polymorphism) ซึ่งความหลากหลายหรือความแตกต่างดังกล่าวสามารถตรวจพบได้โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการเป็นตัวตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของพืชที่ต้องการได้

ลักษณะทั่วไปของคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ (Chloroplast DNA)

คลอโรพลาสต์เป็นออร์แกเนลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถพบได้ในพืชทั่วไป มีลักษณะโครงสร้างดีเอ็นเอเป็นวงแหวนเกลียวคู่ (double stranded circular DNA) อยู่ภายใน stroma ขนาดประมาณ 120-220 กิโลเบส ในหนึ่งเซลล์สามารถมีคลอโรพลาสต์ได้มากถึง 40 คลอโรพลาสต์ แต่ละคลอโรพลาสต์มีดีเอ็นเอประมาณ 20-40 โมเลกุล รวมจำนวนดีเอ็นเอในคลอโรพลาสต์ (chloroplast DNA, cpDNA) ของแต่ละเซลล์อาจมีมากถึงประมาณ 800-1,600 โมเลกุล จีโนมของคลอโรพลาสต์โดยทั่วไปมีจำนวนยีนประมาณ 100 ยีน ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง (สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล, 2552, หน้า 12; คำรพ รัตนสุต, 2553, หน้า 33) การหาลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ

ที่อยู่ระหว่างยีนของคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอบ่อยครั้งถูกนำมาใช้ในการจัดจำแนก เนื่องจากบริเวณดังกล่าวนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในส่วนที่ไม่มีการแสดงออก เช่น การศึกษาในลำดับของนิวคลีโอไทด์บริเวณระหว่างยีน *trnL-F* ที่นิยมนำมาศึกษาเพื่อจัดจำแนกพืชในระดับสกุล เช่น พืชสกุล *Pelargonium* (Bakker, et al., 1999) สกุลกระทกรก (*Passiflora*) (Krosnick and Freudenstein, 2005) และสกุล *Pseudoroegneria* (Hai-Qing, et al., 2010) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ข้อมูลดีเอ็นเอบริเวณระหว่างยีน *trnL-F* ในคลอโรพลาสต์ร่วมกับบริเวณ ITS ในนิวเคลียสก็ได้ผลการจัดจำแนกที่ดีในระดับสกุลเช่นกัน ในพืชสกุล *Rochelia* (Khoshsokhan, et al., 2010) สกุล *Morus* (Weiguo, et al., 2005) และสกุล *Plantago* (Rønsted, et al., 2002) นอกจากนี้ยังสามารถตอบข้อขัดแย้งในการจัดหมวดหมู่ของพืชในสกุล *Goniothalamus* และ *Richella* ได้ (Nakkuntod, et al., 2009) เป็นอย่างดี

ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณระหว่างยีน *trnT-trnF* นั้นประกอบด้วยบริเวณระหว่างยีน *trnT-L* (ภาพ 1) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความสามารถถอดรหัสเป็นอาร์เอ็นเอที่ทำหน้าที่ขนส่งกรดอะมิโน Threonine และ Leucine ส่วนต่อมาคือบริเวณอินทรอนของยีน *trnL* ที่อยู่ระหว่างปลาย 5' ของแอกซอนยีน *trnL* กับปลาย 3' ของแอกซอนยีน *trnL* ส่วนสุดท้ายคือบริเวณระหว่างยีน *trnL-F* ที่อยู่ระหว่างยีนซึ่งจะมีความสามารถถอดรหัสเป็นอาร์เอ็นเอที่ทำหน้าที่ขนส่งกรดอะมิโน Leucine และ Phenylalanine ได้ (Chase, et al., 2000; Javadi and Yamaguchi, 2003; Wei and Wang, 2003; Brinegar, 2009)



ภาพ 1 คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอบริเวณระหว่างยีน *trnT-F* ที่ประกอบด้วยบริเวณระหว่างยีน *trnT-L*, อินทรอนของยีน *trnL* และบริเวณระหว่างยีน *trnL-F*

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Maynard and Moseley (1961) ได้ศึกษาลักษณะทางด้านสัณฐานวิทยาของพืชในสกุลบัวสาย พบว่า *Nymphaea gigantea* (subgenus *Anecphya*) มีลักษณะที่เก่าแก่ที่สุดเนื่องจากไม่มีรยางค์บริเวณเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย มีลักษณะของรังไข่ที่แยกออกจากกัน และมีการกระจายพันธุ์ในทวีปออสเตรเลีย ต่อมามีการศึกษาความสัมพันธ์ทางด้านวิวัฒนาการของอันดับ Nymphaeales ทั้งหมด 10 ตัวอย่างโดยใช้ข้อมูลของลักษะทางด้านสัณฐานวิทยา กายวิภาค

ศาสตร์ และเรณูวิทยารวมทั้งหมด 23 ลักษณะโดยมีลักษณะที่เหมือนกันในทุกตัวอย่าง 6 ลักษณะ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางด้านวิวัฒนาการพบว่าสกุล *Nelumbo* จะถูกแยกออกมาจากสกุล *Nymphaea* และสกุลอื่นๆ อย่างชัดเจน แล้วหลังจากนั้นจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มของสกุล *Cabomba*, *Brasenia* และ *Ceratophyllum* กับกลุ่มของวงศ์บัวสายทั้งหมด ทำให้เกิดการจัดกลุ่มพืชในอันดับนี้ออกได้เป็น 3 วงศ์คือ วงศ์ Nymphaeaceae, Nelumbonaceae และ Ceratophyllaceae (Ito, 1987)

หลังจากนั้นในปี 1988 Wiersema ได้ทำการศึกษาพืชสกุลบัวสายในสกุลย่อย *Hydrocallis* พบว่าบัวสายในสกุลย่อยนี้มีลักษณะสัณฐานวิทยาที่บ่งบอกว่ามีวิวัฒนาการสูง เนื่องจากมีดอกขนาดใหญ่ สีขาว บานเวลากลางคืน มีรยางค์บริเวณเกสรเพศเมียที่คล้ายคลึงกับบัวกระด้ง และใช้ด้วงเป็นแมลงถ่ายละอองเรณู ต่อมาในปี 1996 Muntendam, et al. ได้ทำการวิเคราะห์ความหลากหลายของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชสกุลบัวสาย 2 ชนิดคือ *N. alba* และ *N. candida* Presl. ทั้งหมด 44 ตัวอย่างที่เก็บจากประเทศเนเธอร์แลนด์โดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพจำนวน 23 ลักษณะและเชิงปริมาณจำนวน 35 ลักษณะ จากการวิเคราะห์หลายๆ ครั้งร่วมกับเทคนิคที่หลากหลายแสดงให้เห็นว่ามี 32 ลักษณะที่สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกได้ดี นอกจากนั้นในปี 1996 Wiersema ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของบัวสายสองชนิดในทวีปอเมริกาเหนือคือ *N. tetragona* และ *N. leibergii* Morong พบว่ามีลักษณะบางลักษณะที่แตกต่างกันคือ *N. tetragona* มีการกระจายพันธุ์อยู่บริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของทวีป และมีรูปทรงฐานรองดอกเป็นทรงสี่เหลี่ยม ขณะที่ *N. leibergii* มีการกระจายพันธุ์อยู่ทางเหนือของทวีป และมีฐานรองดอกเป็นทรงกลม

นอกจากนั้นยังมีการเปรียบเทียบลักษณะทางด้านสัณฐานวิทยาและชีววิทยาของดอกบัวสาย 3 ชนิดในบังคลาเทศ (Begum, Ghosal and Chattopadhyay, 2010) พบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาของบัวกินสาย และบัวแดง (*N. rubra*) มีความคล้ายคลึงกันหลายประการได้แก่ ขอบใบหยัก เส้นพาดตามแนวยาวบนกลีบเลี้ยงชัดเจน ผนังรังไข่เชื่อมติดกัน ไม่มีรยางค์ที่ยอดเกสรเพศผู้ และดอกบานในเวลากลางคืน แต่ก็มีบางลักษณะที่มีความแตกต่างกันกล่าวคือบัวแดงจะมีเกสรเพศผู้ที่โน้มเข้าหาจุดศูนย์กลางและปิดจนหมด ออกดอกตลอดทั้งปี ต่างกับบัวกินสายที่เกสรเพศผู้โน้มเข้าหาจุดศูนย์กลางเช่นกันแต่ปิดเพียงบางส่วน และออกดอกเฉพาะช่วงเดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบัวสายทั้ง 2 ชนิดข้างต้นมีลักษณะที่แตกต่างจากบัวเผื่อนชัดเจนคือ ขอบใบเป็นคลื่น ผนังรังไข่แยกจากกัน มีรยางค์ที่ยอดเกสรเพศผู้และดอกบานในเวลากลางวัน

การศึกษาสัณฐานวิทยาของพืชสกุลบัวสายในประเทศศรีลังกาทั้งหมด 48 ลักษณะ ได้แก่ ข้อมูลเชิงปริมาณจำนวน 35 ลักษณะ เช่น ความยาวของเหง้า ความกว้างของกลีบเลี้ยง และความยาวของเกสรเพศผู้ เป็นต้น และข้อมูลเชิงคุณภาพจำนวน 13 ลักษณะ เช่น รูปร่างใบ รูปร่างกลีบเลี้ยง และรยางค์บริเวณเกสรเพศผู้ เป็นต้น พบว่ามี 5 ลักษณะที่เหมือนกันในทุกตัวอย่าง คือ เหง้าสีน้ำตาลเข้ม ช่องอากาศภายในก้านดอกมีจำนวนน้อย กลีบเลี้ยง 4 กลีบ ฐานของกลีบดอกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และเมล็ดสีน้ำตาล นอกจากนี้ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่า 'Tel-olu' (*N. nouchali*) นั้นมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกับ 'Manel' (*N. carpensis*) มากกว่า 'Et-olu' (*N. pubescens*) (Yakandawala and Paebotuwage, 2007)

และยังมีการศึกษาพืชสกุลบัวสายในตะวันออกของโปแลนด์ โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งหมด 8 ลักษณะในการจำแนกบัวสายสองชนิด คือ *N. candida* และ *N. alba* รวม 195 ตัวอย่าง เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจำนวน 4 ลักษณะ คือฐานรองดอก สี ลักษณะยอดเกสรเพศเมีย และลักษณะของเส้นใบหลัก ข้อมูลเชิงปริมาณจำนวน 4 ลักษณะ คืออัตราส่วนระหว่างความกว้างของก้านเกสรเพศผู้กับความกว้างของอับเรณู จำนวนของรยางค์บนเกสรเพศเมีย เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และอัตราส่วนระหว่างความยาวของกลีบดอกกับความยาวของกลีบเลี้ยง พบว่า *N. candida* สามารถกระจายพันธุ์ได้กว้างขวางกว่า *N. alba* อย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังพบว่ามีสายพันธุ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากการผสมของ *N. candida* และ *N. alba* คือ *Nymphaea* 'borealis' (Ejankowski and Malysz, 2011)

นอกจากการศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยาแล้วยังมีการศึกษาทางด้านการพัฒนาภายในเมล็ดของพืชในอันดับ Nymphaeales จากตัวอย่างพืชในวงศ์บัวสาหร่าย (Cabombaceae) เปรียบเทียบกับวงศ์บัวสายพบว่า *Cabomba carloliniana* และ *Brasenia schreberi* ในวงศ์บัวสาหร่ายมีลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอก (outer integument) เป็นแบบ hood-shape ซึ่งพัฒนามาจาก semiannular integument ส่วนวงศ์บัวสายเกือบทั้งหมดยกเว้น *Nuphar japonicum* มีลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกแบบ cup-shape ที่พัฒนามาจาก annular integument ส่วนตัวอย่างของ *Nuphar japonicum* มีลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกทั้งสองแบบ ซึ่งพัฒนามาจาก semiannular integument โดยเมื่อเมล็ดเจริญเติบโตเต็มที่ลักษณะ cup-shape ก็จะยุบตัวลงไป (Yamada, Imaichi and Kato, 2001; Igersheim and Endress, 1998; Khanna, 1967; Batygina, Kravtsova and Shamorov, 1980)

การศึกษาลักษณะของ micropyle ถึง hilum พบว่าพืชในวงศ์บัวสาหร่ายมีลักษณะเป็น micropyle-hilum complex ที่พัฒนามาจากเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกแบบ hood-shape ส่วนในวงศ์

บัวสายพบว่ามีเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกแบบ cup-shape ยกเว้นในสกุล *Nuphar* ที่ semiannular integument จะพัฒนาเปลี่ยนเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกแบบ hood-shape ดังนั้นอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า *Nuphar japonicum* น่าจะมีวิวัฒนาการอยู่ระหว่างพืช 2 วงศ์นี้ จากรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่าลักษณะทางด้านสัณฐานวิทยาและการพัฒนาภายในเมล็ดนั้นสามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกระหว่างพืชวงศ์บัวสาหร่ายและวงศ์บัวสายได้ เป็นอย่างดีและยังสามารถบอกถึงแนวทางการวิวัฒนาการได้ด้วย เนื่องจากลักษณะเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกแบบ hood-shape ของวงศ์บัวสาหร่าย นั้นมีลักษณะที่เหมือนกับบัวสายในสมัยโบราณ (Collinson, 1980; Friis, Pedersen, and Crane, 1999)

นอกจากข้อมูลทางสัณฐานวิทยาที่สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกพืชสกุลบัวสายแล้ว ลักษณะของละอองเรณูของพืชสกุลนี้ก็มีความหลากหลายเช่นกันโดย Huang (1972) ได้ศึกษาลักษณะละอองเรณูของพืชมีดอกในไต้หวันซึ่งรวมพืชวงศ์บัวสาย 3 ชนิดด้วย พบว่าลวดลายบนผนังละอองเรณูของพืชสกุลนูฟา (*Nuphar*) เป็นแบบ baculate ซึ่งแตกต่างกับ *Nymphaea tetragona* ที่เป็นแบบ granular และ *Nymphaea* sp. ที่มีลักษณะแบบ psilate

ต่อมาในปี 2007 Volkova and Shipunov ทำการศึกษาละอองเรณูของพืชสกุลบัวสายจำนวน 49 ประชากรในยุโรปบริเวณรัสเซียและทางตอนใต้ของไซบีเรีย ผลการศึกษาพบว่า *N. tetragona* มีลักษณะของลวดลายบนผนังละอองเรณูแบบ granular ขณะที่ *N. alba* จะเป็นแบบ baculums ส่วนใน *N. candida* จะเป็นแบบ verrucas

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสัณฐานวิทยาภายนอกของละอองเรณูในสกุลบัวสายทั้งหมด 9 ชนิดจาก 6 แหล่งเก็บ (Ansari, Jeeja and Jayalakshmi, 2005) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าละอองเรณูมีลักษณะทางสัณฐานวิทยา 3 แบบ คือช่องเปิดยาว 1 ช่อง (monocolpate) ช่องเปิดรูกลมขนาดใหญ่ (megaporate) และช่องเปิดยาวสามช่อง (trichotomocolpate) โดยในแต่ละชนิดอาจมีแบบเดียวหรือหลายแบบ และมีผิวของละอองเรณูแบบ areolate verrucate ถึงแบบ sparsely verrucate ซึ่งลักษณะที่หลากหลายของละอองเรณูขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านระบบนิเวศ นอกจากนี้ยังมีการจัดจำแนกในสกุลบัวสายโดยศึกษาสัณฐานวิทยาละอองเรณูของพืชสกุลบัวสายพันธุ์ปลูก 24 สายพันธุ์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าทุกสายพันธุ์เป็นละอองเรณูเดี่ยวที่มีช่องเปิดแบบ zonasulculate ยกเว้น *Nymphaea gigantea* ที่ไม่มีช่องเปิด และยังพบว่าละอองเรณูของบัวสายเขตอบอุ่นมีความแตกต่างจากบัวสายเขตร้อนอย่างชัดเจนในเรื่องของลวดลายบน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 05 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 249067
เลขเรียกหนังสือ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ผนังละอองเรณู (มลิวรรณ นาคขุนทด, เบญจรัตน์ สว่างวงษ์ และ สุนิสา ชวนยิ้ม, 2554) ข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าลักษณะละอองเรณูสามารถนำมาใช้จัดกลุ่มพืชสกุลบัวสายได้ด้วยในระดับหนึ่ง

นอกจากการศึกษาละอองเรณูแล้วการศึกษาการถ่ายละอองเรณูโดยใช้แมลงของ *N. amazonum* ที่มีช่วงการบานของดอกในเวลากลางคืน ผลการศึกษาจะพบ scarab beetle (*Cyclocephala mollis*) มาหาอาหารบริเวณดอกบัวสายและถ่ายละอองเรณูจากดอกบัวสายที่บานเป็นวันที่สองให้กับดอกบัวสายอีกดอกที่บานวันแรก ซึ่งลักษณะของแมลงที่มาหาอาหารในเวลากลางคืนช่วงที่ดอกบัวสายบานเป็นการวิวัฒนาการร่วมกันของแมลงกับดอกบัวสายชนิดนั้น (Prance, 1980)

การถ่ายละอองเรณูของ *N. mexicana* ที่บานในเวลากลางวัน โดยดอกที่บานในวันแรกเกสรเพศเมียจะเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนเกสรเพศผู้เนื่องจากมีสารละลายที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส และกรดอะมิโนบางชนิดบนเกสรเพศเมียซึ่งจะรับละอองเรณูจากดอกอื่นที่บานในวันที่สองโดยการถ่ายละอองเรณูจากผึ้ง แมลงวัน และด้วง หลังจากได้รับการถ่ายละอองเรณูแล้วดอกจะหุบแล้วจมลงสู่ผิวน้ำ จากนั้นผลจะเจริญเติบโตเต็มที่ โดยที่วงกลีบดอกและวงเกสรเพศผู้จะสลายไป ภายในผลมีเมล็ดขนาดใหญ่ที่มีขน (Capperino and Schneider, 1985) เช่นเดียวกับการศึกษาใน *N. odorata* (Schneider and Chaney, 1981)

การศึกษาสารที่พืชสร้างขึ้น (phytochemistry) ก็เป็นอีกข้อมูลหนึ่งที่นำมาช่วยในการจัดจำแนกด้วยพบว่ามีการศึกษาพืชสกุลบัวสาย 4 ชนิดในเม็กซิโก พบว่ามีสารกลุ่ม 5-glycosyl isoflavones ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถจำแนก *N. pulchella* ออกจาก *N. ampla* ได้ (Marquina, et al., 2005) และยังมีการศึกษารูปแบบของไอโซไซม์ในพืชสกุลบัวสายจำนวน 10 สายพันธุ์ พบว่ามีรูปแบบที่แตกต่างกันจนสามารถแยกบัวสายออกเป็น 3 กลุ่มชัดเจนคือ กลุ่มบัวสายเขตร้อนชนิดบานกลางวัน กลุ่มบัวสายเขตร้อนชนิดบานกลางคืน และกลุ่มบัวสายเขตหนาว (Pathummuang and Bandit, 2005)

และมีการศึกษาสารแอนโทไซยานินในบัวสาย 4 พันธุ์คือเรดแฟลร์ (*Nymphaea* 'Red Flare'; กลีบดอกสีแดง) *Nymphaea* 'Chalongkwan' ชื่อสามัญ 'King of Siam' (กลีบดอกสีม่วง) สุธาสิโนบลสีชมพูและสีน้ำเงิน (*N. capensis* var. *zanzibariensis*) โดยทำการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงและชนิดของสารแอนโทไซยานิน พบว่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วงตั้งแต่ 320 จนถึง 700 นาโนเมตร โดยบัวสายพันธุ์เรดแฟลร์มีการสะสมสารแอนโทไซยานินมากที่สุดในทุกส่วนเมื่อเปรียบกับบัวสายพันธุ์อื่นๆ โดยส่วนของกลีบดอกจะพบปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด ขณะที่พันธุ์อื่นๆ มีการสะสมสารแอนโทไซยานินในก้านชูเกสรเพศผู้สูงที่สุด และยังพบว่าทุกสายพันธุ์มีการ

สะสมสารแอนโทไซยานินที่มาจากอนุพันธ์ของ cyanidin และ delphinidin เป็นหลัก นอกจากนี้ทั้งในกลีบดอกของสุธาสิโนบลสีน้ำเงิน และบัวฉลองขวัญ ยังมีสารหลักชนิดหนึ่งสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดของแอนโทไซยานิน ที่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ (สุดารัตน์ ขุนเมือง, 2553)

นอกจากการศึกษาข้อมูลข้างต้น โครโมโซมเป็นอีกข้อมูลหนึ่งที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในพืชสกุลบัวสายและสกุลอื่น โดย Diao, et al. (2006) ทำการเปรียบเทียบค่า DNA C-values ของพืชวงศ์บัวหลวง วงศ์บัวสาหร่าย และวงศ์บัวสาย โดยใช้วิธี flow cytometry ในการประเมินขนาดจีโนมของบัว 12 ชนิด 3 วงศ์ร่วมกับเทคนิค standard squash พบว่าบัวแต่ละชนิดมีจำนวนของโครโมโซมตั้งแต่ 2n=16 ถึง 2n=72 ภายในชนิดเดียวกันหรือภายในประชากรเดียวกัน และพบว่าบัวทุกชนิดที่ศึกษามีค่า DNA C-values ใกล้เคียงกัน ยกเว้น 2 ชนิดในสกุลบัวกระด้งที่มีค่า DNA C-values มากกว่าตัวอย่างอื่นๆ ถึง 5 เท่า และยังมีการศึกษาจำนวนโครโมโซมของพืชสกุลบัวสาย ผลการศึกษาพบว่าพืชสกุลบัวสายมีลักษณะโครโมโซมเป็น polyploidy มีโครโมโซมพื้นฐานเป็นแบบ haploid ที่ n=x=14 และพบตัวอย่างที่มีโครโมโซมเป็น diploids เช่น *N. caerulea* Andrews (2n=2x=28) ตัวอย่างที่เป็น tetraploids เช่น *N. lotus* และ *N. micrantha* Guill. and Perr. (2n=4x=56) ตัวอย่างที่เป็น hexaploids เช่น *N. mexicana* (2n=6x=84) และตัวอย่างที่เป็น hexadecaploids เช่น *N. gigantea* (2n=16x=224) (จารีย์ หอยทอง, 2519; Gupta, 1978; Gupta, 1980)

ยังมีการศึกษาลักษณะและจำนวนโครโมโซมของพืชสกุลบัวสายในบังคลาเทศจำนวน 4 ชนิดโดย Hossain, et al. (2007) พบว่าโครโมโซมมีลักษณะเป็น metacentric chromosome ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเป็นลักษณะที่โบราณ และจากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า *N. pubescens* (ดอกสีขาว) มีลักษณะเป็น hexaploid (6X=84) ซึ่งอาจมาจากการเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็น 2 เท่าของ *N. daubeniana* (3X=42) การเพิ่มชุดโครโมโซมของบัวสายดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้จัดกลุ่มและบอกถึงวิวัฒนาการได้เช่นกัน

นอกจากลักษณะข้อมูลข้างต้นแล้ว ดีเอ็นเอเป็นอีกข้อมูลหนึ่งในปัจจุบันนี้ที่นิยมนำมาศึกษาลูกผสมกันมาก เช่น การศึกษาพืชสกุลบัวสายของ Les, et al. (2004) ที่ศึกษาลูกรุ่น F1 จากการผสม *N. gigantea* 'Andre Leu' (แม่พันธุ์) กับ *N. colorata* ที่มีดอกสีขาว (พ่อพันธุ์) แล้วยืนยันลูกพันธุ์ผสมที่ได้โดยการศึกษาลำดับของนิวคลีโอไทด์ในบริเวณนิวเคลียส (nuclear DNA) พบว่าลักษณะของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ถูกพบร่วมกันในลูกผสม และเมื่อทำการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณคลอโรพลาสต์ (chloroplast DNA) ทำให้ทราบอีกว่า *N. gigantea* เป็นแม่พันธุ์ของลูกผสมนี้จริง

และยังมีการตรวจสอบลูกผสมจากสกุลย่อย *Nymphaea* กับสกุลย่อย *Brachyceras* โดยใช้เทคนิคพีซีอาร์-อาร์เอฟแอลพี (PCR-RFLP) ที่มีความจำเพาะกับดีเอ็นเอบริเวณ ITS ภายหลังการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ 3 ชนิดคือ *Alu*I, *Rsa*I และ *Mse*I ผลปรากฏว่าสามารถยืนยันได้ว่าลูกผสมดังกล่าวเกิดขึ้นจากการผสมกันระหว่างสกุลย่อยข้างต้นจริง (Songpanich and Hongtrakul, 2010) นอกจากนี้ในปี 2011 Dkhar, Kumaria and Tandon ได้ทำการตรวจสอบ *Nymphaea alba* var. *rubra* โดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนในบริเวณ ITS ร่วมกับยีนบริเวณคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอในส่วนของอินทรอนในยีน *trnK* ยีนบริเวณ *matK* และยีนบริเวณ *rbcL* ผลปรากฏว่าลูกผสมดังกล่าวเกิดจากการผสมระหว่าง *N. odorata* เป็นแม่พันธุ์กับ *N. alba* เป็นพ่อพันธุ์

นอกจากการใช้ดีเอ็นเอในการตรวจสอบลูกผสมแล้ว ยังมีการนำลำดับนิวคลีโอไทด์มาใช้ในการจัดจำแนกกันอย่างแพร่หลายในพืชหลายๆ ชนิด โดยมีการศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชน้ำจำนวน 11 ชนิดด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน *rbcL* พบว่าสามารถจัดกลุ่มพืชน้ำได้เป็น 3 อันดับคืออันดับ Nymphaeales อันดับ Nelumbonales และอันดับ Ceratophyllales ซึ่งอันดับ Nelumbonales และอันดับ Ceratophyllales นั้นถูกแยกออกมาจากอันดับ Nymphaeales อย่างชัดเจน โดยภายในอันดับ Nymphaeales จะถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มสกุล *Brasenia-Cabomba* ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์บัวสาหร่ายกับกลุ่มของสกุล *Barclaya-Euryale-Nuphar-Nymphaea-Victoria* ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Nymphaeaceae (Les, Garvin and Wimpee, 1991)

ต่อมามีการศึกษาการจัดจำแนกในพืชวงศ์บัวสายกับตัวอย่างทั้งหมด 8 สกุล โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสัณฐานวิทยาทั้งหมด 68 ลักษณะโดยเป็นส่วนของพืชที่ไม่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ (vegetative part) ทั้งหมด 31 ลักษณะกับส่วนสืบพันธุ์ของพืช (reproductive part) อีก 37 ลักษณะร่วมกับยีนบริเวณ *rbcL* ยีนบริเวณ *matK* และบริเวณ 18S rDNA ผลจากการวิเคราะห์พบว่า การวิเคราะห์ทุกข้อมูลยกเว้นบริเวณ 18S rDNA สามารถนำมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ภายในวงศ์บัวสายโดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 วงศ์ย่อยคือวงศ์ย่อย Nupharoideae ได้แก่สกุล *Nuphar* วงศ์ย่อย Barclayoideae ได้แก่สกุล *Barclaya* และวงศ์ย่อย Nymphaeoideae ได้แก่สกุล *Nymphaea*, *Ondinea*, *Euryale* และ *Victoria* ขณะที่วงศ์บัวสาหร่ายแบ่งเป็น 2 วงศ์ย่อยคือวงศ์ย่อย Cabomboideae และวงศ์ย่อย Hydropeltoideae (Les, et al., 1999)

รวมถึงการจัดจำแนกบัวในอันดับ Nymphaeales (Podoplelova and Ryzhakov, 2005) โดยใช้ส่วนของ ITS2-4 ร่วมกับ *rbcL*, *mat*K และ 18S rRNA พบว่าสามารถจัดจำแนกบัวในอันดับ

นี้ได้เป็น 2 วงศ์ คือวงศ์บัวสาหร่ายที่ประกอบด้วย 2 สกุลคือ *Cabomba* และ *Brasenia* และวงศ์บัวสายที่ประกอบด้วย 6 สกุลคือ *Barclaya*, *Euryale*, *Nuphar*, *Nymphaea*, *Ondinea* และ *Victoria* ซึ่งสอดคล้องกับการจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานเมื่อใช้ลักษณะสัณฐานวิทยา (Taylor and Osborn, 2005)

การศึกษาข้อมูลทางด้านลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอบริเวณ ITS และบริเวณ *trnL-F* ในประชากรของ *Nymphaea odorata* ทางตอนเหนือของอเมริกา ผลการศึกษาพบว่า *N. odorata* subsp. *odorata* และ *N. odorata* subsp. *tuberosa* ทั้งสองชนิดมีลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่เหมือนกันมากแต่มีลักษณะของรูปทรงของแผ่นใบ และก้านใบที่ต่างกัน (Woods, et al., 2005) และในปี 2007 Lohne, Borsch and Wiersema ทำการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนของคลอโรพลาสต์ของพืชในวงศ์บัวสายทั้งหมด 9 บริเวณคือบริเวณระหว่างยีน *petB-D*, อินทรอนของ *petD*, อินทรอนของ *rpl16*, อินทรอนของ *trnK*, ยีนบริเวณ *matK*, บริเวณระหว่างยีน *trnK-psbA*, บริเวณระหว่างยีน *trnT-L*, อินทรอนของ *trnL* และบริเวณระหว่างยีน *trnL-F* ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพืชในวงศ์บัวสาหร่ายมีความสัมพันธ์เป็นแบบ monophyly ขณะที่พืชในวงศ์บัวสายมีความสัมพันธ์แบบ paraphyly ทำให้สามารถแยกพืชวงศ์บัวสาหร่ายออกจากวงศ์บัวสายได้ ซึ่งพืชทั้ง 2 วงศ์นี้ก็มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนด้วย

และยังมีการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณระหว่างยีน *trnT-F* ในตัวอย่างพืชวงศ์บัวสาย และวงศ์ใกล้เคียงทั้งหมด 65 ตัวอย่าง พบว่าสามารถจำแนกพืชสกุลบัวสายได้เป็น 5 สกุลย่อยคือสกุลย่อย *Anecphya*, *Brachyceras*, *Nymphaea*, *Lotos* และ *Hydrocallis* ตามการศึกษาของ Conard ในปี 1905 (Borsch, et al., 2007) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมในบัวสายเขตร้อนทั้งหมด 6 ชนิด 45 ตัวอย่างด้วยเทคนิค Inter-simple sequence repeats (ISSR) พบว่า *N. caerulea* และ *N. lotus* var. *thermalis* มีความหลากหลายของประชากรต่ำ ขณะที่ *N. alba*, *N. rubra* var. longiflora และ*Nymphaea* 'Panama Pacific' มีความหลากหลายของประชากรสูงโดยที่ *Nymphaea* 'Panama Pacific' เป็นพันธุ์ผสมที่มีความใกล้ชิดกับ *N. caerulea* มากที่สุด (Poczai, et al., 2011)

นอกจากนี้ยังมีการจัดจำแนกพืชสกุลบัวสายในประเทศไทยทั้งพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกจำนวน 13 ตัวอย่างโดยมี *N. mexicana* เป็น outgroup ด้วยเทคนิค Inter-simple sequence repeats (ISSR) พบว่า *N. lotus* ทั้ง 4 ตัวอย่างถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันโดยมีลักษณะเด่นคือ ดอกบานในตอนกลางคืน และไม่มีรยางค์บริเวณเกสรเพศผู้ ขณะที่บัวขาบ (*N. cyanea*) และบัวเผื่อน (*N. nouchali*) ถูกจัดอยู่ภายในกลุ่มด้วยลักษณะที่เหมือนกันคือ ดอกบานในตอนกลางวัน ใบสี

เขียวปะแดง แต่บัวสายทั้งสองชนิดนี้ก็ยังมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ขอบใบของบัวขาบจะมีลักษณะหยักแบบฟันเลื่อย ใบเป็นวงกลม ใบและดอกมีขนาดใหญ่กว่าบัวเผื่อน ส่วนบัวสุธาสิโนบล (*N. capensis*) มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับบัวสายพันธุ์ปลูกหลายพันธุ์เช่น *Nymphaea* 'Blue Sky' *Nymphaea* 'Moonstone' เป็นต้น แสดงให้เห็นว่า *N. capensis* มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชสกุลบัวสายได้ในอนาคตและวิธีการ ISSR นั้นสามารถใช้ตรวจสอบแหล่งกำเนิดของพืชสกุลบัวสายพันธุ์ปลูกแต่ละชนิดได้ (Chaveerach, Tanee and Sudmoon, 2011)

และยังมีการศึกษาบัวสายในสกุลย่อย *Anecphya* และ *Brachyceras* ทั้งหมด 43 ตัวอย่างโดยศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS เทียบกับบริเวณระหว่างยีน *trnT-F* พบว่าบริเวณ ITS สามารถใช้ในการจัดกลุ่มพืชสกุลบัวสายได้ดีกว่าบริเวณระหว่างยีน *trnT-F* และจากการวิเคราะห์ทั้งสองบริเวณพบว่าสกุลย่อย *Anecphya* และ *Brachyceras* นั้นจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยจากการวิเคราะห์บริเวณ ITS สามารถแบ่งบัวสายออกเป็น 2 สกุลย่อยได้ชัดเจน โดยมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนับสนุนกล่าวคือสกุลย่อย *Anecphya* จะไม่พบรยางค์บริเวณเกสรเพศเมียและก้านชูเกสรเพศผู้มีลักษณะเป็นแท่งกลม ขณะที่สกุลย่อย *Brachyceras* จะมีรยางค์บริเวณเกสรเพศเมียและก้านชูเกสรเพศผู้มีลักษณะเป็นแผ่นกว้าง โดยภายในสกุลย่อย *Anecphya* สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มตามขนาดของเมล็ด กลุ่มแรกตั้งเป็นสกุลย่อย *Confluentes* ที่มีเมล็ดขนาดเล็ก (Jacobs, 2007) และอีกกลุ่มตั้งเป็นสกุลย่อย *Anecphya* ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ (Löhne, et al., 2008) ขณะที่ในสกุลย่อย Brachyceras ประกอบด้วย 2 กลุ่มที่มีแหล่งกำเนิดต่างกันคือ กลุ่มแรกพบในทวีปแอฟริกา และอีกกลุ่มพบในทวีปอเมริกา โดยความสัมพันธ์ภายในสกุลย่อยนี้จะมี *N. guineensis* และ *N. minuta* แยกออกมาก่อน (Borsch, et al., 2011)

นอกจากการใช้ข้อมูลทางดีเอ็นเอในการจัดจำแนก หรือการศึกษาวิวัฒนาการแล้วข้อมูลทางด้านอาร์เอ็นเอก็ยังมีการนำมาใช้ด้วย โดยมีการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ largest subunit ของ RNA polymerase II (*rpb1*) ในพืชมีเมล็ดจำนวน 11 ชนิดหลังจากทำ reverse transcriptase PCR (RT-PCR) พบว่าในทุกตัวอย่างมีค่า GC content และอัตราการวิวัฒนาการของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใกล้เคียงกันยกเว้นใน *Arabidopsis thaliana* และ ข้าว (*Oryza sativa*) ซึ่งมีอัตราการวิวัฒนาการที่สูงสำหรับพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตามลำดับ โดยพืชสกุล *Amborella* จัดเป็นพืชที่มีวิวัฒนาการต่ำที่สุดในกลุ่มพืชมีดอก ขณะที่ในกลุ่มพืชเมล็ดเปลือยพบว่าสกุล *Welwitschia* และ *Pinus* มีความใกล้ชิดกับกลุ่มของปรงทั้งกลุ่ม *Cycas* และ *Zamia* ซึ่ง

ข้อมูลเหล่านี้สามารถใช้ในการศึกษาสายสัมพันธ์ทางด้านวิวัฒนาการของพืชมีเมล็ดได้ (Nickerson and Drouin, 2004)

ภายหลังจากการศึกษาทางด้านชีวโมเลกุลแล้วยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาสภาพของดอกบัวสายเพื่อนำมาใช้ตกแต่งสถานที่ ซึ่งทำการศึกษาวิธีการเก็บรักษาดอกบัวสายพันธุ์มังคลอุบลด้วยการทำให้แห้ง พบว่าการฝังในซิลิกาเจลชนิดทรายนาน 7 วันจะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บรักษาดอกบัวสายพันธุ์มังคลอุบล ซึ่งสามารถรักษาสีของกลีบดอกได้ดีกว่าวิธีการฝังซิลิกาเจลชนิดทรายร่วมกับการใช้ไมโครเวฟ ส่วนเทคนิคการอบแห้งอย่างรวดเร็วด้วยการใช้ไมโครเวฟพบว่า วิธีการฝังซิลิกาเจลชนิดทรายร่วมกับการใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์ นาน 1 นาที สามารถเก็บรักษาดอกบัวสายได้นานถึง 30 วัน (มานะบุตร ศรียงค์ และคณะ, 2554)

ในปัจจุบันนี้มีการผสมพันธุ์พืชสกุลบัวสายกันอย่างแพร่หลาย เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์และหาลักษณะที่เหมาะสมต่อความต้องการของตลาด ดังนั้นจึงมีการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในบัวสายสกุลย่อย *Anecphya* โดยทำการผสมกันภายในสกุลย่อย *Anecphya* ด้วยกันและระหว่างสกุลย่อย ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการเปลี่ยนสีของดอกจากสีอ่อนไปเป็นสีเข้มตามอายุดอกและความสามารถในการบานของดอกมากกว่า 3 วันของ *Nymphaea atrans* เป็นลักษณะเด่นที่สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลานได้ โดยเกิดขึ้นได้กับทั้งการผสมพันธุ์ภายในสกุลย่อย *Anecphya* ด้วยกันและการผสมพันธุ์กับสกุลย่อยอื่น ซึ่งการเปลี่ยนสีที่เข้มขึ้นนั้นจะกลมกลืนไปกับสีพื้นของคู่ผสม และยังพบว่าสีเหลืองและสีส้มจากบัวสายในสกุลย่อย *Brachyceras* นั้นจะมีอิทธิพลต่อการถ่ายทอดสีที่ต่ำมาก (ณ. นพชัย ชาญศิลป์ และ สันติ สายสุวรรณ, 2554)

ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้สามารถนำมาใช้จัดจำแนกพืชสกุลบัวสายได้อย่างถูกต้องและแม่นยำโดยถ้ามีข้อมูลไม่เพียงพอหรือขาดผู้เชี่ยวชาญอาจจะจัดจำแนกผิดและมีผลทางด้านต่างๆ เช่นในประเทศศรีลังกาได้มีการจำแนกบัวเผื่อน (*N. nouchali*) ที่เป็นพืชพื้นเมืองว่าคือ *Nymphaea* 'Royal purple' (ม่วงกษัตริย์) ที่เป็นพืชต่างถิ่นด้วยลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ทำให้ปัจจุบันนี้ *Nymphaea* 'Royal purple' ได้บุกรุกและทำลายระบบนิเวศทางน้ำของประเทศศรีลังกาเป็นอย่างมาก เนื่องจากบัวสายพันธุ์นี้สามารถผสมกับบัวเผื่อนได้ตามธรรมชาติและลูกผสมที่ได้มีลักษณะต่างจากบัวเผื่อน จึงส่งผลกระทบในอนาคตว่าอาจทำให้บัวเผื่อนนั้นสูญพันธุ์ไปจากประเทศศรีลังกาก็ได้ ประกอบกับใบที่มีขนาดใหญ่ของ *Nymphaea* 'Royal purple' นั้นจะบดบังการส่อง

ผ่านของแสงลงสู่ผิวน้ำจึงทำให้พืชใต้น้ำนั้นลดจำนวนลงและจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งหมด (Yakandawara and Yakandawara, 2011)