

โครงสร้างดอก เพศดอก และการติดผลของสะตอ (*Parkia speciosa* Hassk.)

Floral Structure, Sex Expression and Fruit-Set of Stinkbean

(*Parkia speciosa* Hassk.)

สุคนธ์ วงศ์ชนะ ^{1/}

วิจิตร วรรณชิต ^{1/}

สาระ บำรุงศรี ^{2/}

Sukon Wongchana ^{1/}

Wichit Wunnachit ^{1/}

Sara Bumrungsri ^{2/}

ABSTRACT

The study on floral structure, sex expression and fruit-set of stinkbean (*Parkia speciosa* Hassk.) was conducted at Trang Horticultural Research Centre in Trang province from February – July 2005. Its flower was characterised with compound inflorescence, consisting of 1-12 capitula, average 5.21 ± 1.17 . The capitulum had a peduncle length of 28.96 ± 10.58 cm. A capitulum consists of many small flowers with different floral structure and function that can be divided into 3 types : staminodial flowers at the proximal end, nectar-secreting flowers at the middle, and fertile flowers at distal end. The size of capitulum from staminodial flower to fertile flower was length 8.82 ± 0.68 cm. Each part of staminodial flower, nectar-secreting flower and fertile flower was 3.91×1.58 , 3.02×2.74 and 4.49×5.03 cm respectively. On average, the number of flower per capitulum, staminodial flower, nectar-secreting flower and fertile flower were $2,277.70 \pm 109$, 132.52 ± 28 , 529.28 ± 26 and 1615.90 ± 107 respectively. Each flower had 5 sepals and petals. The number of stamens in staminodial flower, nectar-secreting flower and fertile flower were 11.50 ± 0.50 , 10.8 ± 0.57 and 10.6 ± 0.82 respectively. Only single carpel was found in fertile flower. The size of staminodial flower, nectar-secreting flower and fertile flower were 2.54×20.03 , 2.80×11.88 and 2.24×14.41 mm, respectively. The total polyads per anther in staminodial flower was 15.15 ± 7.22 , nectar-secreting flower was 79.08 ± 5.50 and fertile flower was 111.03 ± 4.25 . In every flower, number of pollen grain in polyad was 16. The dimension of polyad of fertile flower was 91.00×67.95

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

^{1/} Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla province 90112

^{2/} ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

^{2/} Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla province 90112

micron and nectar-secreting flower 72.53 x 61.37 micron. The size of pistil in fertile flower, functional hermaphrodite and functional male were 1.08 x 10.94 and 0.47 x 6.06 mm respectively. The ovary of functional hermaphrodite flower had 16.57±2.18 ovules. The percentage of male capitula, hermaphrodite capitula and set fruit were 71.43, 28.57 and 25.37 respectively

Key words : stinkbean, *Parkia speciosa*, floral structure, sex expression, fruit-set

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงสร้างดอก เพศดอก และการติดผลของสะตอ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษากระบวนการถ่ายละอองเกสร และการติดผลของสะตอ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง จ. ตรัง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 – กรกฎาคม พ.ศ. 2548 พบว่าสะตอ ออกดอกเป็นช่อดอกรวมประกอบด้วยช่อดอก เรียกว่า capitula ตั้งแต่ 1-12 ช่อดอก แต่ละช่อดอกประกอบด้วยก้านช่อดอกยาวเฉลี่ย 28.96±10.58 ซม. และที่ส่วนปลายช่อดอกมีดอกเล็ก ๆ อยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายกระบอง แบ่งดอกบนช่อดอกตามโครงสร้างและหน้าที่ได้ 3 ชนิด คือดอกตัวผู้ (staminodial flower) อยู่ติดกับก้านช่อดอก ดอกผลิตน้ำหวาน (nectar-secreting flower) พบที่ส่วนกลางของช่อดอก

และดอกสมบูรณ์เพศ (fertile flower) อยู่ส่วนปลายสุดของช่อดอก ขนาดช่อดอกยาวเฉลี่ย 8.82±0.68 ซม. แต่ละส่วนของกลุ่มดอกตัวผู้ กลุ่มดอกผลิตน้ำหวานและกลุ่มดอกสมบูรณ์เพศมีขนาด 3.91 x 1.58, 3.02 x 2.74 และ 4.49 x 5.0 ซม. ตามลำดับ จำนวนดอกต่อช่อ 2,277.70±109 ดอก แยกเป็นดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศเฉลี่ย 132.5±28, 529.28±26 และ 1,615.90±107 ดอก ตามลำดับ แต่ละดอกมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกอย่างละ 5 กลีบ เกสรตัวเมียพบเฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศซึ่งมี 1 อัน จำนวนเกสรตัวผู้ในดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณ์เพศเฉลี่ย 11.50±0.50 10.8±0.57 และ 10.6±0.82 อัน ตามลำดับ ขนาดของดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศเฉลี่ย 2.54 x 20.03 2.80 x 11.88 และ 2.24 x 14.41 มม. ตามลำดับ มีละอองเกสรเป็นกลุ่มเรียกว่า polyad ประกอบด้วยละอองเกสร 16 อัน ในดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศมีกลุ่มละอองเกสรเฉลี่ย 15.15±7.22 79.08±5.50 และ 111.03±4.25 กลุ่มตามลำดับ ขนาดกลุ่มละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศและดอกผลิตน้ำหวาน เฉลี่ย 91.00 x 67.95 และ 72.53 x 61.37 ไมครอน ขนาดเกสรตัวเมียในดอกที่ทำหน้าที่เป็นดอกกะเทยและดอกเพศผู้เฉลี่ย 1.08 x 10.94 และ 0.47 x 6.06 มม. ตามลำดับ จำนวนไข่อ่อนต่อรังไข่เฉลี่ย 16.57±2.18 อัน ช่อดอกเพศผู้และช่อดอกกะเทย 71.43 และ 28.57 % และมีการติดฝักเพียง 25.37 %

คำหลัก : สะตอ ชีววิทยาของดอก เพศดอก การ
ติดผล

คำนำ

พืชสกุล *Parkia* จัดอยู่ในวงศ์ Leguminosae มีอยู่ประมาณ 35-40 ชนิด พบกระจายทั่วไปในเขตร้อนชื้นและกึ่งร้อนในทวีปอเมริกาใต้ แอฟริกาและเอเชีย (Hopkins, 1983 ; 1984 ; 1986 ; Grünmeier, 1990 ; Luckow and Hopkins, 1995) สะตอเป็นไม้ยืนต้นชนิดหนึ่งในสกุล *Parkia* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Parkia speciosa* Hassk. พบได้ทั่วไปในไทย มาเลเซีย บรูไน และอินโดนีเซีย (Nielsen, 1985 ; Hopkins, 1994) แหล่งปลูกที่สำคัญของประเทศไทยอยู่ในภาคใต้ ได้แก่ จ.ชุมพร ระนอง และนครศรีธรรมราช ในภาคตะวันออก ได้แก่ จ.จันทบุรีและตราด (จารุ, 2541) สะตอเป็นพืชวงศ์ถั่วที่เมล็ดมีโปรตีนสูงถึง 8.78 % มีสาร stigmast-4-en-3-one ช่วยลดน้ำตาลในเลือด กระตุ้นการบีบตัวของลำไส้และช่วยระบาย (Jamaluddin *et al.*, 1995) ในอดีตผลิตสะตอได้จากการเก็บจากต้นสะตอที่ขึ้นอยู่ในป่า แต่เมื่อป่าไม้ถูกทำลายทำให้จำนวนต้นสะตอป่าลดลงในขณะที่ความต้องการผลิตสะตอมีมากขึ้น การเก็บผลผลิตสะตอจากป่าเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอับความต้องการของตลาดและการบริโภค จึงมีการนำเมล็ดหรือต้นกล้าสะตอมาปลูกเป็นพืชเดี่ยวหรือเป็นพืชแซมหรือปลูกผสมผสาน ปรากฏว่าต้นสะตอสามารถตั้งตัวและเจริญเติบโตได้ดี แต่มีปัญหาในการให้ผลผลิตแปรปรวน ไม่แน่นอน ทั้ง

ระหว่างต้นและฤดูกาล และการติดเมล็ดภายในฝักไม่สม่ำเสมอ ทำให้มีปัญหาด้านคุณภาพฝักสาเหตุของปัญหาดังกล่าวน่าจะมาจากชีววิทยาของดอกและการถ่ายละอองเกสรของสะตอ Hopkins (1983 , 1984 , 1986 , 1994) Luckow และ Hopkins (1995) รายงานว่าพืชสกุล *Parkia* ออกดอกในช่วงแล้งตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน ช่วงเวลาการออกดอกแตกต่างกันตามชนิดและแหล่งปลูก จากรายงานของ Wee และ Rao (1980) พบว่าเหรียญในประเทศสิงคโปร์ออกดอกในเดือนกันยายนถึงตุลาคม สุรียะและอนันต์ (2540) รายงานว่าเหรียญในประเทศไทยออกดอกในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม ส่วนสะตอออกดอกในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน Grünmeier (1990) และ Luckow และ Hopkins (1995) รายงานว่าพืชสกุล *Parkia* ออกดอกที่ปลายกิ่ง ลักษณะเป็นช่อดอกรวม (compound inflorescence) ประกอบด้วยช่อดอก (capitula) แต่ละช่อดอกประกอบด้วยดอกจำนวนมาก เรียงอยู่บนฐานรองดอกและไม่มีก้านดอก การจัดเรียงของดอกบนช่อดอกเป็นแบบ head ลักษณะของดอกในแต่ละช่อดอกแบ่งตามโครงสร้างและหน้าที่ได้ 3 ชนิด คือดอกตัวผู้ (staminodial flower) ดอกผลิตน้ำหวาน (nectar secreting flower) และดอกสมบูรณ์เพศ (fertile flower) จากรายงานของ Hopkins (1983, 1984, 1986, Luckow and Hopkins, 1995) ศึกษาการจัดจำแนกพืชสกุล *Parkia* โดยใช้ลักษณะและตำแหน่งของดอกในแต่ละช่อดอกออกได้ 3 กลุ่ม (section) คือกลุ่ม *Parkia* ประกอบด้วยดอกทั้ง

3 ชนิดมีดอกตัวผู้อยู่ส่วนบนติดกับก้านช่อดอก ดอกผลิตน้ำหวานอยู่ส่วนกลาง และดอกสมบูรณ์เพศอยู่ส่วนปลายของช่อดอก กลุ่ม *platyParkia* พบดอกสมบูรณ์เพศอยู่ติดก้านช่อดอกและกลางๆ ช่อดอก ส่วนดอกผลิตน้ำหวานอยู่ปลายช่อดอก กลุ่ม *sphaeroParkia* ทั้งช่อดอกพบเฉพาะดอกสมบูรณ์เพศ Hopkins (1986) Luckow และ Hopkins (1995) และ Wee และ Rao (1980) รายงานว่าลักษณะของดอกทั้ง 3 ชนิด มีเกสรตัวผู้ที่มีความยาวของก้านเกสรไม่เท่ากัน โดยก้านเกสรของดอกตัวผู้ยาวที่สุด บางชนิดมีก้านเกสรของดอกตัวผู้ยื่นยาวมากเรียกว่า fringe พืชสกุล *Parkia* มีละอองเกสรจับเกาะกันเป็นกลุ่ม (polyad) มีลักษณะและขนาดพอเหมาะกับปลายยอดเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศ แต่จำนวนและลักษณะรูปร่างละอองของดอกแต่ละชนิดแตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อการถ่ายละอองเกสรและการติดเมล็ดโดยตรง Grünmeier (1990) และ Hopkins (1983, 1984, 1986, 1994) รายงานว่าเกสรตัวเมียในดอกสมบูรณ์เพศมี 1 อัน รังไข่เป็นแบบ filiform คือมีลักษณะทรงยาวบริเวณส่วนล่างขยายออกภายในมีไข่อ่อนเรียงอยู่ 2 แถว เกสรตัวเมียที่พบมี 2 ลักษณะ คือลักษณะที่ 1 มีรังไข่ขนาดใหญ่ ก้านชูเกสรยาว ปลายยอดเกสรตัวเมียอยู่ระดับเดียวกับหรือสูงกว่าอับละอองเกสรเรียกดอกกะเทย (hermaphrodite flower) และลักษณะที่ 2 รังไข่มีขนาดเล็ก ก้านชูเกสรตัวเมียสั้น ระดับยอดเกสรตัวเมียดำกว่าอับละอองเกสรเรียกดอกเพศผู้ (male flower) ช่อดอกที่ดอกสมบูรณ์เพศมีลักษณะที่ 1 เพียงอย่างเดียว

หรือมีทั้งลักษณะที่ 1 และ 2 เรียกช่อดอกว่าช่อดอกกะเทย (hermaphrodite capitula) และช่อดอกที่ดอกสมบูรณ์เพศเป็นลักษณะที่ 2 ทั้งหมดเรียกว่าช่อดอกเพศผู้ (male capitula) ช่อดอกที่มีดอกลักษณะที่ 1 เท่านั้น ที่มีโอกาสรับละอองเกสรและสามารถพัฒนาเป็นฝักได้ การศึกษาที่ผ่านมาจะเน้นเกี่ยวกับการจัดจำแนกพืชสกุล *Parkia* (Hopkins, 1983, 1984, 1986, 1994; Luckow and Hopkins, 1995) ชีววิทยาของดอกที่มีความสัมพันธ์กับพาหะ และพฤติกรรมของพาหะที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายละอองเกสร (Grünmeier, 1990 ; Hopkins, *et al.*, 2000 ; Pettersson and Knudsen, 2001). แต่ยังไม่มีการศึกษาชีววิทยาของดอก ซึ่งจะทำให้เข้าใจถึงการถ่ายละอองเกสรอันนำไปสู่การติดผลและเมล็ด มีการศึกษาในเรื่องดังกล่าว และมีรายงานไว้ในไม้ผลและไม้ป่าเขตร้อนหลายชนิด เช่น ทุเรียน (Honsho *et al.*, 2004), *Acacia senegal* (Tandon *et al.*, 2001) และในสัก (Tangmitcharoen and Owens, 1997) ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างของดอก การแสดงออกของเพศดอก ที่เป็นพื้นฐานสำหรับกระบวนการถ่ายละอองเกสรและการติดผลของ

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาในแปลงรวบรวมพันธุ์สะตอของศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง อ.สิเกา จ.ตรัง โดยคัดเลือกต้นสะตอที่มีความสมบูรณ์แข็งแรงและให้ผลผลิตค่อนข้างสม่ำเสมอมากที่สุด จำนวน 15

ต้น ติดป้ายทำเครื่องหมายต้นไว้ เริ่มดำเนินการศึกษาในช่วงการออกดอกและให้ผลผลิตตามฤดูกาลของสะตอในภาคใต้ฝั่งตะวันตก ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2548 แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของดอกสะตอ คัดเลือกช่อดอกสะตอที่มีขนาดและอายุใกล้เคียงกัน จากต้นสะตอที่ติดป้ายทำเครื่องหมายไว้จำนวน 10 ต้น เมื่อดอกเริ่มบานสุ่มช่อดอกจากรอบๆ ทรงพุ่มต้นละ 5 ช่อดอก ทำการศึกษาลักษณะทางชีววิทยาต่างๆของดอก ค่าที่ได้จากการศึกษานำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยศึกษาดังต่อไปนี้

1.1 ขนาดของช่อดอก โดยวัดความยาวก้านช่อดอก ขนาดความยาวช่อดอกและความกว้าง x ยาวที่บริเวณส่วนของดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณ์เพศ ด้วยเทปวัดและเวอร์เนียร์

1.2 จำนวนดอก แยกนับจำนวนดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณ์เพศ คำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนดอกทั้ง 3 ชนิด

1.3 ขนาดและส่วนประกอบของดอก โดยแต่ละช่อดอกสุ่มดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณ์เพศ ชนิดละ 2 ดอก โดยวัดความกว้างของดอกที่บริเวณกลีบดอกและวัดความยาวของดอกจากฐานดอกถึงอับละอองเกสรด้วยเวอร์เนียร์ นับจำนวนกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย บันทึกภาพ คำนวณหาค่าเฉลี่ยขนาดและส่วนประกอบของดอก

1.4 จำนวนและขนาดละอองเกสร

สุ่มต้นสะตอ 5 ต้น ต้นละ 5 ช่อดอก แต่ละช่อดอกสุ่มดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณ์เพศ ชนิดละ 2 ดอก แต่ละดอกสุ่มอับละอองเกสร 2 อัน การศึกษาจำนวนละอองเกสรจะสุ่มเลือกอับละอองเกสรก่อนการปลดปล่อยละอองเกสร นำตัวอย่างไปแช่ในน้ำยารักษาสภาพ FAA (alcohol : formalin : acetic acid = 90 : 5 : 5 โดยปริมาตร) เมื่อต้องการศึกษาก็นำอับละอองเกสรมาล้างด้วยน้ำสะอาดวางบนสไลด์ปิดทับด้วยกระจก ค่อยๆกดแผ่นปิดสไลด์ให้อับละอองเกสรแตกกลุ่มละอองเกสรกระจายออก นับจำนวนละอองเกสรภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 40 เท่า ส่วนการศึกษาขนาดของละอองเกสร วิธีการสุ่มและเก็บตัวอย่างดอกเช่นเดียวกับการศึกษาจำนวนดอก แต่จะสุ่มอับละอองเกสรที่เริ่มมีการปลดปล่อยละอองเกสร นำเฉพาะละอองเกสรวางบนสไลด์วัดขนาดตามแนวแกน (equatorial) และแนวขั้ว (polar) พร้อมถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 100 เท่า นำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าเฉลี่ยจำนวนและขนาดละอองเกสร

1.5 ขนาดเกสรตัวเมียและจำนวนไข่อ่อน สุ่มต้นสะตอ 5 ต้น ต้นละ 10 ช่อดอก แยกเป็นช่อดอกที่มีดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอกเพศผู้และดอกกะเทยอย่างละ 5 ช่อดอก แต่ละช่อดอกสุ่มดอกสมบูรณ์เพศ 4 ดอก แยกเฉพาะเกสรตัวเมียนำมาศึกษาโดยวัดความกว้าง x ความยาวของเกสรตัวเมีย โดยใช้เวอร์เนียร์ ส่วนการศึกษาจำนวนไข่อ่อนนำรังไข่ของดอกสมบูรณ์

เพศที่ทำหน้าที่ดอกกะเทยวางบนสไลด์ หยด กลีเซอรีนและปิดทับด้วยแผ่นปิดสไลด์ ค่อยๆ กดให้แบนราบ นับจำนวนไข่อ่อนภายใต้ กล้องจุลทรรศน์ แบบเลนส์ประกอบ นำมา คำนวณค่าเฉลี่ยของขนาดเกสรตัวเมียและ จำนวนไข่อ่อน

2. เพศดอกและการติดผลของสะตอ คัด เลือกรวมที่มีอายุและขนาดใกล้เคียงกัน จากต้นสะตอที่ติดป้ายทำเครื่องหมายไว้จำนวน 10 ต้นๆ ละ 10 ช่อดอก กำหนดวิธีการแยกเพศ ดอกของช่อดอกสะตอตามหลักของ Hopkins (1984, 1986) และ Grünmeier (1990) ดังนี้ คือ ช่อดอกที่มีดอกสมบูรณ์เพศที่ทำหน้าที่เป็นดอก เพศผู้ทั้งหมดเป็นช่อดอกเพศผู้และช่อดอกที่ดอก สมบูรณ์เพศมีดอกกะเทยเพียงอย่างเดียว หรือ มีดอกกะเทยเป็นส่วนใหญ่ให้เป็นช่อดอกกะเทย ปลอຍให้ช่อดอกบาน และมีการถ่ายละอองเกสร และติดผลตามธรรมชาติ แล้วบันทึกการบานของ ดอกและการติดผล แยกเป็นช่อดอกเพศผู้และ ช่อดอกกะเทย คำนวณเปอร์เซ็นต์เพศดอกและ การติดผล

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. โครงสร้างของดอกสะตอ

1.1 ขนาดของช่อดอก พบว่าสะตอมีก้าน ช่อดอกยาว 28.96 ± 10.58 ซม. และที่ส่วน ปลายของก้านช่อดอกมีช่อดอก (capitulum) ลักษณะคล้ายกระบองซึ่งประกอบด้วยดอกเล็กๆ ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม แบ่งชนิดของดอกตาม ความแตกต่างของโครงสร้างและหน้าที่ได้ 3 ชนิด

คือดอกที่อยู่ส่วนบนสุดติดกับก้านช่อดอกเรียกว่า ดอกตัวผู้ (staminodial flowers) ดอกที่อยู่ส่วน กลางของช่อดอกเรียกว่าดอกผลิตน้ำหวาน (nectar secreting flowers) และกลุ่มดอกที่อยู่ส่วน ปลายสุดคือดอกสมบูรณ์ (fertile flowers) (Figure 1) ดอกทั้ง 3 ชนิดมีตำแหน่งและการ จัดเรียงบนช่อดอกเช่นเดียวกับลักษณะที่พบในกลุ่ม *Parkia* ขนาดช่อดอกสะตอมีความยาว 8.82 ± 0.68 ซม. ขนาดของกลุ่มดอกตัวผู้ กลุ่มดอกผลิตน้ำ

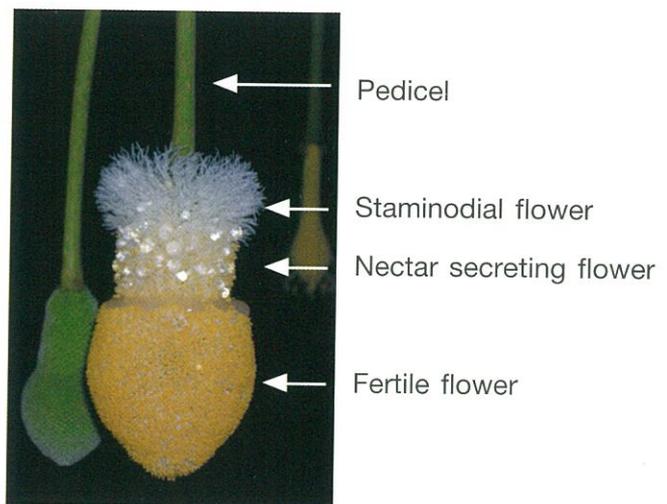


Figure 1. Structure of a capitulum of *Parkia speciosa*

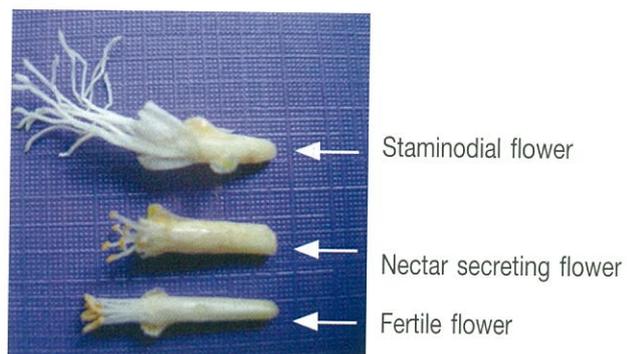


Figure 2. Structure of a staminodial, a nectar secreting and a fertile flower of *Parkia peciosa*

หวานและกลุ่มดอกสมบูรณเพศมีขนาด 3.91 x 1.58, 3.02 x 2.74 และ 4.49 x 5.0 ซม. ตามลำดับ (Table 1) Hopkins (1983) ศึกษา ลักษณะช่อดอกของ *Parkia biglobosa*, *P. bicolor*, *P. filicoidea* และ *P. madagascariensis*

พบว่าก้านช่อดอกมีความยาว 5.4-6.7, 5-25, 8-34 และ 10-25 ซม.ตามลำดับ ช่อดอกมีความยาว 5.4-6.7, 5.5-8.0, 6-9 และ 5-7 ซม.ตามลำดับ

Table 1. Pedicel length and dimensions of staminodial, nectar-secreting and fertile flowers on a capitulum of *Parkia speciosa* (n = 50)

	Pedicel Length (cm)	Capitula length	Dimension of capitulum (cm)		
			Staminodial	Nectar secreting	Fertile
			Width x length	Width x length	Width x length
Mean	28.96	8.82	3.91 x 1.58	3.02 x 2.74	4.49 x 5.0
SD (\pm)	10.58	0.68	0.49 , 0.45	0.25 , 0.367	0.37 , 0.341

\pm = standard deviation

n = number of observation

1.2 จำนวนดอก พบว่าแต่ละช่อดอกมีดอกทั้งหมด $2,277.0 \pm 109$ ดอก มีดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณเพศ 132.5 ± 28 , 529.28 ± 26 และ $1,615.90 \pm 107$ ดอก ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณเพศเท่ากับ 5.82, 23.24 และ 70.94 % ตามลำดับ Hopkins (1983, 1984, 1986) และ Luckow และ Hopkins (1995) รายงานว่าพืชสกุล *Parkia* ประกอบด้วยดอกเล็ก ๆ ประมาณ 1,000 – 3,200 ดอก บางชนิดมีถึง 4,400 ดอก จำนวนดอกแตกต่างกันตามชนิด จำนวนดอกสมบูรณเพศในแต่ละช่อดอกมากกว่าดอกชนิดอื่นซึ่งน่าจะเกี่ยวข้องกับ

การช่วยเพิ่มโอกาสในการถ่ายละอองเกสรและการติดผล

1.3 ขนาดและส่วนประกอบของดอก พบว่าขนาดของดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณเพศ 2.54×20.03 , 2.80×11.88 และ 2.24×14.41 มม. ตามลำดับ (Table 2) ขนาดของดอกแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ดอกตัวผู้มีก้านชูเกสรตัวผู้ยาวมากอย่างเห็นได้ชัด ส่วนดอกผลิตน้ำหวานก้านชูเกสรตัวผู้สั้นที่สุด (Figure 2) เช่นเดียวกับรายงานของ Hopkins (1984, 1986) ที่ดอกตัวผู้ของพืชสกุล *Parkia* บางชนิดมีก้านเกสรตัวผู้ยืนยาวมากกว่าดอกชนิดอื่นและก้านเกสรตัวผู้ที่ยืนยาวนี้เรียกว่า fringe

Table 2. Mean dimensions of staminodial, nectar-secreting and fertile flower of *Parkia speciosa* (n = 300)

	Staminodial(mm)	Nectar (mm)	Fertile (mm)
	Width x length	Width x length	Width x length
Mean	2.54x20.03	2.80x11.88	2.24x14.41
SD (\pm)	0.21, 1.02	0.22, 0.43	0.22, 1.45

\pm = standard deviation

n = number of observation

ดอกของสะตอประกอบด้วยกลีบเลี้ยงกลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย แต่ละดอกมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกอย่างละ 5 กลีบ ที่ส่วนล่างของกลีบเชื่อมติดกันเป็นวงและส่วนปลายแยกออกจากกัน สีของกลีบเลี้ยงมีสีเขียวอ่อนและสีกลีบดอกมีสีขาว พบเกสรตัวเมียเฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศและมี 1 อัน จำนวนเกสรตัวผู้ในดอกแต่ละชนิดมีตั้งแต่ 10-12 อัน โดยดอกตัวผู้ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนเกสรตัวผู้เฉลี่ย 11.50, 10.8 และ 10.6 อัน ตามลำดับ Hopkins (1986) รายงานว่าลักษณะของกลีบเลี้ยงติดกันเป็นรูปกรวยส่วนปลายแยกจากกันได้เป็น 5 กลีบ 2 กลีบมีขนาดใหญ่ อีก 3 กลีบมีขนาดเล็ก มีวงกลีบดอกยื่นออกจากวงกลีบเลี้ยง ส่วนล่างของกลีบมีสีขาวหรือไม่มีสี ส่วนปลายแยกออกเป็น 5 กลีบ จากรายงานของ Grünmeier (1990) จำนวนเกสรตัวผู้ของดอกแต่ละชนิดมี 8-10 อัน Hopkins (1983, 1984, 1986, 1994), Grünmeier (1990) และ Luckow และ Hopkins (1995) รายงานว่าเกสรตัวเมียมีรังไข่ 1 อัน ลักษณะของรังไข่เป็นแบบ filiform

1.4 จำนวนและขนาดละอองเกสร พบว่าละอองเกสรติดกันเป็นกลุ่ม (polyad) โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยละอองเกสร 16 อัน (Figure 3) แต่ละอับละอองเกสรของดอกตัวผู้ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนละอองเกสรเฉลี่ย 15.15 ± 7.22 , 79.08 ± 5.50 และ 111.03 ± 4.25 กลุ่มตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในการทำงานเดียวกับรายงานของ Hopkins (1984) Grünmeier (1990) และ Luckow และ Hopkins (1995) ที่เสนอว่าลักษณะของละอองเกสรอยู่กันเป็นกลุ่มไม่สามารถทำให้แยกออกจากกันได้ แต่ละกลุ่มมีจำนวนละอองเกสร 16 24 หรือ 32 อัน ขึ้นอยู่กับชนิด ขนาดกลุ่มละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศมีขนาดเฉลี่ย 91.00×67.95 ไมครอน และดอกผลิตน้ำหวานเฉลี่ย 72.53×61.37 ไมครอน สัดส่วนของความยาวและความกว้างละอองเกสรในดอกสมบูรณ์เพศเฉลี่ย 1.34 และดอกผลิตน้ำหวานเฉลี่ย 1.18 (Table 3) ส่วนขนาดและสัดส่วนของกลุ่มละอองเกสรในดอกตัวผู้ไม่สามารถศึกษาได้ เนื่องจากการศึกษาพบเพียง 1 ซ่อดอกเท่านั้นที่มีอับละอองเกสรและมี

จำนวนละอองเกสรน้อยรวมทั้งอับละอองเกสรไม่
 แตก จากรายงานของ Grünmeier (1990) พบ
 ว่าดอกสมบูรณ์เพศของ *P. bicolor* มีขนาด
 ละอองเกสร 80-96 x 71-82 ไมครอน และWee
 และ Rao (1980) พบว่าละอองเกสรของเหียง
 (*P. javanica*) ของดอกสมบูรณ์เพศ ดอกผลิต
 น้ำหวานและดอกตัวผู้ที่มีขนาดเฉลี่ย 98.8 x 81.1,
 89.4 x 74.6 และ 86.8 x 80.0 ไมครอน ตาม
 ลำดับ และสัดส่วนของความยาวและความกว้าง
 ละอองเกสรเท่ากับ 1.22, 1.20 และ 1.09 ตาม
 ลำดับ

1.5 ขนาดของเกสรตัวเมียและ
 จำนวนไข่อ่อน พบว่าขนาดของเกสรตัวเมียใน
 ดอกกะเทยเฉลี่ย 1.08 x 10.92 มม. ขณะที่ดอก
 เพศผู้ที่มีขนาด 0.47 x 6.06 มม. แต่ละรังไข่ของ
 ดอกกะเทยมีจำนวนไข่อ่อนเฉลี่ย 16.57 ± 2.18 อัน
 (Table 4) สอดคล้องกับรายงานของ Hopkins

(1983, 1984, 1986, 1994), Grünmeier (1990)
 และ Luckow และ Hopkins (1995) พบว่า
 ขนาดของเกสรตัวเมียในดอกกะเทยและดอกเพศ
 ผู้มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยขนาด
 ของเกสรตัวเมียในดอกกะเทยมีขนาดใหญ่กว่า
 ขนาดของเกสรตัวเมียในดอกเพศผู้ ภายในรังไข่
 มีไข่อ่อน (ovule) ประมาณ 18 – 36 อัน

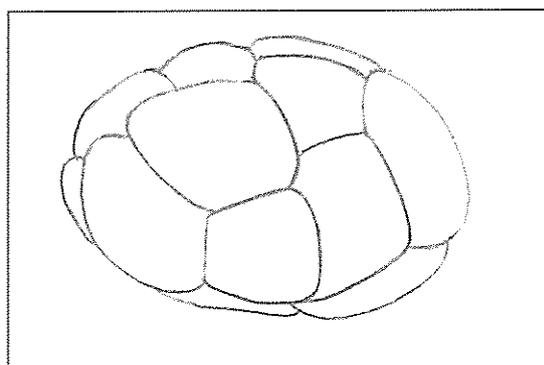


Figure 3. Polyad of fertile flower of *Parkia speciosa*, scale bar = 30 micron

Table 3. Dimension of polyads of nectar-secreting and fertile flower of *Parkia speciosa*
 (n = 200)

	Size of polyad	
	Fertile flower	Nectar-secreting flower
	Length x width	Length x width
Mean (μm)	$91.00 \pm 1.99 \times 67.95 \pm 1.22$	$72.53 \pm 1.99 \times 61.37 \pm 2.13$
Length/width	1.34 ± 0.99	1.18 ± 0.08

\pm = standard deviation

n = number of observation

Table 4. Mean size of hermaphrodite and male pistil and number of hermaphrodite ovules per ovary of fertile flower of *Parkia speciosa* (n = 300)

Mean	Size of hermaphrodite pistil (mm)	Size of male pistil (mm)	Number of ovules
	Width x length	Width x length	
	1.08±0.09 x 10.94±0.46	0.47±0.03 x 6.06±0.24	16.57±2.18

± = standard deviation

n = number of observation

โครงสร้างของดอกมีผลต่อการถ่ายละอองเกสรและการติดผลของพืช ซึ่งในแต่ละช่อดอกของสะตอมีดอก 3 ชนิด ดอกแต่ละชนิดมีลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ต่างกัน คือดอกตัวผู้อยู่ส่วนบนติดกับก้านช่อดอก (proximal end) ไม่มีเกสรตัวเมีย มีก้านเกสรตัวผู้ยาวและมีสีขาวเห็นได้ชัด บางชนิดมีอับละอองเกสรเล็กๆ และร่วงง่าย พบละอองเกสรอยู่ภายในอับละอองเกสรแต่มีจำนวนน้อยมากหรือไม่มี ดอกตัวผู้เกี่ยวข้องกับการผลิตกลีบและมีสีช่วยในการล่อให้พาหะมาเยี่ยมดอก ดอกผลิตน้ำหวานอยู่ส่วนกลางของช่อดอก ภายในดอกไม่พบเกสรตัวเมีย มีก้านเกสรตัวผู้สั้นบางครั้งยื่นไม่พ้นกลีบดอก ดอกทำหน้าที่ผลิตน้ำหวานเพื่อเป็นอาหารของพาหะ (Hopkins, 1983, 1984, 1986) ส่วนดอกสมบูรณ์เพศอยู่ส่วนปลายของช่อดอก มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการติดผล เนื่องจากพบเกสรตัวเมียมีเฉพาะในดอกสมบูรณ์เพศเท่านั้น การจัดเรียงของดอกทั้ง 3 ชนิดในแต่ละช่อดอกของสะตอเหมือนกับการจัดเรียงของดอกที่พบใน *Parkia* ชนิดอื่น ลักษณะและขนาดช่อดอกขึ้นอยู่กับจำนวนดอกและขนาดของดอกรวมทั้งรูปร่างและ

ขนาดของฐานรองดอก (Hopkins, 1983) และลักษณะของช่อดอกที่มีขนาดใหญ่และห้อยลง มีการผลิตน้ำหวานในปริมาณมาก และดอกบานในเวลากลางคืนเป็นวิวัฒนาการที่ทำให้พาหะที่มาเยี่ยมดอก และช่วยในการถ่ายละอองเกสรต่างดาวเป็นพาหะที่สำคัญในการช่วยถ่ายละอองเกสรของพืชสกุล *Parkia* (Hopkins, 1983, 1984, 1986, 1994 ; Grünmeier, 1990 ; Luckow and Hopkins, 1995 ; Pettersson and Knudsen, 1997)

ละอองเกสรที่ใช้ในกระบวนการถ่ายละอองเกสรของสะตอ น่าจะมาจากดอกสมบูรณ์เพศเพียงอย่างเดียว แม้ว่าละอองเกสรพบมากทั้งในดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณ์เพศ แต่ลักษณะและขนาดละอองเกสรในดอกสมบูรณ์เพศมีลักษณะใหญ่และเรียกว่าละอองเกสรของดอกผลิตน้ำหวาน และในดอกผลิตน้ำหวานมีการผลิตน้ำหวานออกมา ทำให้ละอองเกสรผสมกับน้ำหวานและมีลักษณะเหนียว โอกาสที่ละอองเกสรจะเข้าผสมกับเกสรตัวเมียของดอกสมบูรณ์เพศมีน้อย ส่วนภายในอับละอองเกสรของดอกตัวผู้จะไม่มีละอองเกสรอยู่หรือมีจำนวนน้อย เช่น

เดียวกับศึกษาของ Wee และ Rao (1980) ที่พบว่าละอองเกสรในดอกผลิตน้ำหวานของ *P. javanica* มีขนาดที่เล็กกว่าละอองเกสรในดอกสมบูรณเพศ และผสมอยู่กับน้ำหวานที่ดอกผลิตออกมา เมื่อมีพาหะมาเยี่ยมดอกละอองเกสรจะถูกกินพร้อมกับน้ำหวาน

ในดอกสะตอพบเกสรตัวเมีย เฉพาะในดอกสมบูรณเพศและมีขนาดต่างกัน ดอกที่เกสรตัวเมียมีขนาดเล็กและมีก้านชูเกสรตัวเมียสั้นไม่สามารถยื่นส่วนของยอดเกสรตัวเมียให้พ้นระดับของอับละอองเกสรได้ โอกาสที่ยอดเกสรตัวเมียรับละอองเกสรจากกระบวนการถ่ายละอองเกสรเกิดได้น้อย การเกิดผลหรือติดฝักเกิดได้ยาก ดอกสมบูรณเพศจึงทำหน้าที่ให้ละอองเกสรเพียงอย่างเดียวเรียกว่าดอกเพศผู้ (functional male flower) ส่วนดอกสมบูรณเพศที่มีเกสรตัวเมียขนาดใหญ่มีก้านชูเกสรตัวเมียยาว ส่วนของยอดเกสรตัวเมียให้อยู่ระดับเดียวกันหรือยื่นพ้นระดับของอับละอองเกสร ดอกทำหน้าที่ให้ละอองเกสร และมีโอกาสที่จะรับละอองเกสรจากกระบวนการถ่ายละอองเกสรได้ เรียกว่าดอกกะเทย (functional hermaphrodite flower) การติดฝักตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้ในดอกกะเทยเท่านั้น ดังมีรายงานการศึกษาของ Hopkins (1984, 1986) และ Grünmeier (1990) ที่พบว่าการติดฝักพบในดอกสมบูรณเพศที่มีลักษณะเป็นดอกกะเทย จำนวนไข่อ่อนในแต่ละรังไข่เป็นตัวกำหนดถึงจำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนไข่อ่อนของสะตอพบตั้งแต่ 13 – 21 อัน โอกาสเกิดเมล็ดต่อฝักเกิดได้ถึง 21 เมล็ด แต่จำนวน

ละอองเกสรในแต่ละกลุ่มมีเพียง 16 อัน เพราะฉะนั้นในการถ่ายละอองเกสรแต่ละครั้งเกสรตัวเมียต้องการกลุ่มละอองเกสร 1-2 อัน เพื่อให้การติดเมล็ดเกิดได้สมบูรณ์

2. เพศดอกและการติดฝักของสะตอ ลักษณะของดอกสะตอเป็นช่อดอกรวม แต่ละช่อดอกรวมประกอบด้วยช่อดอกเฉลี่ย 5.21 ± 1.17 ช่อดอก การจัดเรียงของช่อดอกเป็นแบบสลับ แต่ละช่อดอกรวมมีช่อดอกเพศผู้เฉลี่ย 3.73 ± 0.78 ช่อดอก ช่อดอกกะเทยเฉลี่ย 1.48 ± 0.49 ช่อดอก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ช่อดอกเพศผู้สูงถึง 71.43% ขณะที่ช่อดอกกะเทยเพียง 28.57% (Table 5) เมื่อเทียบอัตราส่วนช่อดอกเพศผู้ต่อช่อดอกกะเทยประมาณ 3 : 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่อดอกสะตอที่พบโดยทั่วไปไม่มีช่อดอกเพศผู้มากกว่าช่อดอกกะเทย อัตราส่วนของเพศช่อดอกของพืชในสกุล *Parkia* แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของ *Parkia* จากรายงานของ Hopkins (1984) พบว่าอัตราส่วนเพศดอกของ *Parkia nitida* มีช่อดอกเพศผู้ต่อช่อดอกกะเทย 4 : 1 ขณะที่จากรายงานของ Grünmeier (1990) อัตราส่วนเพศดอกของ *Parkia biglobosa* มีจำนวนช่อดอกเพศผู้น้อยกว่าช่อดอกกะเทย คือมีอัตราส่วน 1 : 2

การติดฝักตามธรรมชาติในแต่ละช่อดอกรวมมีการติดฝักเฉลี่ย 1.12 ± 0.19 ช่อ (Table 5) ในแต่ละช่อดอกรวมพบจำนวนช่อดอกตั้งแต่ 1-12 ช่อ มีช่อดอกเพศผู้ 1-10 ช่อ พบช่อดอกกะเทย 0-4 ช่อ เพราะฉะนั้นช่อดอกที่เห็นโดยทั่วไปมีจำนวนช่อดอกเพศผู้มากกว่าช่อดอกกะเทย บ่อยๆ ให้มีการติดฝักตามธรรมชาติมีการติดฝัก 0-3 ช่อ

คิดเป็น 25.37% ของช่อดอกทั้งหมด จากรายงานของ Wee และ Rao (1980) พบว่าช่อดอกของ *P. javanica* มีการติดฝักน้อยกว่า 2 % จำนวนการติดฝักของสะตอ ที่พบไม่เกินจำนวนช่อดอกกะเทย แสดงให้เห็นว่า สะตอที่เป็นช่อดอกกะเทยเท่านั้นที่ติดฝัก แต่ไม่ใช่ว่าทุกช่อดอกกะเทยจะมีการติดฝัก การติดฝักน่าจะมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายละอองเกสร ซึ่งน่าจะมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการถ่ายละอองเกสร และการติดฝักของสะตอต่อไป

Table 5. Number of capitulum in inflorescence that function male, hermaphrodite and fruit set of *Parkia speciosa* (n = 120)

	Number of capitulum			
	Inflorescence	Hermaphrodite	Male	Fruit set
Mean	5.21±1.17	1.48±0.49	3.73±0.78	1.12±0.19
Percentage	100	28.57	71.43	25.37

± = standard deviation

n = number of observation

สรุปผลการทดลอง

1. โครงสร้างของดอกสะตอ ดอกของ สะตอเป็นช่อดอกรวมประกอบด้วยหลายช่อดอก แต่ละช่อดอกมีดอกเล็กๆแบ่งตามลักษณะ โครงสร้างและหน้าที่ได้ 3 ชนิด คือดอกตัวผู้ ดอก ผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณเพศ

1.1 ก้านช่อดอกยาว 28.96±10.58 ซม. ช่อดอกยาว 8.82±0.68 ซม. ขนาดของกลุ่ม ดอกตัวผู้ กลุ่มดอกผลิตน้ำหวานและกลุ่มดอก สมบูรณเพศมีขนาด 3.91 x 1.58, 3.02 x 2.74 และ 4.49 x 5.0 ซม. ตามลำดับ

1.2 จำนวนดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำ หวาน และดอกสมบูรณเพศเฉลี่ย 132.5±28, 529.28±26 และ 1,615.90±107 ดอกต่อช่อดอก ตามลำดับ

1.3 สะตอมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอก อย่างละ 5 กลีบ เกสรตัวเมียพบเฉพาะในดอก สมบูรณเพศมี 1 อัน จำนวนเกสรตัวผู้ในดอกผู้ ดอกผลิตน้ำหวานและดอกสมบูรณเพศเฉลี่ย 11.50±0.50, 10.8±0.57 และ 10.6±0.82 อัน ตาม ลำดับ และขนาดดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณเพศเฉลี่ย 2.54 x 20.03, 2.80 x 11.88 และ 2.24 x 14.41 มม. ตามลำดับ

1.4 ละอองเกสรอยู่เป็นกลุ่มๆละ 16 อัน เรียกว่า polyad ดอกตัวผู้ ดอกผลิตน้ำหวาน และดอกสมบูรณเพศมีละอองเกสร 15.15±7.22, 79.08±5.50 และ 111.03±4.25 กลุ่ม ตามลำดับ ขนาดกลุ่มละอองเกสรของดอกสมบูรณเพศเฉลี่ย 91.00 x 67.95 ไมครอน และดอกผลิตน้ำหวาน 72.53 x 61.37 ไมครอน สัดส่วนของความยาว

และความกว้างของกลุ่มละอองเกสรในดอก
สมบูรณ์เพศเฉลี่ย 1.34 และดอกผลิตน้ำหวาน
เฉลี่ย 1.18

1.5 ขนาดของเกสรตัวเมียในดอก
กะเทยเฉลี่ย 1.08 x 10.94 มม. ดอกเพศผู้มี
ขนาดเฉลี่ย 0.47 x 6.06 มม. และดอกกะเทยมี
จำนวนไข่อ่อนเฉลี่ย 16.57±2.18 อัน

2. เพื่อดอกและการติดฝักของสะตอ ช่อ
ดอกรวมประกอบด้วยจำนวนช่อดอกเฉลี่ย
5.21±1.17 ช่อดอก ช่อดอกเพศผู้เฉลี่ย 3.73±0.78
ช่อดอก ช่อดอกกะเทยเฉลี่ย 1.48±0.49 ช่อดอก
ในแต่ละช่อดอกรวมมีการติดฝักเฉลี่ย 1.12±0.19
ช่อ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ช่อดอกเพศผู้ช่อดอกกะเทย
และการติดฝัก 71.43, 28.57 และ 25.37 %

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืช
สวนตรงที่อนุญาตให้ทำการทดลอง และอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ภายในศูนย์ และ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษา
นโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
สำหรับทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์

เอกสารอ้างอิง

จารุ ไชยแขวง. 2541. *การพัฒนาสะตอแบบครบ
วงจร*. โรงพิมพ์สาสน์ใต้ สงขลา. 61 หน้า.
สุรีย์ ภูมิภมร และอนันต์ ดำคง. 2540. *ไม้สกุล
สะตอ : ทิศทางการวิจัยและพัฒนา*. คณะ
ทำงานและพัฒนาไม้สกุลสะตอ บริษัท

เฟื่องฟ้าพรินติง จำกัด กรุงเทพฯ. 114 หน้า.

Grünmeier, R.1990. Pollination by bats and
non-flying mammals of the African
tree, *Parkia bicolor* (Mimosaceae).
*Memoirs of the New York Botanical
Garden* 55 : 83-104.

Honsho, C., S. Somsri, S. Subhadrabandhu
and A. Sugiura. 2004. Marked im-
provement of fruit set in Thai durian
by artificial cross-pollination. *Scientia
Hort.* 101 : 399-406.

Hopkins, H. C. 1983. The taxonomy,
reproductive biology and economic
potential of *Parkia* (Leguminosae:
Mimosoideae) in Africa and Madagascar.
Botanical J. of the Linnean Soc. 87 :
135-167.

Hopkins, H. C. 1984. Floral biology and
pollination ecology of the neotropical
species of *Parkia*. *J. of Ecology* 72 :
1-23.

Hopkins, H. C. 1986. *Parkia* (Leguminosae:
Mimosoideae). *Flora Neotropica
Monograph* 43 : 1-124.

Hopkins, H. C. 1994. The Indo – Pacific
species of *Parkia* (Leguminosae:
Mimosoideae). *Kew Bulletin* 49 : 181-
234.

Hopkins, M. J. G., H. C. Hopkins and C.A.
Sothers. 2000. Nocturnal pollination

- of *Parkia velutina* by Megalopta bees in Amazonia and its possible significance in the evolution of chiropterophily. *J. of Trop. Ecology* 16 : 733-746.
- Jamaluddin, F., S. Mohamed and Md. N. Lajis. 1995. Hypoglycaemic effect of stigmasterol, from *Parkia speciosa* empty pods. *Food Chem.* 54 : 9-13.
- Luckow, M. and H. C. Hopkins. 1995. A cladistic analysis of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). *American J. of Bot.* 82 : 1300-1320.
- Nielson, I. C. 1985. Leguminosae – Mimosoideae. *Flora of Thailand* 4 : 131-222.
- Pettersson, S. and J. Knudsen. 2001. Floral scent and nectar production in *Parkia biglobosa* Jacq. (Leguminosae : Mimosoideae). *Botanical J. of the Linnean Soc.* 135 : 97-106.
- Tandon, R., K. R. Shivanna and H. Y. Mohan Ram. 2001. Pollination biology and breeding system of *Acacia senegal*. *Botanical J. of the Linnean Soc.* 135 : 251-262.
- Tangmitcharoen, S. and J.N.Owens. 1997. Floral biology, pollination, pistil receptivity, and pollen tube growth of teak (*Tectona grandis* L. f.). *Annals of Bot.* 79 : 227-241.
- Wee, Y. C. and A. N. Rao. 1980. Anthesis and variations in floral structure of *Parkia javanica*. *The Malaysian Forester* 43 : 493-499.