



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

ปริญญา

พฤกษศาสตร์

พฤกษศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การชักนำการออกดอกของบัวหลวงจีน (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ด้วยช่วงแสงและการตอบสนองของการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดของลูกผสมสายพันธุ์ไทย x สายพันธุ์จีน  
Photoperiodic Induction of Flowering of Chinese Sacred Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) and Response of Growth and Grain Yield in Thai x Chinese Hybrids

นามผู้วิจัย นายกฤษฎา สไลรักษ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

( รงศาสตราจารย์นรินทร์ จันทวงศ์, Dr.nat.tech )

กรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณ.นพชัย ชาญศิลป์, Dr.sc.agr. )

กรรมการ

( อาจารย์โชคชัย เอกทัศนาวรรณ, วท.ด )

กรรมการ

( รงศาสตราจารย์วิทยา สารวิริยะพงษ์, Ph.D )

หัวหน้าภาควิชา

( รงศาสตราจารย์สุรียา ตันติวิวัฒน์, Ph.D )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รงศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่

เดือน

พ.ศ.

สืบสันทวี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การชักนำการออกดอกของบัวหลวงจีน (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ด้วยช่วงแสงและการ  
ตอบสนองของการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดของลูกผสมสายพันธุ์ไทย x สายพันธุ์จีน

Photoperiodic Induction of Flowering of Chinese Sacred Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) and  
Response of Growth and Grain Yield in Thai x Chinese Hybrids

โดย

นายกฤษฎา สไลรักษ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พดกษศาสตร์)

พ.ศ. 2553

กฤษฎา สไลยรักษ์ 2553: การชักนำการออกดอกของบัวหลวงจีน (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ด้วยช่วงแสงและการตอบสนองของการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดของลูกผสมสายพันธุ์ไทย x สายพันธุ์จีน ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ ภาชนะกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์นรินทร์ จันทวงศ์, Dr.nat.tech. 96 หน้า

ประเทศไทยมีการนำเข้าสายพันธุ์บัวหลวงจีน (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) เพื่อมาพัฒนาสายพันธุ์บัวหลวงในประเทศไทย แต่มีปัญหาเนื่องจากบัวหลวงจีนนำมาปลูกในประเทศไทยไม่สามารถออกดอกได้ จึงศึกษาถึงอิทธิพลของช่วงแสงธรรมชาติและแสงที่เพิ่มขึ้นต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของบัวหลวงจีน จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ Taikong 1, Taikong 2, Taikong 3, Taikong 4, Taikong 5 และ Hubei โดยให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เพิ่มจากแสงธรรมชาติเป็น 13, 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน เริ่มชักนำด้วยแสงเมื่อต้นอายุ 30 วัน หลังปลูก จนถึงสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 320 วัน วางแผนการทดลองแบบ Split plot in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มช่วงแสงดังกล่าว สามารถชักนำการออกดอกของบัวหลวงจีน ในขณะที่ต้นไม่ได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงไม่สามารถออกดอก นอกจากนี้ การเพิ่มช่วงแสงให้ยาวนานเป็น 17 ชั่วโมงต่อวัน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบตั้ง ขนาดดอก และจำนวนดอก

การผสมข้ามระหว่างบัวหลวงไทยจำนวน 4 แหล่งพันธุ์ กับสายพันธุ์บัวหลวงจีนจำนวน 5 สายพันธุ์ ผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) แล้วปลูกทดสอบลูกผสมในสภาพธรรมชาติในจังหวัดชลบุรี วิเคราะห์สมรรถนะการผสม ด้วยวิธี North Carolina Design II พบว่า ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 3 เป็นคู่ผสมที่ดี ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะ (SCA) และค่าความดีเด่น (heterosis) ของลูกผสมในลักษณะของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้นสูง และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี สายพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม(สายพันธุ์แม่) และสายพันธุ์จีน Taikong 3 (สายพันธุ์พ่อ) ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA) ของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้นสูงสุดในแต่ละกลุ่มพันธุ์ไทยและสายพันธุ์จีน ตามลำดับ และมีลักษณะส่วนใหญ่ที่ดี ดังนั้น แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมและสายพันธุ์ Taikong 3 สามารถใช้เป็นสายพันธุ์ทดสอบสายพันธุ์จีนและสายพันธุ์ไทยตามลำดับ และมีศักยภาพในการใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ในการผลิตลูกผสมดังกล่าวเพื่อผลิตบัวเมล็ดเป็นการค้าในประเทศไทย จากการประเมินค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ พบว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักกับน้ำหนักเมล็ดสดต่อต้นมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด และสามารถใช้อัตราจำนวนเมล็ดต่อฝักเป็นดัชนีในการคัดเลือกสายพันธุ์บัวที่ให้ผลผลิตเมล็ดสูง

---

ลายมือชื่อนิสิติ

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Krisada Salairuk 2010: Photoperiodic Induction of Flowering of Chinese Sacred Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) and Response of Growth and Grain Yield in Thai x Chinese Hybrids. Master of Science (Botany) Major Field: Botany, Department of Botany.

Thesis Advisor: Associate Professor Niran Juntawong, Dr.nat.tech. 96 pages.

Some Chinese sacred lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) cultivars were introduced to develop Thai lotus. However, these cultivars could not flower under Thailand's conditions. Responses to photoperiod of six Chinese sacred lotus cultivars, i.e., Taikong 1, Taikong 2, Taikong 3, Taikong 4, Taikong 5 and Hubei was studied. To prolong the light duration, natural photoperiod was added up to 13, 15 and 17 hours/day by using 40W fluorescent lamps. Field experiment was performed in a split plot in completely randomized design with four replications, one plant/pot was used in each replication. Thirty days after growing from rhizomes, plants were daily exposed to the desired photoperiods for 320 days. The photoperiodic induction of 13, 15 and 17 hours/day could successfully induce flowering but unsuccessful result in the control treatment. Moreover, the photoperiodic induction of 17 hours/day increased the higher number of standing leaves, flower size and number of flowers compared to those of 13 and 15 hours/day

Combining analysis of agronomic traits of 4 Thai sacred lotus crossed with 5 Chinese sacred lotus in a factorial cross was studied according to North Carolina Design II. Twenty crosses were tested in natural photoperiod in Chonburi province. The Sri Aeum x Taikong 3 hybrid showed high specific combining ability, mid-parent heterosis, grain dried weight/plant and good agronomic traits. These phenotypes were affected by Sri Aeum (♀) and Taikong 3 (♂) parents which also had the highest general combining ability for grain dried weight/plant in the Thai and Chinese groups, respectively, and good agronomic traits. Both parental lines could be used for producing its hybrids for lotus grain production in Thailand. The correlation between seeds /pod and grain fresh weight/plant was highly significant ( $p < 0.01$ ). Thus seeds /pod could be used as a selection index for grain yield improvement in lotus.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ จักต้องขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ จันทวงศ์ ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณ.นพชัย ชาญศิลป์ กรรมการวิชาเอก ดร.โชคชัย เอกทัศน์าวรรณ กรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา สาธรวิริยะพงศ์ กรรมการวิชารอง ดร.ปริยานุช จุลกะ ผู้แทนบัณฑิต ที่ช่วยให้คำแนะนำและแก้ปัญหาในการดำเนินการทดลอง ตลอดจนการตรวจทานและแก้ไขเนื้อหาของวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัวทิพย์ อุบลประเสริฐ ที่ช่วยให้คำแนะนำการวิเคราะห์ ข้อมูล นายสันติ สายสุวรรณ นายพิชญนาถ อัญชลิสังกาศ นางสาวรุ่งอรุณ คอนจันทร์ทอง นายประสาน รุ่งรัตนพงษ์พร นางสาวรัตนภรณ์ ทินน้อย นางสาวฐิติยา พิสุตร และน้องๆ นักศึกษาสาขาวิชาพืชศาสตร์และภาควิชาพฤกษศาสตร์ทุกคน ที่ช่วยในการจัดเตรียมภาชนะปลูก และการบันทึกข้อมูล รวมทั้งเป็นกำลังใจจนสามารถดำเนินการทดลองจนแล้วเสร็จ และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก คณะเกษตรศาสตร์และ ทรัพยากรธรรมชาติ จังหวัดชลบุรี เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลอง มา ณ โอกาสนี้

กฤษฎา สไลรักษ์  
มิถุนายน 2553

## สารบัญ

## หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	16
อุปกรณ์	16
วิธีการ	17
ผลและวิจารณ์	25
ผล	25
วิจารณ์	75
สรุปและข้อเสนอแนะ	79
สรุป	79
ข้อเสนอแนะ	80
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	81
ภาคผนวก	85
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	96

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเพิ่มขึ้นของจำนวนดอกบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน	27
2	การเพิ่มขึ้นของจำนวนใบตั้งต่อต้นบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน	30
3	การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน	32
4	การเปลี่ยนแปลงของความยาวกลีบดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน	33
5	การเปลี่ยนแปลงความสูงก้านดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน	37
6	การเปลี่ยนแปลงของวันออกดอกแรกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน	38
7	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ของบัวหลวงสายพันธุ์จีนกับความยาวของช่วงแสงที่เพิ่มขึ้น	39
8	ความแตกต่างของจำนวนใบ จำนวนดอก เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวกลีบดอก ความสูงก้านดอก และวันออกดอกแรกต่อต้นของบัวหลวงลูกผสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบเมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ	43

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
9	ความแตกต่างของจำนวนฝักที่ติดเมล็ดต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความหนาฝัก และอายุเก็บเกี่ยว ของบัวหลวงลูกผสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ	46
10	ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด และความหนาเปลือก จำนวนเมล็ดต่อฝักของบัวหลวงลูกผสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ	49
11	ความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดสดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดสดต่อเมล็ด น้ำหนักเมล็ดสดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝักของบัวหลวงลูกผสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ	55
12	ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability) ของบัวหลวงสายพันธุ์ไทย และบัวหลวงสายพันธุ์จีน	62
13	ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability) ของบัวหลวงลูกผสมไทยจีน	65
14	ค่าความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) ของบัวหลวงลูกผสมไทยจีน	71
15	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients) ที่มีต่อลักษณะทางด้านผลผลิต ของบัวหลวงลูกผสมไทยจีน	74

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ	86
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนใบของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ	86
3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของวันออกดอกแรกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ	87
4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่านศูนย์กลางกลางดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ	87
5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวกลีบดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ	88
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงก้านดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ	88
7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนใบของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	88
8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนดอกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	89
9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่านศูนย์กลางกลางดอกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	89
10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวดอกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	89
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของก้านดอกสูงของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	90
12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของวันออกดอกแรกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	90
13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนฝักของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	90

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่านศูนย์กลางฝักของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	90
15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนาฝักของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	91
16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเก็บเกี่ยวของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	91
17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	91
18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้างเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	91
19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	92
20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนาเปลือกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	92
21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดสดรวมต่อต้นของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	92
22	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดสดต่อเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	92
23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดสดต่อฝักของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	93
24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดแห้งรวมต่อต้นของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	93
25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	93
26	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝักของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	94

## สารบัญตาราง (ต่อ)

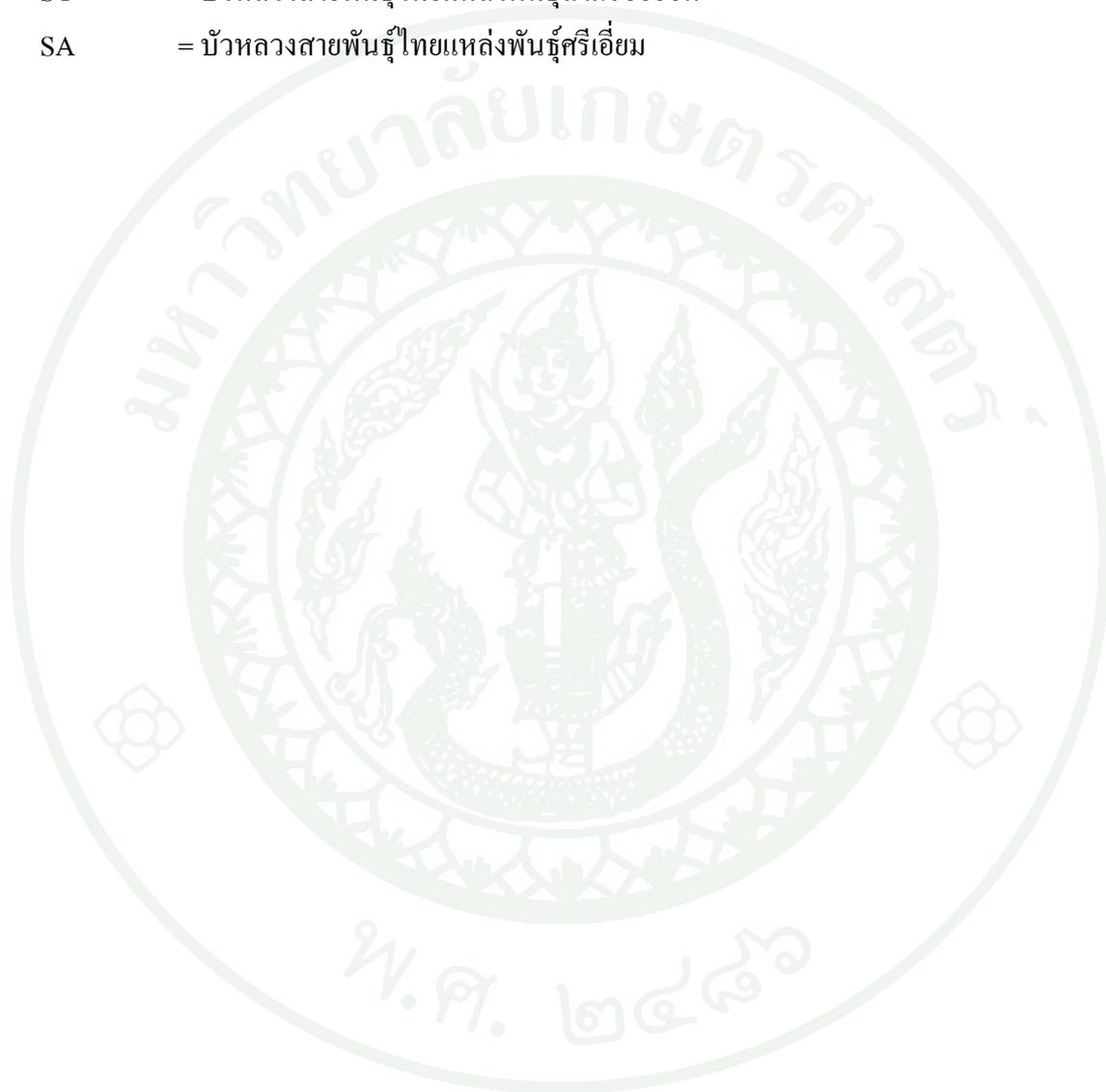
ตารางผนวกที่		หน้า
27	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อฝักของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อสายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	94
28	การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ	95
29	การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน	95

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ช่วงแสงแต่ละเดือน ณ สถานีเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี พ.ศ. 2552	28
2	เปรียบเทียบลักษณะของดอก ผล เมล็ด ของบัวหลวงสายพันธุ์จีนและสายพันธุ์ไทย	34
3	ช่วงการออกดอกของบัวหลวงลูกผสมที่ได้รับอิทธิพลจากสายพันธุ์ไทยเมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ	42
4	เปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้นของลูกผสมเมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อและแม่	57
5	ลักษณะดอก ฝัก และเมล็ด ของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ และ แม่ ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงและมีสมรรถนะการผสมเฉพาะและค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงเมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติของไทย	58
6	ลักษณะดอก ฝัก และเมล็ด ของบัวหลวงสายพันธุ์มิตรภาพไทยจีน เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติของไทย	59

### คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

- PT = บัณฑิตวิทยาลัยพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์พุทธมณฑล  
RN = บัณฑิตวิทยาลัยพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์ราชินี  
SY = บัณฑิตวิทยาลัยพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์สามร้อยยอด  
SA = บัณฑิตวิทยาลัยพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม



การชักนำการออกดอกของบัวหลวงจีน (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ด้วยช่วงแสงและ  
การตอบสนองของการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดของลูกผสม  
สายพันธุ์ไทย x สายพันธุ์จีน

**Photoperiodic Induction of Flowering of Chinese Sacred Lotus  
(*Nelumbo nucifera* Gaertn.) and Response of Growth and Grain Yield in  
Thai x Chinese Hybrids**

คำนำ

ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นประเทศที่มีการพัฒนาบัวหลวงเป็นอย่างมาก ทั้งด้านวิธีการปลูกและดูแลรักษา โดยเฉพาะด้านสายพันธุ์สำหรับผลิตเมล็ด ผลิตราก หรือเพื่อปลูกประดับ และโดยเฉพาะการพัฒนาสายพันธุ์สำหรับผลิตเมล็ดมีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด จึงทำให้ในปัจจุบันประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีบัวหลวงจีนพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดมากกว่า 200 สายพันธุ์ และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศไทยแล้วยังมีการพัฒนาบัวหลวงไทยน้อยมากหรือแทบจะไม่มีการพัฒนาอย่างเป็นรูปธรรม ในขณะที่ประเทศไทยมีปัจจัยที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาบัวหลวงเป็นอย่างมาก ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศมีพื้นที่ชุ่มน้ำกระจายอยู่ทั่วประเทศ และสภาพอากาศที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของบัวหลวง ซึ่งนับว่ามีความได้เปรียบประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนที่ปลูกบัวได้เพียงฤดูเดียว เนื่องจากมีฤดูหนาวที่ค่อนข้างยาวไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของบัว ซึ่งบัวหลวงมีความต้องการอุณหภูมิที่สูงจึงจะสามารถเจริญเติบโตได้ดี ปัจจุบันได้มีการนำบัวหลวงสายพันธุ์ผลิตราก และสายพันธุ์ผลิตเมล็ดจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเข้ามาทดลองปลูกในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก แต่สายพันธุ์เหล่านั้นไม่สามารถออกดอกได้ หรือในบางสายพันธุ์สามารถออกดอกได้แต่ให้จำนวนดอกน้อยและมีฝักที่มีขนาดเล็ก ขณะที่บัวหลวงสายพันธุ์ไทยสามารถเจริญเติบโตและออกดอกได้ตลอดทั้งปีในทุกพื้นที่ของประเทศไทยซึ่งเป็นข้อได้เปรียบเนื่องจากบัวหลวงในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนออกดอกในช่วงเดือนเมษายน – ตุลาคม โดยออกดอกมากที่สุดในเดือนมิถุนายน (Qichao and Xingyan, 2004) เนื่องจากในช่วงระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเข้าสู่ฤดูร้อน ช่วงเวลากลางวันที่ยาวนานกว่ากลางคืนจึงน่าจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการชักนำการเกิดดอก

การชักนำให้บัวหลวงจีนสายพันธุ์ผลิตเมล็ดออกดอกได้ในประเทศไทยจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาสายพันธุ์บัวหลวงในประเทศไทยเพื่อเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรมบัวหลวงและเพื่อให้สายพันธุ์ที่ปรับปรุงได้สามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปี จากความได้เปรียบทางด้านสภาพอากาศและภูมิประเทศ หากมีการผสมข้ามระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์ไทยและสายพันธุ์จีนเข้าด้วยกันเพื่อพัฒนาพันธุ์ลูกผสมให้มีลักษณะของฝักและเมล็ดที่มีขนาดใหญ่สามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปี เพื่อส่งเสริมการพัฒนาพันธุ์บัวหลวงให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชาติต่อไป และลดการนำเข้าเมล็ดบัว รวมทั้งพัฒนาศักยภาพและข้อได้เปรียบด้านการผลิตเมล็ดบัวของประเทศเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับตลาดโลกและเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดของเมล็ดบัวในตลาดโลกได้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบความยาวของช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการชักนำการออกดอกและการเจริญเติบโตของบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) สายพันธุ์จากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ในประเทศไทย
2. เพื่อให้ได้ลูกผสมพันธุ์ไทยผสมจีนที่สามารถออกดอกได้ภายใต้สภาพช่วงแสงธรรมชาติในประเทศไทยได้



## การตรวจเอกสาร

บัวหลวง (Lotus) เดิมจัดอยู่ในวงศ์ (Family) Nymphaeaceae ต่อมาถูกจัดอยู่ในวงศ์ Nelumbonaceae พืชในวงศ์นี้มี 1 สกุล (Genus) และมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด (Species) คือ *Nelumbo nucifera* Gaertn. และ *Nelumbo lutea* Pers. (ณ. นพชัย, 2546) ซึ่งบัวหลวงจัดเป็นพืชดอกที่โบราณที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง บัวหลวงสามารถแบ่งออกเป็น บัวหลวงของเอเชีย (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ซึ่งมีการกระจายอยู่ทั่วไปทั้งทวีปเอเชีย ในประเทศรัสเซีย และในตอนเหนือของทวีปออสเตรเลีย และ บัวหลวงอเมริกัน (*Nelumbo lutea* Pers.) เป็นพันธุ์พื้นเมืองบริเวณด้านตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือ (สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย, 2550)

*Nelumbo nucifera* Gaertn. มีชื่อสามัญว่า Sacred Lotus จัดเป็นไม้ยืนต้นที่มีอายุหลายปี พบได้ทั่วไปในเขตร้อน เขตอบอุ่น และเขตหนาว ลำต้นมีหลายแบบ ทั้งแบบเป็นเหง้าใต้ดิน หรือไหลเหนือดิน อยู่ใต้น้ำ มีรากอวบอ้วนยึดดินไว้ (สุชาติ, 2542)

*Nelumbo lutea* Pers. มีชื่อสามัญว่า American Lotus, Yellow Lotus, Water-Chinquapin (Slocum and Robinson, 1996) มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกของประเทศสหรัฐอเมริกา มีลักษณะทางด้านลำต้นเหมือน *Nelumbo nucifera* Gaertn. ทุกประการ แตกต่างกันที่ดอกมีสีเหลืองและใบมีขนาดเล็กกว่า

บัวหลวงของไทยจัดอยู่ในกลุ่มบัวหลวงเอเชีย มีอยู่ 4 ลักษณะคือ

1. ดอกสีชมพู เรียกว่า ปทุม ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ ปลายเรียวยาวสีชมพู กลีบเลี้ยงมี 4 – 5 กลีบ รูปไข่มีขนาดเล็กเรียงตัวกัน 2 ชั้น ส่วนกลางของกลีบดอกมีรูปร่างโค้งป้อง ส่วนกลีบดอก มีสีชมพูเข้มประมาณ 13 – 14 กลีบ เรียงตัวเป็นชั้นๆ ประมาณ 3 ชั้น อยู่โดยรอบฐานดอก กลีบชั้นนอกและชั้นในมีสีและรูปร่างคล้ายชั้นกลางแต่เล็กกว่าชั้นกลาง

2. ดอกสีขาว เรียกว่า บุณฑริก ดอกขนาดใหญ่เป็นรูปไข่ ปลายเรียวยาวคล้ายพันธุ์ปทุม ดอกมีสีขาวประกอบด้วยกลีบเลี้ยงสีขาวอมเขียว ส่วนกลีบดอกมีสีขาว ปลายกลีบสีชมพูเรื่อๆ รูปร่างกลีบดอกและการเรียงตัวของกลีบดอกคล้ายดอกบัวพันธุ์ปทุม

3. ดอกสีชมพูซ้อน เรียกว่า สัตตบงกช ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ทรงป้อม สีชมพู

ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 4 – 7 กลีบ กลีบเรียงซ้อนกันเป็นชั้น 2 – 3 ชั้น สีเขียวอมชมพู กลีบดอกสีชมพูมีประมาณ 12 – 16 กลีบ กลีบดอกชั้นนอกและชั้นมีขนาดเล็กกว่าชั้นกลาง เป็นรูปไข่ เกสรเพศผู้ชั้นนอกๆ (ด้านกลีบดอก) เป็นหมัน เกสรเพศผู้ชั้นนอกเปลี่ยนเป็นกลีบดอก โดยมีก้านชูเกสรเพศผู้ที่เป็นแผ่นบางๆ สีชมพูคล้ายกลีบในแต่มีขนาดเล็กกว่า มีทั้งที่ยังมีอับเรณู (anther) และรยางค์ (appendage) เรียกว่าเกสรเพศผู้คล้ายกลีบดอก (petaloidstamen) และที่ไม่อับเรณูแต่ยังมีรยางค์ เรียกว่า เกสรเพศผู้คล้ายกลีบดอกเป็นหมัน (petaloidstaminode) ส่วนชั้นนอกสุดเกสรเพศผู้ได้เปลี่ยนเป็นกลีบดอกอย่างสิ้นเชิง ไม่มีอับเรณูและรยางค์ และมีลักษณะเป็นแผ่นกว้างคล้ายกลีบดอก

4. ดอกสีขาวซ้อน เรียกว่า สัตตบุษย์ ดอกมีขนาดใหญ่ ดอกตูมเป็นรูปไข่ทรงป้อม คล้ายบัวพันธุสัตตบงกช ดอกมีสีขาวประกอบด้วยกลีบดอกสีเขียวอมขาว ส่วนกลีบชั้นในสีขาวตลอด มีรูปทรงและการเรียงตัวของกลีบดอกคล้ายบัวพันธุสัตตบงกช

สำหรับบัวหลวงประเภทดอกกลา หรือดอกไม้ซ้อน สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในประเทศไทยตามแหล่งน้ำธรรมชาติ บัวหลวงที่พบในแต่ละภาคจะมีลักษณะที่แตกต่างกันบ้างในเรื่องของสีและขนาด (สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย, 2550)

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น มีลักษณะเป็นเหง้า (rhizome) อยู่ใต้ดินมีรูปร่าง 2 แบบ (stem dimorphism) คือเป็นลำต้นทอดยาวขนาน (stolon) ไปตามดิน กับเป็นเหง้าที่สะสมอาหาร (rhizome) ลำต้นมีสีขาว สีน้ำตาลหรือค่อนข้างแดง รูปทรงกระบอกยาว 60-120 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-10 เซนติเมตร มีช่องอากาศ (air canal) ประมาณ 10 ช่องหรือมากกว่าตลอดความยาวของเหง้า ตรงบริเวณข้อมีกาบใบ (scale-like leaves) มีลักษณะเป็นแผ่นเล็กๆ ติดอยู่

ใบ เป็นใบเดี่ยวแตกจากข้อของลำต้นใต้ดิน ใบมีลักษณะกลม ขอบใบเรียบ และเป็นคลื่น ผิวใบเรียบมีไขเคลือบที่ผิวใบด้านบน ใบมีขนาดประมาณ 20-60 เซนติเมตร เส้นใบออกจากจุดกึ่งกลางใบที่ติดกับก้าน ใบเห็นได้ชัด ก้านใบมีหนามเป็นตุ่มเล็กๆ ก้านใบติดกับด้านหลังแผ่นใบ (peltate leaf) โคนก้านใบมีหูใบ (stipule) 2 อัน

ดอก เป็นดอกเดี่ยว มีกลิ่นหอม ดอกออกบริเวณข้อของลำต้นใต้ดิน ก้านดอก (peduncle) ส่งดอกให้ขึ้นมาบนเหนือน้ำ ก้านดอกและก้านใบมีลักษณะเหมือนกัน ภายในก้านใบ และก้าน

ดอก มีน้ำยางสีขาวขุ่น มีช่องอากาศขนาดใหญ่ 4-6 ช่อง ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 4-5 กลีบขนาดเล็ก กลีบดอกจำนวนมากลักษณะของกลีบดอกเป็นรูปไข่กลับ (ovate) กว้าง 3-7 เซนติเมตร ยาว 8-12 เซนติเมตร สีขาว สีชมพู และสีแดง เรียงซ้อนกันหลายชั้น ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์

เกสรเพศผู้ มีจำนวนมาก ติดอยู่รอบฐานรังไข่ อับเรณู มีสีเหลือง ลักษณะเรียวยาว มีความยาวประมาณ 1.5-2.0 เซนติเมตร ปลายอับเรณูมีรยางค์ สีขาวหรือขาวอมเหลืองยาว 0.4-0.8 เซนติเมตร ก้านชูอับเรณู (filament) ยาว 1 – 2 เซนติเมตร

รังไข่ ประกอบด้วยรังไข่ที่มี carpel ประมาณ 12-30 หรือมากกว่าแยกออกจากกัน (Apocarpous ovary) โดยแต่ละ carpel ฝังตัวอยู่บนบนของฐานรองดอก (receptacle) ที่ขยายใหญ่ เรียกว่า ฟัก (torus) มีขนาด 5-11 เซนติเมตร ก้านชูเกสรและยอดเกสรเพศเมียขนาดเล็กอยู่ทางด้านบน ในรังไข่แต่ละอันจะมี 1 ไข่ติดอยู่ที่ผนังส่วนบนของรังไข่

ผล เป็นแบบผลกลุ่ม (aggregate fruit) ผลย่อยมีเปลือกแข็ง (nut) จำนวนมาก ผลย่อยมีรูปร่างคล้ายรูปไข่ ยาวประมาณ 0.8-2.5 เซนติเมตร เมื่อแก่ผลไม่แตก

### ลักษณะการเจริญเติบโต

Xueming (1987) กล่าวว่าบัวหลวง จัดเป็นพืชยืนต้น (perennial) ในแต่ละปีจะมีวงจรชีวิตของการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ คือ ใบ ดอก ผล ลำต้นใต้ดิน และการพักตัว ช่วงการเจริญเติบโตของบัวจะมีทั้งใบและดอกออกพร้อมกัน บัวจะแตกต่างจากพืชอื่น คือ ดอกและฝักของบัวจะออกในช่วงของระยะการเจริญเติบโต ระยะการเจริญเติบโตของบัวหลวง สามารถ แบ่งได้เป็น 5 ระยะ คือ

- 1) ระยะต้นอ่อน 2) ระยะต้น โต 3) ระยะดอกและฝัก 4) ระยะลำต้นใต้ดิน และ 5) ระยะพักตัว มีดังนี้

- 1) ระยะต้นอ่อน คือ จากเมล็ดเริ่มงอกถึงใบเริ่มตั้ง ในสภาพธรรมชาติเมล็ดจะงอกยาก เนื่องจากมีเปลือกที่แข็ง จึงจำเป็นที่จะต้องมีการกะเทาะเปลือกเพื่อเร่งการงอก หลังจากเมล็ดดูดซึมน้ำและออกซิเจน เมื่อพ้นระยะพักตัว กระบวนการงอกจะเริ่มทำงานโดยใบเลี้ยงใบแรกจะเริ่มปรากฏภายใน 5-7 วัน ใบจะมีลักษณะคล้ายเหรียญขนาดเล็กภายใน 1 สัปดาห์ ส่วนของลำต้นเริ่มเจริญเติบโต มีลักษณะเป็นรูปตัว S (S shape) ลำต้นที่เจริญสุดท้ายจะฝังตัวอยู่ในโคลนจะมีการขยายขนาดและปรากฏใบลอยน้ำเหนือข้อ หลังจากทีใบลอย 4-6 ใบ และเริ่มมีใบตั้ง ถือว่าสิ้นสุดระยะต้นอ่อน

2) ระยะต้นโต คือ ปรากฏใบตั้งจนถึงระยะสร้างตาดอก ฤดูที่เหมาะสมจะต้องเป็นช่วงที่มี อุณหภูมิเหมาะสม (20-25 องศาเซลเซียส) ระยะการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีการแตก ของลำต้น ขยายขนาดของลำต้น โดยเฉลี่ยใบจะเกิด 1 ใบต่อ 1 ปล้อง ทุก 5-6 วัน โดยทั่วไปใบจะยก เหนือผิวน้ำ ขนาดของใบและความสูงจะแตกต่างกัน ภายหลังมีใบ 5-7 ใบ ตาดอกเริ่มพัฒนา พืชจะ เข้าสู่ระยะดอกและฝัก

3) ระยะดอกและฝัก คือ ดอกจะออกเมื่อการเจริญของต้นมีระยะเวลาผ่านไป ประมาณ 2 เดือน การออกดอกจะแตกต่างกันและอาจขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ บัวเจริญและออกดอกภายใน 3 เดือนหลังจากเมล็ดเริ่มงอก การเจริญของลำต้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอาหารสะสมของลำต้นใต้ดิน บัวจะออกดอกประมาณเดือนมิถุนายน (ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน) อาจแตกต่างกัน บ้างในแต่ละสายพันธุ์ ตาดอกพัฒนาจากตาข้างของตาใบ ใบและดอกจะชูเหนือน้ำ สุดท้ายแล้วก้าน ดอกชูเหนือใบ แบ่งการออกดอกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะสร้างตาดอก และระยะของการบาน การ สร้างตาดอกประมาณ 2 สัปดาห์ และดอกจะบานหลังจากผ่านไป 3-4 วัน ระหว่างระยะการเจริญ ของตาดอก ก้านดอกจะเจริญอย่างรวดเร็วช่วงกลางคืน ก้านดอกจะหยุดเจริญหลังจากดอกเริ่มบาน ดอกมีความไวต่อแสง คือ เริ่มบานในตอนเช้า และหุบในตอนกลางคืน วันแรกกลีบดอกจะเริ่ม หลวมหลังจากผ่านช่วงเที่ยงคืนของวันแรกไป และส่วนกลางของดอกเริ่มเปิดออก วันที่สองดอกจะ บานเต็มที่ กลีบดอกคลี่จากด้านนอกถึงส่วนกลางหลังจากผ่านเที่ยงคืน ดอกจะบานอย่างสมบูรณ์ เวลา 05.00 - 06.00 นาฬิกา ช่วงบ่ายดอกจะเริ่มหุบ อาจจะไม่แน่นอน วันที่สามดอกจะบานอีกครั้ง การจัดเรียงของกลีบดอกไม่แน่นอน สีดอกเริ่มจางลง และหุบอีกครั้งในช่วงเย็น วันที่สี่กลีบดอกและ เกสรเริ่มร่วง ในวันที่ห้าส่วนของดอกหยุดการเจริญเติบโต (การบาน) ทั้งนี้อาจใช้เวลาถึงวันที่หก สำหรับดอกที่สมบูรณ์กลีบดอกจะร่วงและมีการขยายขนาดของฝัก อาจใช้เวลานานถึง 2 สัปดาห์ ดอกที่มีการผสมและปฏิสนธิจะเหลือส่วนของรังไข่ติดอยู่บนก้านดอก ระยะเวลาของการปฏิสนธิ จนถึงเมล็ดสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 30 วัน การปฏิสนธิในสภาพธรรมชาติอาศัยแมลงเป็นตัวช่วย ในการผสม บัวหลวงจัดเป็นพืชผสมข้ามแต่อาจเกิดการผสมตัวเองได้ ซึ่งดอกและฝักจะออกภายใน ระยะเวลา 3 เดือน แสงจะมีความสำคัญต่อการออกดอก วันที่มีช่วงแสงมากสามารถชักนำให้เกิด ดอกได้

4) ระยะลำต้นใต้ดิน คือ เมื่อใบสุดท้ายเริ่มแห้ง เป็นระยะที่ลำต้นใต้ดินแก่ ในฤดูใบไม้ร่วง การเจริญส่วนเหนือผิวน้ำเริ่มลดลง และธาตุอาหารจะเคลื่อนย้ายไปสะสมในส่วนของลำต้นใต้ดินมี การขยายขนาด มีการสะสมของคาร์โบไฮเดรตที่ลำต้น

5) ระยะพักตัว คือ เมื่อใบบัวเริ่มเหลืองและเหี่ยว เริ่มจะมีการสร้างตาใบสำหรับฤดูปลูกต่อไป ใช้เป็นตัวพิจารณา ว่าเป็นช่วงของการพักตัว ลำต้นสดหรือรากบัวสามารถเก็บเกี่ยวเป็นอาหารได้ ระยะนี้ใช้เวลา 5-8 เดือน ในบริเวณที่อากาศหนาวเวลายาวนาน และได้ทะเลสาบไม่เป็นน้ำแข็ง รากจะอยู่ใต้จนข้ามฤดูหนาวโดยอยู่ใต้โคลน

### การขยายพันธุ์

1. การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ หรือใช้เมล็ด นิยมใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์ เมล็ดบัวหลวงพร้อมที่จะงอกได้ตลอดเวลาเมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสม การขยายพันธุ์บัวหลวงโดยใช้เมล็ดจะไม่นิยมในกรณีของบัวที่ปลูกเป็นอุตสาหกรรม เพราะอาจเกิดความไม่แน่นอนหรือผิดไปจากลักษณะของต้นเดิมที่ต้องการ เปลือกหุ้มเมล็ดทำให้เมล็ดบัวงอกได้ยาก จึงควรเร่งให้เมล็ดบัวหลวงงอกด้วยการทำแผลที่เปลือกหุ้มเมล็ดเพื่อน้ำสามารถซึมเข้าภายในเมล็ดได้ เมื่อเมล็ดเริ่มพองหรืออูมน้ำใช้ระยะเวลางอกประมาณ 2 – 3 วัน และสามารถย้ายปลูกได้ภายใน 7 – 10 วัน (สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย, 2550)

2. การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เป็นวิธีการที่นิยมใช้มาก เนื่องจากทำได้ง่ายและสะดวก สามารถทำได้โดยการตัดแยกส่วนของไหลอย่างน้อย 2 ข้อ วางตามแนวยาวของผิวดิน นำดินทับบริเวณข้อ ยกวันส่วนยอด ให้ปล່อยลอยไว้เพราะจะเป็นส่วนที่เจริญเติบโตเป็นต้นต่อไป

### ปัจจัยควบคุมการออกดอก

สมบุญ (2544) กล่าวว่ากระบวนการเกิดดอกมักเกิดจากหลายสาเหตุ เข้ามาเกี่ยวข้องในการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเจริญจากระยะวิถนะภาค (vegetative) ไปเป็นระยะเจริญพันธุ์ (reproductive) ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการควบคุมการออกดอกประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอก

#### 1. ปัจจัยภายใน

1.1 ชนิดและพันธุ์พืช ชนิดและพันธุ์ที่แตกต่างกันในสภาพแวดล้อมเดียวกันจะมีความสามารถในการออกดอกแตกต่างกัน

1.2 อายุของพืช อายุของพืชจะมีความสัมพันธ์กับการออกดอก ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปริมาณอาหารที่สะสมภายในลำต้นซึ่งจะช่วยส่งเสริมในการออกดอก

### 1.3 ฮอร์โมน ฮอร์โมนจะมีผลต่อการสร้างดอกของพืช

#### 2. ปัจจัยภายนอก

2.1 อุณหภูมิ มีผลต่อการออกดอกของพืช พืชเขตอบหนาวมักต้องการอุณหภูมิต่ำในการกระตุ้นการออกดอก แต่พืชบางชนิดการสร้างตาออกไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

2.2 ปริมาณสารอาหารในพืช การออกดอกขึ้นกับอัตราส่วนของไนโตรเจนและคาร์โบไฮเดรต ถ้าไนโตรเจนสูงจะส่งเสริมการสร้างใบและกิ่งทำให้การสร้างดอกยากกว่าในกรณีที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง

2.3 ช่วงแสงจะมีอิทธิพลต่อการสร้างตาออกของพืช พืชแต่ละชนิดต้องการความยาวของช่วงแสงต่างกันไป สามารถแบ่งพืชได้ตามการตอบสนองต่อช่วงแสงเป็น 3 ประเภท

2.3.1 พืชวันสั้น (short day plant) หมายถึงพืชที่ออกดอกเมื่อช่วงวันสั้นกว่าช่วงวัน  
วิฤต

2.3.2 พืชวันยาว (long day plant) หมายถึงพืชที่ออกดอกเมื่อช่วงวันยาวกว่าช่วงวัน  
วิฤต

2.3.3 พืชไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง (day neutral plant) หมายถึง พืชที่ออกดอกได้  
ทุกช่วงแสงหรือไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง

บัวหลวงสามารถออกดอกได้ดีเมื่อได้รับแสงอย่างเต็มที่ ซึ่งจะทำให้การพัฒนาของดอกมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วกว่าการถูกบังแสง Qichao and Xingyan (2004) กล่าวว่า บัวหลวงเป็นพืชวันยาว ซึ่งช่วงแสงและความเข้มของแสงจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอก การออกดอกของบัวหลวงในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนจะอยู่ช่วงเดือนเมษายนจนถึงตุลาคม โดยจะออกดอกมากที่สุดช่วงเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม ทั้งนี้ได้มีการชักนำการออกดอกนอกฤดูกาลปกติซึ่งปลูกเลี้ยงในโรงเรือนที่เพิ่มหลอดไฟ 100 วัตต์ จำนวน 5 หลอด เป็นเวลา 3 วัน แล้วเปลี่ยนเป็น 200 วัตต์ หลังจากที่ใช้ไฟตั้ง 14 วัน ก็สามารถที่จะออกดอกได้ โดยที่ตาออกจะเริ่มสร้างเมื่อไฟตั้ง 4 - 7 โย แต่ยังไม่สามารถทราบชัดเจนว่าช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการชักนำการออกดอกควรมีระดับเท่าใด ซึ่งในบัวฝรั่ง (Hardy Waterlily) พันธุ์ 'Gladstone' เมื่อเพิ่มช่วงแสงจะสามารถขยายระยะเวลาและเร่งการออกดอกได้ (Kelly and Frett, 1986) เช่นกัน นอกจากนี้บทบาทของแสงที่ช่วยในการชักนำการออกดอกแล้วความเข้มแสงมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง Safaa and Francko (1992) รายงานว่า เมื่ออุณหภูมิและความเข้มแสงเพิ่มขึ้นทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของ *Nelumbo lutea* เพิ่มขึ้นแต่จะลดลงเมื่ออุณหภูมิและความเข้มแสงเพิ่มสูงขึ้นเกิน 30 องศาเซลเซียส และ 560 ไมโครโมลโฟตอนต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ

Masuda *et. al.* (2006) ทำการศึกษาการพักตัวของบัวหลวง (*Nelumbo nucifera*) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของวันปลูก ทำการศึกษาวนปลูก ดังนี้ ปลูกเดือนเมษายน (14 ชั่วโมง 20 นาที) ถึง เดือนมิถุนายน (12 ชั่วโมง 4 นาที) ปลูกเดือนมิถุนายน (14 ชั่วโมง 26 นาที) ถึง เดือนสิงหาคม (13 ชั่วโมง 43 นาที) ปลูกเดือนสิงหาคม (13 ชั่วโมง 43 นาที) ถึง เดือนตุลาคม (11 ชั่วโมง 43 นาที) และปลูกเดือนตุลาคม (11 ชั่วโมง 26 นาที) ถึง เดือนพฤศจิกายน (10 ชั่วโมง 4 นาที) การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิกับช่วงแสง ทำการปลูกบัวหลวงภายใต้สภาพช่วงแสงธรรมชาติโดยปลูกช่วงเดือนเมษายน (14 ชั่วโมง 26 นาที) ถึง เดือนกรกฎาคม (13 ชั่วโมง 58 นาที) และปลูกช่วงเดือนพฤศจิกายน (10 ชั่วโมง 26 นาที) ถึง เดือนมกราคม (9 ชั่วโมง 57 นาที) ร่วมกับการปลูกภายใต้สภาพควบคุมอุณหภูมิดังนี้ (A) ที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน (B) ที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ตามด้วย 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน (C) ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ตามด้วย 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน (D) ที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ตามด้วย 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน (E) ที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน และ (F) ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ตามด้วย 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน จากการศึกษพบว่าวันปลูกมีผลต่อจำนวนใบตั้ง การยืดยาวของลำต้น โดยชุดที่ปลูกเดือนเมษายน ถึง เดือนสิงหาคม จะมีใบตั้งและการยืดยาวของลำต้นโดยมีค่าสูงที่สุดในเดือนมิถุนายน ในเดือนตุลาคมไม่พบใบตั้งและการยืดยาวของลำต้นพบน้อยที่สุด แต่พบการพักตัวของลำต้นคือมีการขยายขนาดของลำต้น การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิกับช่วงแสง จำนวนใบตั้งและจำนวนการแตกของลำต้นพบมากที่สุดในชุดที่ปลูกเดือนพฤษภาคมและจะสูงที่สุดเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง การขยายขนาดของลำต้นพบเฉพาะในชุดที่ปลูกเดือนพฤศจิกายนและอุณหภูมิต่ำที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน ตามด้วย 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน จากการทดลองสรุปว่าต้นที่ปลูกเดือนสิงหาคม หรือตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงแสงสั้นหรืออุณหภูมิต่ำจะส่งเสริมการขยายของลำต้น ช่วงแสงสั้นและอุณหภูมิต่ำจะเป็นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ทำให้ลำต้นมีการขยายขนาดของลำต้น โดยที่ช่วงแสงวิกฤตของการขยายขนาดของลำต้นอยู่ในช่วง 11 ชั่วโมง 40 นาที ถึง 13 ชั่วโมง 50 นาที

Masuda *et. al.* (2007) ศึกษาการจังหวะการตอบสนองของการเจริญของรากต่อการขัดจังหวะด้วยแสงในบัวหลวง (*N. nucifera* 'Chugoku') แบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลองคือ ภายใต้แสง 14 ชั่วโมง ภายใต้แสง 10 ชั่วโมง และ ภายใต้แสง 8 ชั่วโมง และขัดจังหวะด้วยแสงสีแดงเป็นเวลา 5 นาที เมื่อเข้าสู่ช่วงมืด 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 และ 18 ชั่วโมง พบว่า ภายใต้แสง 10 ชั่วโมง และขัดจังหวะหลังจากเข้าสู่ช่วงมืด 2 ชั่วโมง รากมีการขยายขนาดสูงที่สุดและมีการสะสมของแป้งทุกต้น ทุกการทดลองทำการขัดจังหวะแสงเมื่อเข้าสู่ช่วงมืด 10 ชั่วโมง ส่งผลให้รากมีขยาย

ขนาดเล็กสุด และไม่มีการสะสมของแป้ง

### สมรรถนะการผสม

พืชแต่ละต้นมีจีโนไทป์ที่มีความเฉพาะตัว ซึ่งแต่ละพันธุ์ก็มีพืชแต่ละต้นเป็นส่วนหนึ่งของประชากรนั้น การปรับปรุงประชากรให้ดีขึ้นทั้งประชากรจึงจำเป็นที่จะต้องใช้เทคนิคและวิธีการที่ดี โดยมีหลักการดังนี้ การนำเข้าพันธุ์มาจากต่างประเทศ การปรับปรุงประชากร และการผลิตลูกผสม ซึ่งหลักการของการสร้างลูกผสมที่ดี คือ การสร้างสายพันธุ์แท้ และหาลูกผสมที่ดีจากสายพันธุ์แท้ที่สร้างขึ้น สิ่งที่จะสามารถบอกหรือเป็นเครื่องมือในการพิจารณาในการผลิตลูกผสมก็คือ สมรรถนะการผสมของพ่อและแม่ ผลผลิตของลูกผสม = ค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ + ความดีเด่นของลูกผสม ( $F_1 = \text{mid parent} + \text{heterosis}$ ) นั้นแสดงให้เห็นว่าพ่อแม่ที่ให้ผลผลิตที่สูง ย่อมมีโอกาสสูงที่จะให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง ทั้งนี้ผลผลิตของลูกผสม (สมรรถนะการผสม) ยังขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างผลผลิตของพ่อแม่ และความแตกต่างทางพันธุกรรมของพ่อแม่ ซึ่งจะแสดงออกมาเมื่อมีการผสมระหว่างพ่อและแม่และนำไปปลูกทดสอบลูกในชั่ว  $F_1$  แล้วเท่านั้น (กฤษณา, 2549) ทั้งนี้สายพันธุ์พ่อแม่จะมีลักษณะคืออย่างไร แต่เมื่อนำมาผสมได้ลูกผสมที่ไม่ดีก็ไม่มีประโยชน์ ดังนั้น การทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์พ่อแม่จึงถือได้ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก ความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมเฉพาะอาจมีไม่มากถ้าสายพันธุ์ที่ใช้มีความแตกต่างทางพันธุกรรมไม่มากพอ แม้ว่าสายพันธุ์ที่นำมาใช้นั้นได้ผ่านการทดสอบสมรรถนะและการคัดเลือกมาแล้วก็ตาม

สมรรถนะการผสม คือ ค่าแสดงความสามารถของพืชที่จะให้ลูกผสมที่ดีหรือเลวอย่างไร สมรรถนะการผสมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ สมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability, GCA) หมายถึง ความสามารถของสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งที่ทำให้ค่าเฉลี่ยของลูกผสมที่ดี เมื่อนำไปผสมกับอีกหลายสายพันธุ์ และ สมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability, SCA) หมายถึง ความสามารถของสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง เมื่อผสมเข้ากับอีกสายพันธุ์หนึ่งแล้วให้ลูกผสมที่ดี โดยที่สมรรถนะการผสมทั่วไป เป็นค่าบอกคุณสมบัติโดยเฉลี่ยในการให้ลูกผสมของพืชพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่ง และสมรรถนะการผสมเฉพาะ เป็นค่าบอกความดีเลวของแต่ละคู่ผสม เมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติโดยเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ (Sprague and Tatum, 1942) Gilbert (1958) พบว่า ถ้าค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปมีค่าต่ำกว่าค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะซึ่งการคาดคะเนลูกผสมโดยใช้สมรรถนะการผสมทั่วไปในการพิจารณาจะไม่ถูกต้อง เพราะลูกผสมที่ได้มาจากการผสมระหว่างสายพันธุ์ที่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด 2 สายพันธุ์อาจจะทำให้

ไม่ได้ลูกผสมที่ดีที่สุด สายพันธุ์ที่มีค่าความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง แต่ความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมเฉพาะมีค่าต่ำ อาจจะทำให้ได้ลูกผสมทั่วไปที่ดีกว่าสายพันธุ์ที่มีทั้งความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง ลักษณะเช่นนี้เหมาะสำหรับการนำไปสร้างพันธุ์สังเคราะห์ ทั้งนี้สายพันธุ์ที่มีค่าความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมเฉพาะที่สูงเมื่อผสมเข้ากับสายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมก็จะทำให้ได้ลูกผสมที่ดี (Griffing, 1956)

กฤษฎา (2549) กล่าวว่า การทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ที่ใช้กันมีอยู่ 3 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกใช้วิธีการควรเลือกให้เหมาะสมกับงาน จะช่วยทำให้การทดสอบมีประสิทธิภาพที่ดี ประหยัดแรงงาน เวลา และเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงพันธุ์ วิธีการที่ 1) การใช้สายพันธุ์ทดสอบ (topcross หรือ testcross) ซึ่งหมายถึงการผสมกับสายพันธุ์ทดสอบ เพื่อแสดงถึงการทดสอบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ โดยนำสายพันธุ์ที่ต้องการทดสอบผสมข้ามเข้ากับสายพันธุ์ทดสอบ วิธีการนี้ผลผลิตของสายพันธุ์ทดสอบไม่สามารถนำมาเป็นดัชนีวัดประสิทธิภาพของสายพันธุ์ทดสอบ 2) การผสมแบบพบกันหมดภายในกลุ่ม วิธีการนี้เป็นการทดสอบกลุ่มผสมแต่ละคู่โดยตรง ค่าเฉลี่ยที่เกี่ยวข้องกับแต่ละสายพันธุ์ใช้เป็นดัชนีวัดค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์นั้น ๆ แต่ละคู่ผสมใช้เป็นดัชนีวัดค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะของกลุ่มผสมนั้นๆ และ 3) การผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross)

#### การผสมแบบพบกันหมด

วิธีการที่นิยมมากวิธีการหนึ่งในการประเมินสมรรถนะการผสม คือ การผสมแบบพบกันหมด กฤษฎา (2544) แบ่งการผสมแบบพบกันหมดออกเป็น 2 วิธีการ คือ

1) การผสมแบบพบกันหมดภายในกลุ่ม (diallel cross) จะทำการผสมภายในกลุ่มทำให้ได้กลุ่มผสมเท่ากับ  $n(n-1)/2$  จำนวนกลุ่มผสมที่ใช้ไม่ควรเกิน 10 สายพันธุ์ เนื่องจากจะทำให้มีกลุ่มผสมจำนวนมากเป็นผลให้ขาดประสิทธิภาพในการทดสอบ วิธีการนี้เป็นการทดสอบกลุ่มผสมแต่ละคู่โดยตรง ค่าเฉลี่ยของกลุ่มผสมที่เกี่ยวข้องกับแต่ละสายพันธุ์ใช้เป็นดัชนีวัดค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป และค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะ

2) การผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) การผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม จำนวนกลุ่มผสมจะเท่ากับผลคูณของสายพันธุ์แต่ละกลุ่ม โดยแบ่งสายพันธุ์ที่มี

ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเดียวกันไว้ในกลุ่มเดียวกันเพื่อที่จะไม่ต้องผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ที่มีพันธุกรรมใกล้เคียงกันหรือเหมือนกันเกิดขึ้น วิธีการผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่มจัดว่าเป็นวิธีที่มีประโยชน์มากหากทราบประวัติของสายพันธุ์ที่จะทำการผสมซึ่งก่อนการผสมด้วยวิธีนี้จะต้องทราบประวัติของแต่ละสายพันธุ์เพื่อกำหนดแผนการผสม และวิธีการผสมนี้เป็นวิธีที่ประหยัดแรงงาน ค่าใช้จ่าย แต่ก็ทำให้ขาดข้อมูลไปบางส่วน ดังนั้น ต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการทดสอบมากที่สุด

การทดสอบสมรรถนะการผสมด้วยวิธีการผสมแบบพบกันหมดเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการศึกษาสมรรถนะการผสมมากที่สุด ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีของ Hayman (1954) และ Griffing (1956) เป็นต้น ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการผสมแบบพบกันหมดชุดเดียวกัน จึงสามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี ซึ่งจะใช้วิธีใดในการวิเคราะห์ขึ้นกับความต้องการของผู้ทำการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลลูกผสมที่ได้จากการผสมแบบพบกันหมดสามารถทำได้โดยใช้แบบหุ่นคงที่ (fixed model) หรือแบบหุ่นไม่คงที่ (random model)

Griffing (1956) แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์โดยใช้แบบหุ่นคงที่จะใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์พ่อแม่ที่ได้ในการทดลอง ส่วนแบบหุ่นไม่คงที่จะใช้เมื่อสายพันธุ์พ่อแม่ที่สุ่มจากประชากร และใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรม ส่วนใหญ่การปรับปรุงพันธุ์จะสนใจพ่อแม่ที่เฉพาะเจาะจง ดังนั้นจึงนิยมใช้การวิเคราะห์การผสมแบบพบกันหมดแบบหุ่นคงที่ โดย Hayman (1963) ได้นำเสนอการวิเคราะห์การผสมแบบพบกันหมด เพื่อหาความแปรปรวนขององค์ประกอบทางพันธุกรรมควรรใช้พ่อแม่ไม่ต่ำกว่า 10 สายพันธุ์ แต่ถ้าพ่อแม่มีจำนวนน้อยกว่านี้ควรรใช้แบบหุ่นคงที่หาความแตกต่างระหว่างพ่อแม่และระหว่างลูกผสมทั้งหลายหรือระหว่างสมรรถนะการผสมเฉพาะหรือสมรรถนะการผสมทั่วไปของพ่อแม่เท่านั้น

Bjarnason *et. al.* (1977) ทำการศึกษาการผสมแบบพบกันหมดของข้าวโพดสายพันธุ์แท้ opaque-2 ข้าวโพดที่มีคัพภะ (endosperm) แบบ modified ข้าวโพดลูกผสมสลับ และข้าวโพดธรรมดา จากการวิเคราะห์ปริมาณไลซีน (Lysine) จากฝักที่มีการกระจายตัวของลูกผสมที่ผสมตัวเองจากข้าวโพดธรรมดา 2.6 เปอร์เซ็นต์ แต่ฝัก modified opaque-2 และฝัก opaque-2 จะมีปริมาณ Lysine อยู่ระหว่าง 3.6 – 3.9 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัย modified มีปฏิกริยาร่วมกับ opaque-2 allele จะมีอิทธิพลอย่างมากกับลักษณะโครงสร้างคัพภะ แต่มีอิทธิพลเล็กน้อยกับปริมาณไลซีน ในเมล็ดในเรื่องผลผลิตเมล็ดต่อฝักไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างลูกผสมที่เกิดจาก ข้าวโพดธรรมดากับข้าวโพดธรรมดา ข้าวโพด opaque-2 กับ ข้าวโพด opaque-2 และข้าวโพดธรรมดา กับข้าวโพด

opaque-2 โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนและปริมาณไลซีน ของลูกผสม จะแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ และ วิเคราะห์อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA) กับ สมรรถนะการผสมเฉพาะ (SCA) ในลักษณะปริมาณโปรตีน และปริมาณไลซีน ในน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 6 ต่อ 1 แต่อัตราส่วนความแปรปรวนของ GCA กับ SCA สำหรับปริมาณไลซีน ในโปรตีนเท่ากับ 1 ต่อ 1

รัชชัย (2534) ทำการศึกษาความสามารถในการรวมตัวของพริก 5 สายพันธุ์ ที่มีฐานทางพันธุกรรมแตกต่างกัน นำมาผสมแบบพหุกันหมดโดยไม่มีกรรมผสมกลับ (half diallel) ตามวิธีของ Griffing (1956) วิธีที่สองแบบหุคองที่ ได้ลูกผสม 10 คู่ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมตามวิธี variety cross diallel Analysis II และ Analysis III หาความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (GCA) และความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (SCA) ความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) โดยเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ และพ่อหรือแม่ที่ดีกว่า และสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตรกับผลผลิต พบว่า ทุกลักษณะของพันธุ์และสายพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละฤดูปลูก ยกเว้นขนาดของผล ทุกลักษณะของลูกผสมดีเด่นกว่าพ่อแม่ ยกเว้นความสูง ความดีเด่นดังกล่าวเกิดจากความดีเด่นของสายพันธุ์ ความดีเด่นเฉพาะ และความดีเด่นเฉลี่ย ลูกผสมส่วนใหญ่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูงกว่าการรวมตัวเฉพาะ ยกเว้นจำนวนกิ่งแขนงที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะสูงกว่า สายพันธุ์ช่อ มข. และสายพันธุ์ 83-168 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปสูงในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ทั้งสองสายพันธุ์นี้ให้ลูกผสมที่ดีเหมาะสมสำหรับใช้เป็นพ่อแม่ในการปรับปรุงพันธุ์ ลูกผสมมีความดีเด่นกว่าพ่อแม่ในลักษณะผลผลิตต่อต้าน

Khotyleva and Polonetskaya (1985) รายงานว่า สมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ในชั่วแรกๆ เกิดจากปฏิกิริยาของยีนแบบเป็นผลบวก ในขณะที่สมรรถนะการผสมของสายพันธุ์ที่มีการพัฒนามาหลาย ๆ ชั่ว จะมีผลมาจากปฏิกิริยาของยีนแบบต่าง ๆ รวมกัน วิธีการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อใช้ในการสร้างลูกผสม โดยใช้จากสายพันธุ์ที่ผ่านการทดสอบและได้รับการคัดเลือกมาก่อนแล้ว พบว่า ค่าความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมเฉพาะ จะมีความสำคัญมากกว่าความแปรปรวนของลักษณะการผสมทั่วไป ซึ่งขั้นตอนของการสร้างลูกผสมจึงควรที่จะมีการทดสอบสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์ก่อน เมื่อได้สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกเรียบร้อยแล้ว จึงทดสอบสมรรถนะการผสมเฉพาะเพื่อหาคู่ผสมที่ดีต่อไป ทั้งนี้สมรรถนะการผสมทั่วไปเป็นการแสดงออกของปฏิกิริยาของยีนแบบเป็นผลบวก และสมรรถนะการผสมเฉพาะเป็นการแสดงปฏิกิริยาของยีนแบบไม่เป็นผลบวกซึ่งรวมไปถึงอิทธิพลของยีนแบบข่ม (dominant gene action) และปฏิกิริยาของยีนต่างตำแหน่ง (epitasis) (Rojas and Sprague, 1952)

Baker (1978) ได้เสนอว่าลูกผสมที่ดีที่สุดนั้นจะได้มาจากสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด ถ้าสมรรถนะการผสมแบบเฉพาะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าสมรรถนะการผสมแบบเฉพาะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแล้ว ลูกผสมที่ดีที่สุดจะได้จากลูกผสมที่มีสมรรถนะการผสมสูงทั้งสองแบบ และได้แสดงเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของวิธีการวิเคราะห์ diallel แบบต่างๆ ว่าสามารถใช้วิธีของ Griffing (1956) หรือวิธีของ Hayman (1954) ได้ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และวิธีการของผู้ทำการศึกษา

### การพัฒนาสายพันธุ์บัวหลวง

สายพันธุ์บัวหลวงในประเทศไทยถือว่ายังไม่มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบ เป็นเพียงแต่การเก็บเมล็ดเฉพาะแล้วทำการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีความแปลกใหม่ แต่การศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์ของบัวหลวงยังไม่มีการดำเนินการ Ke (2549) กล่าวว่าวัตถุประสงค์แรกของการปรับปรุงพันธุ์บัวหลวงสำหรับผลิตเมล็ดคือผลผลิต ซึ่งคำนวณจากจำนวนฝักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว จำนวน carpels ต่อฝัก เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดและน้ำหนักเมล็ด โดยพันธุ์บัวที่ให้ผลผลิตสูงจะต้องเก็บเกี่ยวได้ 6,000 ฝักต่อ 666.7 ตารางเมตร (8.99 ฝักต่อตารางเมตร) มี 23 carpels ต่อฝัก เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักเมล็ดมากกว่า 1.05 กรัม วิธีการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศสาธารณรัฐจีน ใช้ mass selection, cross pollination, polyploidy, haploid และ mutation ในขณะที่การปรับปรุงสายพันธุ์บัวเมล็ดนิยมใช้ cross pollination, selection หรือ mutation breeding เป็นหลัก และวิธีการที่ถือว่าการปรับปรุงสายพันธุ์บัวเมล็ดที่ได้ผลดีที่สุดของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน คือ การใช้ mutation breeding โดยการส่งเมล็ดบัวขึ้นไปอวกาศเพื่อทำการกระตุ้นการกลายพันธุ์ด้วยรังสีจากนอกโลกและนำกลับมาทำการทดสอบ พบว่า บัวหลวงที่ผ่านการกระตุ้นทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 8.5 – 90.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีได้ 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ Space No.3 และ พันธุ์ Space No.36 (Xie *et. al.*, 2551)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ต้นพันธุ์บัวหลวงจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนจำนวน 6 สายพันธุ์ คือ

1.1 สายพันธุ์ Taikong 1 (Space No. 1)

1.2 สายพันธุ์ Taikong 2 (Space No. 2)

1.3 สายพันธุ์ Taikong 3 (Space No. 3)

1.4 สายพันธุ์ Taikong 4 (Space No. 4)

1.5 สายพันธุ์ Taikong 5 (Space No. 5)

เป็นสายพันธุ์ที่พัฒนาจาก Guangchang White Lotus Research Institute ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

1.6 สายพันธุ์ Hubei

เป็นสายพันธุ์ที่พัฒนาจาก Wuhan Vegetable Research Institute ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

2. ต้นพันธุ์บัวหลวงไทย จำนวน 4 แหล่งพันธุ์ คือ

แหล่งพันธุ์พุทธรักษา (PT) รวบรวมจากแปลงปลูกของเกษตรกร อำเภอพุทธรักษา จังหวัดนครปฐม

แหล่งพันธุ์ราชินี (RN) รวบรวมจากวัดหนองบัว อ.ท่าช้าง จังหวัดเพชรบุรี

แหล่งพันธุ์สามร้อยยอด (SY) รวบรวมจากอุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม (SA) รวบรวมจากวัดศรีเอี่ยม เขตบางนา กรุงเทพฯ

3. พันธุ์เปรียบเทียบ พันธุ์ลูกผสมข้ามระหว่างบัวหลวงไทยกับบัวหลวงจีน คือ พันธุ์มิตรภาพไทยจีน

4. กระจกพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร

5. กระจกพลาสติก เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร

6. อ่างคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร

7. ดินเหนียว

8. หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) 40 วัตต์

9. Timer ยี่ห้อ PANASONIC

10. ตาข่ายพรางแสง 80 เปอร์เซนต์

11. ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16
12. ปุ๋ยคอก (มูลวัว)
13. สารกำจัดแมลง อะบาเม็คติน (abamectin 1.8% a.i.)
14. ดิจิตอล เวอร์เนีย แคลิเปอร์ (Digital Vernier Caliper) ยี่ห้อ COMECTA
15. เชือกไหมพรม
16. ถุงผ้าขาวบาง
17. ป้ายชื่อ (Tag)
18. ปากคีบ (Forceps)
19. หลอดทดลอง (Test tube)
20. ฟู่กัน
21. ไม้บรรทัด และ ไม้เมตร
22. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ PRECISA รุ่น 600C Superbal-Series
23. กล้องถ่ายรูป ยี่ห้อ SAMSUNG รุ่น DIGIMAX V.3
24. ตู้อบ (Hot air oven) ยี่ห้อ MEMMERT

### วิธีการ

**การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับของช่วงแสงที่มีผลต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของ บัวหลวงจีน**

1. นำส่วนของเหง้า ปลูกในกระถางพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร ที่บรรจุดินเหนียว 2/3 ของกระถาง รองพื้นด้วย ปุ๋ยคอก และ ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กรัม
2. ติดตั้งหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) พื้นที่ 5 x 5 เมตร จำนวน 14 หลอด ระยะห่างกัน 1 เมตร
3. เมื่อบัวมีอายุครบ 1 เดือน เริ่มให้แสงไฟฟลูออเรสเซนต์ โดยให้แสง 4 ระดับ คือ
  - 3.1 ช่วงแสงธรรมชาติ (ชุดควบคุม)
  - 3.2 ให้แสง 13 ชั่วโมง โดยเปิดไฟ 2 ช่วงเวลาดังนี้ ช่วงที่ 1 เปิด 06.00 น. ปิดเวลา 08.00 น. และช่วงที่ 2 เปิดเวลา 16.00 น. ปิดเวลา 19.00 น.

3.3 ให้แสง 15 ชั่วโมง โดยเปิดไฟ 2 ช่วงเวลาดังนี้ ช่วงที่ 1 เปิด 06.00 น. ปิด เวลา 08.00 น. และช่วงที่ 2 เปิดเวลา 16.00 น. ปิดเวลา 21.00 น.

3.4 ให้แสง 17 ชั่วโมง โดยเปิดไฟ 2 ช่วงเวลาดังนี้ ช่วงที่ 1 เปิด 06.00 น. ปิด เวลา 08.00 น. และช่วงที่ 2 เปิดเวลา 16.00 น. ปิดเวลา 23.00 น.

4. ให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กรัมต่อกระถาง ทุก 2 สัปดาห์

5. ฉีดสารกำจัดแมลง อะบาเม็คติน (abamectin 1.8% a.i.) อัตรา 10 มิลลิเมตรต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อมีการระบาดของเพลี้ยไฟ และหนอน

6. บันทึกข้อมูล

6.1 จำนวนใบตั้ง

บันทึกจำนวนใบตั้งทุกใบตลอดการทดลอง

6.2 จำนวนดอก

บันทึกจำนวนดอกเฉพาะดอกบาน

6.3 ขนาดของดอก

บันทึกเส้นผ่านศูนย์กลางดอกบานวันที่สอง วัดส่วนที่กว้างที่สุดของกลีบดอกขณะดอกบาน และความยาวดอกวัดจากส่วนฐานรองดอกจนถึงส่วนที่สูงที่สุดของดอก หน่วยเป็นเซนติเมตร

6.4 ความสูงก้านดอก

บันทึกความสูงก้านดอกจากผิวดินจนถึงส่วนของฐานรองดอก หน่วยเป็นเซนติเมตร

6.5 วันออกดอกแรก

บันทึกดอกที่บานดอกแรกหลังย้ายปลูกถึงวันที่ดอกแรกบาน

7. การประเมินสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation efficient) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS Enterprise Guide 3.0

8. วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in CRD (Split Plot in Completely Randomized Design) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น โดยกำหนดให้ main plot เป็น ช่วงแสง และ subplot เป็น พันธุ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS Enterprise Guide 3.0 เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang Test

## การทดลองที่ 2 การทดสอบลูกผสมระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์ไทยกับบัวหลวงสายพันธุ์จีนในสภาพธรรมชาติของไทย

1. ผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์พ่อซึ่งเป็นสายพันธุ์จีนจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Taikong 1, Taikong 3, Taikong 4, Taikong 5 และ Hubei และสายพันธุ์แม่ซึ่งเป็นสายพันธุ์ไทยจำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ แหล่งพันธุ์พุทธมณฑล, แหล่งพันธุ์ราชินี, แหล่งพันธุ์สามร้อยยอด และแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม ด้วยวิธีการผสมแบบพหุคูณ (Factorial cross) รวมทั้งหมด 20 คู่ผสม
2. ควบคุมดอกบัวหลวงก่อนดอกบาน 2 วัน ด้วยถุงผ้าขาวบาง
3. เมื่อดอกบานวันแรกทำการดิงเกสรเพศผู้ (emasculation) ของดอกออกเพื่อที่จะใช้สำหรับเป็นสายพันธุ์แม่ด้วยปากกิบ
4. นำละอองเกสรจากต้นที่ใช้เป็นต้นเพศผู้โดยใช้พู่กันเขี่ยลงบริเวณยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ให้ทั่วทั้งยอดเกสรเพศเมีย
5. บันทึกสายพันธุ์พ่อแม่ และวันที่ผสม ลงบนป้ายชื่อและผูกไว้ที่ก้านดอก ควบคุมดอกด้วยถุงผ้าขาวบาง เก็บเกี่ยวเมล็ดแก่ (สีดำ) ระยะเวลาประมาณ 30 วันหลังดอกบาน เพื่อนำไปปลูกทดสอบ
6. ปลูกทดสอบลูกผสม สายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และสายพันธุ์เปรียบเทียบ โดยทำการสุ่มเมล็ดจากแต่ละคู่ผสม ๆ ละ 8 เมล็ด และปลูกสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ (พันธุ์มิตรภาพไทยจีน)
7. นำเมล็ดที่สุ่มได้ตัดบริเวณส่วนปลายเมล็ด นำไปเพาะในกระถางขนาด 15 เซนติเมตร เปลี่ยนน้ำทุก 2 วันต่อครั้ง
8. เมื่อเมล็ดงอกมีใบจริง 2 – 3 ใบ หรือประมาณ 1 เดือนหลังจากเพาะเมล็ด ย้ายต้นกล้าลงปลูกในอ่างคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร อ่างละ 1 ต้น รองก้นกระถางด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กรัม ปิดทับด้วยดินเหนียว 2/3 ของกระถาง

9. ติดป้ายชื่อแต่ละกระถาง เขียนชื่อสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และลำดับต้นของลูกผสมที่  
 สุ่มมาศึกษา

10. ให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กรัมต่อกระถาง ทุก 2 สัปดาห์

11. ฉีดสารกำจัดแมลง อะบาเม็คติน (abamectin 1.8% a.i) อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร  
 เมื่อมีการระบาดของเพลี้ยไฟ และหนอน

12. บันทึกข้อมูล

12.1 จำนวนใบตั้ง

บันทึกจำนวนใบตั้งทุกใบตลอดการทดลอง

12.2 จำนวนดอก

บันทึกจำนวนดอกเฉพาะดอกบาน

12.3 ขนาดของดอก

บันทึกเส้นผ่านศูนย์กลางดอกบานวันที่สอง วัดส่วนที่กว้างที่สุดของกลีบดอกขณะดอกบาน และ  
 ความยาวดอกวัดจากส่วนฐานรองดอกจนถึงส่วนที่สูงที่สุดของดอก หน่วยเป็นเซนติเมตร

12.4 ความสูงก้านดอก

บันทึกความสูงก้านดอกจากผิวดินจนถึงส่วนของฐานรองดอก หน่วยเป็นเซนติเมตร

12.5 วันออกดอกแรก

บันทึกดอกที่บานดอกแรกหลังย้ายปลูกถึงวันที่ดอกแรกบาน

12.6 อายุเก็บเกี่ยว

บันทึกอายุเก็บเกี่ยวฝักตั้งแต่ดอกบานจนถึงระยะฝักแก่ (เมล็ดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล)

12.7 จำนวนฝัก

บันทึกฝักเฉพาะฝักที่มีการติดเมล็ด

12.8 ขนาดของฝัก

บันทึกเส้นผ่านศูนย์กลางฝัก และความยาวฝัก โดยวัดจากฐานรองดอกจนถึงส่วนที่สูงที่สุดของฝัก  
 หน่วยเป็นเซนติเมตร

## 12.9 จำนวนเมล็ด

บันทึกจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อฝัก

## 12.10 เปอร์เซนต์การติดเมล็ด

## 12.11 น้ำหนักเมล็ด

บันทึกน้ำหนักสด ทันทีหลังเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดแก่ (เมล็ดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล) และน้ำหนักแห้ง นำเมล็ดอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของเมล็ด ทั้งส่วนของเปลือก เอมบริโอ และเนื้อ หน่วยเป็นกรัม

## 12.12 ความหนาเปลือก หน่วยเป็นมิลลิเมตร

## 12.13 ขนาดเมล็ด

บันทึกความกว้างและความยาวเมล็ด ทั้งเปลือกหน่วยเป็นเซนติเมตร

13. วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) จำนวน 8 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS Enterprise Guide 3.0 เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang Test

14. การประเมินสมรรถนะการผสม ตามแบบ North Carolina Design II (Comstock and Robinson, 1948)

## 14.1 สมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability, GCA) ของสายพันธุ์ไทย

$$g_a = \frac{X_{i..}}{m \times r} - \frac{X_{..}}{m \times f \times r}$$

เมื่อ ;

$g_a$  = สมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA)

$X_{i.}$  = ผลรวมของลูกผสมทั้งหมดที่มีสายพันธุ์ไทยพันธุ์  $i$  เป็นสายพันธุ์แม่ (grand total value of all the cross involved  $i$ -female)

$f$  = จำนวนสายพันธุ์ไทย (no. of lines)

$m$  = จำนวนสายพันธุ์จีน (no. of testers)

$r$  = จำนวนซ้ำ (no. of replications)

$X_{..}$  = ผลรวมของลูกผสมทั้งหมด (grand total value of all the cross)

#### 14.2 สมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์จีน

$$g_b = \frac{X_{i..}}{f \times r} - \frac{X_{..}}{m \times f \times r}$$

เมื่อ

- $g_a$  = สมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA)  
 $X_{i..}$  = ผลรวมของลูกผสมทั้งหมดที่มีสายพันธุ์จีนพันธุ์  $i$  เป็นสายพันธุ์พ่อ  
 (grand total value of all the cross involved i-male)  
 $f$  = จำนวนสายพันธุ์ไทย (no. of lines)  
 $m$  = จำนวนสายพันธุ์จีน (no. of testers)  
 $r$  = จำนวนซ้ำ (no. of replication)  
 $X_{..}$  = ผลรวมของลูกผสมทั้งหมด (grand total value of all the cross)

#### 14.3 สมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability, SCA) ของลูกผสม

$$SCA = \frac{X_{ij.}}{r} - \frac{X_{i..}}{m \times r} - \frac{X_{.j.}}{f \times r} + \frac{X_{...}}{m \times f \times r}$$

เมื่อ

- $X_{i..}$  = ผลรวมของลูกผสมทั้งหมดที่มีสายพันธุ์ไทยพันธุ์  $i$  เป็นสายพันธุ์แม่  
 (grand total value of all the cross involved i-female parent)  
 $X_{.j.}$  = ผลรวมของลูกผสมทั้งหมดที่มีสายพันธุ์จีนพันธุ์  $j$  เป็นสายพันธุ์พ่อ  
 (grand total value of all the cross involved j-male parent)  
 $X_{ij.}$  = ผลรวมของลูกผสมระหว่างพันธุ์  $i$  และพันธุ์  $j$  ทั้งหมด (grand total value of a cross between i-female parent and j-male parent)  
 $f$  = จำนวนสายพันธุ์ไทย (no. of lines)  
 $m$  = จำนวนสายพันธุ์จีน (no. of testers)  
 $r$  = จำนวนซ้ำ (no. of replication)  
 $X_{...}$  = ผลรวมของลูกผสมทั้งหมด (grand total value of all the cross)

14.4 ค่าความคลาดเคลื่อน (standard error) ของ GCA (SE) ของสายพันธุ์ คำนวณดังนี้

$$\text{SE (GCA for lines)} = \sqrt{\text{MSE} / r \times m} \quad \text{สำหรับสายพันธุ์ไทย}$$

$$\text{SE (GCA for testers)} = \sqrt{\text{MSE} / r \times f} \quad \text{สำหรับสายพันธุ์จีน}$$

15. การประเมินสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation efficient) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป  
SAS Enterprise Guide 3.0

16. การประเมินความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) คำนวณดังนี้

$$\text{heterosis} = \frac{F_1 - \text{mid-parent}}{\text{mid-parent}} \times 100$$

เมื่อ

$F_1$  = ค่าเฉลี่ยของลูกผสม (mean value of  $F_1$  hybrids)

mid-parent = ค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ (mean mid-parent value)

17. วิเคราะห์สมการถดถอยแบบง่าย (simple regression)

## สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

เริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552

โดยแบ่งเป็น

1. การขยายเมล็ดพันธุ์และการสร้างลูกผสม เริ่มดำเนินการทดลองเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึง เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2551
2. การทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 เริ่มดำเนินการทดลองเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 ถึง เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2552

สถานที่ดำเนินการทดลอง

ทำการทดลองที่เรือนเพาะชำ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ธนาคารพันธุกรรมบัว โรงเรือนพัฒนาพันธุ์บัวประดับ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขต บางพระ จังหวัดชลบุรี

## ผลและวิจารณ์

### ผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อชักนำการออกดอกของบัวหลวงจีน และทำการผสมข้ามระหว่างบัวหลวงจีนกับบัวหลวงไทย เพื่อสร้างสายพันธุ์บัวหลวงที่สามารถออกดอกและให้ผลผลิตดีในสภาพธรรมชาติของประเทศไทย โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับของช่วงแสงที่มีผลต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของบัวหลวงจีน และการทดลองที่ 2 การผสมข้ามระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์ไทยกับบัวหลวงสายพันธุ์จีน และปลูกทดสอบลูกผสมพันธุ์ไทยผสมจีนในสภาพช่วงแสงธรรมชาติของประเทศไทย ได้ผลการทดลองดังนี้

#### การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับของช่วงแสงที่มีผลต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของบัวหลวงจีน

การทดลองระดับของช่วงแสงที่มีผลต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของบัวหลวงจีน จำนวน 6 สายพันธุ์ โดยให้ช่วงแสง 4 ระดับ คือ 1) ช่วงแสงธรรมชาติ (control, ภาพที่ 1) 2) ให้แสง 13 ชั่วโมงต่อวัน 3) ให้แสง 15 ชั่วโมงต่อวัน และ 4) ให้แสง 17 ชั่วโมงต่อวัน ได้ข้อมูลการทดลองดังนี้

#### จำนวนดอก

ผลการศึกษาอิทธิพลของช่วงแสงที่มีผลต่อการออกดอกบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อให้แสง 4 ระดับ พบว่า เมื่อให้แสงเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการออกดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนเพิ่มขึ้น คือ เมื่อบัวหลวงสายพันธุ์จีนทั้ง 6 สายพันธุ์ ไม่ได้รับการเพิ่มช่วงแสง (ได้รับช่วงแสงธรรมชาติ) จะไม่สามารถออกดอกได้ แต่เมื่อให้ช่วงแสง 13, 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน (ตารางที่ 1) สามารถชักนำการออกดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนได้ โดยจำนวนดอกของบัวหลวง 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำการออกดอกด้วยช่วงแสงมีจำนวนดอกเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยที่สายพันธุ์ Hubei มีจำนวนดอกเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือพันธุ์ Taikong 3, พันธุ์ Taikong 4, พันธุ์ Taikong 1, พันธุ์ Taikong 5 และ พันธุ์ Taikong 2 ช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการชักนำการออกดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ คือ การให้ช่วงแสง 15 ชั่วโมงต่อวัน ถึงแม้ว่าจำนวนดอกจะมีจำนวนดอกเฉลี่ยน้อยกว่าการให้ช่วงแสง 17 ชั่วโมงต่อวัน แต่การให้ช่วงแสง 17 ชั่วโมงต่อวันไม่สามารถชักนำการ

ออกดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนได้ครบทั้ง 6 สายพันธุ์

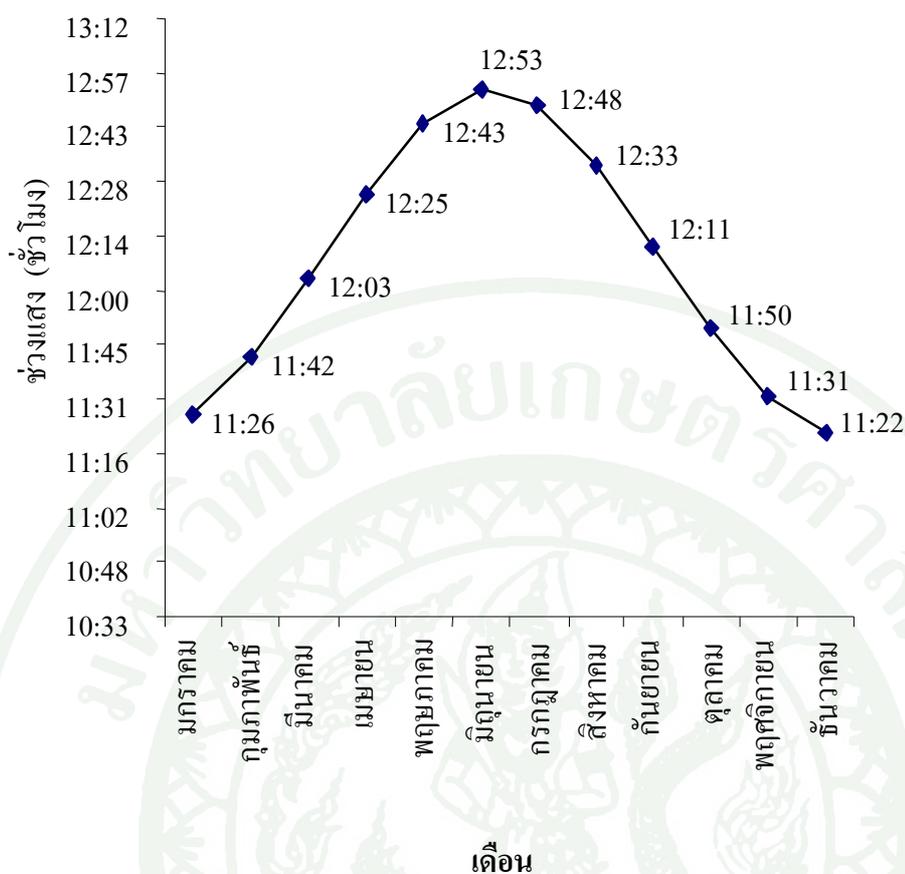
ทั้งนี้หากพิจารณาบัวหลวงสายพันธุ์จีนแต่ละสายพันธุ์ที่ตอบสนองต่อช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นพบว่าบัวหลวงสายพันธุ์จีน พันธุ์ Taikong 3 สามารถออกดอกได้ในช่วงแสงที่สั้นที่สุดคือ 13 ชั่วโมงต่อวัน และจำนวนดอกจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับช่วงแสงเพิ่มขึ้นจาก 13, 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน บัวหลวงสายพันธุ์ Taikong 1 และ พันธุ์ Taikong 2 สามารถออกดอกได้เมื่อได้รับช่วงแสง 15 ชั่วโมงต่อวัน และจำนวนดอกจะลดน้อยลงเมื่อได้รับช่วงแสง 17 ชั่วโมงต่อวัน และบัวหลวงพันธุ์ Taikong 4, พันธุ์ Taikong 5 และ พันธุ์ Hubei มีการตอบสนองต่อช่วงแสงที่แตกต่างจากบัวหลวงสายพันธุ์ Taikong 1 และ พันธุ์ Taikong 2 คือเมื่อได้รับช่วงแสงเพิ่มมากขึ้นการออกดอกสามารถออกดอกได้เพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มช่วงแสงมากขึ้นเกิน 15 ชั่วโมงต่อวัน ช่วยส่งเสริมการออกดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนทั้ง 3 สายพันธุ์ (พันธุ์ Taikong 4, พันธุ์ Taikong 5 และพันธุ์ Hubei)

**ตารางที่ 1** การเพิ่มขึ้นของจำนวนดอกบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน

Photoperiod	Line						average
	Taikong 1	Taikong 2	Taikong 3	Taikong 4	Taikong 5	Hubei	
Control	-	-	-	-	-	-	-
13 hours	-	-	-	-	-	-	0.04±0.1b
15 hours	0.75±0.9	0.50±1.0	0.50±0.6	1.00±1.2	0.25±0.5	2.25±1.7	0.88±0.4a
17 hours	0.50±0.6	-	2.25±1.9	1.75±1.3	0.25±0.5	2.50±0.4	1.21±0.8a
average	0.31±0.6b	0.13±0.5b	0.75±1.3ab	0.69±1.1ab	0.14±0.3b	1.19±1.8a	0.54
F-test (main plot - photoperiod)	p<0.01,4						
F-test (subplot - line)	p<0.01,6						
CV % (main plot photoperiod)	218.49						
CV % (subplot - line)	161.78						

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในแถวหรือคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

(-) = ไม่ออกดอก



ภาพที่ 1 ช่วงแสงแต่ละเดือน ณ สถานีเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี พ.ศ. 2552

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2552)

### จำนวนใบต้ง

จำนวนใบต้ง (ตารางที่ 2) ของบัวหลวงจีนจำนวน 6 สายพันธุ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของช่วงแสง แต่พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพันธุ์ Taikong 4 มีจำนวนใบต้งมากที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์ Taikong 5 และจำนวนใบต้งน้อยที่สุดคือ พันธุ์ Taikong 2 เมื่อพิจารณาอิทธิพลของช่วงแสงที่มีต่อจำนวนใบต้งพบว่า อิทธิพลของช่วงแสงเมื่อเพิ่มระดับของช่วงแสงเพิ่มมากขึ้นจาก ช่วงแสงธรรมชาติ 13 ชั่วโมงต่อวัน 15 ชั่วโมงต่อวัน จนถึง 17 ชั่วโมงต่อวัน จำนวนใบต้งของบัวหลวง 6 สายพันธุ์ มีการตอบสนองในทางบวก คือ เมื่อช่วงแสงเพิ่มขึ้นจำนวนใบต้งมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามระดับของช่วงแสง แต่เมื่อแยกพิจารณาแต่ละสายพันธุ์พบว่าจำนวนใบต้งในบางสายพันธุ์ไม่ได้มีจำนวนใบสูงขึ้นเมื่อเพิ่มช่วงแสงสูงขึ้น เช่น พันธุ์ Taikong 2,

Taikong 3 และ Taikong 4 โดยพันธุ์ Taikong 1, Taikong 2, Taikong 3, Taikong 4, Taikong 5 และ Hubei ให้จำนวนใบต้งสูงสุดเมื่อให้ช่วงแสง 17, 15, control, 13, 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ



**ตารางที่ 2** การเพิ่มขึ้นของจำนวนใบต้งต่อต้นบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน

Photoperiod	Line						Hubei	average
	Taikong 1	Taikong 2	Taikong 3	Taikong 4	Taikong 5			
Control	12.00±9.9	7.25±4.8	38.25±49.9	22.75±9.6	26.75±13.8	20.00±8.6	21.17±12.6	
13 hours	11.00±3.5	23.00±5.9	23.75±5.2	41.25±18.8	32.00±9.7	16.75±11.7	24.63±6.0	
15 hours	22.50±10.2	29.50±9.3	20.75±8.5	41.50±10.7	35.75±14.0	22.75±13.5	28.79±3.7	
17 hours	34.25±10.0	19.25±11.7	26.75±16.4	41.00±16.7	37.75±5.6	31.75±11.5	31.79±5.1	
average	19.94±12.6c	19.75±11.2c	27.38±24.9abc	36.63±15.4a	33.06±11.0ab	22.81±11.8bc	26.59	
F-test (main plot - photoperiod)	ns							
F-test (subplot - line)	p<0.01,6							
CV % (main plot - photoperiod)	56.70							
CV % (subplot - line)	56.66							

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

## ขนาดดอก

บัวหลวงสายพันธุ์จีนมีเส้นผ่านศูนย์กลางดอกและความยาวกลีบดอกเฉลี่ยสูงสุดคือ พันธุ์ Taikong 3 เส้นผ่านศูนย์กลางดอกและความยาวกลีบดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนทั้ง 6 สายพันธุ์มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน คือ พันธุ์ Taikong 1, Taikong 2, Taikong 5 และ Hubei มีเส้นผ่านศูนย์กลางดอกและความยาวกลีบดอกสูงที่สุดเมื่อได้รับแสง 15 ชั่วโมงต่อวัน และขนาดจะลดลงเมื่อได้รับช่วงแสงเกิน 15 ชั่วโมงต่อวัน คือ เมื่อได้รับแสง 17 ชั่วโมงต่อวัน (ตารางที่ 3, 4 และภาพที่ 2) เส้นผ่านศูนย์กลางดอกและความยาวกลีบดอกลดลง แสดงให้เห็นว่าบัวหลวงสายพันธุ์จีนพันธุ์ Taikong 1, Taikong 2, Taikong 5 และ Hubei เมื่อได้รับช่วงแสงต่อวันมากกว่า 15 ชั่วโมงต่อวันจะมีผลทำให้ขนาดดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนทั้ง 4 สายพันธุ์มีขนาดเล็กลง ในขณะที่บัวหลวงพันธุ์ Taikong 3 และ Taikong 4 มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน คือเมื่อได้รับช่วงแสงเพิ่มมากขึ้นเส้นผ่านศูนย์กลางดอกและความยาวกลีบดอกจะมีขนาดเพิ่มขึ้น

**ตารางที่ 3** การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน

Photoperiod	Line						average
	Taikong 1	Taikong 2	Taikong 3	Taikong 4	Taikong 5	Hubei	
Control	-	-	-	-	-	-	-
13 hours	-	-	4.25±8.5	-	-	-	0.71±1.4b
15 hours	6.88±8.0	2.88±5.8	8.13±9.4	6.90±8.0	2.88±5.8	10.97±7.3	6.44±3.0a
17 hours	3.00±6.0	-	15.72±0.5	10.58±7.1	2.88±5.8	10.01±6.7	7.0±1.9a
average	2.47±5.3bc	0.72±2.9c	7.02±8.2a	4.37±6.7abc	1.44±3.9c	5.25±7.0ab	3.54
F-test (main plot - photoperiod)	p<0.01,4						
F-test (subplot - line)	p<0.01,6						
CV % (main plot - photoperiod)	164.32						
CV % (subplot - line)	138.43						

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในแถวหรือคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

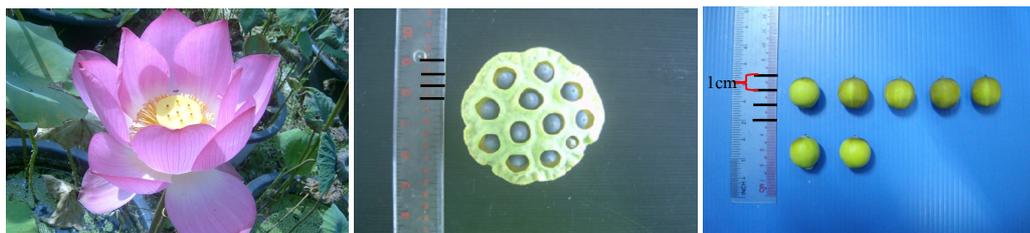
(-) = ไม่ออกดอก

**ตารางที่ 4** การเปลี่ยนแปลงของความยาวกลีบดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน

Photoperiod	Line					Hubei	เฉลี่ย
	Taikong 1	Taikong 2	Taikong 3	Taikong 4	Taikong 5		
Control	-	-	-	-	-	-	-
13 hours	-	-	2.25±4.5	-	-	-	0.38±0.8b
15 hours	4.38±5.1	2.13±4.3	5.00±5.8	3.94±4.5	2.38±4.8	6.14±4.2	3.99±2.0a
17 hours	1.88±3.8	-	8.42±0.9	6.28±4.2	1.88±3.8	5.36±3.6	3.97±1.0a
average	1.56±3.4b	0.53±2.1b	3.93±4.6a	2.56±3.9ab	1.06±2.9b	2.87±3.9ab	2.08
F-test (main plot - photoperiod)	p<0.01,4						
F-test (subplot - line)	p<0.05,6						
CV % (main plot - photoperiod)	148.65						
CV % (subplot - line)	145.54						

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในแถวหรือคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

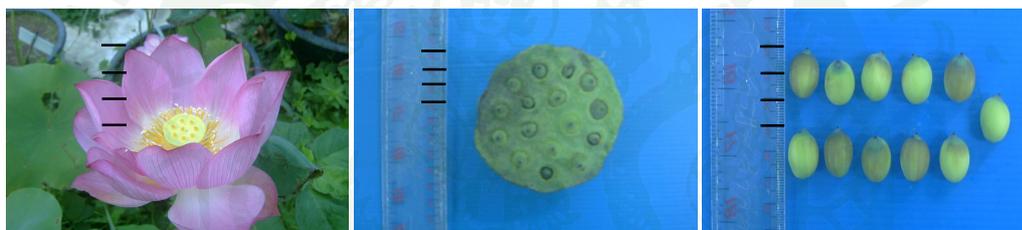
(-) = ไม่ออกดอก



Taikong 1



Taikong 2



Taikong 3



Taikong 4



Taikong 5

ภาพที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะของดอก ผล เมล็ด ของบัวหลวงสายพันธุ์จีนและสายพันธุ์ไทย



Hubei



พุทธมณฑล



ศรีเอี่ยม



สามร้อยยอด



ราชินี

ภาพที่ 2 (ต่อ)

## ความสูงก้านดอก

ความสูงก้านดอกของบัวหลวงสายพันธุ์ที่มีความสูงก้านดอกมากที่สุด คือพันธุ์ Hubei รองลงมาคือพันธุ์ Taikong 4 สายพันธุ์ที่มีความสูงก้านดอกน้อยที่สุดคือ พันธุ์ Taikong 2 โดยเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าความสูงก้านดอกของทุกสายพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และมีความแตกต่างกันทางสถิติของช่วงแสง โดยเมื่อให้ช่วงแสง 15 ชั่วโมงต่อวัน มีความยาวของก้านดอกสูงสุด ความสูงก้านดอกมีลักษณะการตอบสนองต่อช่วงแสงคล้ายกับขนาดของดอก คือ พันธุ์ Taikong 1, Taikong 2, Taikong 5 และ Hubei เมื่อได้รับช่วงแสงต่อวันเพิ่มขึ้นมากกว่า 15 ชั่วโมงต่อวันจะมีผลทำให้ความสูงก้านดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 4 สายพันธุ์สั้นลง ในขณะที่บัวหลวงพันธุ์ Taikong 3 และ Taikong 4 มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน คือเมื่อได้รับช่วงแสงเพิ่มมากขึ้นความสูงก้านดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนมีขนาดเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 5)

## วันออกดอกแรก

วันออกดอกแรกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับช่วงแสงที่แตกต่างกัน 4 ระดับ พบว่า วันออกดอกแรกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนแต่ละสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่พันธุ์ Taikong 4 และ Taikong 5 เมื่อได้รับช่วงแสง 15 ชั่วโมงต่อวัน มีวันออกดอกแรกน้อยที่สุดเท่ากับ 21 วัน คือ หลังจากได้รับช่วงแสงเพื่อชักนำการออกดอกเป็นเวลา 21 วัน ติดต่อกัน บัวหลวงสายพันธุ์จีนทั้ง 2 สายพันธุ์สามารถออกดอกได้ ในขณะที่พันธุ์ Taikong 3 ที่ระดับช่วงแสง 17 ชั่วโมงต่อวัน มีวันออกดอกแรกช้าสุด ทั้งนี้บัวหลวงสายพันธุ์จีน ทั้ง 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับช่วงแสงเพิ่มขึ้นมากกว่า 15 ชั่วโมงต่อวัน มีผลต่อวันออกดอกช้าออกไป ยกเว้นพันธุ์ Taikong 2 ไม่ออกดอก (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 5** การเปลี่ยนแปลงความสูงก้านดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน

Photoperiod	Line						average
	Taikong 1	Taikong 2	Taikong 3	Taikong 4	Taikong 5	Hubei	
Control	-	-	-	-	-	-	-
13 hours	-	-	18.75±37.5	-	-	-	3.13±6.3b
15 hours	33.44±38.6	19.00±38	45.13±52.2	36.31±41.9	19.25±38.5	46.21±32.3	36.24±14.9a
17 hours	14.25±28.5	-	70.84±16.1	49.46±33.4	14.75±29.5	41.15±28.5	31.74±5.4a
average	11.92±25.7b	4.75±19b	33.68±40.5a	21.44±33.0ab	9.71±23.5b	21.84±29.7ab	17.38
F-test (main plot - photoperiod)	p<0.01,4						
F-test (subplot - line)	p<0.05,6						
CV % (main plot - photoperiod)	144.01						
CV % (subplot - line)	149.33						

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในแถวหรือคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

(-) = ไม่ออกดอก

**ตารางที่ 6** การเปลี่ยนแปลงของวันออกดอกแรกของบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน

Photoperiod	Line						average
	Taikong 1	Taikong 2	Taikong 3	Taikong 4	Taikong 5	Hubei	
Control	-	-	-	-	-	-	-
13 hours	-	-	26.00±52.0	-	-	-	4.33±8.7b
15 hours	41.00±47.6	23.50±47	48.25±55.8	21.00±42.0	21.00±42.0	50.00±39.9	34.13±16.3a
17 hours	47.50±54.9	-	66.75±48.8	65.50±44.8	22.25±44.5	56.25±40.7	43.04±15.0a
average	22.13±39.8	5.88±23.5	35.25±48.0	21.63±38.9	10.81±29.6	26.56±37.5	20.38
F-test (main plot - photoperiod)	p<0.01,4						
F-test (subplot - line)	ns						
CV % (main plot - photoperiod)	134.15						
CV % (subplot - line)	163.10						

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

(-) = ไม่ออกดอก

### ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะช่วงแสงกับจำนวนใบมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด ( $0.892^{ns}$ ) และจากการประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะต่าง พบว่า ทุกลักษณะมีความสัมพันธ์กับช่วงแสงในทางบวก กล่าวคือ เมื่อเพิ่มช่วงแสงจะส่งผลให้จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวดอก ความสูงก้านดอก จำนวนดอก และ วันออกดอกแรก เพิ่มสูงขึ้น แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของลักษณะต่างๆเมื่อช่วงแสงเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

### การวิเคราะห์ความถดถอย

สมการความถดถอย ของลักษณะจำนวนใบต่อจำนวนดอก มีดังนี้  $Y = -2.783 + 0.125x$  ( $r=0.96, p<0.04$ ) กล่าวคือ เมื่อให้ช่วงแสง 13, 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน เฉลี่ยแล้ว เมื่อมีจำนวนใบ (X) 22.3 ใบ จะมีจำนวนดอก (Y) 1 ดอก การวิเคราะห์ความถดถอยแบบง่าย (simple regression) ของจำนวนดอก มีอิทธิพลต่อจำนวนใบ 92 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลืออีก 8 เปอร์เซ็นต์ เป็นอิทธิพลของลักษณะอื่นที่ไม่ได้นำมาพิจารณา (coefficient of determination,  $r^2=0.92$ )

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ของบัวหลวงสายพันธุ์จีนกับความยาวของช่วงแสงที่เพิ่มขึ้น

Trait	Photoperiod
Leaf number	0.892 <sup>ns</sup>
Flower diameter	0.772 <sup>ns</sup>
Flower length	0.762 <sup>ns</sup>
Peduncle height	0.758 <sup>ns</sup>
Flower number	0.739 <sup>ns</sup>
First blooming	0.777 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (nonsignificant)

## การทดลองที่ 2 การทดสอบลูกผสมระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์ไทยกับบัวหลวงสายพันธุ์จีนในสภาพธรรมชาติของไทย

การทดสอบลูกผสมระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์ไทยกับบัวหลวงสายพันธุ์จีน โดยทำการผสมข้ามระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์ไทย (สายพันธุ์แม่) จำนวน 4 สายพันธุ์ และ บัวหลวงสายพันธุ์จีน (สายพันธุ์พ่อ) จำนวน 5 สายพันธุ์ ผสมแบบพหุคูณระหว่างกลุ่ม (Factorial cross) รวมทั้งสิ้น 20 คู่ผสม (ภาพที่ 2) ได้ผลการทดลองดังนี้

### จำนวนใบตั้ง

ผลการทดลอง พบว่าจำนวนใบตั้งของลูกผสมและพันธุ์เปรียบเทียบ (พันธุ์มิตรภาพไทยจีน) มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8) โดยลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบตั้งตลอดการทดลองสูงสุด (180.50 ใบ) และลูกผสมที่มีจำนวนใบน้อยสุด คือ ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Hubei มีจำนวนใบน้อยสุด (35.60 ใบ) ทั้งนี้เมื่อแยกเปรียบเทียบจำนวนใบตั้งเฉพาะสายพันธุ์แม่ และสายพันธุ์พ่อพบว่า แหล่งพันธุ์ราชินี และพันธุ์ Taikong 5 มีจำนวนใบตั้งสูงสุด (105.88 และ 36.63 ใบ) ตามลำดับ สำหรับพันธุ์มิตรภาพไทยจีนมีจำนวนใบตั้ง 122.75 ใบ สูงกว่าสายพันธุ์ไทยและสายพันธุ์จีน แต่ยังไม่ต่ำกว่าลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 (ตารางที่ 8)

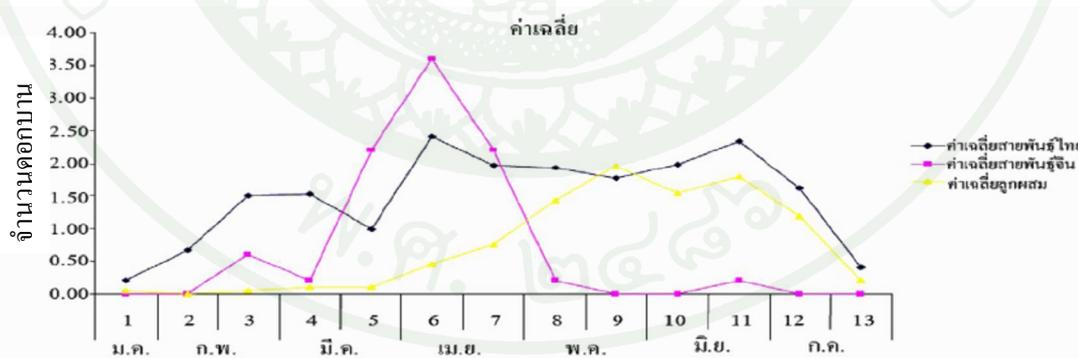
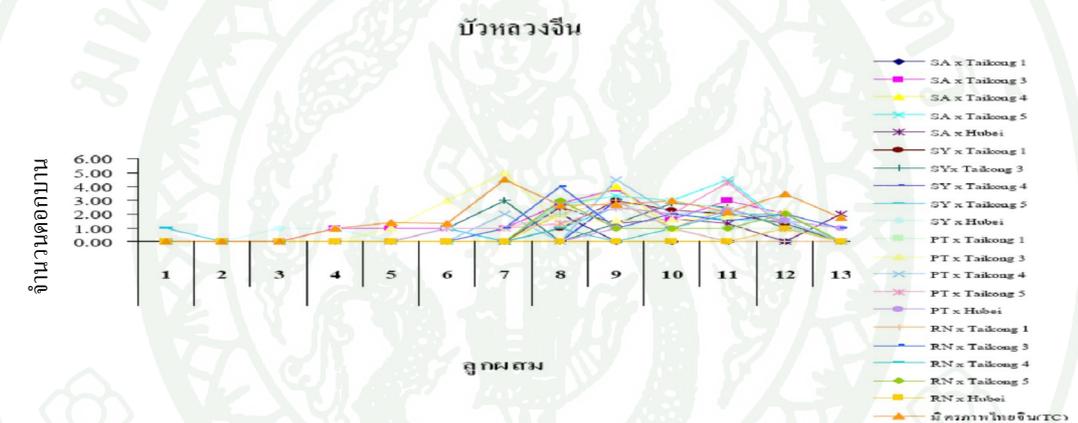
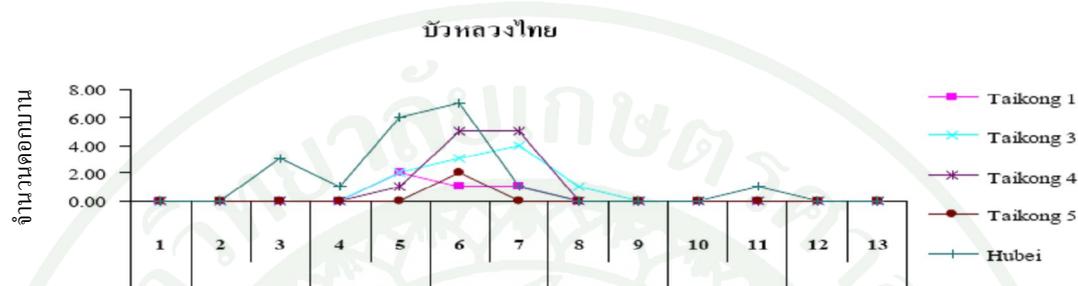
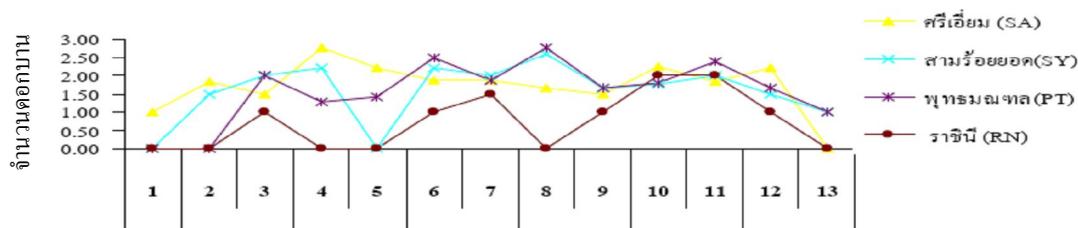
### จำนวนดอก

จำนวนดอกจากการปลูกทดสอบครั้งนี้พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งสายพันธุ์แม่ สายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์เปรียบเทียบ และสายพันธุ์ลูกผสม โดยพันธุ์มิตรภาพไทยจีน (สายพันธุ์เปรียบเทียบ) มีจำนวนดอกเฉลี่ยสูงกว่าในพันธุ์ลูกผสมทั้ง 20 คู่ผสม ซึ่งมีจำนวนดอก 18.25 ดอก รองลงมาคือ แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม 15.63 ดอก

ลูกผสมบัวหลวงระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์ไทยกับบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อผสมข้ามลูกผสมที่ได้สามารถออกดอกได้ในสภาพธรรมชาติของไทย ซึ่งมีช่วงแสงตลอดทั้งปีอยู่ระหว่าง 11.22 – 12.53 ชั่วโมงต่อวัน ทำการปลูกทดสอบลูกผสมจำนวนทั้งสิ้น 20 คู่ผสม ซึ่งลูกผสมแต่ละคู่ผสมมีอัตราการออกดอกที่แตกต่างกัน โดยลูกผสมที่มีจำนวนดอกมากที่สุดมีจำนวนดอก 12 ดอก คือ ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 3 รองลงมาคือ ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์

สามร้อยยอดกับพันธุ์ Hubei มีจำนวนดอก 8.50 ดอก โดยที่พันธุ์ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Hubei มีจำนวนดอกน้อยสุด (1 ดอก) แต่จากการปลูกทดสอบเปรียบเทียบครั้งนี้ พบว่าลูกผสมที่ได้มีการแสดงออกของลูกผสมทางด้านการออกดอกยังไม่มีควมดีเด่นกว่าสายพันธุ์แม่ คือจำนวนดอกที่ออกเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์แม่จำนวนดอกของลูกผสมที่ได้ยังมีจำนวนที่น้อยกว่า แต่มีจำนวนดอกสูงกว่าสายพันธุ์พ่อ (ตารางที่ 8)

จำนวนดอกของบัวหลวงลูกผสม สายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และสายพันธุ์เปรียบเทียบ ตั้งแต่เริ่มการทดลองเมื่อแบ่งเป็นช่วงๆ ละ 15 วัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 13 ช่วง เพื่อดูช่วงการออกดอกและจำนวนดอกของบัวหลวงลูกผสม สายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และสายพันธุ์เปรียบเทียบ สามารถสรุปได้ดังนี้ ค่าเฉลี่ยจำนวนดอกของบัวหลวงสายพันธุ์ไทยจะมีจำนวนดอกสูงสุด 2 ช่วง คือ ในช่วงที่ 6 (เดือนเมษายน) ยกเว้นพันธุ์ศรีเยี่ยม และช่วงที่ 11 (เดือนมิถุนายน) (ภาพที่ 3) ลักษณะการออกดอกของบัวหลวงสายพันธุ์ไทยมีช่วงของการออกดอกได้ในหลายช่วงซึ่งเมื่อจำนวนดอกออกสูงสุดในช่วงนั้นๆ แล้วสามารถออกดอกได้สูงเช่นเดียวกันในช่วงถัดไปแต่จะมีระยะห่างกันพอสมควร และระหว่างที่จะมีจำนวนดอกออกจำนวนมากก็ยังคงมีการออกดอกได้บ้างจะไม่ทิ้งช่วงหรือหยุดออกดอก ทั้งนี้ต่างจากบัวหลวงสายพันธุ์จีนจะมีช่วงการออกดอกจำนวนมากได้เพียงช่วงเดียวคือ ช่วงที่ 6 (เดือนเมษายน) ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับบัวหลวงสายพันธุ์ไทยที่มีจำนวนดอกเฉลี่ยสูงสุด แต่จะไม่มีการออกดอกที่สูงอีกในช่วงถัดไป ทั้งนี้อาจจะมีการออกดอกได้บ้าง บัวหลวงสายพันธุ์จีนอาจมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพักตัวสะสมอาหารที่มีช่วงระยะเวลานานกว่าบัวหลวงสายพันธุ์ไทยหรืออาจจะต้องได้รับการกระตุ้นให้มีการหยุดการพักตัวจึงจะสามารถเจริญเติบโตและออกดอกได้ สำหรับบัวหลวงลูกผสมมีช่วงการออกดอกสูงได้ 2 ช่วง เช่นเดียวกับกับบัวหลวงสายพันธุ์ไทยได้ซึ่งถือว่าเป็นข้อดี แต่จะมีช่วงการออกดอกที่แตกต่างจากบัวหลวงสายพันธุ์ไทยและสายพันธุ์จีน คือ ช่วงการออกดอกสูงช่วงแรกจะอยู่ในช่วงที่ 9 (เดือนพฤษภาคม) และช่วงที่ 11 (เดือนมิถุนายน) ซึ่งช่วงการออกดอกในช่วงที่ 2 จะเป็นช่วงเดียวกันกับบัวหลวงสายพันธุ์ไทย บัวหลวงลูกผสมบางกลุ่มผสมมีการออกดอกได้ทีก่อนข้างเร็วสามารถออกดอกได้ตั้งแต่ช่วงที่ 1 (เดือนมกราคม) โดยภาพรวมของบัวหลวงลูกผสมมีความสามารถออกดอกได้เกือบทุกช่วงแต่อาจจะมีจำนวนดอกมากน้อยแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้หากพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์โดยพิจารณาทางเขตรกรรมอาจพิจารณาได้เป็น 2 กรณี คือ กรณีแรกคัดเลือกลูกผสมที่มีการออกดอกเป็นชุดเพื่อสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต ผลผลิตที่ออกมีอายุที่ใกล้เคียงกันสะดวกต่อการปฏิบัติงาน หรือกรณีที่สองคัดเลือกลูกผสมที่สามารถออกดอกได้ระยะเวลานานและออกดอกได้ตลอดเพื่อลดการปฏิบัติงานในการเตรียมแปลงปลูก แต่ทั้ง 2 กรณีจะต้องคำนึงถึงปริมาณผลผลิตรวมที่ได้เพื่อให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด ซึ่งบัวหลวงลูกผสมแต่ละกลุ่มผสมมีให้เลือกได้ทั้งสองแบบ (ภาพที่ 3,4)



เดือน (2 สัปดาห์ / ช่วง)

ภาพที่ 3 ช่วงการออกดอกของบัวหลวงลูกผสมที่ได้รับอิทธิพลจากสายพันธุ์ไทยเมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ (ภาพบนช่วงการออกดอกของสายพันธุ์ไทย, ภาพกลางช่วงการออกดอกของสายพันธุ์จีน, ภาพล่างช่วงการออกดอกของลูกผสม และภาพค่าเฉลี่ยช่วงการออกดอกสายพันธุ์ไทย สายพันธุ์จีน และลูกผสม)

**ตารางที่ 8** ความแตกต่างของจำนวนใบ จำนวนดอก เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวกลีบดอก ความสูงก้านดอก และวันออกดอกแรกต่อต้านของบัวหลวงลูกผสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ

Line / hybrid <sup>1/</sup>	Leaf number (no.)	Flower number (no.)	Flower diameter (cm)	Flower length (cm)	Peduncle height (cm)	First blooming date (d)
SA	38.75 hi	<b>15.63</b> a	18.83 c-f	11.04 c-f	60.85 def	98.50 ghi
SY	98.86 efg	13.57 ab	21.46 bcd	13.46 abc	83.09 a-f	118.43 f-i
RN	<b>105.88</b> efg	3.40 d	<b>25.03</b> a	<b>14.82</b> a	<b>104.70</b> a	<b>170.60</b> b-f
PT	36.38 hi	14.13 ab	19.18 cde	11.28 b-f	71.94 b-f	118.88 f-i
Taikong 1	19.94 i	1.00 d	13.17 hi	8.33 fg	63.58 c-f	88.50 hi
Taikong 3	19.75 i	3.00 d	<b>15.60</b> fgh	<b>8.77</b> d-g	<b>74.34</b> a-f	<b>94.00</b> hi
Taikong 4	27.38 i	3.67 d	14.17 ghi	8.18 fg	68.96 b-f	90.00 hi
Taikong 5	<b>36.63</b> hi	2.00 d	11.50 i	8.50 efg	68.00 b-f	86.50 hi
Hubei	33.06 hi	<b>4.75</b> d	14.12 ghi	7.82 g	56.87 ef	70.83 i
SA x Taikong 1	159.75 abc	2.00 d	14.50 ghi	8.75 d-g	52.50 f	181.50 b-e
SA x Taikong 3	141.00 a-e	<b>12.00</b> abc	20.54 bcd	12.71 abc	92.43 abc	156.83 def
SA x Taikong 4	132.75 a-e	4.60 d	19.04 c-f	10.78 c-g	80.85 a-f	196.60 bcd
SA x Taikong 5	158.75 a-d	8.25 bcd	17.03 efg	10.45 c-g	77.43 a-f	195.00 bcd
SA x Hubei	121.25 b-f	3.83 d	16.58 efg	10.81 c-g	71.39 b-f	200.50 a-d
SY x Taikong 1	66.16 ghi	5.29 cd	21.14 bcd	13.63 abc	97.68 ab	<b>219.43</b> abc
SY x Taikong 3	125.00 b-f	6.20 cd	23.70 ab	14.29 ab	88.62 a-d	190.60 b-e
SY x Taikong 4	<b>180.50</b> a	4.00 d	<b>23.75</b> ab	<b>15.00</b> a	81.50 a-f	223.00 ab
SY x Taikong 5	159.25 abc	3.67 d	23.20 ab	14.44 ab	86.17 a-e	179.67 b-e
SY x Hubei	140.88 a-e	8.50 bcd	20.63 bcd	13.11 abc	75.91 a-f	163.25 c-f
PT x Taikong 1	164.00 ab	1.67 d	22.17 abc	13.17 abc	<b>98.83</b> ab	249.50 a
PT x Taikong 3	121.63 b-f	7.29 bcd	21.13 bcd	11.81 a-d	89.60 a-d	176.17 b-e
PT x Taikong 4	162.00 ab	5.17 cd	18.47 def	13.49 abc	95.23 ab	167.67 b-f
PT x Taikong 5	80.13 fgh	7.20 bcd	18.78 c-f	12.10 abc	74.79 a-f	202.80 a-d
PT x Hubei	143.63 a-de	3.71 d	18.74 c-f	10.62 c-g	79.89 a-f	191.86 b-e
RN x Taikong 1	120.57 b-f	8.00 bcd	22.14 abc	11.50 b-e	84.43 a-e	172.00 b-f

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Line / hybrid <sup>1/</sup>	Leaf number (no.)	Flower number (no.)	Flower diameter (cm)	Flower length (cm.)	Peduncle height (cm)	First blooming date (d)
RN x Taikong 3	107.86 d-g	4.60 d	23.67 ab	12.65 abc	87.45 a-e	185.00 b-e
RN x Taikong 4	101.63 efg	3.67 d	20.58 bcd	12.60 abc	82.00 a-f	182.67 b-e
RN x Taikong 5	109.57 c-g	4.00 d	20.78 bcd	11.94 abc	80.03 a-f	137.00 e-h
RN x Hubei	35.60 hi	1.00 d	20.00 bcd	12.00 abc	85.00 a-e	210.00 abc
TC (control)	122.75 b-f	18.25 a	18.50 def	11.32 b-f	74.63 a-f	148.38 d-g
F-test	**	**	**	**	**	**
CV %	37.99	53.08	10.82	14.85	20.91	19.76

หมายเหตุ <sup>1/</sup>บัวหลวงสายพันธุ์ไทย SA=แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม, SY=แหล่งพันธุ์สามร้อยยอด, RN=แหล่งพันธุ์ราชินี, PT=แหล่งพันธุ์พุทธมณฑล และพันธุ์เปรียบเทียบ TC=พันธุ์มิตรภาพไทยจีน  
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

#### ขนาดดอก

ขนาดดอกทำการบันทึก 3 ลักษณะ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวกลีบดอก และความสูงก้านดอก โดยทำการบันทึกข้อมูลของดอกที่บานวันที่ 2 พบว่า สายพันธุ์ราชินีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกบาน ความยาวกลีบดอก และความสูงก้านดอก มีค่าสูงสุดในทุกลักษณะ (25.03 14.82 และ 104.70 เซนติเมตร ตามลำดับ) (ตารางที่ 8) สายพันธุ์พ่อคือ พันธุ์ Taikong 3 (15.60 8.77 และ 74.34 เซนติเมตร) ตามลำดับ และในพันธุ์ลูกผสม พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางดอก และความยาวกลีบดอก ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 มีค่าสูงสุด (23.75 และ 15.00 เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนความสูงก้านดอก ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่ามากที่สุด (98.83 เซนติเมตร) จากการตรวจสอบทั้ง 3 ลักษณะ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวกลีบดอก และความสูงก้านดอก เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะจากทุกสายพันธุ์ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมเส้นผ่านศูนย์กลางดอกสายพันธุ์ที่มีค่ามากที่สุดคือแหล่งพันธุ์ราชินี (25.03 เซนติเมตร) ความยาวกลีบดอก สายพันธุ์ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 มีค่ามากที่สุด

(15.00 เซนติเมตร) ความสูงของก้านดอก สายพันธุ์ที่มีค่ามากที่สุดคือแหล่งพันธุ์ราชินี (104.70 เซนติเมตร)

### วันออกดอกแรก

หลังจากย้ายต้นกล้าที่ผ่านการเพาะซึ่งมีอายุ 1 เดือน ลงปลูกทดสอบในอ่างคอนกรีต พบว่า บัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และ ลูกผสม มีความแปรปรวนของจำนวนวันออกดอกแรกที่แตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยของวันออกดอกแรกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์ลูกผสม พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 8, ภาพที่ 1) สายพันธุ์พ่อมีวันออกดอกแรกเร็วกว่าของสายพันธุ์แม่ และสายพันธุ์ลูกผสม พันธุ์ Hubei มีวันออกดอกแรกเร็วสุด (70.83 วัน) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ลูกผสม พบว่า ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 5 มีวันออกดอกแรกเร็วสุด (137.00 วัน) และลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีวันออกดอกแรกช้าสุด (249.50 วัน) ทั้งนี้การนำสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ที่มีอายุวันออกดอกแรกน้อยสุดมาทำการผสมพันธุ์ลักษณะของวันออกดอกแรกของลูกผสมก็ยังไม่ได้รับอิทธิพลมาจากสายพันธุ์พ่อแม่ให้มีจำนวนวันออกดอกแรกอยู่ในช่วงของค่าเฉลี่ยวันออกดอกแรกของสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ได้ (ตารางที่ 8)

### จำนวนฝัก

จำนวนฝักพิจารณาจากการติดเมล็ดของแต่ละฝัก หลังจากดอกบานทำการตรวจนับทุกฝักที่มีการติดเมล็ด ลักษณะของจำนวนการติดฝักถือเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของสายพันธุ์ว่าจะมีผลผลิตดีมาน้อยเพียงใด ซึ่งในพันธุ์ที่ดีควรมีเปอร์เซ็นต์หรือจำนวนของการติดฝักที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนดอกที่บานทั้งหมด จากการปลูกทดสอบพบว่าจำนวนฝักที่ติดเมล็ดมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนดอก จำนวนฝักพันธุ์มิตรภาพไทยจีนมีจำนวนฝักมากที่สุด (18.13 ฝัก) ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Hubei น้อยสุด (1.00 ฝัก) ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยจำนวนฝักเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พันธุ์ลูกผสมที่มีจำนวนฝักมากที่สุดคือ ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 3 ติดฝัก 11.50 ฝัก รองลงมาเท่ากับ 9.00 ฝัก (ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 5) ซึ่งลูกผสมทั้งสองสายพันธุ์เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่สายพันธุ์แม่แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม สายพันธุ์พ่อพันธุ์ Hubei มีจำนวนฝักมากที่สุด (14.75 และ 5.0 ฝัก ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

**ตารางที่ 9** ความแตกต่างของจำนวนฝักที่ติดเมล็ดต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความหนาฝัก และอายุเก็บเกี่ยว ของบัวหลวงลูกผสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ

Line / hybrid	Pod number (no.)	Pod diameter (cm)	Pod thickness (cm)	Day after blooming (d)
SA	<b>14.75</b> ab	9.32 abc	4.01 e-k	23.41 a-e
SY	12.57 a-d	7.69 cd	4.31 b-g	<b>24.33</b> a
RN	3.20 f	9.53 abc	<b>4.74</b> ab	22.83 c-g
PT	13.13 abc	<b>10.42</b> a	4.30 b-h	22.56 d-g
Taikong 1	1.33 f	8.38 a-d	3.73 g-l	23.33 a-e
Taikong 3	2.75 f	<b>8.58</b> a-d	4.19 b-j	<b>24.25</b> ab
Taikong 4	2.50 f	6.76 d	<b>4.48</b> a-e	22.50 d-g
Taikong 5	2.00 f	7.80 cd	2.90 m	22.00 fg
Hubei	<b>5.00</b> def	7.97 bcd	3.55 kl	23.00 c-g
SA x Taikong 1	2.00 f	8.60 a-d	3.63 jkl	23.75 a-d
SA x Taikong 3	<b>11.50</b> a-e	<b>10.43</b> a	4.42 a-f	22.85 c-g
SA x Taikong 4	4.80 def	9.58 abc	4.00 e-k	23.09 b-f
SA x Taikong 5	8.00 b-f	8.63 a-d	3.69 i-l	22.97 c-g
SA x Hubei	3.67 ef	9.18 abc	3.58 kl	23.25 a-f
SY x Taikong 1	4.43 ef	9.45 abc	4.31 b-f	22.94 c-g
SY x Taikong 3	6.40 c-f	9.05 abc	4.44 a-f	22.78 c-g
SY x Taikong 4	3.00 f	9.03 abc	<b>4.90</b> a	22.00 fg
SY x Taikong 5	3.50 f	8.70 a-d	4.18 b-j	22.47 efg
SY x Hubei	7.75 b-f	8.86 a-d	4.03 d-k	22.70 c-g
PT x Taikong 1	1.50 f	<b>10.43</b> a	4.60 a-d	22.25 efg
PT x Taikong 3	7.29 b-f	9.63 abc	4.25 b-i	22.89 c-g
PT x Taikong 4	5.00 def	10.09 ab	4.19 b-j	22.58 d-g
PT x Taikong 5	9.00 b-f	8.65 a-d	3.87 f-l	22.99 c-g
PT x Hubei	4.80 def	8.18 a-d	3.55 kl	22.50 d-g

## ตารางที่ 9 (ต่อ)

Line / hybrid	Pod number (no.)	Pod diameter (cm)	Pod thickness (cm)	Day after blooming (d)
RN x Taikong 1	8.00 b-f	9.16 abc	3.43 l	23.86 abc
RN x Taikong 3	4.40 ef	9.30 abc	4.30 b-h	23.25 a-f
RN x Taikong 4	3.33 f	9.53 abc	4.61 abc	21.83 g
RN x Taikong 5	3.00 f	8.83 a-d	4.08 c-k	<b>24.33 a</b>
RN x Hubei	1.00 f	8.50 a-d	3.80 f-l	22.20f g
TC (control)	18.13 a	8.82 a-d	3.73 h-l	22.51 d-g
F-test	**	*	**	**
CV %	53.84	10.82	7.35	3.28

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

### ขนาดฝัก

เส้นผ่านศูนย์กลางของฝักโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝักแก่เมื่อทำการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 และลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 3 มีความกว้างของฝักสูงสุด (10.43 เซนติเมตร) (ตารางที่ 9) ทั้งสองสายพันธุ์ โดยมีความกว้างของฝักมากกว่าสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ซึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางฝักของสายพันธุ์แม่แหล่งพันธุ์พุทธมณฑลมีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด (10.42 เซนติเมตร) ความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางฝักของลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 เมื่อเปรียบเทียบพบว่าไม่มีความแตกต่างกันกับแหล่งพันธุ์พุทธมณฑล ในขณะที่สายพันธุ์เปรียบเทียบมีความกว้างฝัก 8.82 เซนติเมตร สายพันธุ์พ่อมีเส้นผ่านศูนย์กลางฝักมากที่สุดคือสายพันธุ์ Taikong 3 (9.58 เซนติเมตร) จะเห็นว่าลูกผสมระหว่างบัวหลวงไทยและบัวหลวงจีนทั้ง 2 สายพันธุ์ที่มีลักษณะของเส้นผ่านศูนย์กลางฝักสูงที่สุดเป็นสายพันธุ์ที่เกิดจากการผสมของพันธุ์พ่อหรือสายพันธุ์แม่สายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งที่มีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางฝักสูงนำมาผสมพันธุ์จึงมีการถ่ายทอดลักษณะที่ดีทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางของฝักมาสู่รุ่นลูก

ความยาวฝักของสายพันธุ์แม่พบว่าแหล่งพันธุ์ราชินีมีความยาวของฝักมากที่สุด (4.74 เซนติเมตร) และสายพันธุ์พ่อคือพันธุ์ Taikong 4 มีความยาวฝัก 4.48 เซนติเมตร และลูกผสม

ระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับสายพันธุ์ Taikong 4 มีความยาวฝักสูงสุด (4.90 เซนติเมตร) ในขณะที่สายพันธุ์เปรียบเทียบกับมีความยาวฝักเพียง 3.73 เซนติเมตร กล่าวคือลักษณะที่แสดงออกมีความดีเด่นมากกว่าสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ซึ่งค่าเฉลี่ยของความยาวฝักที่แสดงออกมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยความยาวฝักของสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 9, ภาพที่ 2)

### อายุเก็บเกี่ยว

อายุเก็บเกี่ยวของบัวหลวงเป็นอายุของฝักที่สามารถเก็บเกี่ยวได้เหมาะสมคือสีเปลือกหุ้มเมล็ดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลโดยนับอายุตั้งแต่ดอกบานจนถึงฝักแก่สามารถเก็บเกี่ยวได้ จากการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยอายุเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง บัวหลวงสายพันธุ์พ่ออายุเก็บเกี่ยวมากที่สุดคือสายพันธุ์ Taikong 3 (24.25 วัน) และอายุเก็บเกี่ยวน้อยสุดพันธุ์ Taikong 5 (22.00 วัน) สายพันธุ์แม่มีอายุเก็บเกี่ยวมากที่สุดคือแหล่งพันธุ์สามร้อยยอด (24.33 วัน) และน้อยสุดคือแหล่งพันธุ์พุทธมณฑล (22.56 วัน) และคู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับสายพันธุ์ Taikong 5 มีอายุเก็บเกี่ยวมากที่สุด (24.33 วัน) และคู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับสายพันธุ์ Taikong 4 มีอายุเก็บเกี่ยวน้อยสุด (21.83 วัน) (ตารางที่ 9)

### เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด

ลักษณะที่พบได้โดยทั่วไปของบัวหลวงสายพันธุ์ไทย คือ มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่ค่อนข้างต่ำจะเห็นได้จากข้อมูลจากการปลูกทดสอบ พบว่าเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์ไทยมีช่วงของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดอยู่ระหว่างร้อยละ 58.41 – 69.01 เท่านั้น โดยสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดต่ำสุดคือแหล่งพันธุ์สามร้อยยอด ร้อยละ 58.41 และสูงสุดคือแหล่งพันธุ์ราชินี ร้อยละ 69.01 เมื่อเปรียบเทียบกับบัวหลวงสายพันธุ์จีน พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูงสุดร้อยละ 90.28 (พันธุ์ Taikong 5) แต่ทั้งนี้บัวหลวงสายพันธุ์จีน 2 สายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่ต่ำใกล้เคียงกับบัวหลวงสายพันธุ์ไทย คือสายพันธุ์ Taikong 3 และ Hubei มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเท่ากับร้อยละ 64.07 และ 67.90 ตามลำดับ การแสดงออกของรุ่นลูกต่อลักษณะเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมีแนวโน้มที่ดีกว่าสายพันธุ์แม่ซึ่งคู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Hubei มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูงสุดร้อยละ 90.58 จะเห็นว่าสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่ค่อนข้างต่ำแต่มีการแสดงออกในรุ่นลูกที่ดีกว่าพ่อแม่ และลูกผสมโดยส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่ค่อนข้างสูงโดยมีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดอยู่

ระหว่างร้อยละ 70.52 – 90.58 จะมีลูกผสมเพียง 2 คู่ผสม คือ ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 และลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Hubei ที่มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดต่ำ คือมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดร้อยละ 61.77 และ 61.54 ตามลำดับ การผสมขณะทำการทดสอบโดยให้ลูกผสมมีการผสมแบบผสมเปิด (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 10** ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด และความหนาเปลือก จำนวนเมล็ดต่อฝักของบัวหลวงลูกผสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ

Line / hybrid	Seed set (%)	Seed width (cm)	Seed length (cm)	Seed coat thickness (mm)	Seed number/pod (no.)
SA	66.12 b-e	<b>1.54</b> def	1.88 fg	0.9	12.25 c-f
SY	58.41 e	1.44 f	1.88 fg	0.9	13.25 c-f
RN	<b>69.01</b> b-e	1.47 ef	<b>2.20</b> a	0.8	<b>18.71</b> a
PT	66.74 b-e	1.53 def	1.83 g	0.9	16.15 abc
Taikong 1	77.08 a-e	<b>1.68</b> abc	2.07 a-e	0.8	9.83 ef
Taikong 3	64.07 cde	1.65 a-d	1.98 c-g	0.9	10.38 def
Taikong 4	70.82 b-e	1.61 bcd	<b>2.11</b> a-d	0.8	9.34 f
Taikong 5	<b>90.28</b> a	1.65 a-d	2.05 a-e	0.7	10.50 def
Hubei	67.90 b-e	1.56 c-f	1.88 fg	0.8	<b>11.82</b> c-f
SA x Taikong 1	73.61 a-e	1.67 abc	2.01 c-f	0.8	13.25 c-f
SA x Taikong 3	73.36 a-e	1.66 a-d	2.02 c-f	0.9	14.47 a-d
SA x Taikong 4	79.26 a-d	1.63 a-d	2.06 a-e	0.8	14.38 bcd
SA x Taikong 5	73.92 a-e	1.63 a-d	1.96 d-g	0.9	13.14 c-f
SA x Hubei	79.72 a-d	1.63 a-d	1.99 c-f	0.8	13.46 c-f
SY x Taikong 1	82.29 abc	1.65 a-d	2.02 c-f	0.9	12.32 c-f
SY x Taikong 3	83.47 abc	1.58 cde	2.07 a-e	0.9	13.04 c-f
SY x Taikong 4	70.63 b-e	1.61 bcd	2.20 a	1.0	12.33 c-f
SY x Taikong 5	81.48 abc	1.58 b-e	2.10 a-d	0.8	15.42 abc

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Line / hybrid	Seed set (%)	Seed width (cm)	Seed length (cm)	Seed coat thickness (mm)	Seed number/pod (no.)
SY x Hubei	90.58 a	1.61 bcd	2.04 a-e	0.9	12.37 c-f
PT x Taikong 1	61.77 de	<b>1.75</b> a	<b>2.20</b> a	0.9	14.50 a-d
PT x Taikong 3	70.52 b-e	1.68 abc	2.00 c-f	0.9	14.55 a-d
PT x Taikong 4	74.14 a-e	1.67 abc	2.11 a-d	0.8	15.58 abc
PT x Taikong 5	77.40 a-e	1.64 a-d	2.03 a-e	0.9	13.65 c-f
PT x Hubei	80.32 a-d	1.65 a-d	2.01 c-f	0.8	13.32 c-f
RN x Taikong 1	<b>84.56</b> ab	1.72 ab	2.13 abc	0.9	14.25 b-e
RN x Taikong 3	72.43 a-e	1.56 cde	2.11 a-d	0.9	18.07 ab
RN x Taikong 4	81.90 abc	1.68 abc	2.18 ab	0.8	14.64 a-d
RN x Taikong 5	74.18 a-e	1.57 cde	2.09 a-	0.8	<b>15.90</b> abc
RN x Hubei	61.54 de	1.40 f	1.98 c-f	0.8	13.00 c-f
TC (control)	59.06 e	1.64 a-d	1.93 efg	0.8	13.05 c-f
F-test	**	**	**	ns	**
CV %	13.15	4.38	4.46	8.92	16.01

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

#### ขนาดเมล็ด

ความกว้างของเมล็ดเป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญซึ่งเป็นลักษณะที่จะมีผลต่อผลผลิตซึ่งสายพันธุ์ที่มีความกว้างของเมล็ดมากก็ส่งผลให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ผลผลิตย่อมสูงขึ้นตามไปด้วย ทำการวัดความกว้างของเมล็ดทั้งเปลือก โดยวัดตรงจุดกึ่งกลางของเมล็ด จากการปลูกทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดของบัวหลวงลูกผสมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดของสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ โดยบัวหลวงลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดที่สูงที่สุด สายพันธุ์พ่อที่มีขนาดความกว้างเมล็ดที่สูงที่สุดคือพันธุ์ Taikong 1 และสายพันธุ์แม่แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมมีขนาดความกว้างเมล็ดที่สูงที่สุด (1.75, 1.68 และ 1.54 เซนติเมตร) ตามลำดับ ทั้งนี้จากข้อมูลพบว่าลูกผสมที่มีสายพันธุ์ Taikong 1 เป็นสายพันธุ์พ่อส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความกว้างเมล็ดมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกันภายในกลุ่มที่มีสายพันธุ์แม่เดียวกัน แสดงว่า

อิทธิพลของขนาดความกว้างเมล็ดของสายพันธุ์พ่อสามารถเพิ่มขนาดความกว้างเมล็ดของลูกผสมได้ทั้งนี้สายพันธุ์เปรียบเทียบมีความกว้างของเมล็ด (1.64 เซนติเมตร)

ความยาวเมล็ดก็เป็นอีกลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตเช่นเดียวกับความกว้างเมล็ดทำการวัดความยาวเมล็ดทั้งเปลือกจากส่วนที่ยาวที่สุดของเมล็ดทั้งสองด้าน สายพันธุ์ที่มีความยาวเมล็ดสูงสุดคือลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 และลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีความยาวเมล็ด 2.20 เซนติเมตร ขณะที่สายพันธุ์พ่อ(พันธุ์ Taikong 4) และสายพันธุ์แม่(แหล่งพันธุ์ราชินี) มีความยาวเมล็ดสูงสุด (2.11 และ 2.20 เซนติเมตร) ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความยาวเมล็ดของลูกผสมจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสายพันธุ์แม่ยกเว้นคู่ผสมที่มีแหล่งพันธุ์ราชินีที่ค่าเฉลี่ยความยาวเมล็ดมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าสายพันธุ์แม่ ส่วนสายพันธุ์พ่อความยาวเมล็ดไม่มีอิทธิพลต่อลูกผสม (ตารางที่ 10, ภาพที่ 2)

### ความหนาเปลือก

จากการบันทึกข้อมูลความหนาเปลือกโดยทำการวัดความหนาของเปลือกตรงส่วนกลางของเมล็ดซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือการปลดเปลือกต่อไปได้จากข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความหนาเปลือกของบัวหลวงสายพันธุ์ไทย สายพันธุ์จีน และบัวหลวงลูกผสมไทยจีน มีค่าเฉลี่ยความหนาเปลือกอยู่ระหว่าง 0.7 – 1.0 มิลลิเมตร โดยสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 มีความหนาเปลือกมากที่สุด (ตารางที่ 10)

### จำนวนเมล็ดต่อฝัก

จำนวนเมล็ดต่อฝักบันทึกโดยนับจำนวนเมล็ดทั้งหมดของแต่ละฝัก บัวหลวงที่มีคุณสมบัติเป็นบัวสายพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดควรมีจำนวนเมล็ดต่อฝักที่จำนวนมาก สายพันธุ์ที่มีจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงที่สุดคือแหล่งพันธุ์ราชินี มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย (18.71 เมล็ด) รองลงมาคือลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 3 (18.07 เมล็ด) สายพันธุ์ที่มีจำนวนเมล็ดต่อฝักน้อยสุดคือพันธุ์ Taikong 4 (9.34 เมล็ด) ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝักของบัวหลวงสายพันธุ์ไทยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าบัวหลวงสายพันธุ์จีน ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝักของลูกผสมที่แสดงออกพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสายพันธุ์พ่อทุกคู่ผสม โดยเฉพาะลูกผสมที่มีแหล่งพันธุ์ศรีเยี่ยมเป็นสายพันธุ์แม่มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดสูงกว่าค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์แม่ทุกคู่ผสม ขณะที่คู่ผสมอื่นนอกเหนือจากนี้มีค่าเฉลี่ยจำนวน

เมล็ดต่อฝักที่กระจายคือมีทั้งค่าเฉลี่ยสูงกว่าและต่ำกว่าสายพันธุ์แม่ (ตารางที่ 10)

### น้ำหนักรเมล็ดสด

#### น้ำหนักรเมล็ดสดต่อต้น

น้ำหนักรเมล็ดสดต่อต้นของบัวหลวงที่ทำการปลูกทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักรเมล็ดสดต่อต้นพบว่าน้ำหนักรเมล็ดสดต่อต้นของสายพันธุ์แม่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์เปรียบเทียบมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักรเมล็ดสดต่อต้นสูงสุด (386.40 กรัม) สายพันธุ์แม่แหล่งพันธุ์พุทธมณฑล สายพันธุ์พ่อ พันธุ์ Hubei สายพันธุ์ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักรเมล็ดสดต่อต้นสูงสุด (313.50, 122.66 และ 303.27 กรัม) ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักรเมล็ดสดต่อต้นของสายพันธุ์เปรียบเทียบ แหล่งพันธุ์พุทธมณฑล และลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จะเห็นว่าน้ำหนักรเมล็ดสดต่อต้นของลูกผสมยังมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าสายพันธุ์แม่ แต่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสายพันธุ์พ่อ (ตารางที่ 11)

#### น้ำหนักรเมล็ดสดต่อเมล็ด

น้ำหนักรเมล็ดสดต่อเมล็ด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีน้ำหนักรเมล็ดสดต่อเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 3.59 กรัม ทั้งนี้ในกลุ่มอื่น ๆ ได้แก่ แหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 3 แหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 4 แหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Hubei แหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 และ แหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 4 ที่มีน้ำหนักรเมล็ดสดต่อเมล็ดที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับทางสถิติระหว่างกลุ่มดังกล่าวกับแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 มีน้ำหนักรเมล็ดสดต่อเมล็ดน้อยสุด (2.10 กรัม) (เปรียบเทียบระหว่างลูกผสมทุกกลุ่ม) สายพันธุ์ที่มีน้ำหนักรเมล็ดสดต่อเมล็ดน้อยสุดคือแหล่งพันธุ์สามร้อยยอด (1.97 กรัม) สายพันธุ์พ่อที่มีน้ำหนักรเมล็ดสดต่อเมล็ดสูงสุดคือพันธุ์ Taikong 1 และสายพันธุ์แม่ที่มีน้ำหนักรเมล็ดสดต่อเมล็ดสูงสุดคือ แหล่งพันธุ์ราชินี (ตารางที่ 11)

## น้ำหนักเมล็ดสดต่อฝัก

จากการเปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ดสดต่อฝักของแต่ละกลุ่มผสม สายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ พบว่าน้ำหนักเมล็ดสดต่อฝักของสายพันธุ์แม่แหล่งพันธุ์ราชินี และสายพันธุ์พ่อพันธุ์ Taikong 5 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (35.51 กรัม และ 26.18 กรัม) ตามลำดับ การแสดงออกของลูกผสมมีการแสดงออกที่ดีกว่าสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ โดยกลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดสดต่อฝักสูงสุด (37.91 กรัม) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดของการทดสอบ และสายพันธุ์เปรียบเทียบมีน้ำหนักเมล็ดสดต่อฝัก 20.93 กรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และสายพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และสายพันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 11)

## น้ำหนักเมล็ดแห้ง

### น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น

น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้นพบว่า พันธุ์มิตรภาพไทยจีน (พันธุ์เปรียบเทียบ) มีค่าสูงสุด (176.79 กรัม) รองลงมาคือลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 (144.99 กรัม) และแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 3 (136.53 กรัม) (ตารางที่ 11, ภาพที่ 4,5) แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบ ในขณะที่สายพันธุ์แม่แหล่งพันธุ์พุทธมณฑลมีค่าสูงสุด (132.72 กรัม) ในกลุ่มสายพันธุ์ไทย และสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์ Hubei ให้ค่าสูงสุด (49.51 กรัม) ในกลุ่มสายพันธุ์จีน เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง หากพิจารณาภายในกลุ่มของสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้นภายในกลุ่มสายพันธุ์พ่อ และสายพันธุ์แม่ไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับกลุ่มของลูกผสมที่มีสายพันธุ์แม่พันธุ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ได้เมื่อทำการเปรียบเทียบก็พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นกลุ่มผสมที่มีแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมเป็นสายพันธุ์แม่ที่ค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มมีความแตกต่างกันในบางกลุ่มผสม (กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 1) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยข้ามระหว่างกลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติในหลายกลุ่มผสม (ตารางที่ 11)

### น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ด

จากการทดสอบพบว่าน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ดของกลุ่มสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธรักษา ๓ กับพันธุ์ Taikong 1 มีความน่าสนใจเป็นอย่างมากเนื่องจากมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ดสูงสุด (1.92 กรัม) การแสดงออกของลูกผสมดังกล่าวมีความโดดเด่นมากกว่ากลุ่มอื่นเป็นอย่างมาก รองลงมาคือ กลุ่มสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 (1.43 กรัม) สายพันธุ์แม่แหล่งพันธุ์ราชินี สายพันธุ์พ่อพันธุ์ Taikong 1 และ Taikong 5 มีน้ำหนักแห้งเมล็ดต่อเมล็ดมากที่สุด (1.30, 1.39 และ 1.39 กรัม) ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ดของลูกผสมมีค่าเฉลี่ยโดยรวมที่สูงกว่าสายพันธุ์แม่ยกเว้นกลุ่มสมที่มีแหล่งพันธุ์ราชินีเป็นสายพันธุ์แม่ (ยกเว้นกลุ่มสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าสูงกว่าสายพันธุ์แม่) และสายพันธุ์ที่มีค่าน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ดน้อยที่สุดคือแหล่งพันธุ์สามร้อยยอด (0.94 กรัม) จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 11)

### น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝัก

น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝักเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่สายพันธุ์ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธรักษา ๓ กับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าสูงสุด (19.00 กรัม) รองลงมาคือ แหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 (18.12 กรัม) ทั้งนี้สายพันธุ์แม่ แหล่งพันธุ์ราชินีมีค่าน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝักสูงสุด และสายพันธุ์พ่อ พันธุ์ Taikong 5 มีค่าสูงสุด (16.69 กรัม และ 13.24 กรัม) ตามลำดับ การแสดงออกของลูกผสมมีการกระจายตัวของลูกผสมเป็นอย่างมากแต่ทั้งนี้พบว่าลูกผสมที่มีสายพันธุ์ไทยเป็นสายพันธุ์แม่มีการแสดงออกของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝักสูงกว่าสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อเกือบทุกกลุ่มสมยกเว้นลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Hubei ที่มีค่าน้อยกว่าสายพันธุ์แม่และกลุ่มสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมและแหล่งพันธุ์พุทธรักษา ๓ กับพันธุ์ Taikong 5 ที่มีค่าน้อยกว่าสายพันธุ์พ่อ (ตารางที่ 11)

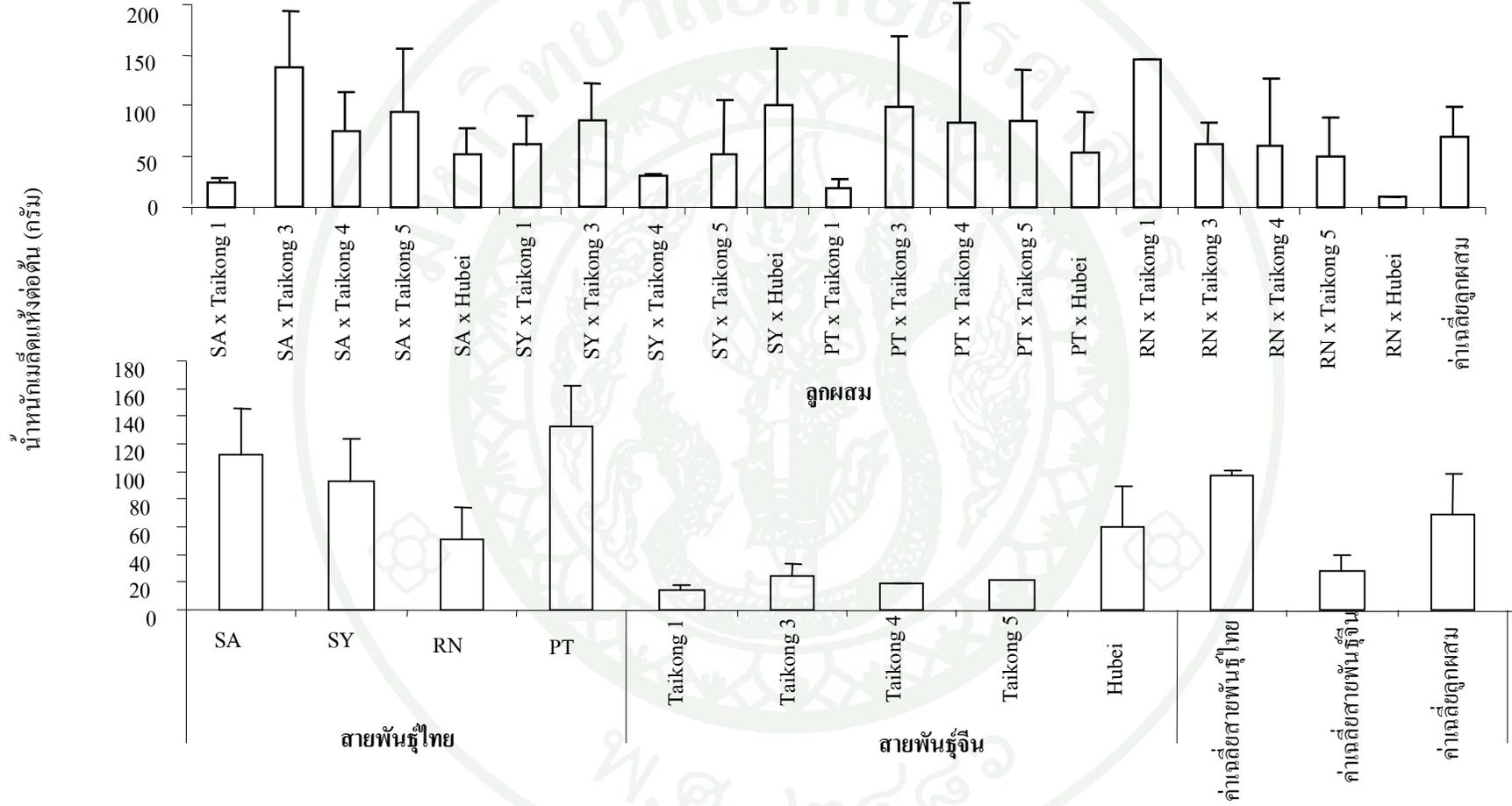
**ตารางที่ 11** ความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดสดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดสดต่อเมล็ด น้ำหนักเมล็ดสดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝัก ของบัวหลวงลูกผสมที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ

Line / hybrid	Grain fresh weight/ plant (g)	Grain fresh weight/ seed (g)	Grain fresh weight/ pod (g)	Grain dry weight/ plant (g)	Grain dry weight/seed (g)	Grain dry weight/pod (g)
SA	252.40 a-d	2.29 c-f	19.05 f-i	112.61 abc	1.00 de	8.28 hij
SY	191.88 a-e	1.97 f	15.30 i	92.80 a-d	0.94e	7.30 j
RN	105.30 b-e	<b>2.73</b> b-e	<b>35.51</b> a-d	50.43 bcd	<b>1.30</b> bc	<b>16.69</b> abc
PT	<b>313.50</b> ab	2.21 def	23.75 b-i	<b>132.72</b> ab	0.95 e	10.16 d-ij
Taikong 1	28.21 e	<b>2.95</b> a-d	22.18 d-i	13.41 d	<b>1.39</b> bc	10.42 d-j
Taikong 3	46.04 de	2.80 b-e	17.87 hi	24.05 cd	1.35 bc	8.72 g-j
Taikong 4	44.26 de	2.78 b-e	18.40 ghi	18.74 cd	1.18 cde	7.86 ij
Taikong 5	52.35 de	2.76 b-e	<b>26.18</b> a-i	21.24 cd	<b>1.39</b> bc	<b>13.24</b> b-h
Hubei	<b>122.66</b> b-e	2.45 b-f	20.95 e-i	<b>49.51</b> bcd	1.17 cde	9.32 f-j
SA x Taikong 1	54.78 de	2.82 b-d	27.39 a-i	24.02 cd	1.23 cd	12.01 c-j
SA x Taikong 3	298.14 abc	2.85 b-e	30.92 a-h	136.53 ab	1.26 bcd	13.52 b-g
SA x Taikong 4	170.28 b-e	3.00 abc	31.5 a-g	74.20 bcd	1.35 bc	15.40 a-e
SA x Taikong 5	207.47 a-e	2.53 b-f	24.91 a-i	93.60 a-d	1.31 bc	12.59 c-i
SA x Hubei	132.41 b-e	2.80 b-e	31.48 a-g	51.64 bcd	1.29 bc	13.99 a-f
SY x Taikong 1	131.60 b-e	2.84 b-e	29.38 a-h	63.18 bcd	1.39 bc	14.42 a-ef
SY x Taikong 3	178.40 a-e	2.63 b-f	28.34 a-i	85.60 a-d	1.30 bc	14.09 a-f
SY x Taikong 4	70.85 de	2.62 b-f	23.62 c-i	32.00 cd	1.19 cd	10.67 d-j
SY x Taikong 5	119.16 b-e	2.82 b-e	35.16 a-d	51.65 bcd	1.28 bc	15.49 a-d
SY x Hubei	214.82 a-e	2.48 b-f	28.83 a-h	99.94 a-d	1.22 cd	13.37 b-h
PT x Taikong 1	47.00 de	3.59 a	30.25 a-h	19.00 cd	1.92 a	19.00 a
PT x Taikong 3	217.67 a-e	3.09 ab	32.11 a-f	99.07 a-d	1.42 bc	13.95 a-f
PT x Taikong 4	182.32 a-e	3.14 ab	36.33 abc	82.81 bcd	1.43 bc	16.57 abc
PT x Taikong 5	186.04 a-e	2.74 b-e	27.15 a-i	85.73 a-d	1.21 cd	11.95 c-j
PT x Hubei	125.44 b-e	<b>3.13</b> ab	31.12 a-h	53.32 bcd	1.38 bc	13.76 b-g
RN x Taikong 1	<b>303.27</b> abc	3.16 ab	37.91 a	<b>144.99</b> ab	<b>1.51</b> b	<b>18.12</b> ab
RN x Taikong 3	114.33 b-e	2.58 b-f	33.08 a-e	62.64 bcd	1.22 cd	16.10 abc

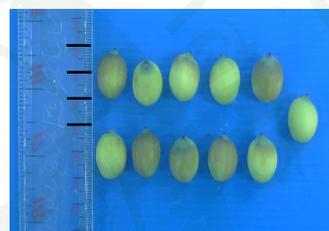
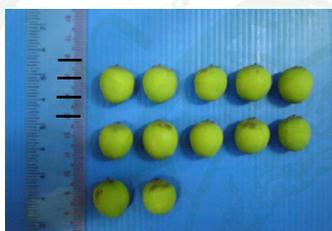
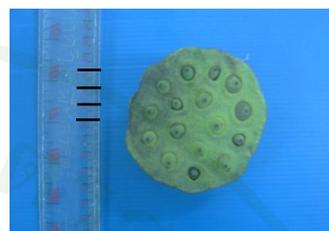
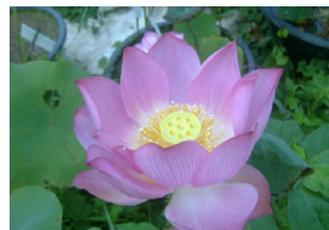
ตารางที่ 11 (ต่อ)

Line / hybrid	Grain fresh weight/ plant (g)	Grain fresh weight/ seed (g)	Grain fresh weight/ pod (g)	Grain dry weight/ plant (g)	Grain dry weight/seed (g)	Grain dry weight/pod (g)
RN x Taikong 4	130.11 b-e	3.12 ab	<b>37.23</b> ab	60.10 bcd	1.24 cd	16.20 abc
RN x Taikong 5	92.13 cde	2.26c-f	28.95a-h	50.56 bcd	1.21 cd	15.19 a-e
RN x Hubei	21.50 e	2.10 ef	21.50 d-i	10.00 d	1.10 cde	10.00 d-j
TC (control)	386.40 a	2.72 b-e	20.93 e-i	176.79 a	1.23 cd	10.18 e-j
F-test	**	**	**	**	**	**
CV %	61.62	13.72	24.50	60.40	11.09	21.05

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

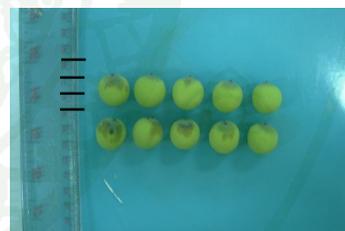


ภาพที่ 4 เปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อตันของลูกผสม (ภาพบน) เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อและแม่ (ภาพล่าง)



แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม (แม่)

สายพันธุ์ Taikong 3 (พ่อ)



ลูกผสม แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม x Taikong 3

ภาพที่ 5 ลักษณะดอก ฝัก และเมล็ด ของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ ลูกผสมแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม x Taikong 3 ที่ให้ผลผลิตสูงและมีสมรรถนะการผสมเฉพาะและค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงเมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติของไทย



ภาพที่ 6 ลักษณะดอก ฝัก และเมล็ด ของบัวหลวงสายพันธุ์มิตรภาพไทยจีน (พันธุ์เปรียบเทียบ) เมื่อปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติของไทย

### สมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability)

จากการปลูกทดสอบบัวหลวงลูกผสมจำนวน 20 คู่ผสม ระหว่างสายพันธุ์จีน จำนวน 5 พันธุ์ และ สายพันธุ์ไทย จำนวน 4 สายพันธุ์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะต่างๆ ของลูกผสมเพื่อประเมินค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์ได้ข้อมูลการทดลองดังนี้ พันธุ์ Taikong 4 และ สายพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมมีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของจำนวนใบสูงสุด (ตารางที่ 12) พันธุ์ Taikong 3 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของจำนวนดอกดีสูงสุด ขณะที่บัวหลวงสายพันธุ์ไทย พบว่า แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมเป็นสายพันธุ์ที่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด แหล่งพันธุ์สามร้อยยอดมีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกและความยาวดอกสูงสุด ในขณะที่ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของกลุ่มสายพันธุ์จีนที่มีค่าสูงสุดคือ พันธุ์ Taikong 3 แต่ลักษณะความยาวดอก พบว่า พันธุ์ Taikong 4 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดในกลุ่มบัวหลวงสายพันธุ์จีน ลักษณะความสูงก้านดอกมีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดของกลุ่มบัวหลวงสายพันธุ์จีน คือ พันธุ์ Taikong 3 และ กลุ่มสายพันธุ์ไทย คือ แหล่งพันธุ์พุทธมณฑล พันธุ์ Taikong 1 คือ วันออกดอกแรก ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดของกลุ่มสายพันธุ์จีน และสายพันธุ์ไทยคือ แหล่งพันธุ์พุทธมณฑล จำนวนฝัก พันธุ์ Taikong 3 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดในกลุ่มสายพันธุ์จีน ส่วนกลุ่มพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมมีค่าสูงสุด นอกจากแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม และ พันธุ์ Taikong 3 แล้วแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลและพันธุ์ Taikong 5 ยังแสดงค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปในเชิงบวก หมายความว่า ลูกผสมที่เกิดจากสายพันธุ์ที่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปเชิงบวกเมื่อนำมาผสมพันธุ์กันลูกผสมที่ได้จะมีจำนวนฝักที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปที่มีค่าต่ำหรือมีค่าในเชิงลบ จำนวนฝักเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต ซึ่งสายพันธุ์ที่มีจำนวนฝักที่สูงน่าจะส่งผลต่อลูกผสมให้มีปริมาณของผลผลิตสูงด้วยเช่นกัน ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางฝัก พันธุ์ Taikong 3 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด สายพันธุ์ไทย

แหล่งพันธุ์พุทธรักษา มีค่าสูงสุดของกลุ่มบัวหลวงสายพันธุ์ไทย ความหนาฝัก พันธุ์ Taikong 4 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด บัวหลวงสายพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดมีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดในกลุ่มของสายพันธุ์ไทย อายุเก็บเกี่ยว ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของพันธุ์ Taikong 1 และ พันธุ์ Taikong 5 มีค่าสูงสุด และสายพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมมีค่าสูงสุดของกลุ่มสายพันธุ์ไทย ทั้งนี้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม มีค่าใกล้เคียงกันกับสายพันธุ์ที่สูงสุด (พันธุ์ Taikong 1 และ พันธุ์ Taikong 5) เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด แหล่งพันธุ์สามร้อยยอด มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด และพันธุ์Hubei มีค่าสูงสุดของกลุ่มสายพันธุ์จีน ลักษณะเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเป็นอีกลักษณะที่พึงประสงค์สำหรับบัวหลวงสายพันธุ์ผลิตเมล็ดเนื่องจากถ้าเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดสูง ผลผลิตต่อพื้นที่จะสูงขึ้นตามไปด้วย สายพันธุ์ที่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่ด้อย่อมสร้างลูกผสมที่มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่สูงได้ ความกว้างเมล็ด บัวหลวงสายพันธุ์จีนพันธุ์ Taikong 1 มีค่าสมรรถนะการผสมสูงที่สุด และแหล่งพันธุ์พุทธรักษา มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดของกลุ่มสายพันธุ์ไทย ความยาวเมล็ด พันธุ์ Taikong 4 มีค่าสูงสุดและแหล่งพันธุ์ราชินีมีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดในกลุ่มบัวหลวงไทย ลักษณะความกว้างและความยาวของเมล็ดเป็นลักษณะที่ต้องให้ความสำคัญต่อการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่เช่นเดียวกับลักษณะของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดเนื่องจากสายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดที่ใหญ่ผลผลิตก็ย่อมสูงขึ้นด้วยเช่นกัน ความหนาเปลือก แหล่งพันธุ์สามร้อยยอดมีค่าสูงสุดและพันธุ์ Taikong 3 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดของกลุ่มบัวหลวงสายพันธุ์จีน น้ำหนักเมล็ดสดต่อต้น พันธุ์ Taikong 3 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด และแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมมีค่าสูงสุดของกลุ่มสายพันธุ์ไทย ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของน้ำหนักเมล็ดสดต่อต้นมีค่าที่ค่อนข้างสูงจากทุกลักษณะที่ทำการประเมิน น้ำหนักเมล็ดสดต่อเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดสดต่อฝัก แหล่งพันธุ์พุทธรักษาและพันธุ์ Taikong 4 มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุด น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสอดคล้องกับน้ำหนักเมล็ดสดต่อต้น คือพันธุ์ Taikong 3 มีค่าสูงสุดและแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมมีค่าสูงสุดของกลุ่มบัวหลวงไทย น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ดและน้ำหนักแห้งต่อฝักค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปที่ดีที่สุดสอดคล้องกับลักษณะน้ำหนักเมล็ดสดต่อต้น น้ำหนักแห้งต่อเมล็ด และน้ำหนักแห้งต่อฝัก พันธุ์ Taikong 1 มีค่าสูงสุดและแหล่งพันธุ์พุทธรักษาและแหล่งพันธุ์ราชินีให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดของกลุ่มบัวหลวงไทย ตามลำดับ ลักษณะของน้ำหนักเมล็ดสดและน้ำหนักเมล็ดแห้งเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญที่สุดเพราะเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณของผลผลิตที่แท้จริงของสายพันธุ์ ลูกผสมที่เกิดจากสายพันธุ์พ่อสายพันธุ์แม่ที่ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปที่สูง โอกาสได้ลูกผสมที่มีปริมาณผลผลิตสูงย่อมมีมากตามไปด้วย และจำนวนเมล็ดต่อฝักของแหล่งพันธุ์ราชินีมีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงที่สุด และพันธุ์ Taikong 3 มีค่าสูงสุดของกลุ่มบัวหลวงจีน

จากการประเมินสมรรถนะการผสมทั่วไปของสายพันธุ์บัวหลวงจีนและบัวหลวงไทย พบว่า ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของบัวหลวงสายพันธุ์จีน ที่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดในแต่ละลักษณะ คือ พันธุ์ Taikong 3 (6 ลักษณะ) พันธุ์ Taikong 1 (5 ลักษณะ) พันธุ์ Taikong 4 และพันธุ์ Taikong 5 (1 ลักษณะ) ส่วนบัวหลวงสายพันธุ์ไทย ได้แก่ แหล่งพันธุ์สามร้อยยอด (4 ลักษณะ) แหล่งพันธุ์พุทธมณฑล และแหล่งพันธุ์ราชินี (1 ลักษณะ) ทั้งนี้จากการประเมินค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป พบว่า แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมและพันธุ์ Hubei ไม่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปที่ดีเด่นที่สุดของแต่ละลักษณะที่ทำการประเมิน (ตารางที่ 12)



ตารางที่ 12 ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability) ของบัวหลวงสายพันธุ์ไทย และบัวหลวงสายพันธุ์จีน

Hybrid / Trait	Leaf number	Flower number	Flower diameter	Flower length	Peduncle height	First blooming	Pod number	Pod diameter	Pod thickness	Day after blooming
<b>สายพันธุ์แม่</b>										
SA	<b>16.11</b>	<b>0.90</b>	-2.79	-1.59	-8.17	-3.16	<b>0.88</b>	0.09	-0.23	<b>0.32</b>
SY	7.76	0.30	<b>2.16</b>	<b>1.80</b>	2.89	5.95	-0.10	-0.17	<b>0.28</b>	-0.29
PT	7.68	-0.23	-0.47	-0.05	<b>4.58</b>	<b>9.12</b>	0.40	<b>0.21</b>	0.01	-0.22
RN	-31.55	-0.98	1.11	-0.15	0.70	-11.91	-1.17	-0.13	-0.05	0.19
<b>สายพันธุ์พ่อ</b>										
Taikong 1	1.03	-0.99	-0.34	-0.53	0.28	<b>16.36</b>	-1.14	0.22	-0.10	<b>0.33</b>
Taikong 3	-2.72	<b>2.29</b>	<b>1.93</b>	0.57	<b>6.44</b>	-11.14	<b>2.28</b>	<b>0.41</b>	0.26	0.08
Taikong 4	<b>17.62</b>	-0.87	0.13	<b>0.67</b>	1.81	3.24	-1.08	0.37	<b>0.33</b>	-0.49
Taikong 5	0.33	0.55	-0.38	-0.06	-3.48	-10.63	0.76	-0.49	-0.14	<b>0.33</b>
Hubei	-16.26	-0.97	-1.34	-0.66	-5.04	2.16	-0.81	-0.51	-0.35	-0.25
SE (GCA for lines)	6.643	0.710	0.339	0.303	2.910	5.527	0.711	0.203	0.054	0.115
SE(GCA for testers)	7.671	0.819	0.392	0.350	3.361	6.382	0.821	0.235	0.062	0.132
LSD 0.05	13.818	1.476	0.706	0.630	6.054	11.496	1.479	0.423	0.111	0.239

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Hybrid / Trait	Percentage of seed set	Seed width	Seed length	Seed cost	Grain fresh weight/plant	Grain fresh weight/seed	Grain fresh weight/pod	Grain dry weight/plant	Grain dry weight/seed	Grain dry weight/pod	Seed number/pod	
<b>สายพันธุ์แม่</b>												
SA	-0.38	0.01	-0.06	-0.002	<b>22.73</b>	-0.01	-1.12	<b>6.97</b>	-0.04	-0.82	-0.34	
SY	<b>5.34</b>	-0.02	<b>0.02</b>	<b>0.003</b>	-6.92	-0.14	-1.29	-2.56	-0.05	-0.71	-0.99	
PT	-3.52	<b>0.05</b>	0.01	0.001	1.81	<b>0.32</b>	1.04	-1.04	<b>0.15</b>	0.73	0.24	
RN	-1.43	-0.04	0.03	-0.002	-17.62	-0.17	<b>1.38</b>	-3.37	-0.07	<b>0.81</b>	<b>1.09</b>	
<b>สายพันธุ์พ่อ</b>												
Taikong 1	-0.80	<b>0.07</b>	0.02	0.001	-15.73	<b>0.29</b>	0.87	-6.23	<b>0.19</b>	<b>1.57</b>	-0.50	
Taikong 3	-1.41	-0.01	-0.02	<b>0.002</b>	<b>52.25</b>	-0.03	0.75	<b>26.93</b>	-0.02	0.10	<b>0.95</b>	
Taikong 4	0.13	0.02	<b>0.07</b>	0.001	-11.50	0.16	<b>1.81</b>	-6.75	-0.02	0.39	0.15	
Taikong 5	0.39	-0.02	-0.02	-0.001	1.32	-0.23	-1.31	1.36	-0.07	-0.51	0.45	
Hubei	<b>1.69</b>	-0.06	-0.06	-0.002	-26.34	-0.19	-2.13	-15.31	-0.08	-1.54	-1.05	
SE (GCA for lines)	1.697	0.012	0.015	0.001	19.578	0.066	1.220	8.764	0.025	0.484	0.393	
SE (GCA for testers)	1.959	0.014	0.017	0.002	22.607	0.076	1.409	10.119	0.028	0.559	0.454	
LSD 0.05	3.529	0.025	0.031	0.003	40.723	0.137	2.537	18.228	0.051	1.006	0.818	

### สมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability)

สมรรถนะการผสมเฉพาะของบัวหลวงลูกผสมสายพันธุ์ไทยผสมสายพันธุ์จีนจำนวน 20 คู่ผสม เพื่อประเมินหาความเฉพาะเจาะจงของสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ที่มีต่อกัน โดยวัดจากการแสดงความสามารถในการให้ลูกผสมที่แสดงลักษณะที่พึงประสงค์ที่ดี จากการปลูกทดสอบลูกผสมและประเมินสมรรถนะการผสมเฉพาะ พบว่า คู่ผสมแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะดีเด่นที่สุด (9 ลักษณะ) ได้แก่ จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวดอก วันออกดอกแรก เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความหนาฝัก ความยาวเมล็ด น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝัก (ตารางที่ 13) และคู่ผสมที่มีสมรรถนะการผสมเฉพาะดีรองลงมา คือ คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 (6 ลักษณะ) ได้แก่ จำนวนดอก จำนวนฝัก เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด ความกว้างเมล็ด น้ำหนักเมล็ดสดรวมต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดแห้งรวมต่อต้น คู่ผสมทั้งสองคู่ผสมมีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะดีเด่นที่สุด คือ มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงสุดในแต่ละลักษณะเมื่อเปรียบเทียบกับคู่ผสมอื่น ทั้งนี้ นอกจากคู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 และคู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 ที่มีค่าสมรรถนะการผสมดีเด่นแล้ว ยังมีคู่ผสมอีก 6 คู่ผสมที่มีความดีเด่นของสมรรถนะการผสมเฉพาะ แต่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะที่สูงสุดในแต่ละลักษณะเพียงไม่กี่ลักษณะ ได้แก่ คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 1 (1 ลักษณะ) คือ ความสูงก้านดอก คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 4 (1 ลักษณะ) คือ ความหนาเปลือก คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 5 (3 ลักษณะ) คือ น้ำหนักเมล็ดสดต่อเมล็ด น้ำหนักเมล็ดสดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ด คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 3 (1 ลักษณะ) คือ จำนวนเมล็ดต่อฝัก คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 4 (1 ลักษณะ) คือ ความกว้างเมล็ด และคู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 5 (1 ลักษณะ) คือ อายุเก็บเกี่ยว จะเห็นว่า มีลูกผสมเพียง 8 คู่ผสม ที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงสุดในแต่ละลักษณะ ในขณะที่คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 3 และพันธุ์ Hubei คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับสายพันธุ์จีนทุกสายพันธุ์ คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 3 พันธุ์ Taikong 4 พันธุ์ Taikong 5 และพันธุ์ Hubei และคู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Hubei ไม่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงสุดในแต่ละลักษณะที่ทำการประเมินสมรรถนะ กล่าวคือ หากจะพิจารณาคัดเลือกคู่ผสมที่มีความสามารถในการให้ลูกผสมที่ดีสามารถพิจารณาคุณค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะในลักษณะที่ต้องการที่มีค่าสูงสุด เพื่อจัดคู่ผสมที่มีความสามารถในการให้ลูกผสมที่ดีต่อไปได้ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability) ของบัวหลวงลูกผสมไทยจีน

Hybrid / Trait	Leaf number	Flower number	Flower diameter	Flower length	Peduncle height	First blooming	Pod number	Pod diameter	Pod thickness	Day after blooming
SA x Taikong 1	-69.23	0.75	-1.00	0.06	<b>11.43</b>	7.88	0.55	0.21	0.04	0.02
SA x Taikong 3	-6.63	-1.62	-0.71	-0.38	-3.80	6.55	-0.89	-0.38	-0.19	0.13
SA x Taikong 4	28.52	-0.66	1.13	0.23	-6.28	24.57	-0.93	-0.35	0.19	-0.09
SA x Taikong 5	24.56	-2.41	1.10	0.41	3.68	-4.90	-2.27	0.17	-0.05	-0.43
SA x Hubei	22.78	3.94	-0.51	-0.32	-5.03	-34.10	3.55	0.35	0.01	0.37
SY x Taikong 1	16.02	-3.14	-2.70	-1.42	-22.69	-20.95	-2.86	-0.90	-0.14	0.23
SY x Taikong 3	1.02	3.57	1.07	1.44	11.07	-18.12	3.23	0.73	0.29	-0.41
SY x Taikong 4	-27.57	-0.66	1.37	-0.60	4.12	7.27	-0.11	-0.07	-0.19	0.40
SY x Taikong 5	15.72	1.57	-0.12	-0.19	5.99	19.54	1.25	-0.16	-0.04	-0.54
SY x Hubei	-5.19	-1.33	0.38	0.77	1.51	12.26	-1.51	0.41	0.07	0.32
PT x Taikong 1	<b>28.70</b>	-2.35	<b>2.65</b>	<b>1.46</b>	10.89	<b>34.77</b>	-2.88	<b>0.81</b>	<b>0.61</b>	-0.73
PT x Taikong 3	-9.93	-0.01	-0.66	-1.00	-4.50	-7.23	-0.51	-0.17	-0.10	0.17
PT x Taikong 4	10.10	1.03	-1.52	0.58	5.75	-33.94	0.57	0.32	-0.24	0.42
PT x Taikong 5	-54.48	1.65	-0.69	-0.08	-9.40	15.06	2.73	-0.26	-0.08	0.02
PT x Hubei	25.61	-0.32	0.22	-0.96	-2.74	-8.67	0.10	-0.70	-0.19	0.11
RN x Taikong 1	24.50	<b>4.74</b>	1.05	-0.11	0.37	-21.70	<b>5.19</b>	-0.12	-0.52	0.47
RN x Taikong 3	15.54	-1.94	0.31	-0.06	-2.77	18.80	-1.82	-0.18	0.01	0.12

ตารางที่ 13 (ต่อ)

Hybrid / Trait	Leaf number	Flower number	Flower diameter	Flower length	Peduncle height	First blooming	Pod number	Pod diameter	Pod thickness	Day after blooming
RN x Taikong 4	-11.04	0.29	-0.98	-0.21	-3.59	2.09	0.47	0.10	0.23	-0.73
RN x Taikong 5	14.20	-0.80	-0.28	-0.13	-0.27	-29.71	-1.70	0.25	0.17	<b>0.95</b>
RN x Hubei	-43.19	-2.28	-0.09	0.52	6.26	30.51	-2.13	-0.06	0.11	-0.80
SE	18.789	2.007	0.959	0.857	8.232	15.633	2.011	0.575	0.152	0.324

Hybrid / Trait	Percentage of seed set	Seed width	Seed length	Seed cost thickness	Grain fresh weight/ plant	Grain fresh weight/ seed	Grain fresh weight/ pod	Grain dry weight/ plant	Grain dry weight/ seed	Grain dry weight/ pod	Seed number/ pod
SA x Taikong 1	1.40	-0.03	-0.09	0.001	4.36	-0.56	-0.13	2.94	-0.76	-0.08	-0.27
SA x Taikong 3	3.19	-0.02	0.01	-0.001	-16.82	-1.48	-0.02	-7.81	0.39	0.05	-1.00
SA x Taikong 4	-11.19	-0.01	0.04	<b>0.007</b>	-60.62	-7.26	-0.21	-27.72	-3.33	-0.07	-0.91
SA x Taikong 5	-0.60	0.01	0.03	-0.006	-25.12	<b>7.41</b>	<b>0.37</b>	-16.18	<b>2.39</b>	0.07	1.87
SA x Hubei	7.20	0.06	0.02	0.001	98.20	1.89	-0.01	48.77	1.30	0.02	0.32
SY x Taikong 1	-1.56	-0.04	-0.02	-0.004	-102.12	-2.73	-0.27	-45.75	-3.06	-0.25	0.01
SY x Taikong 3	-1.20	0.02	0.03	0.001	73.28	0.92	0.07	33.60	-0.08	-0.01	<b>-0.22</b>

ตารางที่ 13 (ต่อ)

Hybrid / Trait	Percentage of seed set	Seed width	Seed length	Seed cost thickness	Grain fresh weight/ plant	Grain fresh weight/ seed	Grain fresh weight/ pod	Grain dry weight/ plant	Grain dry weight/ seed	Grain dry weight/ pod	Seed number / pod
SY x Taikong 4	3.16	-0.03	-0.02	-0.003	9.16	0.46	0.04	4.95	1.51	0.08	0.49
SY x Taikong 5	-2.45	0.01	-0.02	0.004	33.54	-3.01	-0.04	16.25	-0.40	0.09	-1.04
SY x Hubei	2.06	0.04	0.04	0.002	-13.86	4.36	0.19	-9.05	2.03	0.08	0.76
PT x Taikong 1	-10.26	0.01	<b>0.10</b>	-0.001	-88.97	-2.02	0.17	-42.75	<b>2.39</b>	<b>0.26</b>	0.68
PT x Taikong 3	-0.90	0.01	-0.05	-0.001	13.73	-0.03	-0.02	4.15	-1.19	-0.03	-0.72
PT x Taikong 4	1.18	-0.03	-0.03	-0.003	42.12	3.12	-0.15	21.58	1.13	-0.02	1.11
PT x Taikong 5	4.18	-0.02	-0.02	0.006	33.03	-2.93	-0.18	16.39	-2.58	-0.19	-1.12
PT x Hubei	5.81	0.03	0.00	-0.001	0.09	1.85	0.18	0.63	0.25	-0.02	0.05
RN x Taikong 1	10.43	<b>0.07</b>	0.01	0.005	<b>186.73</b>	5.30	0.23	<b>85.56</b>	1.43	0.07	-0.42
RN x Taikong 3	-1.08	-0.02	0.03	0.001	-70.19	0.59	-0.04	-29.94	0.88	-0.02	<b>1.94</b>
RN x Taikong 4	6.85	<b>0.07</b>	0.01	-0.001	9.34	3.68	0.32	1.19	0.69	0.01	-0.68
RN x Taikong 5	-1.13	0.01	0.01	-0.004	-41.45	-1.47	-0.16	-16.46	0.58	0.02	0.29
RN x Hubei	-15.07	-0.13	-0.06	-0.001	-84.43	-8.11	-0.36	-40.35	-3.59	-0.08	-1.13
SE	4.799	0.034	0.042	0.004	55.376	0.186	3.450	24.787	0.070	1.369	1.112

### ความดีเด่นของลูกผสม (heterosis)

การประเมินความดีเด่นของลูกผสมบัวหลวงไทยจีน จำนวน 20 กลุ่มผสม เป็นค่าที่ประเมินจากการแสดงออกของลูกผสมเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ ค่าที่ประเมินได้จะแสดงอยู่ 2 ลักษณะ คือ การแสดงออกในเชิงบวกและการแสดงออกในเชิงลบกล่าวคือคู่ใดที่มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงหรือแสดงค่าในเชิงบวกแสดงว่าเป็นลูกผสมที่มีความดีเด่นมากกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ในลักษณะนั้นๆ และลูกผสมคู่ใดมีค่าความดีเด่นของลูกผสมในเชิงลบแสดงว่ากลุ่มผสมคู่่นั้นมีการแสดงออกในลักษณะนั้นๆ ที่น้อยกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ จากการประเมิน พบว่า ลูกผสมจำนวน 8 กลุ่มผสมที่มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุดในแต่ละลักษณะ ดังนี้ กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด จำนวน 6 ลักษณะ กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 จำนวน 5 ลักษณะ กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเยี่ยมกับพันธุ์ Taikong 4 กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 5 กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 4 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุดจำนวน 2 ลักษณะ กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 3 และกลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 5 มีค่าสูงสุดจำนวน 1 ลักษณะ

ลักษณะจำนวนใบ พบว่า กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 5 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด ลักษณะจำนวนดอกของลูกผสมเกือบทุกกลุ่มผสมมีความดีเด่นของลูกผสมในเชิงบวกยกเว้นกลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Hubei ที่มีค่าความดีเด่นของลูกผสมในเชิงลบ โดยกลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 ที่มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด ลูกผสมบัวหลวงไทยจีนส่วนใหญ่มีจำนวนดอกสูงกว่าจำนวนดอกของสายพันธุ์พ่อแม่ ดังนั้นกลุ่มผสมเกือบทุกกลุ่มผสมมีความน่าสนใจเพราะค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณาลักษณะอื่นประกอบการคัดเลือก ลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของกลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด ลักษณะความยาวดอก กลุ่มผสมที่มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด คือ กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 5 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมรองลงมา แต่ทั้งนี้ค่าที่ประเมินได้มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มผสมที่ดีเด่นที่สุด ลักษณะก้านดอกสูงบัวหลวงสายพันธุ์ผลิตเมล็ดหากมีก้านดอกสูงจะมีความสะดวกต่อการเก็บเกี่ยว กลุ่มผสมที่มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด คือกลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Hubei รองลงมา คือ กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 3 ลักษณะวันออกดอกแรก ลูกผสมระหว่างแหล่ง

พันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด วันออกดอกแรกของลูกผสมมีจำนวนวันออกดอกแรกช้ากว่าค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ แต่กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีความดีเด่นของลูกผสมสูงสุดในเชิงลบ คือ ลูกผสมมีวันออกดอกเร็วกว่าค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ ลักษณะจำนวนฝัก ค่าความดีเด่นของลูกผสมกลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 มีค่าสูงสุด และเกือบทุกกลุ่มผสมมีค่าความดีเด่นของลูกผสมในเชิงบวก ซึ่งหมายความว่าลูกผสมระหว่างบัวหลวงไทยและบัวหลวงจีนมีจำนวนฝักสูงกว่าค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 5 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุดของลักษณะความหนาฝักและความหนาเปลือก ลักษณะอายุเก็บเกี่ยว กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 5 มีความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด คือมีอายุเก็บเกี่ยวฝักที่ช้ากว่าสายพันธุ์พ่อแม่ ในขณะที่กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 1 มีอายุเก็บเกี่ยวฝักที่เร็วกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 4 มีค่าสูงสุด แต่ทั้งนี้กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์สามร้อยยอดกับพันธุ์ Taikong 4 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมรองลงมา ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มผสมที่สูงสุด ความกว้างเมล็ด กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด นอกจากลักษณะความกว้างของเมล็ดแล้วกลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 ยังมีค่าความดีเด่นของลูกผสมที่สูงในลักษณะน้ำหนักเมล็ดสดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝักเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะความกว้างของเมล็ดที่สูงย่อมมีส่วนเกี่ยวข้องกับลักษณะของน้ำหนัก จึงทำให้ลักษณะของน้ำหนักเมล็ดสดต่อฝัก และน้ำหนักแห้งต่อฝักของกลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าสูงสุด ลักษณะความยาวเมล็ด น้ำหนักเมล็ดสดต่อเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ด กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด น้ำหนักเมล็ดสดรวมต่อต้น กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 4 มีค่าสูงสุด ลักษณะของน้ำหนักเมล็ดแห้งรวมต่อต้น และ จำนวนเมล็ดต่อฝัก พบว่า กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 4 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุด (ตารางที่ 14)

### ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ต่าง เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของบัวหลวงลูกผสมไทยจีนว่ามีลักษณะใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กันและหากมีความสัมพันธ์จะมีในลักษณะใดบ้าง จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความสัมพันธ์ของจำนวนเมล็ดต่อฝักกับน้ำหนักเมล็ดสดต่อต้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด (0.997\*\*) กล่าวคือ หากจำนวนเมล็ดต่อฝักเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดสดต่อต้นมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นด้วย แต่หากจำนวนเมล็ดต่อฝักลดลงก็ทำให้น้ำหนักเมล็ดสดต่อต้นลดลงเช่นกัน จำนวนเมล็ดต่อฝักยังมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น จำนวนฝัก จำนวนดอก และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด หมายความว่า เมื่อจำนวนเมล็ดต่อฝักเพิ่มขึ้นน้ำหนักสดต่อต้น จำนวนฝัก จำนวนดอก และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดก็จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน แต่หากจำนวนเมล็ดต่อฝักมีจำนวนลดลงก็ทำให้ลักษณะดังกล่าวมีค่าที่ลดน้อยลงเช่นกัน นอกจากนี้ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันและมีความสำคัญต่อลักษณะทางด้านผลผลิต คือ จำนวนฝัก น้ำหนักเมล็ดสดต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น กับจำนวนดอก, น้ำหนักเมล็ดสดต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น กับจำนวนฝัก, น้ำหนักเมล็ดสดต่อเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ดกับเส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันกับปริมาณผลผลิต คือ เมื่อจำนวนฝัก จำนวนดอก เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้บางลักษณะเมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะอื่นหรือมีความสัมพันธ์กันเพียงเล็กน้อยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดกับจำนวนใบ จำนวนดอก เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ก้านดอกสูง วันออกดอกแรก จำนวนฝัก เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความหนาฝักและอายุเก็บเกี่ยว เมื่อพิจารณาลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ คือ วันออกดอกแรกกับจำนวนดอก หมายความว่าเมื่อมีจำนวนวันออกดอกแรกที่เร็วจำนวนดอกต่อต้นจะมีปริมาณดอกที่น้อยลง หรือแม้แต่อายุเก็บเกี่ยวหากต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวเร็วจะเป็นต้นที่มีวันออกดอกเร็ว และลักษณะเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก กับวันออกดอกแรก ซึ่งเป็นเช่นเดียวกันคือ ต้นที่มีวันออกดอกแรกเร็วจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดต่ำ จำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้นที่น้อยลง (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 14 ค่าความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) ของบัวหลวงลูกผสมไทยจีน

Hybrid / Trait	Leaf number	Flower number	Flower diameter	Flower length	Peduncle height	First blooming	Pod number	Pod diameter	Pod thickness	Day after blooming
SA x Taikong 1	1.61	3.61	1.90	-2.98	2.80	-75.13	-2.86	-6.32	95.34	-9.35
SA x Taikong 3	-4.11	4.25	4.62	-1.61	12.69	31.43	16.45	7.73	62.73	19.32
SA x Taikong 4	0.60	3.65	3.45	-2.02	15.75	-44.35	19.14	-5.64	110.83	15.42
SA x Taikong 5	1.15	2.50	-0.03	8.95	-5.48	-4.48	0.83	6.75	113.70	12.35
SA x Hubei	0.20	5.23	5.63	-1.66	16.34	-64.66	3.11	-5.06	122.78	3.12
SY x Taikong 1	-3.75	5.36	2.10	8.15	21.47	-36.30	17.58	7.26	113.28	22.08
SY x Taikong 3	-6.20	2.08	7.18	3.16	36.30	-16.46	11.17	4.56	79.24	27.90
SY x Taikong 4	-6.04	5.69	10.07	<b>16.37</b>	9.31	-60.19	<b>24.99</b>	11.59	116.06	33.31
SY x Taikong 5	-2.99	2.52	6.78	2.60	9.59	-51.96	12.34	<b>15.99</b>	77.51	<b>40.76</b>
SY x Hubei	-4.08	7.46	8.73	2.65	<b>40.08</b>	-16.54	9.50	2.83	63.31	18.59
PT x Taikong 1	-3.03	8.79	<b>12.58</b>	2.83	-14.11	-79.25	10.87	14.58	<b>141.99</b>	37.06
PT x Taikong 3	-2.19	5.99	5.09	-0.88	7.82	-8.21	1.39	0.09	68.91	21.48
PT x Taikong 4	0.22	6.57	7.32	1.50	7.79	-36.00	17.43	-4.55	62.09	10.77
PT x Taikong 5	3.21	3.26	4.58	14.20	-1.42	19.01	-5.06	7.44	99.93	22.44
PT x Hubei	-1.21	6.77	8.39	-1.35	16.70	-49.80	-13.46	-9.33	91.50	15.27

ตารางที่ 14 (ต่อ)

Hybrid / Trait	Leaf number	Flower number	Flower diameter	Flower length	Peduncle height	First blooming	Pod number	Pod diameter	Pod thickness	Day after blooming
RN x Taikong 1	3.35	<b>9.28</b>	-0.30	9.67	15.76	<b>252.94</b>	2.29	-19.20	33.37	15.96
RN x Taikong 3	-1.24	0.25	0.91	1.54	8.85	47.90	2.65	-3.71	39.70	16.55
RN x Taikong 4	-3.68	9.13	1.19	3.67	17.14	16.96	17.03	0.01	41.27	5.03
RN x Taikong 5	<b>8.55</b>	0.87	-1.78	1.77	-6.86	15.38	1.88	6.65	7.62	13.77
RN x Hubei	-4.00	-7.46	-2.90	-2.83	-12.05	-78.26	-5.67	-8.09	66.60	4.29

Hybrid / Trait	Percentage of seed set	Seed width	Seed length	Seed cost thickness	Grain fresh weight/ plant	Grain fresh weight/ seed	Grain fresh weight/ pod	Grain dry weight/ plant	Grain dry weight/ seed	Grain dry weight/ pod	Seed number / pod
SA x Taikong 1	-9.68	-15.62	-75.94	444.41	32.84	-60.96	7.60	-61.88	3.16	28.45	19.98
SA x Taikong 3	28.33	36.74	28.86	382.05	67.48	99.80	11.91	99.81	7.04	59.00	27.89
SA x Taikong 4	12.10	24.57	-52.31	301.51	68.28	14.80	18.53	12.98	23.89	<b>90.81</b>	<b>33.24</b>
SA x Taikong 5	6.92	20.18	-6.38	321.23	10.16	36.16	0.30	39.86	9.79	17.01	15.53
SA x Hubei	17.86	21.33	-66.85	237.68	57.37	-29.39	18.19	-40.38	22.66	58.04	11.81

ตารางที่ 14 (ต่อ)

Hybrid / Trait	Percentage of seed set	Seed width	Seed length	Seed cost thickness	Grain fresh weight/ plant	Grain fresh weight/ seed	Grain fresh weight/ pod	Grain dry weight/ plant	Grain dry weight/ seed	Grain dry weight/ pod	Seed number / pod
SY x Taikong 1	25.04	33.20	-27.45	11.38	56.78	19.58	15.43	18.96	19.38	62.77	6.79
SY x Taikong 3	28.51	12.58	-25.17	110.78	70.89	49.96	10.42	46.51	13.73	75.94	10.42
SY x Taikong 4	38.59	7.20	-53.59	185.98	40.15	-39.99	10.67	-42.62	11.81	40.74	9.22
SY x Taikong 5	31.50	14.06	-52.91	135.09	69.54	-2.42	19.49	-9.42	9.93	50.80	29.83
SY x Hubei	26.27	8.50	-19.32	113.58	59.07	36.60	12.22	30.28	19.11	59.84	-1.35
PT x Taikong 1	34.26	<b>45.85</b>	-77.96	<b>482.46</b>	31.74	-72.49	<b>39.17</b>	-73.99	<b>64.31</b>	84.63	11.62
PT x Taikong 3	17.82	22.51	-14.91	333.41	54.35	21.08	23.50	26.39	23.87	47.73	9.72
PT x Taikong 4	<b>38.60</b>	35.18	-41.92	408.24	<b>72.42</b>	1.92	26.01	9.36	34.53	83.89	22.25
PT x Taikong 5	22.34	6.88	-10.70	119.52	8.78	1.70	10.01	11.37	3.69	2.12	2.42
PT x Hubei	14.28	24.09	-65.65	313.68	39.26	-42.48	34.37	-44.85	34.44	40.44	-4.75
RN x Taikong 1	-0.65	0.34	<b>263.64</b>	91.67	31.43	<b>354.33</b>	11.21	<b>354.26</b>	12.53	33.70	-0.14
RN x Taikong 3	7.23	-2.32	43.75	71.71	23.96	51.09	-6.63	68.23	-8.14	26.71	24.25
RN x Taikong 4	9.61	-5.56	3.77	52.53	38.13	74.00	13.41	73.78	0.12	32.00	4.44
RN x Taikong 5	2.45	-7.32	48.15	53.78	-6.12	16.88	-17.57	41.10	-10.00	1.53	8.91
RN x Hubei	8.47	5.25	-81.65	-48.75	-23.83	-81.14	-18.91	-81.99	-8.44	-23.44	-14.83

ตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients) ที่มีต่อลักษณะทางด้านผลผลิต ของบัวหลวงลูกผสมไทยจีน

Trait	Flower number	Flower diameter	Flower length	Peduncle height	Day after blooming	Pod number	Pod diameter	Percentage of seed set	Seed width	Seed length	Grain fresh weight /plant	Grain fresh weight/seed	Grain dry weight/plant	Grain dry weight/seed
Flower diameter	0.077 <sup>ns</sup>													
Flower length	0.083 <sup>ns</sup>	0.808 <sup>**</sup>												
Peduncle height	0.163 <sup>ns</sup>	0.648 <sup>**</sup>	0.666 <sup>**</sup>											
Day after blooming	-0.448 <sup>*</sup>	0.098 <sup>ns</sup>	0.156 <sup>ns</sup>	0.196 <sup>ns</sup>										
Pod number	<b>0.971<sup>**</sup></b>	0.008 <sup>ns</sup>	-0.001 <sup>ns</sup>	0.108 <sup>ns</sup>	-0.397 <sup>ns</sup>									
Pod diameter	0.243 <sup>ns</sup>	0.223 <sup>ns</sup>	0.307 <sup>ns</sup>	0.625 <sup>**</sup>	0.077 <sup>ns</sup>	0.164 <sup>ns</sup>								
seed set	0.395 <sup>ns</sup>	0.020 <sup>ns</sup>	0.058 <sup>ns</sup>	-0.194 <sup>ns</sup>	-0.395 <sup>ns</sup>	0.392 <sup>ns</sup>	0.237 <sup>ns</sup>							
Seed width	0.268 <sup>ns</sup>	-0.135 <sup>ns</sup>	-0.131 <sup>ns</sup>	0.080 <sup>ns</sup>	0.071 <sup>ns</sup>	0.279 <sup>ns</sup>	0.499 <sup>*</sup>	0.193 <sup>ns</sup>						
Seed length	-0.254 <sup>ns</sup>	0.598 <sup>**</sup>	0.553 <sup>**</sup>	0.337 <sup>ns</sup>	0.171 <sup>ns</sup>	-0.313 <sup>ns</sup>	0.392 <sup>ns</sup>	-0.065 <sup>ns</sup>	0.312 <sup>ns</sup>					
Grain fresh weight/plant	<b>0.923<sup>**</sup></b>	0.037 <sup>ns</sup>	-0.018 <sup>ns</sup>	0.171 <sup>ns</sup>	-0.479 <sup>*</sup>	<b>0.923<sup>**</sup></b>	0.270 <sup>ns</sup>	0.503 <sup>*</sup>	0.392 <sup>ns</sup>	-0.189 <sup>ns</sup>				
Grain fresh weight/seed	-0.016 <sup>ns</sup>	-0.004 <sup>ns</sup>	-0.029 <sup>ns</sup>	0.301 <sup>ns</sup>	0.273 <sup>ns</sup>	0.040 <sup>ns</sup>	0.561 <sup>**</sup>	0.022 <sup>ns</sup>	0.855 <sup>**</sup>	0.396 <sup>ns</sup>	0.196 <sup>ns</sup>			
Grain dry weight/plant	<b>0.925<sup>**</sup></b>	0.099 <sup>ns</sup>	0.012 <sup>ns</sup>	0.193 <sup>ns</sup>	-0.514 <sup>*</sup>	<b>0.918<sup>**</sup></b>	0.262 <sup>ns</sup>	0.500 <sup>*</sup>	0.360 <sup>ns</sup>	-0.153 <sup>ns</sup>	0.993 <sup>**</sup>	0.149 <sup>ns</sup>		
Grain dry weight/seed	-0.081 <sup>ns</sup>	0.133 <sup>ns</sup>	0.053 <sup>ns</sup>	0.479 <sup>*</sup>	0.409 <sup>ns</sup>	-0.068 <sup>ns</sup>	0.553 <sup>**</sup>	-0.196 <sup>ns</sup>	0.689 <sup>**</sup>	0.363 <sup>ns</sup>	0.062 <sup>ns</sup>	0.807 <sup>**</sup>	0.040 <sup>ns</sup>	
Grain number/pod	<b>0.909<sup>**</sup></b>	0.068 <sup>ns</sup>	-0.002 <sup>ns</sup>	0.193 <sup>ns</sup>	-0.493 <sup>*</sup>	<b>0.907<sup>**</sup></b>	0.293 <sup>ns</sup>	0.515 <sup>*</sup>	0.419 <sup>ns</sup>	-0.140 <sup>ns</sup>	<b>0.997<sup>**</sup></b>	0.226 <sup>ns</sup>	<b>0.995<sup>**</sup></b>	0.090 <sup>ns</sup>

## วิจารณ์

การศึกษาระดับของช่วงแสงที่มีผลต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของบัวหลวงจีน พบว่า เมื่อเพิ่มช่วงแสงจากช่วงแสงธรรมชาติในระดับที่ต่างๆ กัน ได้แก่ 13, 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน สามารถชักนำการออกดอกบัวหลวงจีน ได้ทุกสายพันธุ์แต่ทั้งนี้การเพิ่มช่วงแสงไม่ใช่ช่วงแสงทุกระดับจะสามารถชักนำการออกดอกได้ และการไม่เพิ่มช่วงแสงก็ไม่สามารถชักนำการออกดอกได้เช่นกัน การเพิ่มช่วงแสงขึ้นเป็น 17 ชั่วโมงต่อวัน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบตั้ง ขนาดดอก และจำนวนดอก มีความสัมพันธ์กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ เมื่อช่วงแสงเพิ่มสูงขึ้นทำให้จำนวนใบ ขนาดดอก จำนวนดอก และ วันออกดอกแรก เพิ่มสูงขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของช่วงแสง การศึกษาของ Marsuda *at. et.*, (2006) ที่ได้ทำการทดลองช่วงแสงกับบัวหลวงที่มีต่อการพักตัว (*Nelumbo nucifera*) เมื่อช่วงแสงเพิ่มขึ้น พบว่า จำนวนใบตั้งจะเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าช่วงที่มีช่วงแสงสั้น เช่นเดียวกับการเพิ่มช่วงแสงให้กับบัวหลวงอเมริกัน (*Nelumbo lutea*) เมื่อเพิ่มช่วงแสง 3 ระดับ คือ 14, 16 และ 18 ชั่วโมง ทำให้จำนวนใบเพิ่มสูงขึ้นจากการไม่เพิ่มช่วงแสง (กฤษฎา, 2546) ช่วงวันในประเทศไทยจัดเป็นช่วงวันสั้นมีความยาวช่วงแสงสูงสุดในเดือนมิถุนายน เท่ากับ 12.53 (ภาพที่ 1) (กรมอุทกศาสตร์, 2552) จากการทดลอง พบว่า เมื่อเพิ่มช่วงแสง 17 ชั่วโมงต่อวัน เป็นช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการชักนำการออกดอกของบัวหลวงจีน ได้ทั้ง 6 สายพันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Qichao and Xingyan (2004) ที่พบว่า บัวหลวงจีนจัดเป็นพืชวันยาว ซึ่งช่วงแสงและความเข้มของแสงจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอก นอกจากนี้ ชนิดและพันธุ์ที่ต่างกันในสภาพแวดล้อมเดียวกันจะมีความสามารถในการออกดอกต่างกัน (สมบุญ, 2544) จะเห็นได้จากการเพิ่มช่วงแสงให้กับบัวหลวงจีน 6 สายพันธุ์ มีการตอบสนองทั้งด้านการเจริญเติบโตและการออกดอกเมื่อเพิ่มช่วงแสงในระดับที่แตกต่างกัน โดยส่วนมากการชักนำการออกดอกมีวิธีการหลายรูปแบบซึ่งการเพิ่มช่วงแสงนับเป็นวิธีการที่นิยมที่ใช้ในการชักนำการออกดอกของพืชที่มีความต้องการช่วงแสงเพิ่มขึ้นหรือพืชวันยาว พืชมีการตอบสนองต่อแสงหลายแบบทั้งพืชวันสั้น พืชวันยาวและพืชไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง การชักนำการออกดอกโดยเพิ่มวันยาว ช่วยส่งเสริมการออกดอกของพืช (Robret and Thomas, 1982) ดังนั้น การเพิ่มช่วงแสงต่อวันให้เพิ่มสูงขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติจึงสามารถชักนำการออกดอกบัวหลวงได้ แต่ทั้งนี้ในบัวหลวงจีนบางสายพันธุ์ไม่สามารถออกได้ทุกระดับของช่วงแสงที่ชักนำอาจเป็นผลมาจากความต้องการช่วงวันวิกฤติที่มีความเฉพาะเจาะจงแตกต่างกันเมื่อช่วงวันที่ได้รับยังไม่มีมีความยาวนานเพียงพอไม่สามารถกระตุ้นให้ดอกได้หรือมีปริมาณช่วงวันที่ยาวนานมากเกินไปส่งผลต่อการยับยั้งการออกดอกได้เช่นกัน (Hopkins and Huner, 2004) ทั้งนี้แสงยังมีผลต่อการสังเคราะห์แสงทำให้มีการสะสมของอาหารมากช่วยให้การเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดีจึงอาจเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้บัวหลวงแต่ละสาย

พันธุ์มีการตอบสนองต่อช่วงแสงในการออกดอกที่ต่างกัน ตลอดจนปัจจัยการออกดอกมีทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในของพืชเองที่ช่วยส่งเสริมและยับยั้งการออกดอก

การผสมข้ามระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์จีนกับบัวหลวงสายพันธุ์ไทย และปลูกทดสอบ ลูกผสมพันธุ์ไทยผสมจีนในสภาพธรรมชาติของไทย เพื่อสร้างลูกผสมที่สามารถออกดอกได้ในสภาพธรรมชาติในประเทศไทย ผลการทดลอง พบว่า ลูกผสมข้ามระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์ไทยกับบัวหลวงสายพันธุ์จีนจำนวน 20 กลุ่มผสม เมื่อปลูกทดสอบสามารถออกดอกได้ในสภาพธรรมชาติทุกกลุ่มผสม อาจจะเป็นอิทธิพลของสายพันธุ์แม่ (บัวหลวงสายพันธุ์ไทย) เนื่องจากบัวหลวงสายพันธุ์ไทยสามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปี จึงเป็นสายพันธุ์ที่ต้องการช่วงแสงสั้น (พืชวันสั้น) ช่วงวันในประเทศไทยจัดเป็นช่วงวันสั้น (กรมอุทกศาสตร์, 2552) ทั้งนี้วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์บัวหลวง Ke (2549) กล่าวว่า วัตถุประสงค์แรกของการปรับปรุงพันธุ์บัวเมล็ด คือ ผลผลิตซึ่งคำนวณจากจำนวนฝักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว จำนวน carpel ต่อฝัก เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดและน้ำหนักเมล็ด โดยพันธุ์บัวที่ให้ผลผลิตสูงจะต้องเก็บเกี่ยวได้ 6,000 ฝัก ต่อ 666.7 ตารางเมตร (8.99 ฝักต่อตารางเมตร) มี 23 carpel ต่อฝัก เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำหนักเมล็ดมากกว่า 1.05 กรัม ลูกผสมที่ทำการทดสอบ พบว่า เมื่อผสมระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์จีนและบัวหลวงสายพันธุ์ไทยลูกผสมที่ปลูกทดสอบสามารถออกดอกได้ทุกกลุ่มผสม กลุ่มผสมที่ทำการคัดเลือกได้มีจำนวนฝักต่อตารางเมตร 11.50 ฝัก และ น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ด (1.26 กรัม) มีค่าที่สูงกว่าบัวหลวงจีน แต่เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด (73.63) และ จำนวนเมล็ดต่อฝัก (carpel) (14.47 เมล็ด) ยังมีปริมาณที่น้อยกว่าบัวหลวงจีน ทั้งนี้ ลักษณะทางด้านผลผลิตอาจจะได้รับอิทธิพลของบัวหลวงสายพันธุ์จีนที่มีลักษณะของเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ เมื่อนำมาผสมข้ามกับบัวหลวงไทยทำให้บัวหลวงลูกผสมมีขนาดเมล็ดที่ใหญ่ขึ้น ได้แก่ กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีขนาดเมล็ดใหญ่สุด (1.75 เซนติเมตร) สามารถออกดอกได้ในสภาพธรรมชาติของไทยประกอบกับลักษณะของการเจริญเติบโตของบัวหลวงไทยที่สามารถเจริญเติบโตได้ทุกฤดูกาล จึงมีการแสดงออกที่ดีทั้งด้านการเจริญเติบโตและด้านผลผลิตของลูกผสมจึงส่งผลให้ปริมาณผลผลิตที่สูงขึ้น (ภาพที่ 4) ซึ่งลักษณะที่แสดงออกของลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับสายพันธุ์ Taikong 1 ซึ่งเป็นกลุ่มผสมที่แสดงลักษณะทางการเกษตรที่ดี สมรรถนะการผสมทั่วไปและค่าความดีเด่นของลูกผสมดีสุด พบว่า น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ดของลูกผสม (1.92 กรัม) มีน้ำหนักสูงกว่ามาตรฐานของการปรับปรุงพันธุ์บัวเมล็ดและสูงกว่าสายพันธุ์ Space Lotus 36 ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าของจีน (0.86 กรัม) (Xie *at. el.*, 2551) แต่ทั้งนี้ในด้านลักษณะอื่น เช่น จำนวนฝัก จำนวน carpel ต่อฝัก เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดยังมีค่าที่ต่ำ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาต่อได้โดยการผสมเข้ากับบัวหลวงสายพันธุ์ไทยที่มีลักษณะดังกล่าวที่ดีเพื่อพัฒนาสายพันธุ์ลูกผสมให้มีคุณสมบัติที่ดี การ

พิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์สามารถพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆ ที่มีต่อกัน โดยคำนึงถึงลักษณะลักษณะที่มีความเกี่ยวข้องกับผลผลิต คือ จำนวนเมล็ดต่อฝักที่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ดสดต่อต้น จำนวนฝัก จำนวนดอก และเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด จากลักษณะดังกล่าวที่มีสหสัมพันธ์กันสามารถนำลักษณะดังกล่าวไปใช้ในเป็นดัชนีการคัดเลือก นอกจากนี้ ลักษณะที่ยังต้องคำนึงถึง คือ วันออกดอกแรก ถ้ามีวันออกดอกแรกที่เร็วจะส่งผลต่อจำนวนดอกต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้นให้ปริมาณดอกที่น้อยลง เป็นผลมาจากมีระยะเวลาสั้นในการสะสมอาหารและปริมาณอาหารที่ถูกนำไปใช้ในการออกดอก

การทดสอบสมรรถนะของสายพันธุ์เป็นการหาความสามารถของสายพันธุ์ต่อการถ่ายทอดลักษณะไปยังลูกผสม คือ สมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability) และสมรรถนะการผสมเฉพาะ (specific combining ability) การทดสอบสมรรถนะของสายพันธุ์บัวหลวงไทย และบัวหลวงจีนมีความแตกต่างของสายพันธุ์ จึงใช้วิธีการผสมแบบพบกันหมดระหว่างกลุ่ม (factorial cross) สอดคล้องกับกฤษฎา (2544) คือ วิธีการประเมินสมรรถนะดังกล่าวทำให้การประเมินประหยัดเวลาและแรงงานในการดำเนินการจากการประเมินสมรรถนะของการผสมทั่วไปของบัวหลวงสายพันธุ์จีน พบว่า พันธุ์ Taikong 1 (ความกว้างเมล็ด) และ Taikong 3 (น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น) มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง ส่วนบัวหลวงสายพันธุ์ไทย พบว่า แหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยม (น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น) และ แหล่งพันธุ์พุทธมณฑล (ความกว้างเมล็ด) มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง ดังนั้นการนำเข้าบัวหลวงสายพันธุ์จีนเข้ามาเพื่อพัฒนาบัวหลวงสายพันธุ์ไทยจึงน่าจะมีแนวโน้มในการพัฒนาสายพันธุ์ที่ดีได้ และการประเมินสมรรถนะการผสมเฉพาะ พบว่า คู่ผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 3 มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปของพันธุ์ Taikong 3 ที่แสดงค่าที่สูงเมื่อนำมาผสมกับแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมที่มีการแสดงค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปในบางลักษณะสูง จึงมีการแสดงออกในในรุ่นลูกที่ดี แต่ทั้งนี้พันธุ์ Taikong 1 เป็นสายพันธุ์ที่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปดี แต่เมื่อนำมาผสมกับสายพันธุ์ไทยไม่สามารถให้ลูกผสมที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะดี น่าจะเป็นผลมาจากระดับความคงตัวของพันธุกรรมที่ยังไม่คงตัวซึ่งลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 ก็เช่นเดียวกัน มีการแสดงออกของลักษณะทางด้านผลผลิตที่ดี ได้แก่ น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น น้ำหนักแห้งต่อเมล็ด และน้ำหนักแห้งต่อฝัก ที่มีสายพันธุ์พ่อแม่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปต่ำ แต่ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง ดังนั้นการทดสอบสมรรถนะจึงควรทำการประเมินสมรรถนะในรุ่นหลังเนื่องจากลักษณะโดยรวมของลูกผสมในรุ่นแรกๆ ไม่น่าจะเป็นดัชนีที่ดีสำหรับการประเมินสมรรถนะการผสมของสายพันธุ์นั้นๆ (กฤษฎา, 2544)

การวิเคราะห์ค่าความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) ค่าที่ประเมินได้ให้ค่าที่สอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะ คือ ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์พุทธมณฑลกับพันธุ์ Taikong 1 มีค่าความดีเด่นของลูกผสมสูงสุดในหลายลักษณะ ซึ่งกลุ่มผสมดังกล่าวให้ลูกผสมที่มีขนาดเมล็ดใหญ่เป็นลักษณะที่พึงประสงค์ของการดำเนินการทดลองครั้งนี้ นอกจากกลุ่มผสมดังกล่าวพบว่า กลุ่มผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 ที่มีลักษณะด้านผลผลิตดี คือ น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น น้ำหนักแห้งต่อเมล็ด และน้ำหนักแห้งต่อฝัก มีค่าสูงสุด โดยที่สายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปที่ต่ำ ซึ่งการแสดงออกของค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปต่ำแต่มีการแสดงออกของค่าความดีเด่นของลูกผสมที่สูง แสดงว่ามีเฮเทอโรซิสที่ดี Gilbert (1958) การคาดคะเนลูกผสมโดยใช้สมรรถนะการผสมทั่วไปในการพิจารณาจะไม่ถูกต้อง เพราะลูกผสมที่ได้มาจากการผสมระหว่างสายพันธุ์ที่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปที่สูงสุด 2 สายพันธุ์อาจจะทำให้ไม่ได้ลูกผสมที่ดีที่สุด สายพันธุ์ที่มีค่าความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง แต่ความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมเฉพาะมีค่าต่ำ อาจจะทำให้ได้ลูกผสมทั่วไปที่ดีกว่าสายพันธุ์ที่มีทั้งความแปรปรวนของสมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถการผสมเฉพาะสูง ค่าเหนือระดับของลูกผสมเป็นผลมาจากผลบวกสะสมของยีน การประเมินค่าความดีเด่นของลูกผสม ประเมินจากค่าเฉลี่ยของสายพันธุ์พ่อแม่ การนำสายพันธุ์จากต่างประเทศเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ผลที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของไทย การผสมสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมที่สูงมีโอกาสให้ลูกผสมที่มีความดีเด่นที่ดีได้มีสูงเช่นกัน ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ราชินีกับพันธุ์ Taikong 1 ถึงแม้ให้ผลผลิตสูง แต่สายพันธุ์แม่ให้ผลผลิตเมล็ดต่ำ และสายพันธุ์พ่อแม่มีวันออกดอกแรกแตกต่างกันมาก ทำให้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมยุ่งยาก และมีโอกาสได้เมล็ดพันธุ์ต่ำ เมื่อนำไปผลิตเมล็ดในเชิงการค้าอาจไม่คุ้มค่า แต่ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเยี่ยมกับพันธุ์ Taikong 3 ให้ผลผลิตสูงรองลงมา แต่สายพันธุ์พ่อแม่ให้ผลผลิตเมล็ดสูง และมีวันออกดอกแรกใกล้เคียงกันทำให้ผลิตเมล็ดพันธุ์ง่าย ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูง เหมาะในการผลิตเมล็ดพันธุ์เชิงการค้า และสายพันธุ์พ่อแม่ยังให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง เหมาะต่อการนำไปใช้ในการสร้างลูกผสมหรือการปรับปรุงสายพันธุ์

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

#### การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับของช่วงแสงที่มีผลต่อการออกดอกและการเจริญเติบโตของบัวหลวงจีน

การชักนำการออกดอกของบัวหลวงจีนจำนวน 6 สายพันธุ์ ด้วยช่วงแสง พบว่า ช่วงแสง 15 ชั่วโมงต่อวัน เหมาะต่อการชักนำการออกดอก และความยาวกลีบดอก และ ความสูงก้านดอก สูงสุด การให้แสง 17 ชั่วโมงต่อวัน มีอิทธิพลต่อการออกดอก จำนวนใบตั้ง เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และวันออกดอกแรก การวิเคราะห์สมการถดถอยอย่างง่ายแสดงให้เห็นว่าจำนวนดอกเพิ่มขึ้น ได้เมื่อจำนวนใบเพิ่มขึ้น และพบว่าความสัมพันธ์ของ จำนวนดอก จำนวนใบตั้ง เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวกลีบดอก และวันออกดอกแรกมีค่าสูง เมื่อช่วงแสงเพิ่มขึ้น

#### การทดลองที่ 2 การผสมข้ามระหว่างบัวหลวงสายพันธุ์จีนกับบัวหลวงสายพันธุ์ไทย และปลูกทดสอบลูกผสมพันธุ์ไทยผสมจีนในสภาพธรรมชาติของไทย

บัวหลวงสายพันธุ์ไทยแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปดีเด่น ในลักษณะจำนวนใบ จำนวนดอก จำนวนฝัก ความกว้างเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น

บัวหลวงสายพันธุ์จีนพันธุ์ Taikong 3 มีลักษณะที่ดีที่สุด ในกลุ่มสายพันธุ์จีน คือ ของลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวดอก ความสูงก้านดอก วันออกดอกแรก เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก อายุเก็บเกี่ยว และมีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปดีเด่นในลักษณะจำนวนดอก เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ก้านดอกสูง จำนวนฝัก เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก ความหนาเปลือก น้ำหนักเมล็ดสดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อฝัก

ลูกผสมระหว่างแหล่งพันธุ์ศรีเอี่ยมกับพันธุ์ Taikong 3 เป็นกลุ่มผสมที่มีลักษณะทางด้านทางการเกษตรที่ดี ในลักษณะจำนวนดอก จำนวนฝัก เส้นผ่านศูนย์กลางฝัก และน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น และให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะ และค่าความดีเด่นของลูกผสมที่ดี โดยเฉพาะ น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือ จำนวนเมล็ดต่อฝักกับน้ำหนัก เมล็ดสดต่อต้น และสามารถใช้เป็นดัชนีการคัดเลือกสายพันธุ์และลูกผสม

### ข้อเสนอแนะ

การชักนำการออกดอกด้วยช่วงแสงมีข้อจำกัดของพื้นที่ทำการทดลองจึงทำให้ขนาดของ ภาชนะในการปลูกทดสอบมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้การแสดงออกของบัวหลวงจีนไม่สามารถ แสดงออกได้อย่างเต็มที่ควรเพิ่มขนาดของภาชนะในการทำการทดลองให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจำนวน ซ้ำสำหรับใช้ในการทดลองควรมีจำนวนซ้ำที่เพิ่มมากขึ้นเพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูล และ อาจจะทำการทดลองการชักนำการออกดอกบัวหลวงจีน โดยศึกษาชนิดของแหล่งกำเนิดแสงในการ กระตุ้นการออกดอก

การผสมข้ามระหว่างบัวหลวงไทยกับบัวหลวงจีน ลูกผสมชั่วแรกที่ได้ยังมีลักษณะที่ ต้องการไม่ครบ ซึ่งลูกผสมที่คัดเลือกได้ควรมีการพัฒนาต่อโดยการผสมกลับ (backcross) เข้ากับบัว หลวงสายพันธุ์ไทยที่มีจำนวนดอก จำนวน carpel ต่อฝัก เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดที่สูง เช่น แหล่ง พันธุ์ศรีเอี่ยม แหล่งพันธุ์พุทธมณฑล หรือ แหล่งพันธุ์สามร้อยยอด โดยการแยกตามแบบเฮเทอโร ซีซิส (heterosis pattern)

ควรมีการพัฒนาสายพันธุ์พ่อแม่ให้เป็นสายพันธุ์แท้ (inbred line) และสร้างลูกผสม แล้วจึง นำมาทำการทดสอบลูกผสมกับสายพันธุ์พ่อแม่ มาปลูกทดสอบผลผลิต (Yield Trial) การปรับปรุง สายพันธุ์พ่อแม่ที่มีค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง (line improvement) ในลักษณะที่ต้องการ ได้แก่ จำนวนดอก ความกว้างเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อฝัก เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ด น้ำหนักเมล็ดสดและ น้ำหนักเมล็ดแห้ง รวมทั้งการปรับปรุงประชากรบัว เพื่อใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิด และใช้เป็นแหล่ง พัฒนาสายพันธุ์แท้เพื่อสร้างลูกผสมต่อไปในระยะยาว (long term improvement)

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤษฎา สไลยรักษ์. 2546. อิทธิพลของช่วงแสงที่มีต่อการออกดอกของบัวหลวงอเมริกัน (*Nelumbo lutea* Pers.). ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ชลบุรี.
- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2544. **ปรับปรุงพันธุ์พืช : ความหลากหลายของแนวคิด.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. 2549. **ปรับปรุงพันธุ์พืช กับ หลากหลายแนวคิด.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กรมอุทกศาสตร์. 2552. เวลาดวงอาทิตย์-ดวงจันทร์ ขึ้น-ตกชลบุรี (เกาะสีชัง). แหล่งที่มา : [http://www.navy.mi.th/hydro/sunrise\\_set/chonburi.xls](http://www.navy.mi.th/hydro/sunrise_set/chonburi.xls), 10 มกราคม 2552.
- ณ. นพชัย ชาญศิลป์. 2546. การผลิตบัวในประเทศไทย, น. 4-5. ใน เอกสารประกอบการอภิปราย ในการสัมมนาเรื่อง “พัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชาติ” 21 กรกฎาคม 2546. สำนัก พิพิธภัณฑ์และวัฒนธรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รัชชัย คุรุบรรเจิดจิต. 2534. การศึกษาสมรรถนะการผสมของพริก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย. 2550. **มหัศจรรย์บัวหลวงไทย.** สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. **พรรณไม้น้ำในประเทศไทย.** อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.
- Baker, R.J. 1978. Issue in diallel analysis. **Crop Sci.** 18 : 533-536.

- Bjarnason, M. and D. Klein. 1977. Inheritance of Modified endosperm structure ad lysine content in opaque-2 maize. II. Lysine content. **Cereal Res. Commun.** 5 : 49-58.
- Comstock, R.E. and H.F. Robinson. 1948. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average of dominance. **Biometric** 4 : 254 – 266.
- Gilbert, N.G. 1958. Diallel cross in plant breeding. **Heredity** 12 : 477-493.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. **Aust. J. Biol. Sci.** 9 : 463-493.
- Hayman, B.I. 1954. Interaction heterosis and diallel cross. **Genetics** 42 : 336 – 355.
- \_\_\_\_\_. 1963. Note on diallel cross theory, pp 982-983. In Hanson, W.D. Hanson and H.F. Robinson (eds.). **Statistical Genetics and Plant Breeding.** NAS-Nrc.
- Hopkins, W.G. and N.P. Huner. 2004. **Introduction to Plant Physiology.** John Wiley & Sons, Inc, USA.
- Ke, W. 2549. แหล่งกำเนิดบัวและงานปรับปรุงพันธุ์บัวของจีน, น. 119-128. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง “พัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชาติ ครั้งที่ 4” 17 – 18 พฤศจิกายน 2549. โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว, เชียงใหม่.
- Kelly, J.W. and J.I. Frett. 1986. Photoperiodic control of growth of water lilies. **HortScience** 21 : 151.
- Khotyleva, L.V. and L.M. Polonetskaya. 1985. Inbreeding and combining ability in maize lines of different origin. **Maize Abstr.** 2 : 147.

- Masuda, J.I., S. Yoshimizu, Y. Ozaki and H. Okubo. 2007. Rhythmic response of rhizome growth to light-break in lotus (*Nelumbo nucifera*). **J. Fac. Agr., Kyushu Univ.** 52 (1) : 35-38
- Masuda, J.I., T. Urakawa, Y. Ozaki and H. Okubo. 2006. Short photoperiod induces dormancy in Lotus (*Nelumbo nucifera*). **Annual of Botany** 97 : 39-45.
- Qichao, W. and Z. Xingyan. 2004. **Lotus Flower Cultivars in China**. China Forestry Publishing House, China.
- Robret, J. D. and J. F. THOMAS. 1982. Phytochrome regulation of flowering in the long-day plant, *Hyoscyamus niger*. **Plant Physiol.** 70 : 898-900.
- Rojas, B.A. and G.F. Sprague. 1952. A comparison of components in corn yield trial III General and specific combining ability and their interaction with locations and years. **Agron. J.** 44 : 462-466.
- Safaa, A. and D. A. Francko. 1992. Effect of light and temperature on photosynthesis, elongation rate and chlorophyll content of *Nelumbo lutea* (Willd.) Pers. Seedling. **Aquatic Botany** 44 : 51-58.
- Slocum, P.D. and P. Robinson. 1996. **Water Gardening : Water lilies and Lotuses**. Timber Press. Inc, Oregon USA.
- Sprague, G.E. and L.A. Tatum. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. **J. Amer. Soc. Agron.** 34 : 923-932.
- Xie, K., X. Jinxing, Z. Xianglian and Y. Liangbo. 2551. Breeding of lotus by boarding in space, น. 4-5. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเรื่อง “พัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชาติ ครั้งที่ 6” 30 กรกฎาคม – 1 สิงหาคม 2551. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี.

Xueming, N. 1987. **Lotus of China**. Wuhan Botanical Institute Chinese Academy of Science,  
Wuhan China.





**ตารางผนวกที่ 1** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ

Source	df	SS	MS
Photoperiods	3	26.3645	8.7881
Variety	5	14.0937	2.8187
Replication	3	4.2812	1.4270
Photoperiods* Variety	15	20.1979	1.3465
Photoperiods* Variety*Rep.	69	50.9687	0.7386
Total	95	115.9062	

**ตารางผนวกที่ 2** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนใบของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ

Source	df	SS	MS
Photoperiods	3	1564.2812	521.4270
Variety	5	3976.3437	795.2687
Replication	3	329.1145	109.7048
Photoperiods* Variety	15	3410.2812	227.3520
Photoperiods* Variety*Rep.	69	15663.1354	227.0019
Total	95	24943.1562	

**ตารางผนวกที่ 3** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของวันออกดอกแรกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ

Source	df	SS	MS
Photoperiods	3	33007.5833	11002.5277
Variety	5	9053.8750	1810.7750
Replication	3	3126.2500	1042.0833
Photoperiods* Variety	15	11207.0416	747.1361
Photoperiods* Variety*Rep.	69	76191.7500	1104.2282
Total	95	132586.5000	

**ตารางผนวกที่ 4** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ

Source	df	SS	MS
Photoperiods	3	987.0352	329.0117
Variety	5	468.1050	93.6210
Replication	3	58.0502	19.3500
Photoperiods* Variety	15	508.4171	33.8944
Photoperiods* Variety*Rep.	69	1659.7456	24.0542
Total	95	3681.3532	

**ตารางผนวกที่ 5** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวกลีบดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ

Source	df	SS	MS
Photoperiods	3	346.8115	115.6038
Variety	5	126.9080	25.3816
Replication	3	20.3715	6.7905
Photoperiods* Variety	15	143.8303	9.5886
Photoperiods* Variety*Rep.	69	634.2301	9.1917
Total	95	1272.1515	

**ตารางผนวกที่ 6** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงก้านดอกของบัวหลวงสายพันธุ์จีน 6 สายพันธุ์ เมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสง 4 ระดับ

Source	df	SS	MS
Photoperiods	3	23087.4083	7695.8027
Variety	5	9110.4926	1822.0985
Replication	3	1085.9179	361.9726
Photoperiods* Variety	15	9063.1647	604.2109
Photoperiods* Variety*Rep.	69	44580.5048	646.0942
Total	95	86927.4885	

**ตารางผนวกที่ 7** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนใบของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และสายพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	539691.3153	18610.0453
Error	196	288405.4678	1471.4564
Total	225	828096.7831	

**ตารางผนวกที่ 8** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนดอกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	3284.9714	113.2748
Error	110	1773.4500	16.1222
Total	139	5058.4214	

**ตารางผนวกที่ 9** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	1123.4258	38.7388
Error	110	493.7498	4.4886
Total	139	1617.1756	

**ตารางผนวกที่ 10** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวดอกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	437.4417	15.0841
Error	110	341.6684	3.1060
Total	139	779.1101	

**ตารางผนวกที่ 11** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของก้านดอกสูงของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	18617.6113	641.9865
Error	110	31366.7229	285.1520
Total	139	49984.3343	

**ตารางผนวกที่ 12** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของวันออกดอกแรกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	230562.9000	7950.4448
Error	109	112900.7690	1035.7868
Total	138		

**ตารางผนวกที่ 13** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนฝักของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	2987.0438	103.0015
Error	106	1675.0738	15.8025
Total	135	4662.1176	

**ตารางผนวกที่ 14** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่านศูนย์กลางฝักของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	80.6149	2.7798
Error	107	128.4307	1.2002
Total	136	209.0456	

**ตารางผนวกที่ 15** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนาไฟของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	16.6949	0.5756
Error	107	9.6618	0.0902
Total	136	26.3568	

**ตารางผนวกที่ 16** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเก็บเกี่ยวของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	45.6946	1.5756
Error	108	61.5053	0.5694
Total	137	107.1999	

**ตารางผนวกที่ 17** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	8958.5693	308.9161
Error	106	9802.7767	92.4790
Total	135	18761.3461	

**ตารางผนวกที่ 18** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความกว้างเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	0.6749	0.0232
Error	108	0.5362	0.0049
Total	137	1.2111	

**ตารางผนวกที่ 19** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	1.2618	0.0435
Error	108	0.8649	0.0080
Total	137	2.1267	

**ตารางผนวกที่ 20** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนาเปลือกของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	0.0026	0.0001
Error	108	0.0063	0.0001
Total	137	0.0089	

**ตารางผนวกที่ 21** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดสดรวมต่อต้นของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	1101162.4502	37971.1189
Error	106	1316232.1877	12417.2847
Total	135	2417394.6379	

**ตารางผนวกที่ 22** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดสดต่อเมล็ดของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	15.3903	0.5307
Error	107	14.7277	0.1376
Total	136	30.1181	

**ตารางผนวกที่ 23** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดสดต่อฝักของบัวหลวงสายพันธุ์  
พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	5469.1873	188.5926
Error	107	4903.8520	45.8303
Total	136	10373.0393	

**ตารางผนวกที่ 24** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดแห้งรวมต่อต้นของบัวหลวงสาย  
พันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	219651.2243	7574.1801
Error	107	264680.6761	2473.6511
Total	136	484331.9005	

**ตารางผนวกที่ 25** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อเมล็ดของบัวหลวงสาย  
พันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	3.8618	0.1331
Error	107	2.0706	0.0193
Total	136	5.9324	

**ตารางผนวกที่ 26** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อฝักของบัวหลวงสายพันธุ์  
พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	1161.4302	40.0493
Error	107	801.5731	7.5620
Total	136	1963.0033	

**ตารางผนวกที่ 27** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อฝักของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ  
สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Source	df	SS	MS
Treatment	29	529.9107	18.2727
Error	106	525.1342	4.9540
Total	135	1055.0449	

**ตารางผนวกที่ 28** การวิเคราะห์ห้ำประสิทธิภาพห้ำพันธุ์ของบัวหลวงสายพันธุ์พ่อ สายพันธุ์แม่ และพันธุ์เปรียบเทียบ

Trait	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
Flower number	30	4.4153	44.8225	132.4600	0.1300	18.2500
Flower diameter	30	11.4393	6.0123	343.1800	1.4400	19.1800
Flower length	30	6.9347	3.6819	208.0400	1.0600	11.9200
Peduncle height	30	47.2083	24.5379	1416.2500	8.5000	85.4700
Day after blooming	30	92.6280	52.5379	2778.8400	10.5000	195.0000
Pod number	30	4.1853	4.6536	125.5600	0.1300	18.1300
Pod diameter	30	5.2010	2.8082	156.0300	0.9800	10.4200
Pod thickness	30	2.3330	1.2140	69.9900	0.3600	4.3000
Seed set	30	41.4290	20.5398	1242.8700	7.6900	73.9200
Seed width	30	0.9287	0.4626	27.8600	0.1800	1.6400
Seed length	30	1.1570	0.5666	34.7100	0.2500	1.9600
Grain fresh weight/plant	30	102.4697	97.1679	3074.0900	2.6900	386.4000
Grain fresh weight/seed	30	1.5427	0.7801	46.2800	0.2600	2.7200
Grain dry weight/ plant	30	47.0050	43.4477	1410.1500	1.2500	176.7900
Grain dry weight/seed	30	0.7160	0.3587	21.4800	0.1400	1.3100
Grain number/pod	30	7.8737	4.3334	236.2100	1.3100	16.1500

**ตารางผนวกที่ 29** การวิเคราะห์ห้ำประสิทธิภาพห้ำพันธุ์ของบัวหลวงสายพันธุ์จีนเมื่อได้รับการชักนำด้วยช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงแสงธรรมชาติ เป็น 13 , 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน

Trait	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
Photoperiod	4	11.2500	7.6757	45.0000	0	17.0000
Leaf number	4	26.5937	4.6611	106.3750	21.1666	31.7916
Flower diameter	4	3.5439	3.7025	14.1758	0	7.0308
Flower length	4	2.0835	2.1947	8.3341	0	3.9912
Peduncle height	4	17.0220	17.9069	68.0883	0	33.2225
Flower number	4	0.5312	0.6051	2.1250	0	1.2083
First blooming	4	20.3750	21.4111	81.5000	0	43.0416

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายกฤษฎา สไลรักษ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	3 พฤษภาคม 2524
สถานที่เกิด	อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชศาสตร์ – พืชสวน) คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปีการศึกษา 2546
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยนักวิจัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-