คาริโอไทป์ของพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) บางชนิดในประเทศไทย

ปริญญานิพนธ์

ของ

ขวัญฤทัย มาระโภชน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

เมษายน 2556

คาริโอไทป์ของพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) บางชนิดในประเทศไทย

ปริญญานิพนธ์

ของ

ขวัญฤทัย มาระโภชน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

เมษายน 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คาริโอไทป์ของพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) บางชนิดในประเทศไทย

บทคัดย่อ

ของ

ขวัญฤทัย มาระโภชน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

เมษายน 2556

ขวัญฤทัย มาระโภชน์. (2556). *คาริโอไทป์ของพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) บางชนิดในประเทศไทย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ธวัช ดอนสกุล, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา รังษิรุจิ.

การศึกษาคาริโอไทป์ของพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) 7 ชนิด จำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ แฟง (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.) น้ำเต้า (ลูกกลมและลูกยาว) (*Lagenaria siceraria* Standl.) (2 พันธุ์) บวบกลม (ลูกยาวและลูกสั้น) (*Luffa cylindrica* (L) M. Roem.) (2 พันธุ์) บวบเหลี่ยม (*Luffa acutangula* Roxb.) บวบงู (*Trichosanthes anguina* L.) มะระขี้นกและมะระจีน (*Momordica charantia* L.) (2 พันธุ์) และแตงไทย (*Cucumis melo* L.) โดยการเตรียมตัวอย่างจากปลายรากที่เพาะด้วยเมล็ด ผลการศึกษาพบว่าแฟงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 7 คู่ ซับเมทาเซนทริก 5 คู่ และมีจำนวนแขนโครโมโซม NF = 48 โดยพบแซทเทลไลท์ (satellite) ที่โครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก คู่ที่ 4 น้ำเต้า (ลูกกลมและลูกยาว) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 9 คู่ ซับเมทาเซนทริก 2 คู่ และมีจำนวนแขนโครโมโซม NF = 44 บวบกลม (ลูกยาวและลูกสั้น) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 13 คู่ และมีจำนวนแขนโครโมโซม NF = 52 บวบเหลี่ยมมีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 12 คู่ ซับเมทาเซนทริก 1 คู่ และมีจำนวนแขนโครโมโซม NF = 52 บวบงู มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 10 คู่ และซับเมทาเซนทริก 1 คู่ และมีจำนวนแขนโครโมโซม (NF) = 44 มะระขี้นกและมะระจีนมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 11 คู่ และมีจำนวนแขนโครโมโซม NF = 44 แตงไทยมีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 8 คู่ ซับเมทาเซนทริก 3 คู่ อะโครเซนทริก 1 คู่ และมีจำนวนแขนโครโมโซม NF = 46 โดยพบแซทเทลไลท์ที่โครโมโซมแบบเมทาเซนทริก คู่ที่ 6

KARYOTYPES OF SOME SPECIES OF PLANTS IN THE FAMILY CUCURBITACEAE IN THAILAND

AN ABSTRACT

BY

KWANRUTHAI MARAPORT

Present in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Master of Education Degree in Biology

at Srinakharinwirot University

April 2013

Kwanruthai Maraport. (2013). Karyotypes of some species of plants in the family *Cucurbitaceae* in Thailand. Master thesis, M.Ed. (Biology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Thawat Donsakul, Assist. Prof. Dr. Achariya Rangsiruji.

A karyological study of 7 species (10 varieties) of plants in Family Cucurbitaceae was carried out based on chromosome preparations from root tips. These plants included *Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn., *Lagenaria siceraria* Standl., *Luffa cylindrica* (L) M. Roem., *Luffa acutangula* Roxb., *Trichosanthes anguina* L., *Momordica charantia* L. and *Cucumis melo* L. Their karyotypes were as follow. *Benincasa hispida* (wax gourd) had diploid chromosome number (2n) = 24 with 7m + 5sm pairs and arm number (NF) = 48. It also had a pair of satellites on the fourth submetacentric chromosomes. Two cultivars of *L. siceraria*, including bottle gourd with round and long fruits had 2n = 22 with 9m + 2sm pairs and NF = 44. Two cultivars of *L. cylindrica,* including smooth luffas with long and short fruits had 2n = 26 with 13m pairs and NF = 52. *Luffa acutangula* (angled luffa) had 2n = 26 with 12m + 1sm pairs and NF = 52. *Trichosanthes anguina* (snake gourd) had 2n = 22 with 10m + 1sm pairs and NF = 44. Two cultivars of *M. charantia*, including bitter gourds of the native and Chinese types had 2n = 22 with 11m pairs and NF = 44. *Cucumis melo* (Thai melon) had 2n = 24 (x = 12) with 8m + 3sm + 1t pairs and NF = 46. It also possessed a pair of satellites on the sixth metacentric chromosomes.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
คาริโอไทป์ของพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) บางชนิดในประเทศไทย
ของ
ขวัญฤทัย มาระโภชน์

ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์. ดร.สมชาย สันติวัฒนากุล)
วันที่.....เดือน เมษายน พ.ศ. 2556

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ธวัช ดอนสกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉริยา รังษิรุจิ)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(ศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากตุ่น)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ธวัช ดอนสกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉริยา รังษิรุจิ)

..... กรรมการ
(ดร.อภิชาติ เติมวิชชากร)

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ธวัช ดอนสกุล ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉริยา รังษิรุจิ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ท่านทั้งสองได้เมตตาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือแนะนำข้อบกพร่องมาตั้งแต่ต้นจนสำเร็จได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ จาก ศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร มากตุ่นและดร.อภิชาติ เติมวิชชากร คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ที่ให้โอกาสในการสอบปริญญานิพนธ์และแนะแนวทางในการแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเป็นที่เรียบร้อย

ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท.) ที่ให้ทุนการศึกษาระดับปริญญาโท ตามโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

ขอขอบพระคุณท่านผอ.นิรมย์ ธรรมชาติ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านบึงตะกู ที่ให้โอกาสในการลาศึกษาต่อและกำลังใจที่ดีเสมอมา คุณสุธีวรรณ บินชัย คุณวิลาวัณย์ คำศรี และคุณสิโนทัย สมิทธิคุณานนท์ สำหรับความช่วยเหลือทุกๆสิ่ง ความมีน้ำใจดีและกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในการศึกษาแก่ข้าพเจ้าจนสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ แต่ไม่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขวัญฤทัย มาระโภชน์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายในการวิจัย	2
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
	สมมติฐานในการวิจัย	3
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	อนุกรมวิธานของพืชวงศ์แตง	4
	พืชวงศ์แตงที่ใช้ในการศึกษา	5
	เซลล์พันธุศาสตร์	11
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	19
	พืชที่ใช้ในการศึกษา	19
	การศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์	19
4	**ผลการทดลอง**	23
	ผลการศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์	23
5	**สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	59
	สรุปผลและอภิปรายผล	59
	ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม		63
ภาคผนวก		68
ประวัติย่อผู้วิจัย		99

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 การแยกชนิดของโครโมโซมโดยอาศัยอัตราส่วน
ระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นตามวิธีของลีแวน เฟดกาและแซนด์เบิร์ก..... 22

2 ความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์ในระยะเมทาเฟสของ
การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของพืชวงศ์แตง..... 26

3 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ คาริโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมของ
พืชวงศ์แตง..... 27

4 ค่าความยาวทั้งแขน ความยาวสัมพัทธ์ และขนาดของโครโมโซมของ
พืชวงศ์แตง..... 28

5 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T)
ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S)
ชนิดของคู่โครโมโซมของแฟง จำนวน 5 เซลล์..... 29

6 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T)
ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S)
ชนิดของคู่โครโมโซมของน้ำเต้า (ลูกกลม) จำนวน 5 เซลล์..... 32

7 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T)
ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S)
ชนิดของคู่โครโมโซมของน้ำเต้า (ลูกยาว) จำนวน 5 เซลล์..... 35

8 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T)
ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S)
ชนิดของคู่โครโมโซมของบวบกลม (ลูกยาว) จำนวน 5 เซลล์..... 38

9 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T)
ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S)
ชนิดของคู่โครโมโซมของบวบกลม (ลูกสั้น) จำนวน 5 เซลล์..... 41

10 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T)
ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S)
ชนิดของคู่โครโมโซมของบวบเหลี่ยม จำนวน 5 เซลล์..... 44

11 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T)
ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S)
ชนิดของคู่โครโมโซมของบวบงู จำนวน 5 เซลล์..... 47

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

12 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของมะระขี้นก จำนวน 5 เซลล์..... 50

13 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของมะระจีน จำนวน 5 เซลล์..... 53

14 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของแตงไทย จำนวน 5 เซลล์..... 56

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 แฟง..... 5
2 น้ำเต้า (ลูกกลม) และน้ำเต้า (ลูกยาว) 6
3 บวบกลม (ลูกยาว) และบวบกลม (ลูกสั้น) 7
4 บวบเหลี่ยม..... 8
5 บวบงู..... 9
6 มะระขี้นกและมะระจีน..... 10
7 แตงไทย..... 10
8 รูปร่างโครโมโซมจำแนกตามตำแหน่งของเซนโทรเมียร์.....
9 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของแฟง และคาริโอไทป์..... 30
10 อิดิโอแกรมของแฟง..... 31
11 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของน้ำเต้า (ลูกกลม)และคาริโอไทป์..... 33
12 อิดิโอแกรมของน้ำเต้า(ลูกกลม) 34
13 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของน้ำเต้า (ลูกยาว) และคาริโอไทป์..... 36
14 อิดิโอแกรมของน้ำเต้า(ลูกยาว) 37
15 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของบวบกลม (ลูกยาว) และคาริโอไทป์..... 39
16 อิดิโอแกรมของบวบกลม (ลูกยาว)..... 40
17 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของบวบกลม (ลูกสั้น) และคาริโอไทป์..... 42
18 อิดิโอแกรมของบวบกลม (ลูกสั้น)..... 43
19 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของบวบเหลี่ยม และคาริโอไทป์..... 45
20 อิดิโอแกรมของบวบเหลี่ยม..... 46
21 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของบวบงู และคาริโอไทป์..... 48

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

22 อิดิโอแกรมของบวบงู..... 49

23 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของมะระขี้นก และคาริโอไทป์..... 51

24 อิดิโอแกรมของมะระขี้นก..... 52

25 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของมะระจีน และคาริโอไทป์..... 54

26 อิดิโอแกรมของมะระจีน..... 55

27 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของแตงไทย และคาริโอไทป์ 57

28 อิดิโอแกรมของแตงไทย 58

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ผักที่ใช้บริโภคเป็นประจำหรือเป็นที่รู้จักกันดีในเมืองไทย มีประมาณ 72 ชนิด จัดอยู่ในวงศ์ (Family) หลัก 15 วงศ์ด้วยกัน สำหรับชนิดที่เป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคกันแทบทุกวันจัดอยู่ในวงศ์กะหล่ำ (Cruciferae) วงศ์ถั่ว (Leguminosae) วงศ์มะเขือ-พริก (Solanaceae) และวงศ์แตง (Cucurbitaceae) โดยพืชในวงศ์แตงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจได้แก่ แตงกวา แตงไทย แตงโม แตงแคนตาลูป มะระ บวบ ตำลึง ฟักแฟง ฟักทอง ซึ่งมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศ จากสถิติการเพาะปลูกพืชผักของกรมส่งเสริมการเกษตร ระหว่างปี พ.ศ. 2540–2543 พบว่าพืชวงศ์แตงมีพื้นที่ปลูกเป็นอันดับสองรองจากพืชวงศ์มะเขือ โดยมีพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 3 ปีเพาะปลูก ประมาณ 622,989 ไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 3 ปีเพาะปลูก สูงสุด คือ 1,120,208 ตัน แม้ว่าพืชผักวงศ์แตงเป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วไป และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจไม่น้อยไปกว่าพืชผักวงศ์อื่นๆ แต่จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยของพืชในกลุ่มนี้ กลับพบว่ามีการศึกษาวิจัยในพืชกลุ่มนี้ค่อนข้างน้อยและมีเพียงบางชนิดที่ศึกษากันอย่างจริงจังแต่เฉพาะบางสาขาวิจัยเท่านั้น (กมล เลิศรัตน์; และคนอื่นๆ. 2544: 4, 23, 98)

พืชวงศ์แตงจัดเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญของโลก พบทั่วโลกมีประมาณ 800 ชนิด ใน 130 สกุล (Kocyan; et al. 2007: 553) ในประเทศไทยพบ 20 สกุล เช่น *Momordica*, *Luffa*, *Trichosanthes*, *Cucumis* และ *Coccinea* เป็นต้น (ก่องกานดา ชยามฤต. 2549: 32-33) มีการปลูกและใช้ประโยชน์จากพืชในตระกูลนี้มานาน โดยทั่วไปใช้ผลในการรับประทาน บางชนิดมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรค (Kocyan; et al. 2007: 553) และใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น ใช้เป็นเครื่องดนตรี ภาชนะบรรจุของ และใยขัด เป็นต้น

การศึกษาคาริโอไทป์ (karyotype) เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด โดยศึกษาจำนวน ขนาด และชนิดโครโมโซม ซึ่งมีความจำเพาะในสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ (Appels; et al. 1998: 67; ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ; สุรินทร์ ปิยะโชคคณากุล; และสมศักดิ์ อภิสิทธิวาณิช. 2547: 10) โดยคาริโอไทป์ของพืชที่มีเมล็ดแต่ละชนิดที่อยู่ในสกุลเดียวกันอาจคล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน ปกติคาริโอไทป์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะคงที่ แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ระหว่างที่มีวิวัฒนาการ เช่น การพบ โครโมโซมบี (B-chromosome) หรือ โครโมโซมเพศ (sex chromosome) เป็นต้น นอกจากนี้ความแปรผันของคาริโอไทป์เกิดจากความผิดปกติของโครงสร้างโครโมโซมด้วย (กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532: 119) ในพืชวงศ์แตงได้มีการศึกษาคาริโอไทป์ของพืชหลายชนิดและพบว่าทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากโครโมโซมมีขนาดเล็กและปัญหาในการติดสี ย้อม

ของโครโมโซม (Bhaduri; & Bose. 1947: 237-256; Trived; & Roy. 1972a: 282; Chen; Staub; & Jiang. 1998: 301; Koo; et al. 2002: 413; Liu; et al. 2010: 247)

เทคนิคการเตรียมโครโมโซมเพื่อศึกษาคาริโอไทป์ วิธีการที่ใช้กันมาในอดีตและปัจจุบันยังคงนิยมใช้กันอยู่ เช่น การเตรียมโครโมโซมโดยวิธีกดบี้ให้แบน (squash technique) วิธี hypotonization air drying technique (ธวัช ดอนสกุล. 2548: 10) นอกจากนี้ยังได้มีการคิดค้นพัฒนาเทคนิคการเตรียมโครโมโซมโดยการใช้วิธีสับเนื้อเยื่อที่ต้องการศึกษาให้ละเอียดแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงแทนการกดบี้ให้แบน ที่สามารถใช้ในการเตรียมโครโมโซมได้ผลดีทั้งในพืชและสัตว์ เช่น การศึกษาคาริโอไทป์และบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกไนเซอร์ของเซลล์ตับในกบนา อึ่งยาง และคางคกที่พบในประเทศไทย (ธวัช ดอนสกุล. 2548: 21) คาริโอไทป์ของกระแตใต้ กระเล็นขนปลายหูสั้น กระจ้อน และกระรอกหลากสี (อุษา ผาสุก. 2552: 24-25) คาริโอไทป์ของพืชสกุลระกำบางชนิดในประเทศไทยและประเทศอินโดนีเซีย (อัจฉริยา รังษิรุจิ; ฐปวิตรา ผ่องแผ้ว; และ ธวัช ดอนสกุล. 2549: 51) คาริโอไทป์และชีววิทยาระดับโมเลกุลของมะขามหวาน (พืชสกุลมะขาม) ในจังหวัดเพชรบูรณ์ (สุวนิดา อัญจิรเวโรจน์; อัจฉริยา รังษิรุจิ; และ ธวัช ดอนสกุล. 2551: 186)

การศึกษาข้อมูลด้านคาริโอไทป์ของพืช สามารถช่วยบ่งชี้สาเหตุการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาได้ว่าเกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อมหรือจากการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับโครโมโซม ทั้งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโครโมโซมหรือการเปลี่ยนจำนวนโครโมโซม นอกจากนี้ยังใช้เป็นหลักฐานในการศึกษาด้านความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงวิวัฒนาการได้ (กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532: 5)

แม้ศาสตร์และตำราด้านการเกษตรมิได้นับรวมทรัพยากรพันธุกรรม (genetic resources) เป็นปัจจัยการผลิตพื้นฐาน แต่ในขั้นการปฏิบัติจริงที่เกิดขึ้น ต่างทราบดีว่าทรัพยากรพันธุกรรมนี้มีบทบาทสำคัญในระบบการผลิตภาคการเกษตร เนื่องจากพันธุกรรมคือจุดเริ่มต้นและจุดหลักในกระบวนการปรับเปลี่ยนสู่การปฏิวัติระบบการเกษตร (สุกรานต์ โรจนไพรวงศ์. 2547: 1) ดังนั้นการศึกษาคาริโอไทป์ของพืชสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านพันธุกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาด้านการเกษตร และเนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับคาริโอไทป์ของพืชวงศ์แตงในประเทศไทยยังมีค่อนข้างน้อย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาคาริโอไทป์ของพืชในวงศ์แตง 7 ชนิด จำนวน 10 พันธุ์

ความมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคาริโอไทป์ของพืชในวงศ์แตง 7 ชนิด (species) จำนวน 10 สายพันธุ์ ได้แก่ แฟง (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.) น้ำเต้าลูกกลมและน้ำเต้าลูกยาว (*Lagenaria siceraria* Standl.) (2 พันธุ์) บวบกลมลูกยาวและลูกสั้น (*Luffa cylindrical* (L.) M. Roem.) (2 พันธุ์) บวบเหลี่ยม (*Luffa acutangula* Roxb.) บวบงู (*Trichosanthes anguina* L.) มะระขี้นกและมะระจีน (*Momordica charantia* L.) (2 พันธุ์) และแตงไทย (*Cucumis melo* L.)

2. เพื่อพัฒนาวิธีการเตรียมโครโมโซมจากปลายรากของพืชวงศ์แตง

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อให้ทราบจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ของพืช 7 ชนิด ในวงศ์แตง

2. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้ด้านเซลล์อนุกรมวิธาน ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ และด้านเกษตรกรรม

3. สามารถนำเทคนิคและวิธีการในการศึกษาโครโมโซมไปประยุกต์ใช้กับพืชในวงศ์อื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาคาริโอไทป์ของพืชในวงศ์แตง จำนวน 7 ชนิด 10 พันธุ์ ได้แก่ แฟง แตงไทย น้ำเต้า (ลูกกลม) น้ำเต้า (ลูกยาว) บวบกลม (ลูกยาว) บวบกลม (ลูกสั้น) บวบเหลี่ยม บวบงู มะระขี้นก และมะระจีน โดยศึกษาคาริโอไทป์จากปลายรากที่เพาะด้วยเมล็ด

นิยามศัพท์เฉพาะ

คาริโอไทป์ (karyotype) หมายถึง ภาพแสดงการจัดโครโมโซมเป็นคู่ตามรูปร่าง และขนาดของคู่โครโมโซมในสิ่งมีชีวิตในระยะเมทาเฟส โดยมีการจัดเรียงกันให้ตำแหน่งของเซนโทร-เมียร์อยู่ในระดับเดียวกัน ในกรณีที่โครโมโซมมีแขนยาวไม่เท่ากันจะเรียงกันให้แขนสั้นอยู่ด้านบนและแขนยาวอยู่ด้านล่าง และโครโมโซมเพศอยู่มุมขวาด้านล่างสุด เพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมและความผิดปกติของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ

อิดิโอแกรม (idiogram) คือ ไดอะแกรมที่แสดงคาริโอไทป์โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ ของโครโมโซม ได้แก่ ความยาวของโครโมโซม รูปร่างโครโมโซม และตำแหน่งของเซนโทรเมียร์

สมมติฐานในการวิจัย

พืชในวงศ์แตงทั้ง 7 ชนิดที่ศึกษาน่าจะมีคาริโอไทป์แตกต่างกัน และคงมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับที่มีรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างของโครโมโซมได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุกรมวิธานของพืชวงศ์แตง

ลักษณะประจำวงศ์

พืชวงศ์แตง หรือวงศ์ฟักทอง (Family Cucurbitaceae) มีลักษณะทั่วไป ดังนี้ (ก่องกานดา ชยมฤต. 2549: 32)

ลักษณะ ไม้เลื้อย อายุหนึ่งปีหรือหลายปี ลำต้นมักเป็น 5 สัน มีทั้งเลื้อยพันต้นไม้อื่น และเลื้อยไปตามพื้นดิน มักมีผิวหยาบและสาก

ใบ ใบเดี่ยว หรือจัก 5 พูแบบนิ้วมือ ออกเรียงสลับ เส้นใบออกจากจุดโคนใบแบบนิ้วมือที่โคนก้านใบ มีมือเกาะพันเป็นเกลียว ไม่มีหูใบ

ดอก ออกเป็นช่อตามง่ามใบ หรือดอกเดี่ยว สมมาตรตามรัศมี แยกเพศ มีฐานดอกขยายเป็นถ้วย หรือรูปท่อ มีต่อมน้ำหวาน กลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันตอนปลายแยกเป็น 5 แฉก กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นรูประฆัง ตอนปลายแยกเป็น 5 กลีบ ขอบกลีบย่น สีเหลือง สีออกเขียว สีเหลืองอมส้ม หรือสีขาว ดอกเพศผู้มีเกสรเพศผู้ 3-5 อัน ก้านเกสรเพศผู้แยกกันหรือเชื่อมติดกันเป็น 2 คู่ อับเรณูมี 1 พู มองดูคล้าย 2 พู ดอกเพศเมียมีรังไข่ แบบใต้วงกลีบ (inferior ovary) มี 3 คาร์เพล

ผล แบบแตง (pepo) บางชนิดผลแบบแห้งแตก (capsule)

เมล็ด มีจำนวนมาก ขนาดใหญ่ แบน

การจัดจำแนกพืชวงศ์แตง

เจฟฟรี่ (Kocyan; et al. 2007: 553-577; อ้างอิงจาก Jeffrey. 2005. *A new system of Cucurbitaceae.* pp. 332-335) จัดจำแนกพืชวงศ์แตงไว้ดังนี้

Subfamily : Cucurbitoideae

Tribe Joliffieae

Subtribe Thladianthinae

Momordica (มะระขี้นกและมะระจีน)

Tribe Trichosantheae

Subtribe Trichosanthinae

Trichosanthes (บวบงู)

Tribe Luffeae

Luffa (บวบกลมลูกยาว/บวบกลมลูกสั้น และบวบเหลี่ยม)

Tribe Benincaseae

Subtribe Benincasinae

Benincasa (แฟง)

Lagenaria (น้ำเต้าลูกกลมและน้ำเต้าลูกยาว)

Subtribe Cucumerinae

Cucumis (แตงไทย)

พืชวงศ์แตงที่ใช้ในการศึกษา

1. แฟง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นไม้เถาเลื้อยบนค้าง มีมือจับ ใบมีสีเขียวขนาดใหญ่ ขอบใบหยักแยกออกเป็น 5-7 แฉก ก้านใบยาวประมาณ 10 เซนติเมตร มีขนสั้นๆ คลุมอยู่โดยรอบ ดอกมีสีขาว แยกออกเป็น 5 กลีบ ผลมีผิวสีเขียว มีนวลขาวเคลือบ ผลเป็นรูปกลมยาวทรงกระบอกขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ เปลือกสีเขียวมีขนอ่อนเล็กน้อย เนื้อในจะมีสีขาว เนื้อแน่น ฉ่ำน้ำ ภายในมีเมล็ดสีขาวเป็นจำนวนมาก

แหล่งปลูก : ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย

สรรพคุณทางยา : กินถอนพิษที่เกิดจากเนื้อสัตว์และแอลกอฮอล์ แก้ร้อนใน แก้พิษแมงกะพรุน และเป็นยาขับปัสสาวะ เนื้อฟักแห้งนำมาบดกินแก้บวมน้ำ แก้ร้อนใน แก้กระหาย *เมล็ด* ใช้แก้ไอ แก้ไข้ (นิดดา หงษ์วิวัฒน์; ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์; และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2548: 184)

ภาพประกอบ 1 แฟง (*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.)

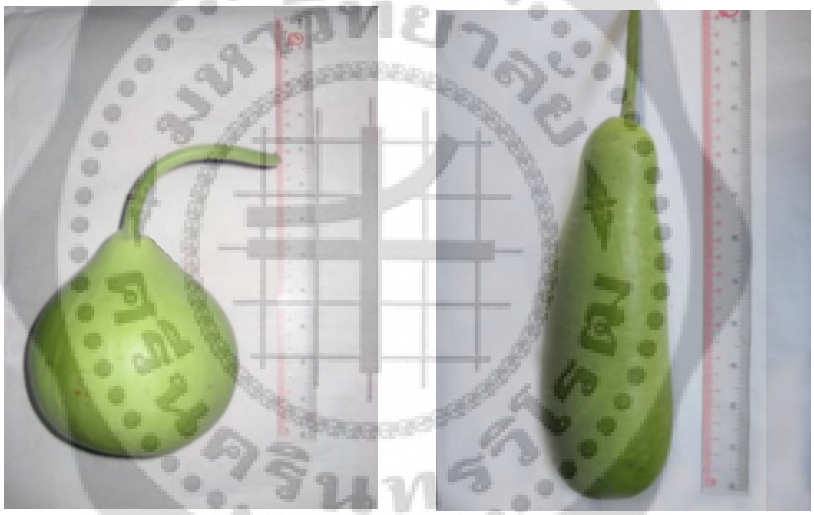
2. น้ำเต้า (ลูกกลมและลูกยาว)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Lagenaria siceraria* Standl.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นไม้เถาเลื้อยบนค้าง เถาสีเขียวอ่อนมีขนสั้น ๆ ปกคลุมทั่วไป มีมือเกาะแตกออกจากข้อ ใบออกสลับกัน รูปทรงสามเหลี่ยม ขอบใบหยัก มีขนปกคลุมทั่วไป ดอกเป็นดอกเดี่ยวมีก้านดอก มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกคนละดอก แต่อยู่บนต้นเดียวกัน กลีบดอกสีขาว ผลมีหลายรูปทรงแตกต่างกันไปตามพันธุ์ คือ ทรงกลม ทรงกลมซ้อน ทรงลูกแพร์ และทรงกระบอก ผลสีเขียวอ่อน เนื้อในสีขาว มีเมล็ดอยู่ภายใน เมล็ดมีลักษณะยาวรีและแบน ส่วนปลายมีติ่ง 2 ข้างสีน้ำตาลอ่อน และมีแถบสีน้ำตาลเข้มพาดตามยาวของเมล็ด ในผลอ่อนเมล็ดเป็นสีขาว

แหล่งปลูก : ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย

สรรพคุณทางยา : ขับปัสสาวะ ลดอาการบวมน้ำ (นิดดา หงษ์วิวัฒน์; ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์; และ สุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2548: 90)



ภาพประกอบ 2 น้ำเต้าลูกกลม (ซ้าย) และน้ำเต้าลูกยาว (ขวา) (*Lagenaria siceraria* Standl.)

3. บวบกลม (ลูกยาวและลูกสั้น)

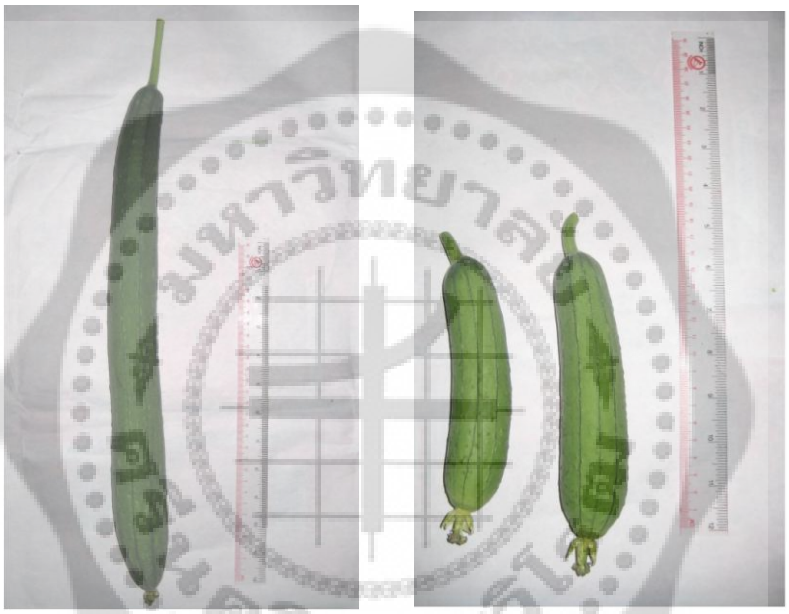
ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นพืชเถาเลื้อยอายุสั้น มีมือจับเกาะช่วยพยุงลำต้น จึงนิยมทำค้างหรือร้านให้เลื้อยพัน ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว บวบกลมมีอยู่ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ผลสั้นและพันธุ์ผลยาว พันธุ์ผลสั้นมีลักษณะกลมรี ยาวประมาณ 5-6 นิ้ว ส่วนพันธุ์ผลยาวผลมีลักษณะกลมรี ผลยาวประมาณ 24 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-6 นิ้ว มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 75-120 วัน สำหรับพันธุ์บวบกลมที่ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมือง เพราะมีการปลูกและเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ต่อ ๆ กันมาเป็นเวลานานแล้ว (จิรพัฒน์ ภู่เสริมภูมิ. 2551: 100) ใบค่อนข้างกลมมี

รอยเว้าเข้าหากลางใบ 3-7 หยัก ท้องใบสีเขียวอ่อนเห็นร่องใบนูนชัดเจน ดอกเดี่ยวสีเหลืองหรือเหลืองอ่อน มี 5 กลีบ ขอบดอกมีรอยย่นเป็นคลื่น ผลอ่อนลายสีเขียวแก่มีนวลขาวเคลือบ ผลแก่สีเขียวออกเหลืองหรือสีเขียวอมเทา เนื้อในมีเส้นใยเหนียวเป็นร่างแห เมล็ดแบนรี

แหล่งปลูก : ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย

สรรพคุณทางยา : *ใบ* นำมาคั้นน้ำดื่มแก้ร้อนใน ขับระดู ฟอกโลหิต แก้ผดผื่นคัน ต้มเป็นยาขับปัสสาวะ แก้ปัสสาวะเป็นเลือด *ผลอ่อน* กินแก้ร้อนใน ระบายท้อง ขับน้ำนม ขับลม แก้เลือดออกตามทางเดินอาหาร แก้ทางเดินปัสสาวะอักเสบ *เมล็ด* ใช้ขับปัสสาวะ ขับพยาธิ *ราก* ต้มดื่ม ระบายท้อง แก้เจ็บคอ (นิดดา หงษ์วิวัฒน์; ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์; และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2548: 122)



ภาพประกอบ 3 บวบกลมลูกยาว (ซ้าย) และลูกสั้น (ขวา) (*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.)

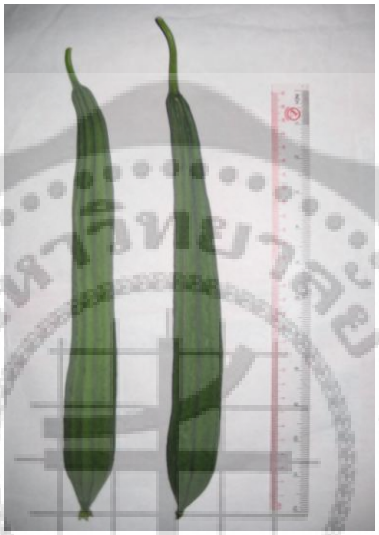
4. บวบเหลี่ยม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Luffa acutangula* Roxb.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นพืชเถาเลื้อย อายุสั้น เป็นผักที่มีอายุปีเดียว มีมือจับเกาะช่วยพยุงลำต้น บวบเหลี่ยมต่างจากบวบชนิดอื่นตรงที่ผลมีลักษณะเป็นเหลี่ยมหลายเหลี่ยม ดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกกันอยู่ในต้นเดียวกันเช่นเดียวกับบวบกลม แต่มีลักษณะแตกต่างกันที่ใบเลี้ยงของต้นกล้าบวบเหลี่ยมมีสีเขียว ใบแก่มีสีเขียวอ่อนกว่า ใบใหญ่กว่าเล็กน้อย ลอนใบตื้นกว่า มีเหลี่ยมตามความยาวของผลตั้งแต่ขั้วจรดปลายผล ผิวผลค่อนข้างขรุขระและมีสีเขียวแก่ (จิรพัฒน์ ภู่เสริมภูมิ. 2551: 32)

แหล่งปลูก : ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย แต่มีมากแถบจังหวัดขอนแก่น ร้อยเอ็ด บุรีรัมย์ ลำปาง และตรัง

สรรพคุณทางยา : *ผล* ช่วยลดไข้ แก้ร้อนใน ขับปัสสาวะ ขับเสมหะ *ราก* ใช้ต้มดื่มแก้บวมช้ำ ระบายท้อง แก้เจ็บคอ และรักษาอาการปวดศีรษะข้างเดียว *เนื้อในเมล็ด* ใช้ขับปัสสาวะ แก้ร้อนใน ขับนิ่ว ขับเสมหะ น้ำมันจากเมล็ดใช้ทาแก้โรคผิวหนัง และคนไทยสมัยก่อนเชื่อว่า การกินแกงเลียงบวบจะช่วยให้แม่ลูกอ่อนมีน้ำนมมาก (นิดดา หงษ์วิวัฒน์; ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์; และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2548: 121)



ภาพประกอบ 4 บวบเหลี่ยม (*Luffa acutangula* Roxb.)

5. บวบงู

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Trichosanthes anguina* L.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นไม้เถาเลื้อยฤดูเดียว มีมือเกาะยึดต้นไม้อื่น เถาเล็กเป็นเหลี่ยมมีขนสั้น ๆ ปกคลุมบาง ๆ ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับ แผ่นใบแผ่เป็นคลื่นเล็กน้อย มีขนสั้นนุ่ม ดอกออกเป็นช่อตามซอกใบ กลีบดอกสีขาว 5-6 กลีบ ผลมีลักษณะกลมยาว ปลายผลค่อนข้างแหลม บิดงอ ผิวเรียบมีแถบสีขาวสลับเขียวทั้งผล ขนาดผลกว้าง 1.5-3 เซนติเมตร ยาว 25-45 เซนติเมตร เนื้อในสีขาวกรอบ ภายในมีเมล็ด ลักษณะแบนสีขาว ส่วนเมล็ดแก่ลักษณะแบนค่อนข้างรี ขอบข้างเมล็ดเว้าเข้าเป็นหยักโดยรอบ สีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม

แหล่งปลูก : ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย

สรรพคุณทางยา : *ผล* ช่วยบำรุงร่างกาย แก้กระหายน้ำ ขับพยาธิ และแก้ท่อน้ำดีอุดตัน (นิดดา หงษ์วิวัฒน์; ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์; และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2548: 123)

ภาพประกอบ 5 บวบงู (*Trichosanthes anguina* L.)

6. มะระขี้นกและมะระจีน

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Momordica charantia* L.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นไม้เถา อายุปีเดียว มีมือเกาะ ลำต้นเป็นสี่เหลี่ยม ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียนรอบต้น รูปแผ่กว้าง แผ่นใบเว้าลึกเป็น 5 พู ขนาด 3-7 เซนติเมตร โคนใบเว้า ปลายใบแหลม ขอบใบจักตื้น ก้านใบยาว 2-6 เซนติเมตร ดอกสีเหลือง ออกเดี่ยวตามซอกใบ แยกเพศอยู่บนต้นเดียวกัน ก้านดอกยาว 5-10 เซนติเมตร ดอกเพศผู้ กลีบดอก 5 กลีบ เชื่อมกันที่ฐาน เกสรเพศผู้ 3 อัน สีเหลือง ดอกเพศเมียกลีบดอกคล้ายดอกเพศผู้ มีก้านชูเกสร 1 อัน ปลายแยก 3 แฉก มีเกสรเพศผู้เป็นหมัน 3 อัน สีเขียวอ่อน ผลมะระขี้นกเป็นผลสด รูปป้อมรี หัวท้ายแหลม เมื่อสุกเป็นสีเหลืองส้ม ผลมะระจีนมีขนาดใหญ่ เนื้อหนา รูปร่างยาว รอบ ๆ ผลจะเป็นสันตะปุ่มตะป่ำประมาณ 10 สัน ผลอ่อนสีขาว ผลแก่สีเขียว และผลสุกสีแดง เมล็ดรูปไข่แกมรี ขนาด 7-10 มิลลิเมตร มีเยื่อหุ้มสีแดง (กมลทิพย์ กสิภาร์. 2543: 54)

แหล่งปลูก : มะระขี้นก พบได้ทั่วไปตามป่าละเมาะ ริมทางเดินในป่า

สรรพคุณทางยา : มะระขี้นก ช่วยรักษาโรคเบาหวานลดน้ำตาลในเลือด *ผลดิบ* กินแก้โรคตับอักเสบ ม้ามอักเสบ ปวดเข่า หัวเข่าบวม *ผลสุก* ใช้คั้นเอาน้ำทาหน้าแก้สิว เป็นยาระบายอ่อน ๆ ช่วยย่อยอาหาร ทำให้เจริญอาหาร เป็นยาบำรุงน้ำดี ขับพยาธิในท้อง แก้ปากเปื่อย ปากเป็นขุย บำรุงระดู *ราก* เป็นยาบำรุง ฝาดสมาน แก้ริดสีดวงทวาร เป็นยาธาตุ มะระจีน ช่วยให้เจริญอาหาร บำรุงน้ำดี แก้โรคปวดตามข้อ ขับพยาธิในท้อง น้ำคั้นจากมะระจีน ใช้เป็นยาระบาย ผลตากแห้ง ใช้ชงดื่มเป็นน้ำชาแก้โรคเบาหวาน ตำพอกฝี แก้บวม แก้อักเสบ (นิดดา หงษ์วิวัฒน์; ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์; และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2548: 125)

ภาพประกอบ 6 มะระขี้นก (ซ้าย) และมะระจีน (ขวา) (*Momordica charantia* L.)

7. แตงไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cucumis melo* L.

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นไม้เลื้อย ลำต้นมีขนนุ่ม มือเกาะไม่แตกแขนง ใบเดี่ยวเรียงสลับกัน ใบเป็นแฉกตื้นๆ 5-7 แฉก โคนใบรูปหัวใจ ขอบใบหยักมีขนสาก ดอกแยกเพศหรือสมบูรณ์เพศ เกิดบนต้นเดียวกัน ดอกเพศผู้ออกเป็นกระจุกที่ง่ามใบ กลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบสีเหลือง กลีบติดกันตรงโคนเล็กน้อย เกสรเพศผู้ 3 อัน ดอกเพศเมียออกเดี่ยว ๆ ดอกเหมือนดอกเพศผู้ ผลรูปกลมหรือรี เมล็ดมีจำนวนมาก สีขาวหรือสีเนื้อ แบน ผิวเรียบ (กมลทิพย์ กสิภาร์. 2543: 52)

แหล่งปลูก : ปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย

สรรพคุณทางยา : *ใบ* ใช้แก้ไข้ *ดอกอ่อน* ตากแห้งต้มกินทำให้อาเจียน แก้ดีซ่าน บดเป็นผงพ่นใส่จมูกแก้แผลในจมูก *ผล* ใช้ขับปัสสาวะ บำรุงธาตุ ขับน้ำนม ขับเหงื่อ บำรุงหัวใจและสมอง และรักษาทางเดินปัสสาวะอักเสบ *เมล็ด* ใช้ขับปัสสาวะ ช่วยย่อย แก้ไอ ต้มดื่มทำให้อาเจียน ระบายท้อง (นิดดา หงษ์วิวัฒน์; ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์; และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2548: 90)

ภาพประกอบ 7 แตงไทย (*Cucumis melo* L.)

เซลล์พันธุศาสตร์

รูปร่างของโครโมโซม

สามารถจำแนกรูปร่างของโครโมโซมตามตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ได้เป็น 4 ประเภท คือ (นิตย์ศรี แสงเดือน. 2551: 49-50)

1. โครโมโซมแบบเมทาเซนทริก (metacentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทร-เมียร์อยู่กึ่งกลางของโครโมโซม ทำให้แขนของโครโมโซมทั้งสองข้างมีความยาวเท่ากัน

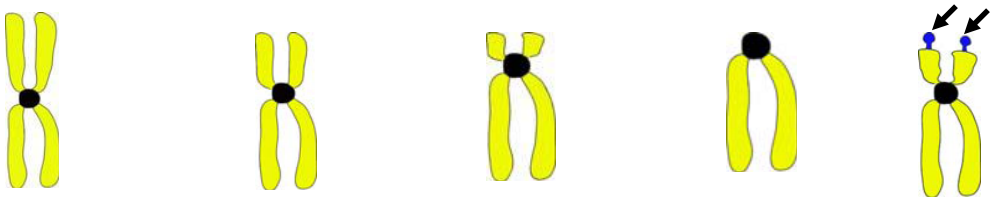
2. โครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก (submetacentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่ค่อนมากึ่งกลางแท่งโครโมโซมไปทางด้านใดด้านหนึ่งของปลายโครโมโซม (submedian region) มีผลทำให้แขนทั้งสองข้างโครโมโซมยาวไม่เท่ากัน จึงมีการกำหนดสัญลักษณ์ของแขนข้างสั้นคือ “p” และแขนข้างยาวคือ “q”

3. อะโครเซนทริก (acrocentric chromosome) หรือ ซับเทโลเซนทริก (subtelocentric chromosome) โครโมโซมมีเซนโทรเมียร์อยู่เกือบปลายสุดของโครโมโซม (subterminal region) มีผลทำให้โครโมโซมมีแขนข้างหนึ่งยาวมากแต่อีกข้างหนึ่งสั้นมาก

4. เทโลเซนทริก (telocentric chromosome) โครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่ปลายสุดของโครโมโซม (terminal region) ทำให้มีแขนเพียงข้างเดียวเท่านั้น

ลีแวน เฟดกาและแซนด์เบิร์ก (Levan; Fredga; & Sandberg. 1964: 201-220) ได้กำหนดประเภทของโครโมโซมโดยหาอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (arm ratio) ถ้าโครโมโซมมีอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (long arm/short arm) อยู่ระหว่าง 1.0 - 1.7 โครโมโซมเป็นแบบเมทาเซนทริก (m) 1.7- 3.0 โครโมโซมเป็นแบบซับเมทาเซนทริก (sm) 3.0 - 7.0 โครโมโซมเป็นแบบซับเทโลเซนทริก (st) และถ้าอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นมีช่วงความยาว 7.0 - ∞ โครโมโซมเป็นแบบอะโครเซน-ทริกหรือเทโลเซนทริก (t)

นอกจากนี้โครโมโซมอาจมีรอยคอดอันดับที่ 2 (secondary constriction) ซึ่งโดยปกติพบบนแขนข้างสั้นเรียกว่าแซทเทลไลท์ (satellite) และมักใช้เป็นเครื่องหมาย (marker) ในการจับคู่ของโครโมโซมได้ (Appels; et al. 1998: 67; นิตย์ศรี แสงเดือน. 2551: 50)



ก. เมทาเซนทริก มีเซนโทรเมียร์อยู่กึ่งกลางแท่ง

ข. ซับเมทาเซนทริก มีเซนโทรเมียร์อยู่ค่อนมาทางกึ่งกลางแท่ง

ค. ซับเทโลเซนทริก มีเซนโทรเมียร์อยู่ใกล้ส่วนปลายแท่ง

ง. อะโครเซนทริก หรือเทโลเซนทริก มีเซนโทรเมียร์อยู่ปลายแท่ง

จ. แซทเทลไลท์ (ปลายลูกศรชี้)

ภาพประกอบ 8 รูปร่างโครโมโซมจำแนกตามตำแหน่งของเซนโทรเมียร์

จำนวนโครโมโซม

โดยทั่วไป จำนวนโครโมโซม (chromosome number) ในนิวเคลียสจะคงที่สำหรับเซลล์ร่างกาย (somatic cell) ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ความแปรผันของจำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตแต่ชนิดก็อาจพบได้ เช่น จำนวนโครโมโซมเพศจะแตกต่างกันทั้งสองเพศ นอกจากนี้ความแปรผันของจำนวนโครโมโซมอาจเกิดขึ้นเนื่องจากมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าปกติ (supernumerary chromosome) ซึ่งโครโมโซมดังกล่าวไม่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และมีจำนวนแตกต่างกันในพืชแต่ละต้น การเกิดลักษณะพอลิพลอยด์ (polyploid) บางชนิด จะมีโครโมโซมเล็กๆ อยู่มาก โอกาสที่โครโมโซมเล็ก ๆ เหล่านี้จะสูญหายไปก็เกิดขึ้นได้เสมอ ดังนั้น ความแปรผันของโครโมโซมยังคงพบได้ในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (นิตย์ศรี แสงเดือน. 2551: 47-48)

การศึกษาโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย (somatic cell) ของพืช

การศึกษาโครโมโซมสามารถทำได้ทั้งจากเซลล์ที่มีการแบ่งแบบไมโทซิส (mitosis) และแบบไมโอซิส (meiosis) (Appels; et al. 1998: 67) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เซลล์ที่มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสหรือเซลล์ที่เป็นเซลล์ร่างกาย ซึ่งโดยปกติในพืชจะใช้เซลล์ที่ได้จากปลายราก ใบอ่อน ใบประดับ กลีบเลี้ยง หรือกลีบดอก (กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532: 60)

การเตรียมเซลล์เพื่อศึกษาโครโมโซมโดยทั่วไป มีขั้นตอน ดังนี้

การหยุดวัฏจักรเซลล์ (pretreatment) คือ การนำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่ต้องการศึกษาโครโมโซมแช่ในสารเคมีเพื่อหยุดการแบ่งนิวเคลียส สารเคมีที่นิยมใช้ เช่น colchicine ($C_{22}H_{25}O_6N$), 8-hydroxyquinoline และ paradichlorobenzene ($C_4H_4Cl_2$) แช่ชิ้นส่วนไว้ ประมาณ 16-20 ชั่วโมง (เวลาเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส สารเคมีที่ใช้หยุดวัฏจักรเซลล์นี้มีคุณสมบัติช่วยให้โครโมโซมหยุดอยู่ที่ระยะเมทาเฟส เพื่อความสะดวกในการนับจำนวนโครโมโซม (Appels; et al. 1998: 67-68; Sharma; & Sharma. 1999: 7-10; กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532: 61; นิตย์ศรี แสงเดือน. 2551: 46)

การหยุดการทำงานของเซลล์ (fixation) คือการใช้สารเคมีหยุดปฏิกิริยาเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ทำให้เซลล์ตาย สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ สารละลายคาร์นอย (Carnoy's solution เตรียมจาก absolute ethanol : glacial acetic acid ในอัตราส่วน 3 : 1) (กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532: 61) โดยแช่ไว้ 15 นาที - 24 ชั่วโมง (Sharma; & Sharma. 1999: 13)

การแยกเซลล์และย้อมสีโครโมโซม ทำได้โดยการนำเนื้อเยื่อมาล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำมาแช่ใน 1 N HCl ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 8-12 นาที เพื่อแยกเซลล์ โดยการทำลายผนังเซลล์บริเวณมิดเดิลลาเมลลา (middle lamella) (กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532: 62)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชวงศ์แตง และวงศ์ใกล้เคียง

ในที่นี้ผู้วิจัยจะเน้นเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับการเตรียมโครโมโซมและคาริโอไทป์

บาดูรีและบอส (Bhaduri; & Bose. 1947: 237-256) ศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชในวงศ์แตง จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ *Cucumis sativus* L., *Cucumis melo* L., *Trichosanthes dioica* Roxb., *Luffa aegyptiaca*, *Luffa acutangula* Roxb., *Coccinia indica*, *Momordica charantia* L., *Cucurbita maxima* และ *Benincasa cerfera* Savi โดยการเตรียมโครโมโซมจากปลายรากของพืช แต่ละชนิดพบว่าเวลาที่เหมาะสมในการตัดปลายรากของพืชส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษา คือเวลา 09.30 - 10.30 น. ในฤดูร้อน และเวลา 10.30 - 11.30น. ในฤดูหนาว ยกเว้น *Cucurbita maxima* และ *Luffa acutangula* ที่มีช่วงเวลาที่เหมาะสม คือ 12.30 - 14.00 น. และ 06.30 – 07.30 น. ตามลำดับ จากนั้นนำไปผ่านขั้นตอน การหยุดวัฏจักรเซลล์โดยใช้ chloroform : alcohol : acetic acid ในอัตราส่วน 1 : 3 : 1 ส่วนสารที่ใช้ในการหยุดการทำงานของเซลล์ ประกอบด้วย 1% chromic acid ผสมกับ 10% formalin ในอัตราส่วน 1 : 1 ซึ่งได้ผลดีกับทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษา ยกเว้น *Luffa acutangula*, *L. aegyptiaca* และ *Coccinia indica* ที่ต้องเปลี่ยนอัตราส่วนระหว่าง 1% chromic acid กับ 10% formalin เป็น 2 : 3 ผลการศึกษาพบว่า โครโมโซมของพืชทุกชนิดที่ทำการศึกษามีขนาดเล็กมากและมีแซทเทลไลท์จำนวนมาก การจัดคาริโอไทป์จึงทำได้ยากแต่สามารถนับจำนวนโครโมโซมของพืชทั้ง 9 ชนิดได้ ดังนี้ *Cucumis sativus* (2n = 14), *Cucumis melo* (2n = 24), *Trichosanthes dioica* (2n = 22), *Luffa aegyptiaca* (2n = 26), *Luffa acutangula* (2n = 26), *Coccinia indic*a (2n = 24), *Momordica charantia* (2n = 22) และ *Cucurbita maxima* (2n = 40)

ทริวีดีและรอย (Trivedi; & Roy. 1970: 561-569) ศึกษาเกี่ยวกับเซลล์ของพืชในสกุล *Cucumis* และ *Citrullus* ได้แก่ 1) *Cucumis sativus* L. 2) *C. melo* (L.) var. 'Phut', 3) *C. prophetarum*, L. 4) *Citrullus vulgaris* Schrad. 5) *Citrullus vulgaris* Schrad. var. *fistulosus*, (Stocks.) พบว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาเซลล์ที่มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิส คือ 11.30 - 12.30 น.และแบบไมโอซิส คือ 10.45 – 12.00 น. โดยการเตรียมโครโมโซมจากปลายราก มีขั้นตอนดังนี้ หยุดวัฏจักรเซลล์ด้วยสารละลาย alpha-bromonaphthalene นาน 20-30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นหยุดการทำงานของเซลล์ใน acetic-alcohol (1 : 3) ผสมกับ ferric chloride เล็กน้อย เป็นเวลา 48 ถึง 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 15 – 20 องศาเซลเซียส แล้วย้อมสีโครโมโซมโดยการต้มรากให้เดือดใน aceto-carmine 2 % แล้วทำซ้ำ 3-4 ครั้ง จากนั้นวางบนสไลด์ย้อมด้วยสี aceto-carmine 0.5% แล้วกดบี้ให้แบน ผลการศึกษา เป็นดังนี้ 1) *Cucumis sativus* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 14 โครโมโซมยาวตั้งแต่ 2.28 – 4.05 ไมครอน และพบโครโมโซมที่มีรอยคอดอันดับที่ 2 (secondary constriction) 3 คู่ 2) *C. melo* var. 'Phut' และ 3) *C. prophetarum* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 โครโมโซมยาวตั้งแต่ 1.24 – 2.46 ไมครอน และ 1.33 – 2.22 ไมครอน ตามลำดับ ไม่พบโครโมโซม

ที่มีรอยคอดอันดับที่ 2 4) *Citrullus vulgaris* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 โครโมโซมยาวตั้งแต่ 1.24 – 2.88 ไมครอน และไม่พบโครโมโซมที่มีรอยคอดอันดับที่ 2 5) *Citrullus vulgaris* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 โครโมโซมยาวตั้งแต่ 2.10 – 3.72 ไมครอน และพบโครโมโซมที่มีรอยคอดอันดับที่ 2 จำนวน 3 คู่

ดาททาและบาซู (Datta; & Basu. 1978: 107-117) ทำการศึกษาบวบงู (*Trichosanthes anguina* L.) จำนวน 2 พันธุ์ (ผลสีขาวและผลสีเขียว-ขาว) และบวบขม (*T. cucumarina* L.) และมีการจัดทำคาริโอไทป์จากเซลล์ปลายราก ซึ่งวิธีการเตรียมโครโมโซม ดังนี้ หยุดวัฏจักรเซลล์ด้วยสารละลาย paradichlorobenzene อิ่มตัวผสมกับ aesculine ในอัตราส่วน 1:1 นาน 10 นาที จากนั้นนำไปหยุดการทำงานของเซลล์ ด้วย propionic acid ผสมกับ absolute alcohol ในอัตราส่วน 1:3 เป็นเวลา 2 ชั่วโมงครึ่ง แล้วนำเนื้อเยื่อไปกดบี้ให้แบน และย้อมสีโครโมโซมด้วย 1% propiono-orcein พบว่า ทั้ง *T. anguina* 2 พันธุ์ และ *T. cucumarina* มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2n = 22 แต่มีลักษณะของโครโมโซมที่แตกต่างกันทั้งชนิดและขนาดของโครโมโซม

ยาดาว่า ซิง และ อารยา (Yadava; Singh; & Arya. 1984: 1-9) ศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชสกุลแตง จำนวน 24 ชนิดและพันธุ์ที่มาจากแหล่งต่าง ๆ กัน โดยศึกษาเซลล์ที่แบ่งตัวแบบไมโทซิสจากบริเวณตาดอกอ่อน นำมาหยุดวัฏจักรเซลล์ด้วย acetic alcohol (1 : 3) ผสมกับ ferric chloride เล็กน้อย จากนั้นนำไปกดบี้ให้แบนใน 1% acetocarmine พบว่ามี 4 ชนิด ได้แก่ *C. pustulatus, C. membranifolius, C. meeusei* และ *C. heptadactylis* ที่พบลักษณะพอลิพลอยด์ (4X) พบเซลล์สืบพันธุ์ที่มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 7, 12 และ 24 สามารถแบ่งกลุ่มตามจำนวนของโครโมโซมได้ดังนี้ จำนวนโครโมโซม 2n = 14, n = 7 ได้แก่ *C. sativus, C. sativus Balam kakri* และ *C. hardwickii* จำนวนโครโมโซม 2n = 24, n = 12 ได้แก่ *Cucumis* spp. L., *C. anguria* var. *anguria, C. anguria* var. *longipes*, *C. dipsaceus*, *C. sagittatus*, *C. leptodermis, C. africanus, C. melo* var. *utilissimus, C. ficifolius C. hookeri, C. myriocarpus, C. metuliferus, C. melo* var. *agrestis, C. melo* var. *muskmelon, C. melo* var. *momordica, C. prophetarum* L. และ *C. zeyheri* จำนวนโครโมโซม 2n = 48, n = 24 ได้แก่ *C. pustulatus, C. membranifolius, C. meeusei* และ *C. heptadactylis*

รามาจันดราน เซชาดริ และ ปาย (Ramachandran; Seshadri; & Pai. 1985: 631-641) ศึกษาเกี่ยวกับเซลล์ของแตง (*Cucumis melo*) ชนิดที่สามารถและไม่สามารถรับประทานเป็นของหวาน ทั้งหมด 32 พันธุ์ จากหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อิหร่าน ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส และอินเดีย เป็นต้น นำเมล็ดของทุกพันธุ์มาเพาะแล้วศึกษาโครโมโซมจากปลายราก ตามขั้นตอนดังนี้ หยุดวัฏจักรเซลล์ด้วย 8-hydroxyquinoline นาน 2 ชั่วโมงครึ่ง ถึง 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส จากนั้นล้างด้วยน้ำแล้วนำไปหยุดการทำงานของเซลล์ในน้ำยาคงสภาพคาร์นอยที่ประกอบด้วย ethyl alcohol, chloroform และ acetic acid ในอัตราส่วน 6 : 3 : 1 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง แล้วล้างปลายรากด้วยน้ำ 4-5 ครั้ง แล้วนำมาแยกเซลล์ ด้วย 1 N HCl ที่

อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ล้างโดยให้น้ำไหลผ่าน ประมาณ 10 นาที แล้วย้อมด้วยสี leucobasic fuchsin นาน 30-45 นาที ผลการทดลองพบว่า *C. melo* ทั้ง 32 พันธุ์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2n = 24 และพบสภาวะพอลิโซมาติด (polysomatic) และโครโมโซมบีน้อย โดยทั้งหมด จะมีขนาดและชนิดของโครโมโซมที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ทุกพันธุ์ที่ศึกษามีแซทเทลไลท์ที่โครโมโซมอย่างน้อย 1 คู่

ซาเคอและดาททา (Sarker; & Datta. 1987: 419-423) ศึกษาโครโมโซมของ *Trichosanthes dioica* Roxb. จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ Kalyani, Sanjiban และ Kali โดยการย้อมด้วยสี Giemsa C-banding โดยได้เตรียมโครโมโซมจากปลายรากดังนี้ หยุดวัฏจักรเซลล์ด้วย alfa-bromo naphthalene เป็นเวลา 5 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส และแช่ต่อไปที่อุณหภูมิ 12-14 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที หลังจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วนำมาหยุดการทำงานของเซลล์ด้วย acetic ethanol (1 : 3) เป็นเวลาตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึงข้ามคืน แล้วนำมาแยกเซลล์ด้วย 1 N HCl ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นจึงนำไปล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วทำการกดบี้เซลล์ให้แบนย้อมด้วยสีGiemsa 2% ในฟอสเฟตบัฟเฟอร์เป็นเวลา 15-30 นาที ผลการศึกษาพบว่าทั้ง 3 พันธุ์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2n = 22 แต่โครโมโซมมีขนาดและรูปแบบการติดสีที่ต่างกัน

ชาทโทพาดยาและชาร์มา (Chattopadhyay; & Sharma. 1991: 409-417) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของโครโมโซมและดีเอ็นเอในนิวเคลียส (nuclear DNA) กับเพศที่แสดงออกแตกต่างกันของพืชในวงศ์ Cucurbitaceae 2 ชนิด ได้แก่ *Trichosanthes dioica* Roxb. และ *Coccinia indica* Wight & Arn. ทั้งต้นเพศผู้และเพศเมีย โดยเตรียมโครโมโซมจากปลายราก ดังนี้ หยุดวัฏจักรเซลล์ด้วย paradichlorobenzene ผสมกับ 0.002 M oxyquinoline (อัตราส่วน 1 : 1) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับ *Coccinia indica* และ 2 ชั่วโมง 30 นาที สำหรับ *Trichosanthes dioica* ที่อุณหภูมิ 14 - 16 องศาเซลเซียส แล้วนำมาหยุดการทำงานของเซลล์ด้วย ethyl alcohol ผสมกับ acetic acid ในอัตราส่วน 3 : 1 ทิ้งไว้ข้ามคืน ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาแยกเซลล์ด้วย 1 N HCl ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 นาที จากนั้นจึงนำไปล้างด้วยน้ำกลั่น นำไปแช่ใน 45% acetic acid เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปย้อมด้วยสี 2% acetic-orcein ทิ้งไว้ข้ามคืน ก่อนนำมากดบี้ให้แบนใน 45% acetic acid ผลการทดลองพบว่า ใน *T. dioica* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2n = 22 และโครโมโซมมีขนาดและรูปร่างที่เหมือนกัน โครโมโซมมีขนาดตั้งแต่ 1.52 – 3.04 ไมโครเมตร ส่วน *C. indica* พบว่าทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2n = 24 และโครโมโซมมีรูปร่างที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นในต้นเพศผู้ที่โครโมโซม Y จะมีขนาดใหญ่ประมาณ 3.91 ไมโครเมตร และพบรอยคอดอันดับที่ 2 ที่แตกต่างจากต้นเพศเมีย

หม่า และคนอื่น ๆ (Ma; et al. 1994: 61-65) ศึกษาจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ของแตง (*Cucumis melo* L.) จำนวน 36 พันธุ์ปลูก พบว่า *Cucumis melo* var *reticulatus* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 24 และมีคาริโอไทป์ ประกอบด้วย 20m + 2sm + 2sm (SAT) และ *Cucumis*

melo spp. *Melo* Pang มีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 24 และมีคาริโอไทป์ประกอบด้วย 18m + 4M + 2sm

เชน สตับ และเจียง (Chen; Staub; & Jiang. 1998: 301-305) ศึกษาคาริโอไทป์พืชสกุลแตงกวา (*Cucumis sativus* L.) โดยมีวิธีการเตรียมโครโมโซม ดังนี้ ตัดปลายรากยาวประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำมาหยุดวัฏจักรเซลล์ด้วยการแช่ในน้ำเป็นเวลา 20 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำไปแช่ใน 0.002 M 8-hydroxyquinoline เป็นเวลา 1 - 1.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 18-20 องศาเซลเซียส แล้วนำมาหยุดการทำงานของเซลล์ด้วย ethyl alcohol ผสมกับ acetic acid ในอัตราส่วน 3 : 1 ทิ้งไว้นาน 1 - 2 วัน แล้วนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นและ 0.01 M citrate buffer ก่อนจะนำมาย่อยด้วยเอนไซม์ cellulase 5% และ pectolyase 1% เป็นเวลา 45 นาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายผนังเซลล์ แล้วนำมาแช่ใน 0.01 M citrate buffer เป็นเวลา 10 - 20 นาที เพื่อกำจัดเอ็นไซม์ออก แล้วแช่ในน้ำกลั่น 15 นาที นำไปแช่ใน ethyl alcohol ผสมกับ acetic acid ในอัตราส่วน 3 : 1 อีกครั้งเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปกดบี้ให้แบนใน 45% acetic acid ย้อมด้วยสี Giemsa ผลการศึกษาพบว่า *C. sativus* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 14 โดยคาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 6 คู่ และซับเมทาเซนทริก 1 คู่ โดยโครโมโซมมีความยาวเฉลี่ยตั้งแต่ 1.48 - 2.31 ไมโครเมตร

ซารี อบาค และพิทราท (Sari; Abak; & Pitrat. 1999: 265-277) ศึกษาเปรียบเทียบวิธีในการคัดกรองการเปลี่ยนแปลงในระดับ ploidy ของแตงโม (*Citrullus lanatus* (Thunb.)) โดยได้ใช้วิธีนับจำนวนโครโมโซมเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ เช่น การนับจำนวนคลอโรพลาสต์ในเซลล์คุม ขนาดของปากใบ การสังเกตลักษณะภายนอก เป็นต้น เมื่อพิจารณาเฉพาะวิธีนับจำนวนโครโมโซมจากบริเวณปลายรากพบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 22 (n = 11) โดยได้เตรียมโครโมโซมตามขั้นตอน ดังนี้ ตัดปลายรากยาว 1-2 เซนติเมตร เมื่อเวลา 10.00 น. แล้วนำมาหยุดวัฏจักรเซลล์ด้วยการแช่ใน alpha-monobromonaphthanlene เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วนำมาแช่ใน acetic acid เป็นเวลาครึ่งชั่วโมง ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งแล้วนำไปล้างโดยให้น้ำไหลผ่าน 5 นาที แล้วนำมาแยกเซลล์ด้วย 1 N HCl ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ย้อมด้วยสี Schiff's reagent เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ล้าง Schiff's reagent ออกด้วยน้ำประปา 10 นาที แล้วย้อมด้วย acetocarmine 1% แล้วกดบี้ให้แบน

กู่ และคนอื่น ๆ (Koo; et al. 2002: 413-418) ศึกษาคาริโอไทป์ของแตงกวา (*Cucumis sativus* L. cv. Winter Long) ที่ปลูกในประเทศเกาหลี โดยการใช้เทคนิค C-banding และ fluorescence *in situ* hybridization (FISH) และได้ทำคาริโอไทป์ด้วยเทคนิคการย้อมสีแบบ Feulgen ซึ่งมีวิธีการเตรียมโครโมโซม ดังนี้ ตัดปลายรากยาวประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำมาหยุดวัฏจักรเซลล์ด้วยการแช่ในน้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำมาหยุดการทำงานของเซลล์ด้วย ethyl alcohol ผสมกับ acetic acid ในอัตราส่วน 3 : 1 ทิ้งไว้นาน 1-2 วัน แล้วนำมาแยกเซลล์ด้วย 1 N HCl ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที พบว่า มีจำนวน

โครโมโซม 2n = 2x = 14 และคาริโอไทป์ประกอบด้วย 6m + 1sm คู่ โครโมโซมมีความยาวเฉลี่ยตั้งแต่ 1.65 - 3.40 ไมโครเมตร

กู่ และคนอื่นๆ (Koo; et al. 2005: 534-540) ศึกษาคาริโอไทป์ของแตงกวา (*Cucumis sativus* L. cv. Winter Long) ด้วยเทคนิค C – banding การวิเคราะห์พาไคทีน (pachytene) และ RAPD – aided FISH ทำให้การจัดคาริโอไทป์มีความชัดเจนถูกต้องมากยิ่งขึ้นและเป็นการจัดคาริโอไทป์ในระดับโมเลกุลจากเซลล์ที่มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสและไมโอซิสในแตงกวาเป็นครั้งแรก ผลจากการศึกษาด้วยเทคนิค C–banding ของโครโมโซมในระยะเมทาเฟสที่แบ่งตัวแบบไมโทซิสพบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 14 โครโมโซมมีขนาดตั้งแต่ 1.66±0.11 – 3.39±0.13 ไมโครเมตร และมีบริเวณที่เป็นเฮทเทอโรโครมาติน (heterochromatin) ตั้งแต่ 49.85±2.61 - 65.95±4.02 % บนโครโมโซม

เฮา และคนอื่นๆ (Hao; et al. 2007: 614-620) วิเคราะห์เปรียบเทียบการกระจายตัวของ rDNA ในโครโมโซมระยะเมทาเฟสของฟักทอง (*Cucurbita moschata* Duchesne ex. Poir) 2n = 2x = 40 = 22m + 10sm + 8st บวบกลม (*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem) 2n = 2x = 26 = 26m และแฟง (*Benincasa hispida* Thunb.) 2n = 2x = 24 = 12m + 12sm โดยวิธี FISH แล้วนำมาสร้างอิดิโอแกรม ที่แสดงตำแหน่งของ 45S rDNA และ 5S rDNA บนโครโมโซม

ทากาชิระ และคนอื่นๆ (Tagashira; et al. 2009: 19-23) ศึกษาเปรียบเทียบเซลล์พันธุศาสตร์ของแตงกวา (*Cucumis sativus* L.) จำนวน 3 สายพันธุ์ โดยพิจารณาจาก post-heated DAPI band ตำแหน่ง 45S และ 5S rDNA บนโครโมโซม เมื่อนำมาสร้างอิดิโอแกรมที่แสดงตำแหน่งของ post-heated DAPI band, 45S และ 5S rDNA บนโครโมโซม พบว่า post-heated DAPI band จะพบบริเวณส่วนปลายและรอบ ๆเซนโทเมียร์ของโครโมโซมเป็นส่วนใหญ่ในทั้ง 3 พันธุ์ แต่มีรูปแบบที่แตกต่างกัน ส่วนบริเวณ 45S rDNA จะพบบริเวณรอบ ๆเซนโทเมียร์ของโครโมโซม โดยเฉพาะโครโมโซมคู่ที่ 1, 2 และ 5 โดยตำแหน่งที่พบบนโครโมโซมของทั้ง 3 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันแต่จะมีขนาดที่ต่างกัน โดยเฉพาะโครโมโซมคู่ที่ 5 และบริเวณ 5S rDNA จะพบได้บนโครโมโซมคู่ที่ 6 ของทั้ง 3 พันธุ์

คูร์ทาร์ และคนอื่นๆ (Kurtar; et al. 2009: 5944-5951) ศึกษาเกี่ยวกับการฉายรังสีแกมมาเพื่อชักนำให้เกิด haploid embryo ในฟักทอง (*Cucurbita moschata* Duchesne ex. Poir) โดยส่วนหนึ่งของการทดลองได้มีการนับจำนวนโครโมโซมจากปลายรากของฟักทองด้วยเทคนิค Feulgen พบว่า มีจำนวนโครโมโซม n = 20 และ 2n = 40

ลู่ และคนอื่นๆ (Liu; et al. 2010: 241 -249) ศึกษาคาริโอไทป์ของแตง (*Cucumis melo* L.) ด้วยวิธี FISH แล้วนำมาสร้างอิดิโอแกรมที่แสดงตำแหน่งของบริเวณ CentM, Fosmids, 45S rDNA และ 5S rDNA บนโครโมโซม พบว่า มีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 24 และมีอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (arm ratio) อยู่ระหว่าง 1.09 - 4.53 โดยการเตรียมโครโมโซมที่จะศึกษาจากปลายรากมีขั้นตอนดังนี้ ตัดปลายรากยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร แล้วนำมาหยุดวัฏจักร

เซลล์ด้วยการแช่ 0.002 M 8-hydroxyquinoline เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แล้วนำมาหยุดการทำงานของเซลล์ด้วยน้ำยาคงสภาพที่ประกอบด้วย methanol ผสมกับ acetic acid ในอัตราส่วน 3 : 1 แล้วนำไปแช่ใน 2% cellulase และ 1% pectolyase เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แล้วนำมากดบี้ให้แบนในน้ำยาคงสภาพ ย้อมด้วย DAPI

เดอ เมโล; เซอวี และเจอร์รา (De Melo; Cervi; & Guerra. 2001: 69-84) ศึกษาคาริโอไทป์ของพืชในสกุล *Passiflora* จำนวน 31 ชนิด พบว่ามีจำนวนโครโมโซมที่แตกต่างกัน ได้แก่ 2n = 12, 24, 36; 2n = 18, 72 และ 2n = 20 โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริกและซับเมทาเซนทริก

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษาคาริโอไทป์ที่ห้องปฏิบัติการด้านพันธุศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พืชที่ใช้ในการศึกษา

พืชในวงศ์แตง (Cucurbitaceae) จำนวน 7 ชนิด 10 พันธุ์ ได้แก่

1. แฟง (*Benincasa hispida*)
2. แตงไทย (*Cucumis melo*)
3. น้ำเต้า (*Lagenaria siceraria*) พันธุ์ลูกกลมและลูกยาว
4. บวบกลม (*Luffa cylindrica*) พันธุ์ลูกยาวและลูกสั้น
5. บวบเหลี่ยม (*Luffa acutangula*)
6. บวบงู (*Trichosanthes anguina*)
7. มะระ (*Momordica charantia*) พันธุ์มะระขี้นกและมะระจีน

ชื่อไทยและชื่อวิทยาศาสตร์ยึดถือตาม เต็ม สมิตินันทน์ (ส่วนพฤกษาศาสตร์. 2544: 73, 158, 309, 332, 364, 533)

ส่วนของพืชที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

นำเมล็ดพืชที่ใช้ในการศึกษาวิจัยมาเพาะในดิน โดยผู้วิจัยใช้เมล็ดพันธุ์ของพืชวงศ์แตงบรรจุซองที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด ประกอบด้วย 1) เมล็ดพันธุ์ตรา Aeroplane ของ บริษัท เจียไต๋ จำกัด 2) เมล็ดพันธุ์ตราสามเอ ของบริษัท ฉั่วย่งเซ้งพันธุ์พืช จำกัด และ 3) เมล็ดพันธุ์ตรากำไลทอง มังกรคู่ ของบริษัท กำไลทองการเกษตร จำกัด เมื่อเมล็ดงอกใช้เฉพาะปลายรากเพื่อศึกษาคาริโอไทป์

การศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์

สารเคมี

1. สารละลายอิ่มตัว paradichlorobenzene (PDB)
2. เอทานอลสัมบูรณ์ (absolute ethanol)
3. กรดน้ำส้มล้วน (glacial acetic acid)
4. กรดเกลือ (HCl) 1 N
5. สีย้อมกิมซา (Giemsa's stain)
6. Sorrensen's phosphate buffer (KH_2PO_4 : Na_2HPO_4 = 1 : 1)
7. น้ำกลั่น

อุปกรณ์

1. เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
2. ภาชนะวางสไลด์ย้อมสี (Coplin jar หรือ staining dish)
3. มีดผ่าตัด
4. หลอดหยด (Pasteur pipette)
5. กล้องจุลทรรศน์
6. กล้องถ่ายรูป Olympus และเครื่องควบคุมแสง PM-20
7. ฟิล์มขาวดำ
8. เวอร์เนียร์ (Vernier caliper)

การศึกษาคาริโอไทป์

1. การเตรียมโครโมโซมเพื่อศึกษาคาริโอไทป์

เตรียมรากโดยเพาะเมล็ดในดิน จากนั้นเก็บตัวอย่างรากโดยล้างน้ำให้สะอาด ตัดปลายราก ความยาวประมาณ 0.5 - 1.0 เซนติเมตร ในช่วงเวลา 09.30 - 16.00 น. แช่ตัวอย่างรากในสารละลาย paradichlorobenzene อิ่มตัว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อให้การแบ่งเซลล์หยุดอยู่ในระยะเมทาเฟส จากนั้นรักษาสภาพเซลล์ในน้ำยาคงสภาพคาร์นอย ซึ่งเตรียมได้จากเอทานอลสัมบูรณ์ (99.99%) 3 ส่วนกับกรดน้ำส้มล้วน (ความเข้มข้น 17.5 M) 1 ส่วน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจึงจะได้ตัวอย่างรากที่เหมาะสมต่อการศึกษาคาริโอไทป์ นำตัวอย่างรากที่ได้แช่ในสารละลาย 1 N HCl เป็นเวลา 5 - 15 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น นำตัวอย่างรากแช่ในน้ำยาคงสภาพคาร์นอย จากนั้นนำมาสับด้วยมีดผ่าตัดให้ละเอียด แล้วนำใส่ลงในหลอดทดลองเติมน้ำยาคงสภาพคาร์นอย นำหลอดทดลองเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง ความเร็วประมาณ 1,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10-15 นาที จากนั้นใช้หลอดหยดดูดตะกอนหยดลงบนแผ่นสไลด์สะอาด ตั้งทิ้งไว้ให้แห้งสนิท จึงย้อมด้วยสีย้อมกิมซาเป็นเวลาประมาณ 20 ชั่วโมง ล้างสีส่วนเกินออกด้วยน้ำกลั่น เมื่อแห้งแล้วนำมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

2. การบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์โครโมโซม

2.1 การบันทึกข้อมูล

เลือกเซลล์ในระยะเมทาเฟส ที่มีโครโมโซมกระจายดี บันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายรูป Olympus BH2 และเครื่องควบคุมแสง PM-20 โดยใช้ฟิล์มขาวดำ FOMAPAN 100/36

2.2 การวิเคราะห์โครโมโซม

2.2.1 การหาจำนวนโครโมโซม

นำฟิล์มที่บันทึกภาพโครโมโซมในระยะเมทาเฟส ล้างอัดขยายขนาด 4×6 นิ้ว และนับจำนวนจาก 35 เซลล์ หรือมากกว่า

2.2.2 การจัดคาริโอไทป์

เลือกเซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่า กันลักษณะการจัดเรียงตัวแผ่กระจายดีและภาพมีความคมชัดที่สุดจำนวน 5 เซลล์ ขยายภาพเป็น 5×7 นิ้ว วัดขนาดโครโมโซมจากภาพด้วยเวอร์เนียร์ โดยวัดความยาวแขนโครโมโซมจากตำแหน่งเซนโทรเมียร์ ไปยังปลายแขนทั้งสองข้างของโครโมโซม จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างแขนยาว (L) ต่อแขนสั้น (S) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวณเพื่อกำหนดชนิดของโครโมโซมตามวิธีของลีแวน เฟดกาและแซนด์เบิร์ก (Levan; Fredga; & Sandberg. 1964: 201-220) (ตาราง 1) จับคู่โครโมโซมโดยอาศัยอัตราส่วนระหว่าง แขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ประกอบกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด โดยตัดรูปโครโมโซมจาก ภาพอัดขยายขนาด 5×7 นิ้ว จัดเรียงคาริโอไทป์จากโครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุดไปคู่ที่สั้นที่สุดโดยให้แขนข้างสั้นอยู่ด้านบนจากโครโมโซมแบบเมทาเซนทริกไปยังซับเมทา-เซนทริก ซับเทโลเซนทริก และอะโครเซนทริกตามลำดับตามแนวของเซสตารี และกาเลตติ (Cestari; & Galleti. 1992: 108-112)

2.2.3 การหาความยาวสัมพัทธ์ หรือ relative length (RL) จากความยาวสัมบูรณ์ซึ่งหาได้จากความยาวทั้งแขนหรือความยาวสัมบูรณ์ของโครโมโซมแต่ละคู่หรือโครโมโซมคู่เหมือนแต่ละคู่ คูณด้วย 100 หารด้วยผลบวกโครโมโซมคู่เหมือนแต่ละคู่ที่เป็นแฮพลอยด์ (haploid) (Plummer; et al. 2003: 228) หรือเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$RL = \frac{\text{ความยาวสัมบูรณ์ของโครโซม}}{\text{ผลบวกของคู่โครโมโซมหรือโครโมโซมคู่เหมือนแบบแฮพลอยด์}} \times 100$$

3. การหาขนาดโครโมโซม

ถือเอาตามวิธีของตามวิธีของอุลเลริช (Ullerich. 1966: 361-342) โดยแบ่งโครโมโซมออกเป็น 2 พวก คือ พวกที่มีขนาดใหญ่กับพวกที่มีขนาดเล็ก พวกที่มีขนาดใหญ่คือพวกที่มีโครโมโซมยาวเกินครึ่งหนึ่งของคู่โครโมโซมหรือโครโมโซมคู่เหมือนที่ยาวที่สุด ส่วนที่เหลือจัดเป็นพวกที่มีขนาดเล็ก

4. การสร้างอิดิโอแกรม

คำนวณหาค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น ความยาวแขนยาว ความยาวรวมทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมที่เป็นคู่เหมือน เมื่อคำนวณครบ 5 เซลล์ จึงนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้ในการสร้างอิดิโอแกรมโดยเรียงลำดับจากคู่โครโมโซมที่ยาวที่สุดไปหาคู่โครโมโซมที่สั้นที่สุด โดยให้แขนสั้นอยู่ด้านบนแขนยาวอยู่ด้านล่างจากโครโมโซมแบบเมทาเซนทริกไปยังซับเมทาเซนทริก ซับเทโลเซนทริก และอะโครเซนทริกหรือเทโลเซนทริกตามลำดับตามวิธีการของเซสตารี และกาเลตติ (Cestari; & Galleti. 1992: 108-112) โดยใช้อัตราส่วนความยาว 1 เซนติเมตรต่อความยาวโครโมโซม 1 ไมโครเมตร (μm) โดยให้แกนนอนหรือแกน X เป็นคู่โครโมโซม แกนตั้งหรือแกน Y เป็นความยาวโครโมโซม โดยใช้โปรแกรม Adobe Illustrator version 10 และ Adobe photoshop CS

ตาราง 1 การแยกชนิดของโครโมโซมโดยอาศัยอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นตามวิธีของลีแวนและคนอื่นๆ (Levan; et al. 1964: 201-220)

อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น	ชนิดของโครโมโซม	สัญลักษณ์
1.0 -1.7	เมทาเซนทริก	m
1.7 - 3.0	ซับเมทาเซนทริก	sm
3.0 - 7.0	ซับเทโลเซนทริก	st
7.0 - ∞	อะโครเซนทริกหรือเทโลเซนทริก	t

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ผลการศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์

การศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชวงศ์แตง ได้แก่ แฟง น้ำเต้า (ลูกกลมและลูกยาว) บวบกลม (ลูกยาวและลูกสั้น) บวบเหลี่ยม บวบงู มะระขี้นกและมะระจีน และแตงไทย โดยศึกษาคาริโอไทป์จากรากที่เพาะด้วยเมล็ด ได้ผลดังนี้

แฟง มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n = 2x = 24 จำนวน 45 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 54 เซลล์ คิดเป็น 83.33 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นแฟงจึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 7 คู่ และซับเมทาเซนทริก 5 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 48 ลักษณะที่สำคัญคือมีแซทเทลไลท์ที่แขนข้างสั้นของโครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก คู่ที่ 4 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 9 และ 10) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 2.265 – 4.065 ไมโครเมตร เฉลี่ย 3.083 ± 0.632 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 6.123 -10.989 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1, 2, 3, 4, 8 และ 9 โครโมโซมขนาดเล็กมี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 5, 6, 7, 10, 11 และ12 (ตาราง 4 และ 5)

น้ำเต้า (ลูกกลม) มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n = 2x = 22 จำนวน 33 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 39 เซลล์ คิดเป็น 84.61 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นน้ำเต้า (ลูกกลม) จึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 9 คู่ และซับเมทาเซนทริก 2 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 44 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 11 และ 12) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.638 - 3.021 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.252 ± 0.439 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 6.611 - 12.193 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 5 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1, 2, 3, 4 และ10 โครโมโซมขนาดเล็กมี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ11 (ตาราง 4 และ 6)

น้ำเต้า (ลูกยาว) มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n = 2x = 22 จำนวน 35 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 41 เซลล์ คิดเป็น 85.37 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นน้ำเต้า (ลูกยาว) จึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 9 คู่ และซับเมทาเซนทริก 2 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 44 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 13 และ 14) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.454 - 3.069 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.134 ± 0.359 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 6.195 - 13.077 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 5 คู่ได้ แก่คู่ที่ 1, 2, 3, 4 และ10 โครโมโซมขนาดเล็กมี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 5, 6, 7, 8, 9 และ11 (ตาราง 4 และ 7)

บวบกลม (ลูกยาว) มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n = 2x = 26 จำนวน 77 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 88 เซลล์ คิดเป็น 87.50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นบวบกลม (ลูกยาว) จึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 13 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 52 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 15 และ 16) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.733– 3.050 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.357 ± 0.221 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 5.656 - 9.955 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 7 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ7 โครโมโซมขนาดเล็กมี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 8, 9, 10, 11, 12, และ13 (ตาราง 4 และ 8)

บวบกลม (ลูกสั้น) มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n = 2x = 26 จำนวน 64 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 71 เซลล์ คิดเป็น 90.14 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นบวบกลม (ลูกสั้น) จึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 13 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 52 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 17 และ 18) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.774 – 2.915 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.252 ± 0.160 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 6.060 - 9.958 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 6 คู่ ได้แก่คู่ที่ 1, 2, 3, 4, 5และ 6 โครโมโซมขนาดเล็กมี 7 คู่ ได้แก่คู่ที่ 7, 8, 9, 10, 11, 12 และ 13 (ตาราง 4 และ 9)

บวบเหลี่ยม มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n = 2x = 26 จำนวน 44 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 51 เซลล์ คิดเป็น 86.27 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นบวบเหลี่ยม จึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 12 คู่ และซับเมทาเซนทริก 1 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 52 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 19 และ 20) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 2.001– 2.999 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.485 ± 0.359 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 6.193 - 9.282 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ13 โครโมโซมขนาดเล็กมี 7 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ12 (ตาราง 4 และ 10)

บวบงู มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n =2x = 22 จำนวน 61 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 72 เซลล์ คิดเป็น 84.72 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นบวบงู จึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 10 คู่ และซับเมทาเซนทริก 1 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 44 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 21 และ 22) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 2.282– 3.500 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.819 ± 0.203 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 7.360 - 11.288 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 5 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1, 2, 3, 4 และ5 โครโมโซมขนาดเล็กมี 6 คู่ ได้แก่คู่ ที่ 6, 7, 8, 9, 10 และ11 (ตาราง 4 และ 11)

มะระขี้นก มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n = 2x = 22 จำนวน 43 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 49 เซลล์ คิดเป็น 87.76 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นมะระขี้นก จึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 11 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 44 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 23 และ 24) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.792 – 3.250 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.450 ± 0.380 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 6.650 - 12.060 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 5 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1, 2, 3, 4 และ5 โครโมโซมขนาดเล็กมี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 6, 7, 8, 9, 10 และ11 (ตาราง 4 และ 12)

มะระจีน มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n =2x = 22 จำนวน 42 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 50 เซลล์ คิดเป็น 84.00 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นมะระจีน จึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 11 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 44 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 25 และ 26) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.508– 2.305 ไมโครเมตร เฉลี่ย 1.880 ± 0.083 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 7.292 - 11.147 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 5 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1, 2, 3, 4 และ5 โครโมโซมขนาดเล็กมี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 6, 7, 8, 9, 10 และ11 (ตาราง 4 และ 13)

แตงไทย มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุด คือ 2n = 2x = 24 จำนวน 47 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ที่นับทั้งหมด 56 เซลล์ คิดเป็น 83.93 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น แตงไทย จึงมีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 (ตาราง 2) คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 8 คู่ ซับเมทาเซนทริก 3 คู่ และอะโครเซนทริก 1 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 46 ลักษณะที่สำคัญคือมีแซทเทลไลท์ที่แขนข้างสั้นของโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก คู่ที่ 6 (ตาราง 3 ภาพประกอบ 27 และ 28) โครโมโซมมีความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.874 – 2.795 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.255 ± 0.127 ไมโครเมตร โครโมโซมมีความยาวสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 6.927 – 10.331 เปอร์เซ็นต์ โครโมโซมขนาดใหญ่มี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 1, 2, 3, 4, 9 และ12 โครโมโซมขนาดเล็กมี 6 คู่ ได้แก่ คู่ที่ 5, 6, 7, 8, 10 และ11 (ตาราง 4 และ 14)

ตาราง 2 ความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์ ในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของพืชวงศ์แตง

พืชวงศ์แตง	จำนวนโครโมโซม (2n)															รวมเซลล์ที่นับ (เซลล์)	ความถี่สูงสุด (%)
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
แฟง	-	-	1	-	1	-	-	1	4	2	45	-	-	-	-	54	83.33
น้ำเต้า (ลูกกลม)	-	-	-	-	1	-	1	4	33	-	-	-	-	-	-	39	84.61
น้ำเต้า (ลูกยาว)	-	-	-	-	-	-	3	1	35	-	1	1	-	-	-	41	85.37
บวบกลม (ลูกยาว)	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	5	3	77	-	-	88	87.50
บวบกลม (ลูกสั้น)	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	2	1	64	-	-	71	90.14
บวบเหลี่ยม	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1	2	1	44	-	-	51	86.27
บวบงู	1	-	1	1	2	-	4	2	61	-	-	-	-	-	-	72	84.72
มะระขี้นก	-	-	-	-	1	-	2	2	43	-	1	-	-	-	-	49	87.76
มะระจีน	-	-	-	-	-	1	1	5	42	-	-	1	-	-	-	50	84.00
แตงไทย	-	-	-	-	-	-	2	1	2	2	47	1	1	-	-	56	83.93

ตาราง 3 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ คาริโอไทป์ และจำนวนแขนโครโมโซมของพืชวงศ์แตง

พืชวงศ์แตง	2n	ชนิดโครโมโซม (คู่)				จำนวนแขนโครโมโซม (NF)
		m	sm	st	t	
แฟง	24	7	5	-	-	48
น้ำเต้า (ลูกกลม)	22	9	2	-	-	44
น้ำเต้า (ลูกยาว)	22	9	2	-	-	44
บวบกลม (ลูกยาว)	26	13	-	-	-	52
บวบกลม (ลูกสั้น)	26	13	-	-	-	52
บวบเหลี่ยม	26	12	1	-	-	52
บวบงู	22	10	1	-	-	44
มะระขี้นก	22	11	-	-	-	44
มะระจีน	22	11	-	-	-	44
แตงไทย	24	8	3	-	1	46

ตาราง 4 ค่าความยาวทั้งแขน ความยาวสัมพัทธ์ และขนาดโครโมโซมของพืชวงศ์แตง

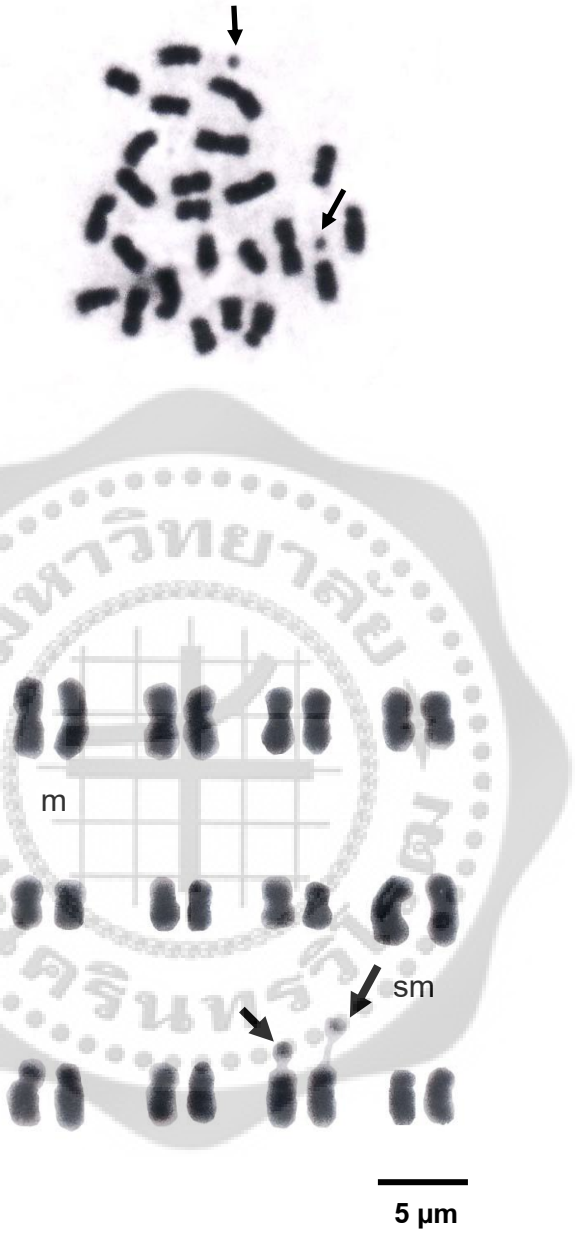
พืชวงศ์แตง	ความยาวทั้งแขน (T) µm		ความยาวสัมพัทธ์ (RL) %	โครโมโซมขนาดใหญ่		โครโมโซมขนาดเล็ก	
	พิสัย (range)	เฉลี่ย ± S.D.	พิสัย (range)	จำนวน (คู่)	คู่ที่	จำนวน (คู่)	คู่ที่
แฟง	2.265 - 4.065	3.083 ± 0.632	6.123 - 10.989	6	1,2,3,4,8,9	6	5,6,7,10,11,12
น้ำเต้า (ลูกกลม)	1.638 – 3.021	2.252 ± 0.439	6.611 – 12.193	5	1,2,3,4,10	6	5,6,7,8,9,11
น้ำเต้า (ลูกยาว)	1.454 – 3.069	2.134 ± 0.359	6.195 – 13.077	5	1,2,3,4,10	6	5,6,7,8,9,11
บวบกลม (ลูกยาว)	1.733 - 3.050	2.357 ± 0.221	5.656 – 9.955	7	1,2,3,4,5,6,7	6	8,9,10,11,12,13
บวบกลม (ลูกสั้น)	1.774 - 2.915	2.252 ± 0.160	6.060 – 9.958	6	1,2,3,4,5,6	7	7,8,9,10,11,12,13
บวบเหลี่ยม	2.001 – 2.999	2.485 ± 0.359	6.193 – 9.282	6	1,2,3,4,5,13	7	6,7,8,9,10,11,12
บวบงู	2.282 – 3.500	2.819 ± 0.203	7.360 – 11.288	5	1,2,3,4,5	6	6,7,8,9,10,11
มะระขี้นก	1.792 – 3.250	2.450 ± 0.380	6.650 – 12.060	5	1,2,3,4,5	6	6,7,8,9,10,11
มะระจีน	1.508 – 2.305	1.880 ± 0.083	7.292 – 11.147	5	1,2,3,4,5	6	6,7,8,9,10,11
แตงไทย	1.874 – 2.795	2.255 ± 0.127	6.927 – 10.331	6	1,2,3,4,9,12	6	5,6,7,8,10,11

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของแฟง จำนวน 5 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	L (μm) เฉลี่ย ± S.D.	T (μm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.797±0.466	2.268±0.545	4.065±0.989	10.989	1.273±0.144	m
2	1.713±0.419	2.096±0.518	3.809±0.934	10.297	1.224±0.046	m
3	1.460±0.209	1.947±0.530	3.407±0.697	9.210	1.327±0.232	m
4	1.522±0.397	1.769±0.324	3.291±0.710	8.897	1.181±0.125	m
5	1.092±0.215	1.524±0.298	2.616±0.506	7.072	1.398±0.105	m
6	1.029±0.193	1.481±0.334	2.510±0.510	6.785	1.439±0.157	m
7	0.962±0.095	1.303±0.163	2.265±0.235	6.123	1.357±0.141	m
8	1.246±0.241	2.338±0.560	3.584±0.795	9.689	1.868±0.125	sm
9	0.992±0.208	2.137±0.421	3.128±0.618	8.456	2.162±0.185	sm
10	0.976±0.189	1.896±0.379	2.872±0.561	7.764	1.946±0.152	sm
11	0.943±0.172	1.817±0.353	2.760±0.522	7.461	1.925±0.089	sm
12	0.912±0.167	1.772±0.347	2.684±0.508	7.256	1.944±0.123	sm

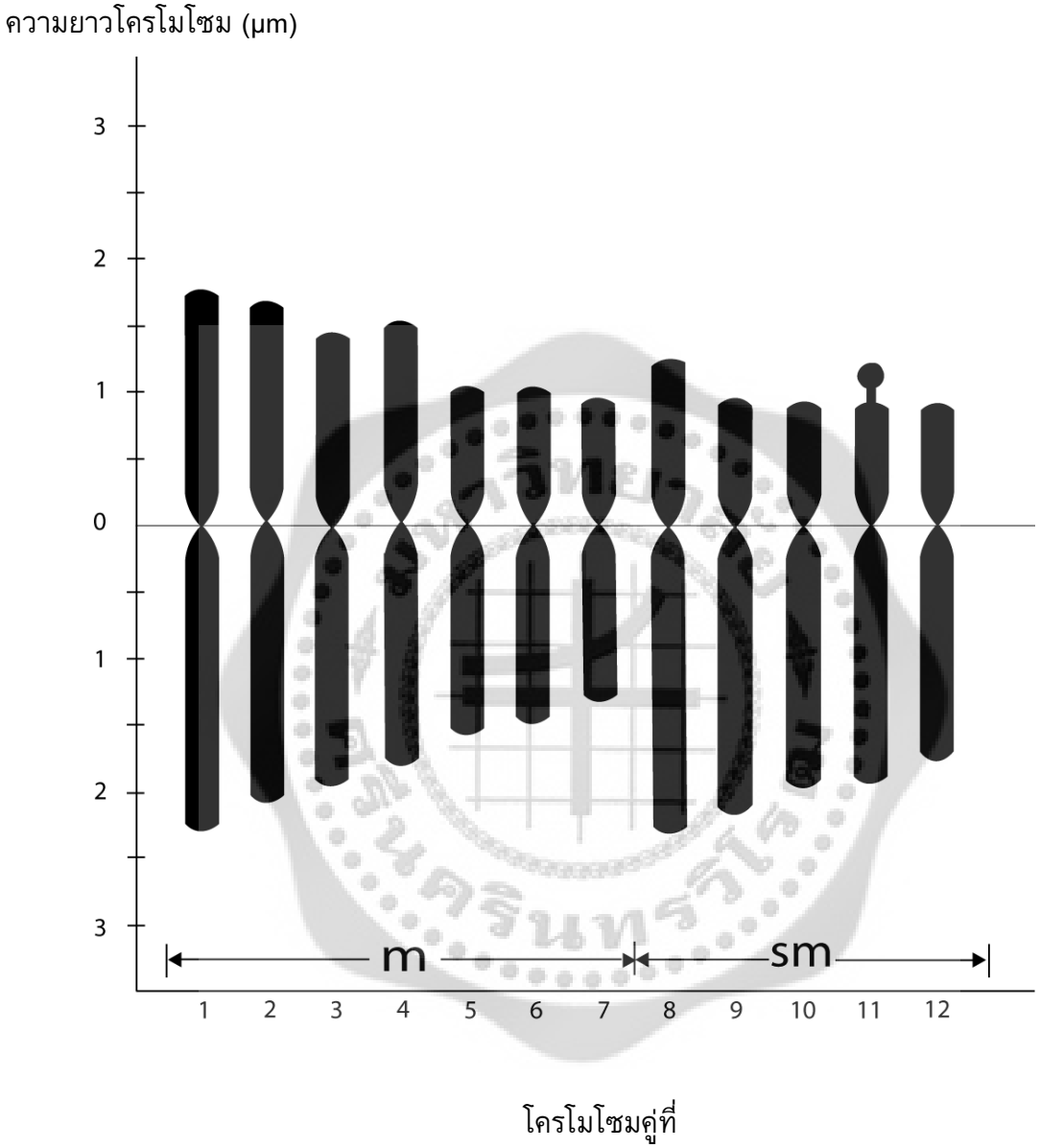
(ก)

(ข)



ภาพประกอบ 9 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n = 24) ของแฟง (ก) และคาริโอไทป์ (ข) ลูกศรชี้ คือ แซทเทลไลท์

m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก



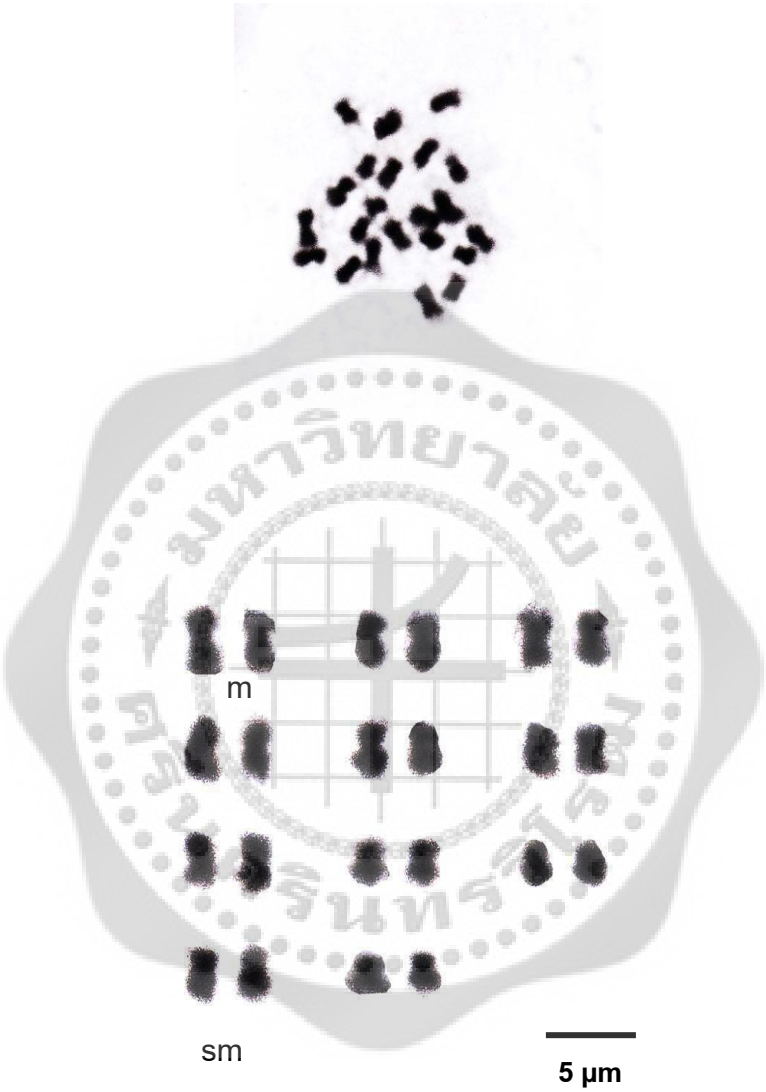
ภาพประกอบ 10 อิดิโอแกรมของแฟง เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขนอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์ จุดกลมสีดำ คือ แซทเทลไลท์
m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของน้ำเต้า (ลูกกลม) จำนวน 5 เซลล์

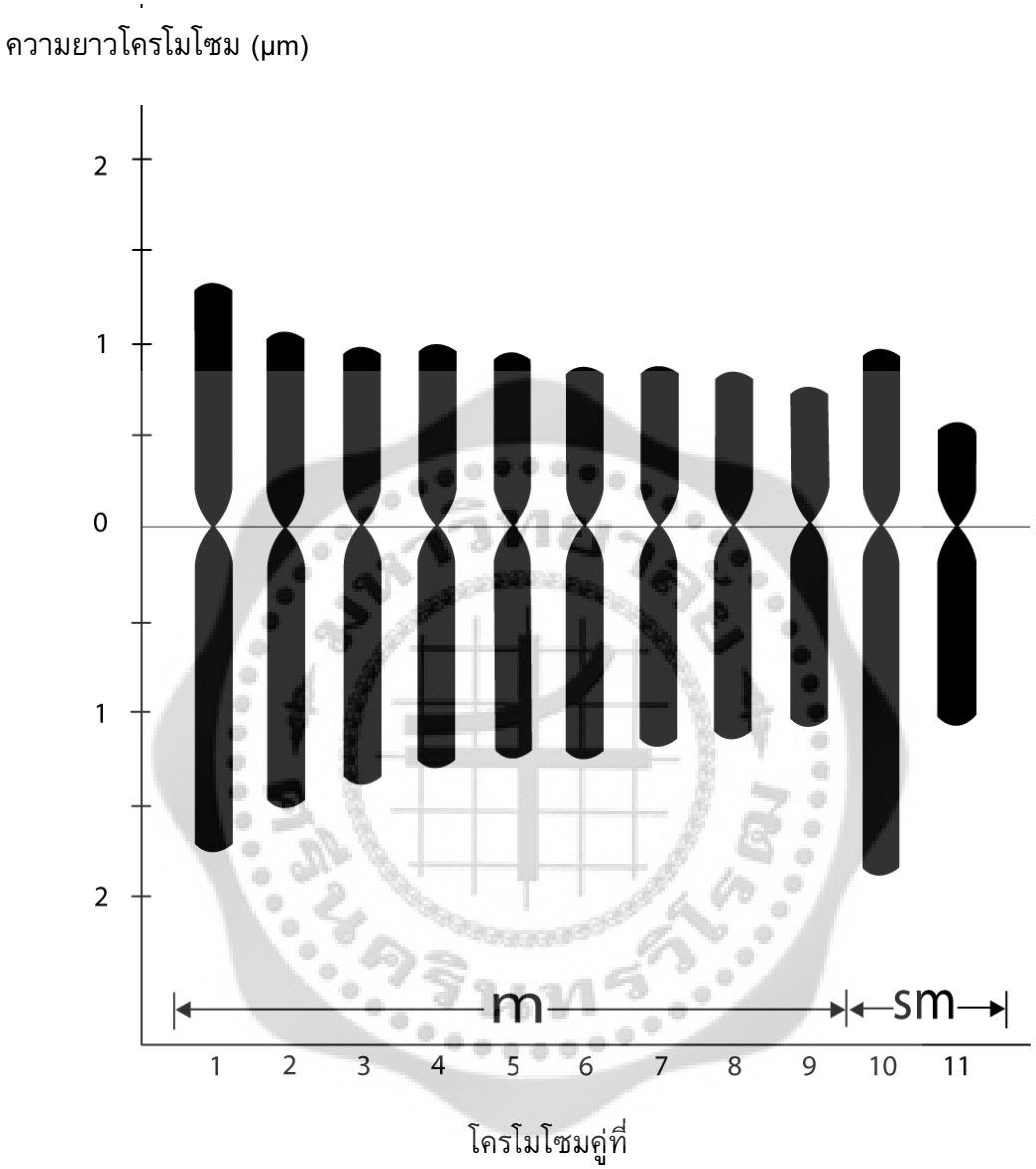
โครโมโซมคู่ที่	S (µm) เฉลี่ย ± S.D.	L (µm) เฉลี่ย ± S.D.	T (µm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (µm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.309±0.347	1.712±0.578	3.021±0.924	12.193	1.291±0.093	m
2	1.026±0.226	1.508±0.263	2.533±0.467	10.223	1.485±0.179	m
3	0.988±0.138	0.375±0.278	2.364±0.386	9.541	1.392±0.191	m
4	0.996±0.128	0.295±0.225	2.290±0.335	9.242	1.300±0.155	m
5	0.942±0.092	1.264±0.260	2.206±0.339	8.903	1.334±0.180	m
6	.882±0.103	1.246±0.230	2.127±0.323	8.585	1.409±0.151	m
7	0.887±0.160	1.180±0.166	2.067±0.323	8.342	1.339±0.082	m
8	0.819±0.126	1.126±0.237	1.945±0.345	7.850	1.374±0.175	m
9	0.772±0.175	1.064±0.207	1.836±0.367	7.410	1.391±0.170	m
10	0.970±0.235	1.780±0.466	2.750±0.698	11.099	1.829±0.107	sm
11	0.575±0.118	1.064±0.210	1.638±0.325	6.611	1.855±0.095	sm

(ก)

(ข)



ภาพประกอบ 11 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n = 22) ของน้ำเต้า (ลูกกลม) (ก) และคาริโอไทป์ (ข)
m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมหทาเซนทริก



ภาพประกอบ 12 อิดิโอแกรมของน้ำเต้า (ลูกกลม) เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขน อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์

m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก

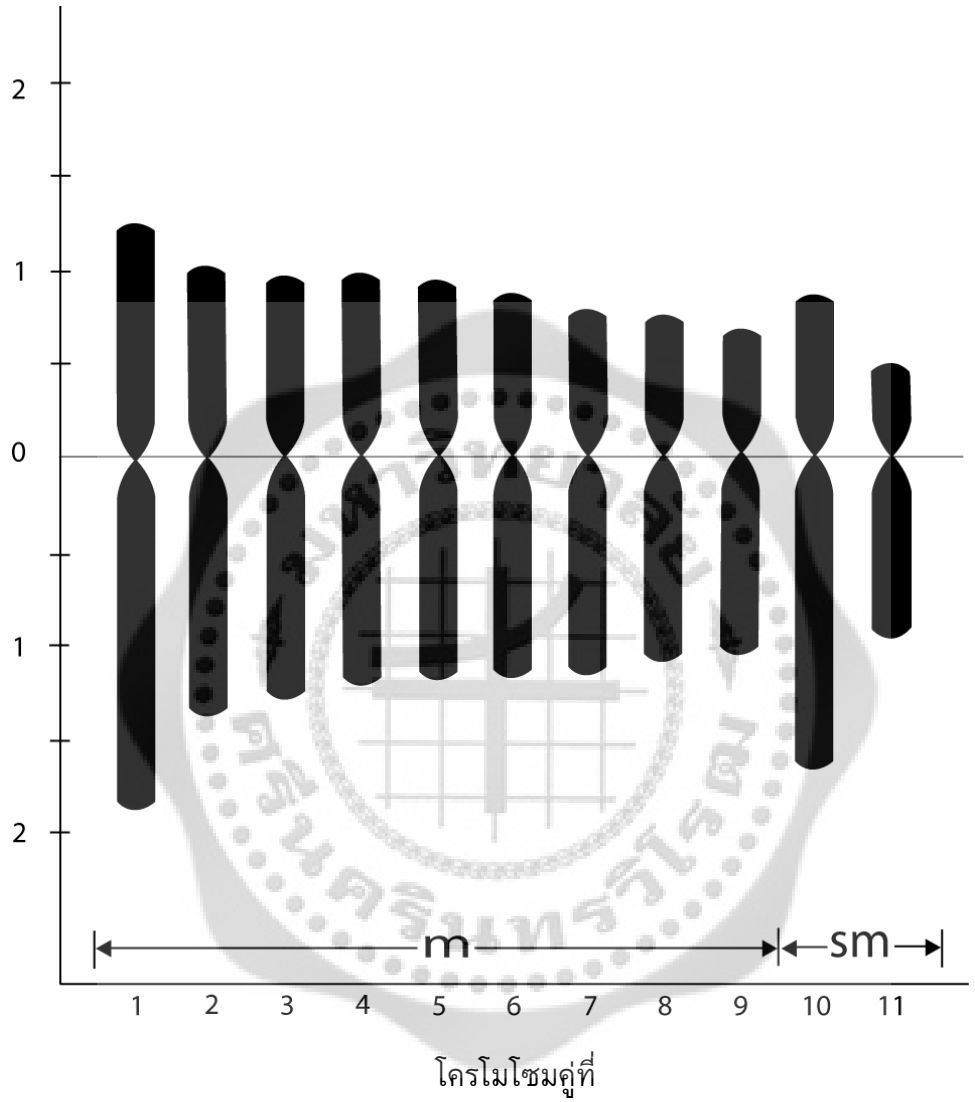
ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของน้ำเต้า (ลูกยาว) จำนวน 5 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	L (μm) เฉลี่ย ± S.D.	T (μm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.219±0.169	1.850±0.241	3.069±0.371	13.077	1.528±0.170	m
2	1.000±0.158	1.342±0.235	2.342±0.382	9.979	1.341±0.108	m
3	0.965±0.188	1.299±0.218	2.264±0.388	9.647	1.354±0.135	m
4	0.976±0.159	1.205±0.208	2.181±0.360	9.293	1.236±0.081	m
5	0.951±0.157	1.178±0.216	2.129±0.371	9.072	1.236±0.051	m
6	0.886±0.150	1.150±0.230	2.036±0.370	8.675	1.297±0.117	m
7	0.799±0.110	1.134±0.215	1.933±0.310	8.236	1.418±0.154	m
8	0.748±0.104	1.083±0.206	1.831±0.303	7.802	1.443±0.129	m
9	0.698±0.124	1.027±0.202	1.725±0.314	7.350	1.475±0.160	m
10	0.881±0.169	1.625±0.299	2.505±0.464	10.674	1.847±0.083	sm
11	0.500±0.133	0.955±0.182	1.454±0.313	6.195	1.947±0.217	sm

(ก)

(ข)

ภาพประกอบ 13 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n = 22) ของน้ำเต้า (ลูกยาว) (ก) และคาริโอไทป์ (ข)
m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก



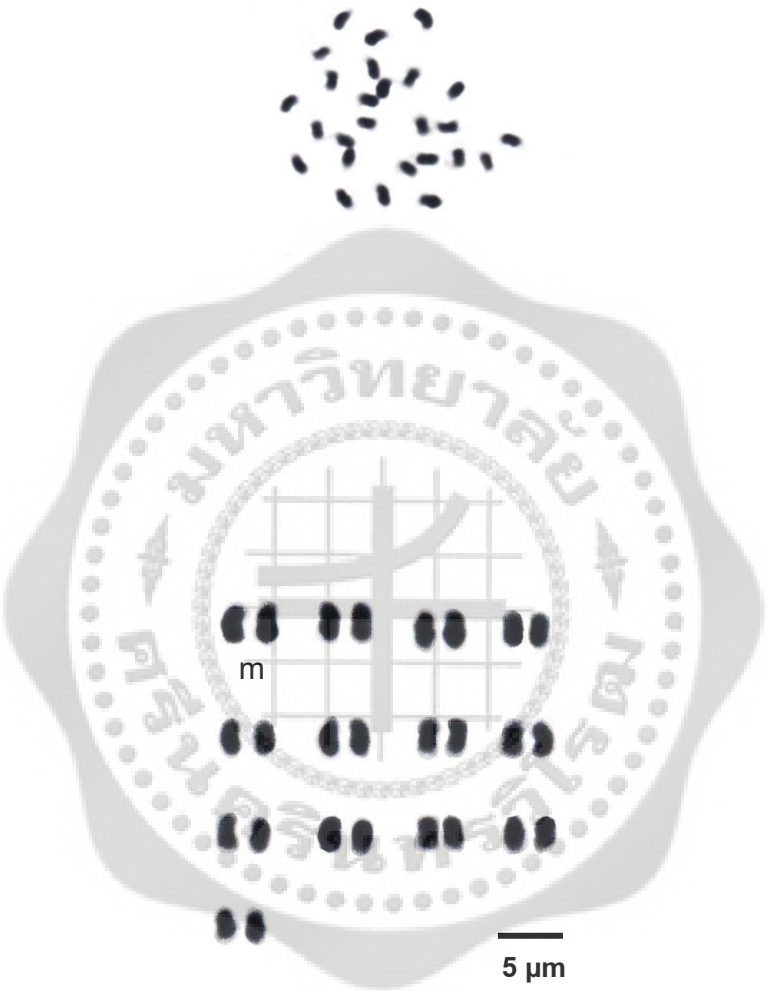
ภาพประกอบ 14 อิดิโอแกรมของน้ำเต้า (ลูกยาว) เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขน อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์
m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของบวบกลม (ลูกยาว) จำนวน 5 เซลล์

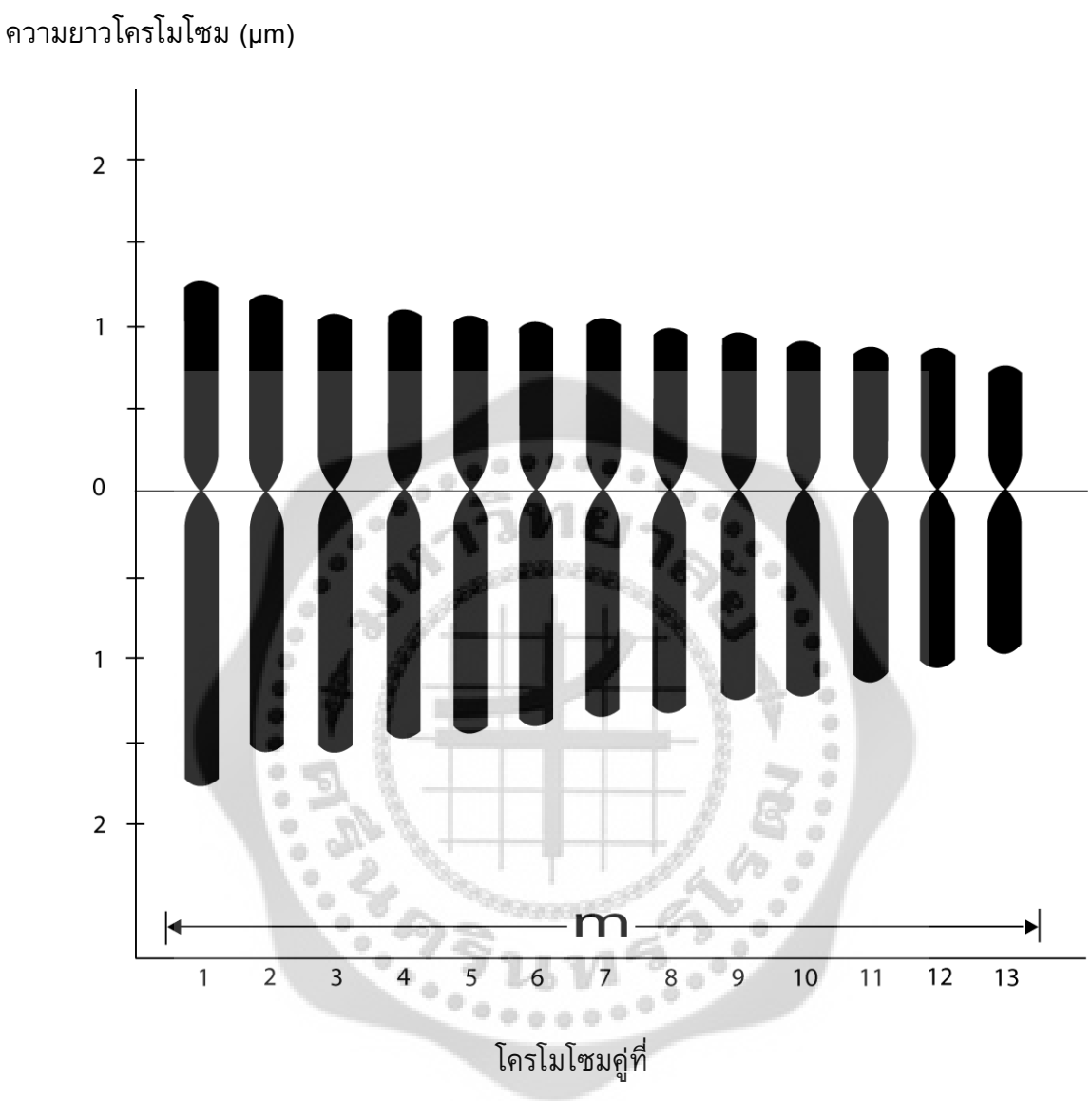
โครโมโซมคู่ที่	S (µm) เฉลี่ย ± S.D.	L (µm) เฉลี่ย ± S.D.	T (µm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (µm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.283±0.098	1.768±0.291	3.050±0.345	9.955	1.379±0.203	m
2	1.188±0.101	1.563±0.171	2.751±0.255	8.979	1.317±0.092	m
3	1.082±0.129	1.575±0.125	2.657±0.235	8.672	1.464±0.125	m
4	1.098±0.073	1.461±0.227	2.559±0.236	8.352	1.337±0.225	m
5	1.047±0.126	1.427±0.204	2.474±0.233	8.075	1.380±0.259	m
6	1.030±0.096	1.402±0.194	2.432±0.208	7.938	1.373±0.234	m
7	1.046±0.123	1.336±0.111	2.383±0.213	7.778	1.285±0.118	m
8	0.988±0.065	1.316±0.175	2.303±0.205	7.517	1.334±0.172	m
9	0.964±0.100	1.246±0.104	2.210±0.145	7.213	1.303±0.168	m
10	0.906±0.079	1.228±0.125	2.134±0.161	6.965	1.363±0.176	m
11	0.873±0.115	1.148±0.060	2.021±0.170	6.596	1.327±0.127	m
12	0.867±0.067	1.064±0.161	1.931±0.198	6.303	1.229±0.178	m
13	0.759±0.125	0.974±0.183	1.733±0.274	5.656	1.291±0.210	m

(ก)

(ข)



ภาพประกอบ 15 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n=26) ของบวบกลม (ลูกยาว) (ก) และคาริโอไทป์ (ข)
m = เมทาเซนทริก



ภาพประกอบ 16 อิดิโอแกรมของบวบกลม (ลูกยาว) เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขน อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์

m = เมทาเซนทริก

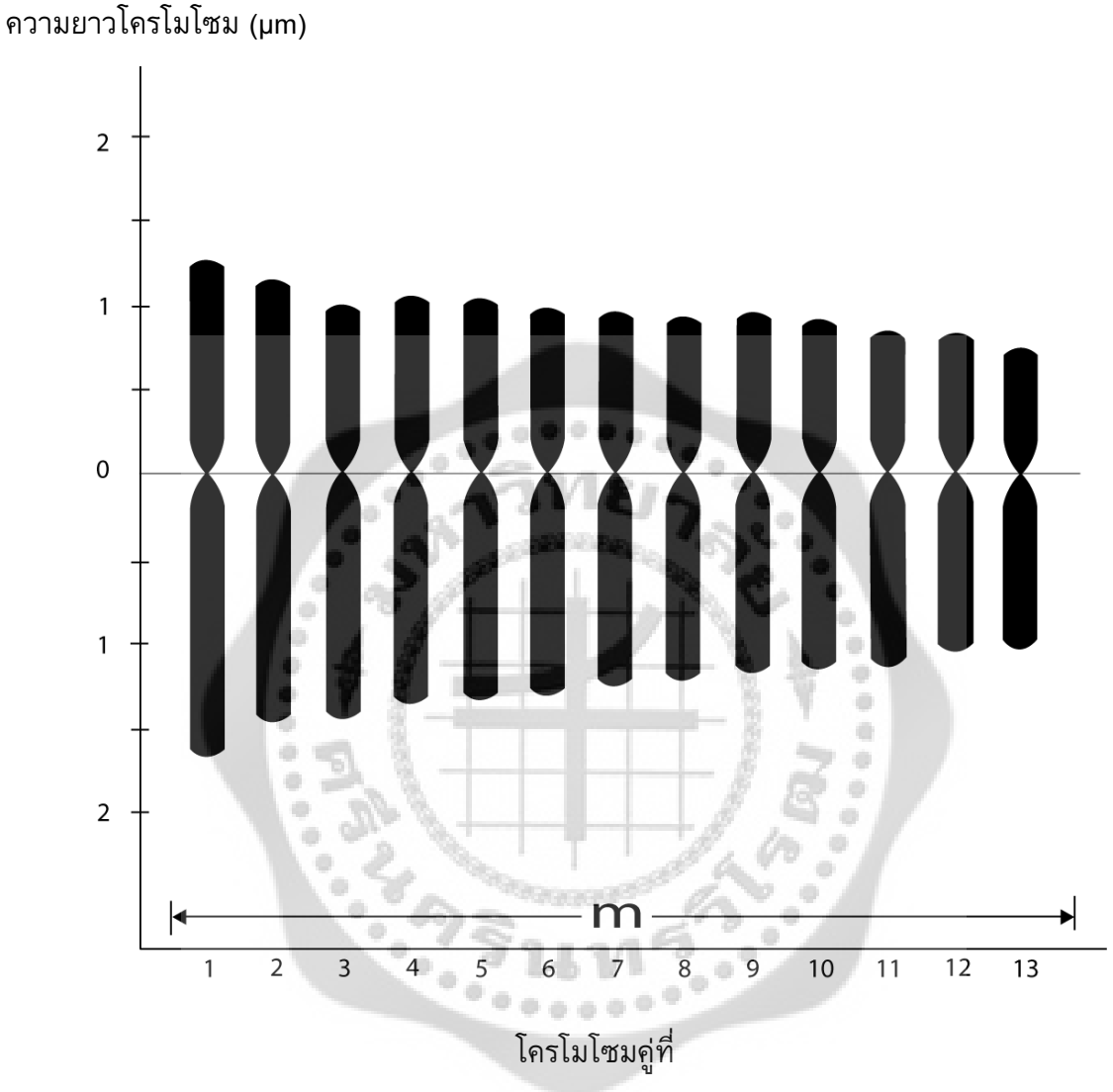
ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของบวบกลม (ลูกสั้น) จำนวน 5 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	S (µm) เฉลี่ย ± S.D.	L (µm) เฉลี่ย ± S.D.	T (µm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (µm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.266±0.150	1.649±0.150	2.915±0.172	9.958	1.322±0.237	m
2	1.146±0.116	1.485±0.060	2.631±0.133	8.988	1.306±0.132	m
3	1.011±0.097	1.477±0.060	2.488±0.132	8.500	1.471±0.136	m
4	1.067±0.132	1.342±0.052	2.409±0.149	8.230	1.273±0.165	m
5	1.020±0.101	1.305±0.111	2.325±0.145	7.943	1.290±0.182	m
6	0.965±0.109	1.300±0.126	2.265±0.165	7.738	1.363±0.212	m
7	0.947±0.119	1.261±0.119	2.208±0.188	7.543	1.346±0.191	m
8	0.924±0.064	1.241±0.147	2.165±0.196	7.396	1.343±0.116	m
9	0.945±0.066	1.187±0.150	2.132±0.194	7.283	1.256±0.129	m
10	0.921±0.089	1.163±0.120	2.083±0.188	7.116	1.266±0.113	m
11	0.868±0.083	1.124±0.134	1.993±0.199	6.809	1.297±0.126	m
12	0.824±0.137	1.060±0.029	1.884±0.123	6.436	1.319±0.249	m
13	0.745±0.069	1.028±0.070	1.774±0.098	6.060	1.391±0.172	m

(ก)

(ข)

ภาพประกอบ 17 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n = 26) ของบวบกลม (ลูกสั้น) (ก) และคาริโอไทป์ (ข)
m = เมทาเซนทริก



ภาพประกอบ 18 อิดิโอแกรมของบวบกลม (ลูกสั้น) เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขน อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์

m = เมทาเซนทริก

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของบวบเหลี่ยม จำนวน 5 เซลล์

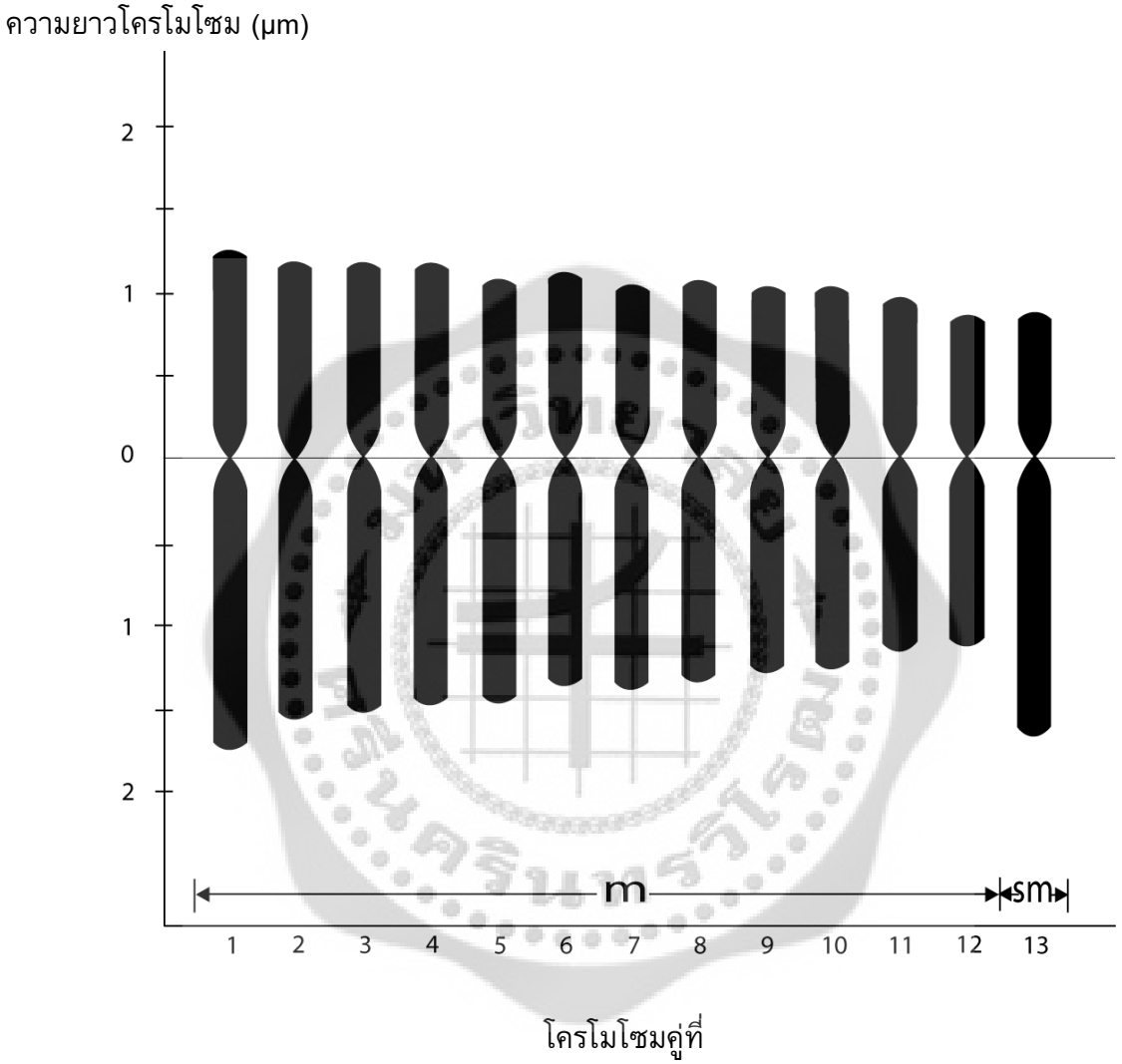
โครโมโซมคู่ที่	S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	L (μm) เฉลี่ย ± S.D.	T (μm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.247±0.242	1.752±0.266	2.999±0.472	9.282	1.425±0.192	m
2	1.191±0.115	1.586±0.309	2.777±0.410	8.595	1.325±0.158	m
3	1.184±0.151	1.512±0.284	2.696±0.428	8.344	1.272±0.100	m
4	1.177±0.159	1.468±0.265	2.645±0.419	8.187	1.243±0.079	m
5	1.085±0.137	1.489±0.301	2.574±0.401	7.967	1.372±0.200	m
6	1.133±0.152	1.347±0.211	2.480±0.347	7.676	1.190±0.099	m
7	1.047±0.163	1.392±0.181	2.439±0.323	7.549	1.338±0.125	m
8	1.096±0.131	1.304±0.202	2.400±0.313	7.428	1.190±0.107	m
9	1.030±0.130	1.292±0.171	2.322±0.279	7.187	1.259±0.127	m
10	1.025±0.159	1.224±0.149	2.249±0.283	6.961	1.207±0.165	m
11	0.960±0.124	1.183±0.177	2.143±0.290	6.633	1.233±0.100	m
12	0.885±0.145	1.116±0.208	2.001±0.339	6.193	1.265±0.145	m
13	0.895±0.139	1.690±0.233	2.584±0.363	7.998	1.896±0.139	sm

(ก)

(ข)

ภาพประกอบ 19 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n = 26) ของบวบเหลี่ยม (ก) และคาริโอไทป์ (ข)

m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก



ภาพประกอบ 20 อิดิโอแกรมของบวบเหลี่ยม เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขนอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์

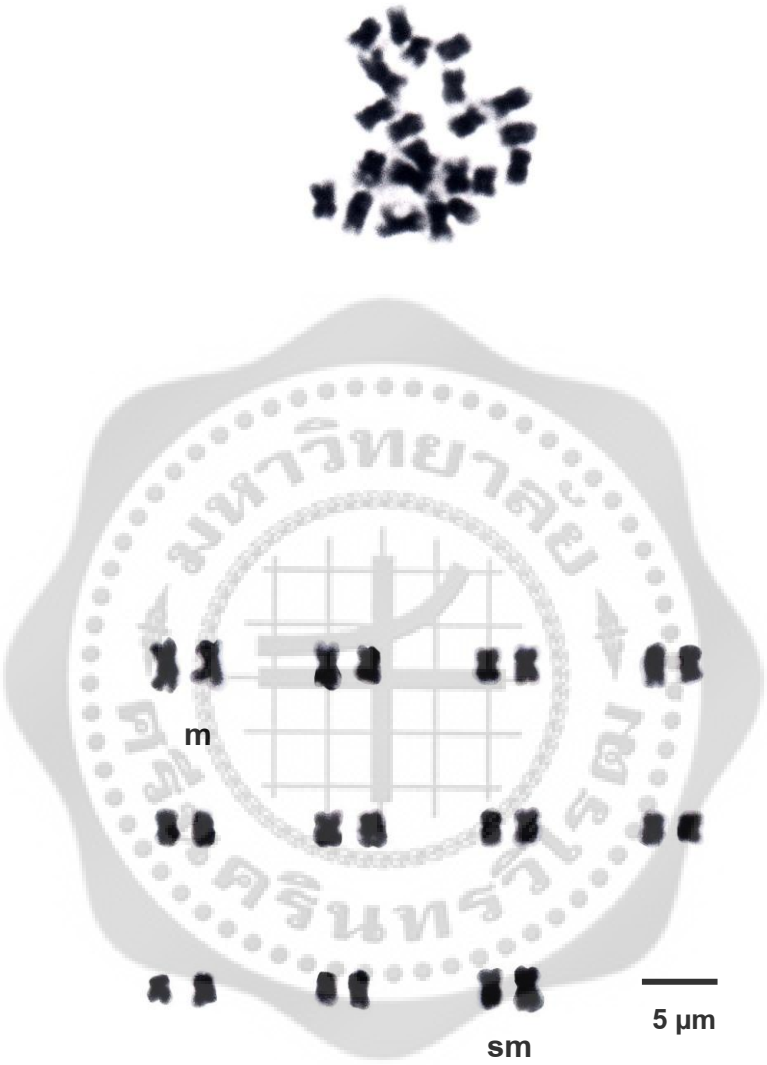
m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของ บวบงู จำนวน 5 เซลล์

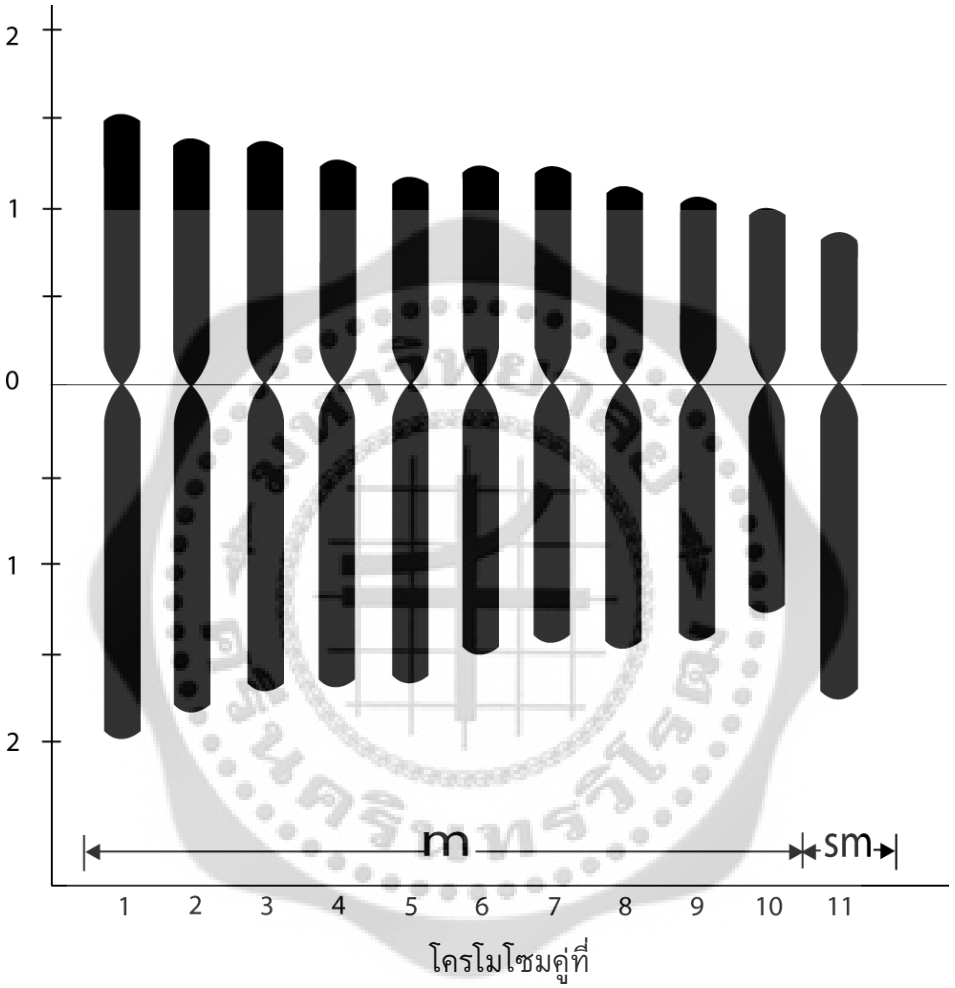
โครโมโซมคู่ที่	S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	L (μm) เฉลี่ย ± S.D.	T (μm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.521±0.162	1.978±0.157	3.500±0.172	11.288	1.314±0.192	m
2	1.393±0.100	1.805±0.132	3.198±0.115	10.314	1.304±0.158	m
3	1.378±0.131	1.701±0.077	3.079±0.135	9.930	1.244±0.139	m
4	1.258±0.116	1.690±0.078	2.948±0.160	9.508	1.351±0.113	m
5	1.176±0.063	1.683±0.127	2.858±0.181	9.217	1.431±0.067	m
6	1.245±0.133	1.497±0.081	2.741±0.202	8.840	1.209±0.088	m
7	1.213±0.089	1.459±0.160	2.672±0.229	8.617	1.203±0.098	m
8	1.140±0.077	1.462±0.139	2.601±0.199	8.388	1.283±0.088	m
9	1.072±0.078	1.424±0.175	2.496±0.214	8.050	1.330±0.164	m
10	1.001±0.059	1.281±0.169	2.282±0.207	7.360	1.278±0.149	m
11	0.859±0.160	1.773±0.317	2.632±0.414	8.488	2.105±0.463	sm

(ก)

(ข)



ภาพประกอบ 21 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n = 22) ของบวบงู (ก) และคาริโอไทป์ (ข)
m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก



ภาพประกอบ 22 อิดิโอแกรมของบวบงู เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขนอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์

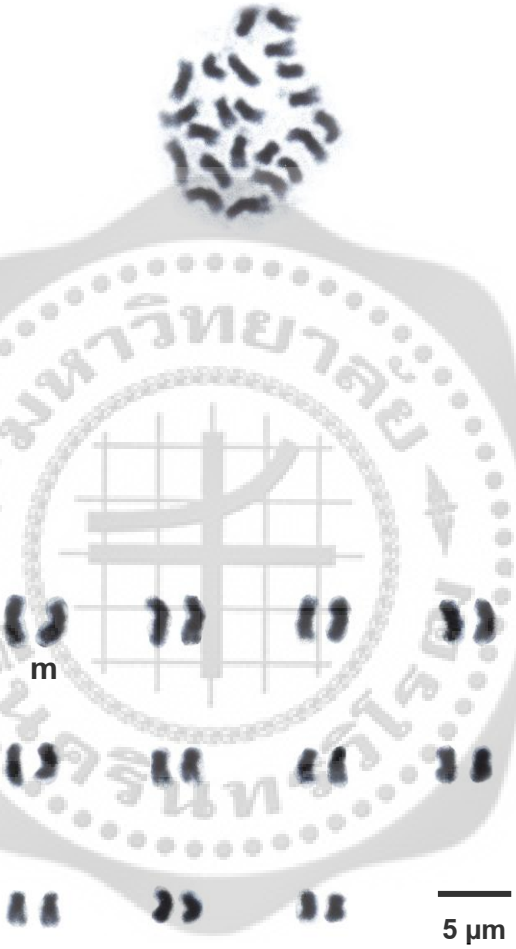
m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของมะระขี้นก จำนวน 5 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	L (μm) เฉลี่ย ± S.D.	T (μm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.399±0.317	1.852±0.335	3.250±0.582	12.060	1.348±0.244	m
2	1.249±0.238	1.721±0.287	2.970±0.515	11.021	1.384±0.101	m
3	1.228±0.191	1.518±0.253	2.746±0.430	10.190	1.238±0.110	m
4	1.126±0.215	1.497±0.184	2.623±0.383	9.734	1.346±0.141	m
5	1.077±0.111	1.404±0.274	2.481±0.354	9.207	1.301±0.212	m
6	0.988±0.177	1.383±0.181	2.371±0.348	8.798	1.412±0.112	m
7	0.921±0.184	1.387±0.184	2.309±0.335	8.568	1.530±0.196	m
8	0.973±0.167	1.269±0.216	2.241±0.333	8.316	1.317±0.221	m
9	0.924±0.145	1.227±0.222	2.150±0.331	7.978	1.334±0.207	m
10	0.861±0.167	1.153±0.162	2.015±0.303	7.477	1.359±0.168	m
11	0.818±0.111	0.974±0.177	1.792±0.262	6.650	1.192±0.174	m

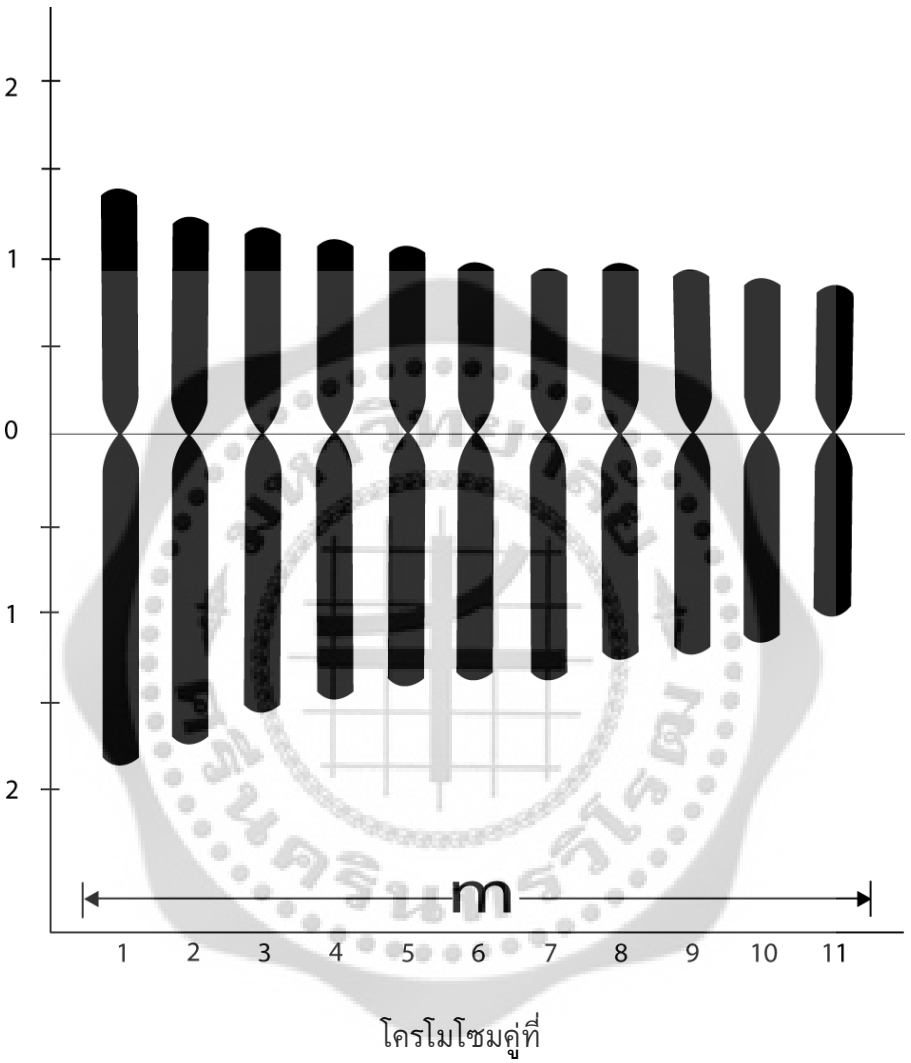
(ก)

(ข)



ภาพประกอบ 23 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n = 22) ของมะระขี้นก (ก) และคาริโอไทป์ (ข)

m = เมทาเซนทริก



ภาพประกอบ 24 อิดิโอแกรมของมะระขี้นก เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขนอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์

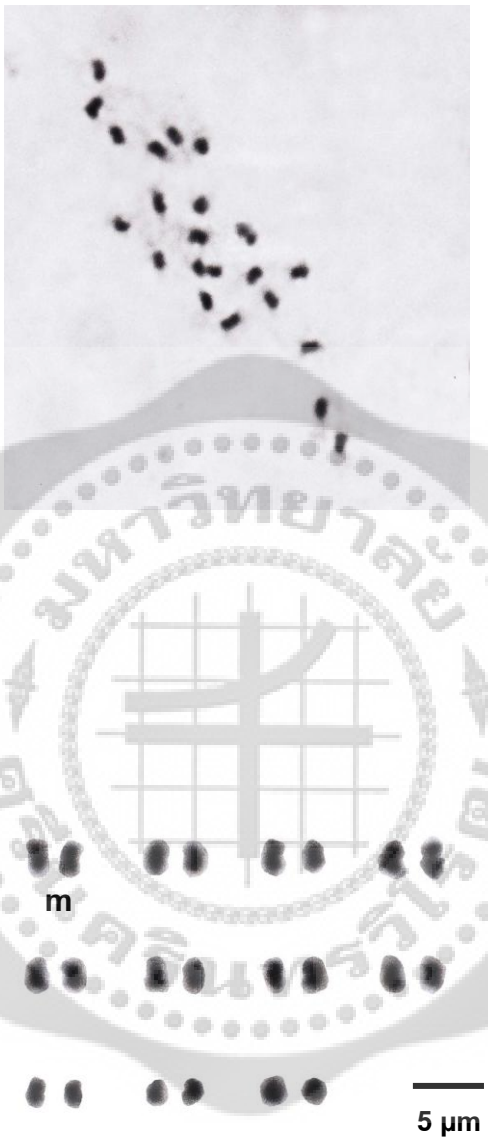
m = เมทาเซนทริก

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของมะระจีน จำนวน 5 เซลล์

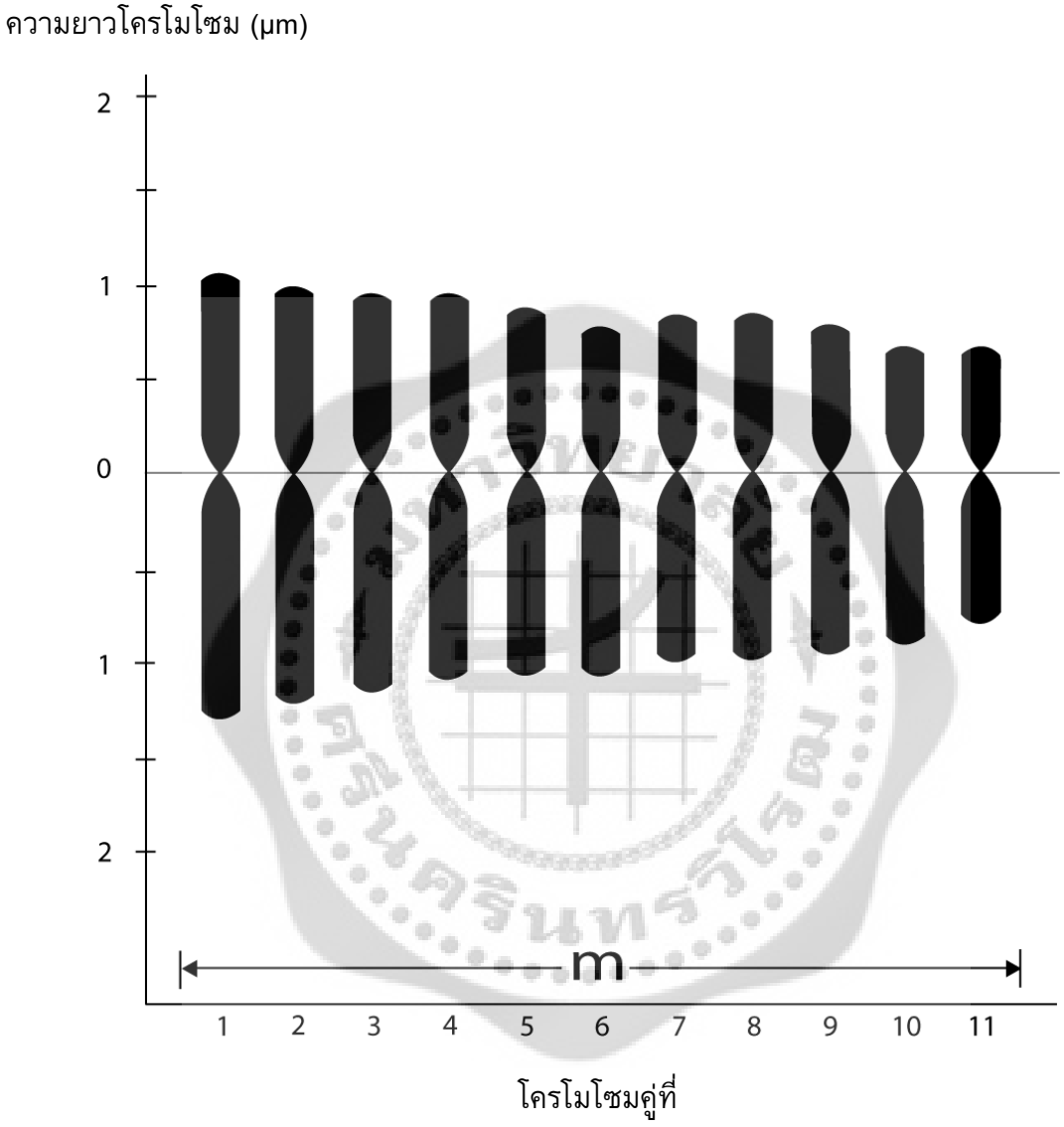
โครโมโซมคู่ที่	S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	L (μm) เฉลี่ย ± S.D.	T (μm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.049±0.075	1.256±0.121	2.305±0.102	11.147	1.207±0.179	m
2	0.963±0.034	1.210±0.129	2.173±0.144	10.508	1.257±0.127	m
3	0.921±0.038	1.156±0.110	2.076±0.095	10.039	1.259±0.159	m
4	0.920±0.040	1.067±0.063	1.987±0.089	9.609	1.160±0.064	m
5	0.865±0.051	1.055±0.071	1.920±0.083	9.285	1.223±0.113	m
6	0.795±0.075	1.071±0.079	1.866±0.087	9.024	1.360±0.185	m
7	0.821±0.066	0.995±0.067	1.817±0.099	8.787	1.217±0.120	m
8	0.822±0.031	0.942±0.073	1.763±0.070	8.526	1.148±0.110	m
9	0.756±0.032	0.924±0.031	1.680±0.046	8.124	1.223±0.066	m
10	0.690±0.027	0.894±0.046	1.584±0.049	7.660	1.298±0.090	m
11	0.686±0.068	0.822±0.035	1.508±0.049	7.292	1.211±0.179	m

(ก)

(ข)



ภาพประกอบ 25 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n = 22) ของมะระจีน (ก) และคาริโอไทป์ (ข)
m = เมทาเซนทริก



ภาพประกอบ 26 อิดิโอแกรมของมะระจีน เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขนอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์

m = เมทาเซนทริก

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) ความยาวสัมพัทธ์ (RL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดของคู่โครโมโซมของแตงไทย จำนวน 5 เซลล์

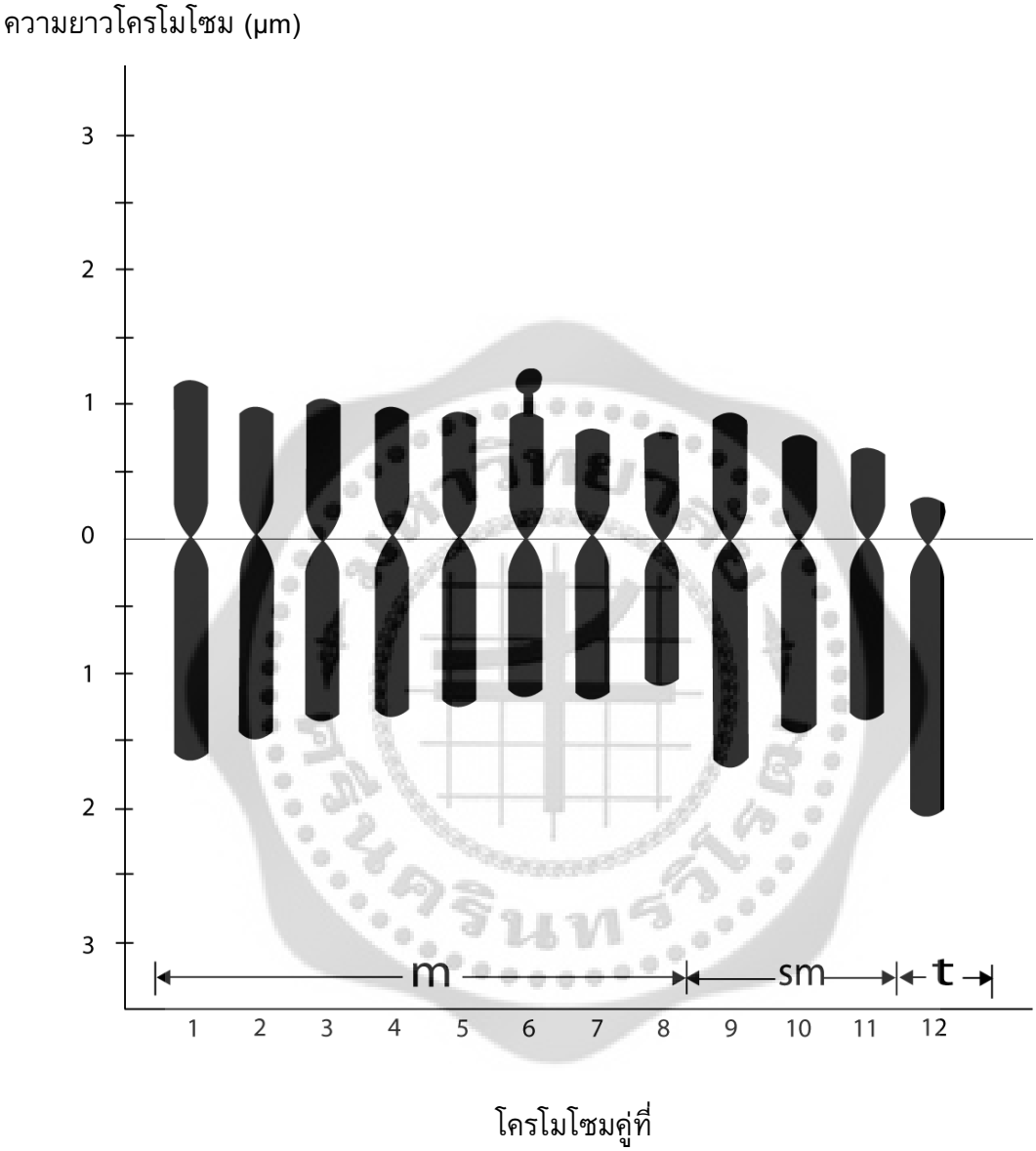
โครโมโซมคู่ที่	S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	L (μm) เฉลี่ย ± S.D.	T (μm) เฉลี่ย ± S.D.	RL (%)	L/S (μm) เฉลี่ย ± S.D.	ชนิดโครโมโซม
1	1.167±0.076	1.628±0.164	2.795±0.221	10.331	1.394±0.107	m
2	0.986±0.098	1.471±0.074	2.457±0.143	9.082	1.500±0.127	m
3	1.031±0.085	1.336±0.122	2.367±0.113	8.749	1.307±0.204	m
4	0.982±0.084	1.292±0.102	2.274±0.107	8.405	1.326±0.178	m
5	0.933±0.042	1.191±0.113	2.124±0.096	7.851	1.282±0.159	m
6	0.916±0.081	1.151±0.142	2.067±0.115	7.640	1.270±0.245	m
7	0.852±0.048	1.164±0.110	2.016±0.131	7.452	1.368±0.134	m
8	0.821±0.102	1.054±0.094	1.874±0.137	6.927	1.301±0.211	m
9	0.920±0.076	1.675±0.084	2.594±0.152	9.588	1.827±0.102	sm
10	0.768±0.073	1.433±0.049	2.201±0.098	8.136	1.880±0.182	sm
11	0.670±0.058	1.286±0.121	1.956±0.103	7.230	1.939±0.335	sm
12	0.276±0.012	2.053±0.097	2.329±0.106	8.609	7.442±0.273	t

(ก)

(ข)

ภาพประกอบ 27 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (2n = 24) ของแตงไทย (ก) และคาริโอไทป์ (ข) ลูกศรชี้ คือ แซทเทลไลท์

m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก t = อะโครเซนทริก



ภาพประกอบ 28 อิดิโอแกรมของแตงไทย เรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยความยาวทั้งแขนอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมจำนวน 5 เซลล์ จุดกลมสีดำคือ แซทเทลไลท์ m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก t = อะโครเซนทริก

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

ผลการศึกษาคาริโอไทป์ของพืชวงศ์แตง 7 ชนิด จำนวน 10 พันธุ์ สรุปผลได้ดังนี้

แฟง มีโครโมโซม 2n = 24 คาริโอไทป์ ประกอบด้วย 7m + 5sm คู่ มีแซทเทลไลท์ 1คู่ อยู่ที่ปลายแขนข้างสั้นของโครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก คู่ที่ 4 NF = 48 โครโมโซมมีขนาดความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 2.265 – 4.065 ไมโครเมตร เฉลี่ย 3.083 ± 0.632 ไมโครเมตร

น้ำเต้า (ลูกกลม) และน้ำเต้า (ลูกยาว) มีโครโมโซม 2n = 22 คาริโอไทป์ ประกอบด้วย 9m + 2sm คู่ NF = 44 เท่ากัน โดยที่โครโมโซมมีขนาดความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.638 - 3.021 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.252 ± 0.439 ไมโครเมตร ในน้ำเต้า (ลูกกลม) และตั้งแต่ 1.454 - 3.069 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.134 ± 0.359 ไมโครเมตรในน้ำเต้า (ลูกยาว) ตามลำดับ

บวบกลม (ลูกยาว) และบวบกลม (ลูกสั้น) มีโครโมโซม 2n = 26 คาริโอไทป์ประกอบด้วย 13m คู่ NF = 52 เท่ากัน โดยที่โครโมโซมมีขนาดความยาวทั้งแขนตั้งแต่ 1.733 – 3.050 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.357 ± 0.221 ไมโครเมตร ในบวบกลม (ลูกยาว) และตั้งแต่ 1.774 – 2.915 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.252 ± 0.160 ไมโครเมตร ในบวบกลม (ลูกสั้น) ตามลำดับ

บวบเหลี่ยม มีโครโมโซม 2n = 26 คาริโอไทป์ประกอบด้วย 12m + 1sm คู่ NF = 52 โครโมโซมมีขนาดความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 2.001– 2.999 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.485 ± 0.359 ไมโครเมตร

บวบงู มีโครโมโซม 2n = 22 คาริโอไทป์ประกอบด้วย 10m + 1sm คู่ NF = 44 โครโมโซมมีขนาดความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 2.282– 3.500 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.819 ± 0.203 ไมโครเมตร

มะระขี้นกและมะระจีน มีโครโมโซม 2n = 22 คาริโอไทป์ประกอบด้วย 11m NF = 44 เท่ากัน โดยที่โครโมโซมมีขนาดความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.792 – 3.250 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.450 ± 0.380 ไมโครเมตร ในมะระขี้นก และตั้งแต่ 1.508– 2.305 ไมโครเมตร เฉลี่ย 1.880 ± 0.083 ไมโครเมตรในมะระจีน ตามลำดับ

แตงไทย มีโครโมโซม 2n = 24 คาริโอไทป์ประกอบด้วย 8m + 3sm + 1t คู่ มีแซทเทล-ไลท์ที่แขนข้างสั้นของโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก คู่ที่ 6 NF = 46 โครโมโซมมีขนาดความยาวทั้งแขน ตั้งแต่ 1.874 – 2.795 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.255 ± 0.127 ไมโครเมตร

อภิปรายผล

การศึกษาโครโมโซมและคาริโอไทป์ของแฟงในครั้งนี้พบว่ามี จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n = 2x = 24 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 7 คู่ ซับเมทาเซนทริก 5 คู่ มีแซทเทลไลท์ 1 คู่ อยู่ที่ปลายแขนข้างสั้นของโครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก คู่ที่ 4 ผลการศึกษามีจำนวนโครโมโซมสอดคล้องกับการศึกษาของ เฮาและคนอื่นๆ (Hao; et al. 2007: 614-620) ในแฟงของประเทศจีน แต่มีคาริโอไทป์แตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้เพียงคู่เดียว (2n = 2x = 24, 12m + 12sm หรือ 6m + 6sm คู่) นอกจากนี้ยังมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับการศึกษาของ วามินอล คิม และคิม (Waminal; Kim; & Kim. 2011: 521-528) ในแฟงของเกาหลี แต่มีคาริโอไทป์แตกต่างกัน (2n = 2x = 24, 4m + 20sm หรือ 2m + 10sm คู่) ตามที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่าผลการศึกษาของแต่ละคณะมีความแตกต่างกันในรูปแบบชนิดของโครโมโซมแต่ก็มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างแฟงที่นำมาใช้ในการศึกษามีถิ่นกำเนิดที่แตกต่างกันหรืออาจเป็นคนละพันธุ์ และโครโมโซมของแฟงมีขนาดค่อนข้างเล็ก ตำแหน่งที่อยู่ของเซนโทรเมียร์ที่ใช้ในการวัดไปยังปลายแขนทั้งสองข้างของโครโมโซมมองเห็นได้ไม่ค่อยชัดเจน จึงอาจทำให้ข้อมูลที่วัดได้แตกต่างกันไปบ้าง หรือสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาชนิดของโครโมโซมแตกต่างกันก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชนิดของโครโมโซมที่ได้จากการศึกษาแตกต่างกันด้วย

น้ำเต้าลูกกลมและลูกยาว ที่ได้จากการศึกษามีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n = 2x = 22 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 9 คู่ และซับเมทาเซนทริก 2 คู่ เท่ากันทั้งสองพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีขนาดความยาวแขนโครโมโซมทั้งแขนใกล้เคียงกัน คือ น้ำเต้าลูกกลมมีความยาวทั้งแขนอยู่ระหว่าง 1.638 - 3.021 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.252 ± 0.439 ไมโครเมตร น้ำเต้าลูกยาวมีความยาวทั้งแขนอยู่ระหว่าง 1.454 - 3.069 ไมโครเมตร เฉลี่ย 2.134 ± 0.359 ไมโครเมตร ถึงแม้น้ำเต้าทั้งสองพันธุ์มีรูปร่างลักษณะภายนอกของผลแตกต่างกันแต่จำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์มิได้แตกต่างกัน ความแตกต่างของลักษณะผลอาจเนื่องมาจากยีนซึ่งควบคุมลักษณะดังกล่าว ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ (2n = 2x = 22, 18m + 4sm หรือ 9m + 2sm คู่) สอดคล้องกับการศึกษาของวามินอล และคิม (Waminal; & Kim. 2012: 49-56) ในน้ำเต้าของเกาหลี นอกจากนี้ขนาดความยาวทั้งแขนอยู่ระหว่าง 1.51±0.14 – 2.21±0.31 ไมโครเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับขนาดของน้ำเต้าไทยของการศึกษาในครั้งนี้ด้วย

บวบกลมลูกยาวและลูกสั้น ที่ได้จากการศึกษามีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n = 2x = 26 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริกทั้ง 13 คู่ เท่ากัน นอกจากนี้ขนาดความยาวโครโมโซมทั้งแขนมีค่าความยาวเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 2.134 ± 0.359 ไมโครเมตรในบวบกลมลูกยาว และ 2.252 ± 0.160 ในบวบกลมลูกสั้น ถึงแม้ว่าบวบดังกล่าวมีลักษณะความยาวของผลภายนอกแตกต่างกัน ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดจากยีนซึ่งควบคุมลักษณะความยาวของผลอยู่บนโครโมโซมคู่ใดคู่หนึ่งก็เป็นได้ จำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ มีผลสอดคล้องกับการศึกษาของ เฮาและคนอื่นๆ (Hao; et al. 2007: 614-620) (2n = 2x = 26, 26m

หรือ 13m คู่) ในบวบของจีน และยังมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับการศึกษาของวามินอล และคิม (Waminal; & Kim. 2012: 49-56) ในบวบของเกาหลีแต่มีคาริโอไทป์ต่างกันเพียง 1 คู่ (2n = 2x = 26, 24m + 2sm หรือ 12m + 1sm คู่) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบวบที่ศึกษามีถิ่นกำเนิดและพันธุ์ที่แตกต่างกัน

บวบเหลี่ยม ที่ได้จากการศึกษาพบว่า มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n = 2x = 26 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 12 คู่ และซับเมทาเซนทริก 1 คู่ จำนวนโครโมโซมดังกล่าวเท่ากับของบวบกลมลูกยาวและลูกสั้นที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้แต่มีคาริโอไทป์แตกต่างกัน และมีจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์เท่ากับบวบกลมที่ได้จากการศึกษาของ วามินอล และคิม (Waminal; & Kim. 2012: 49-56) ตามที่ได้กล่าวถึงมาแล้ว นอกจากนี้จำนวนโครโมโซมที่ได้จากการศึกษายังสอดคล้องกับการศึกษาของ บาดูรี และบอส (Bhaduri; & Bose. 1947: 237-256) ซึ่งศึกษาในบวบเหลี่ยมจากกัลกัตตา และบวบจากอียิปต์ (*Luffa aegyptica*)

บวบงู ที่ได้จากการศึกษาพบว่า มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n = 2x = 22 คาริโอ-ไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 10 คู่ และซับเมทาเซนทริก 1 คู่ ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับการศึกษาของ ดาททา และบาซู (Datta; & Basu. 1978: 107- 117) ในบวบงู (*T. anguina*) และบวบขม (*T.cucumarina*) การศึกษาของซาเคอร์ ดาททา และเซ็น (Saker; Datta; & Sen. 1987: 405-417) ในบวบงู และการศึกษาของ ชาทโทพาดยา และชาร์มา (Chattopadhyay; & Sharma. 1991: 409-417) ในบวบ *T. dioica*

มะระขี้นกและมะระจีน ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามะระทั้ง 2 พันธุ์ มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n = 2x = 22 และคาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริกทั้งหมด 11 คู่ เท่ากัน ขนาดความยาวโครโมโซมทั้งแขนของมะระขี้นกโดยเฉลี่ย (2.450 ± 0.380 ไมโครเมตร) ยาวกว่าของมะระจีนโดยเฉลี่ย (1.880 ± 0. 083 ไมโครเมตร) เพียงเล็กน้อย ถึงแม้รูปร่างลักษณะและขนาดของผลมะระขี้นกจะมีขนาดเล็กกว่ามะระจีนมากและยังมีผิวขรุขระมากกว่าก็ตาม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมียีนควบคุมลักษณะของผลอยู่บนโครโมโซมคู่ใดคู่หนึ่งหรือหลายคู่ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับการศึกษาของ ฟาราติและคนอื่น ๆ (Bharathi; et al. 2011: 21-30) ในมะระของอินเดีย และยังมีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 22 และคาริโอไทป์เหมือนกับการศึกษาในมะระเกาหลีของ วามินอล คิม และคิม (Waminal; Kim; & Kim. 2011: 521-528) อีกด้วย

แตงไทย ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ 2n = 2x = 24 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 8 คู่ ซับเมทาเซนทริก 3 คู่ และอะโครเซน-ทริก 1 คู่ มีแซทเทลไลท์ 1 คู่ อยู่ที่ปลายแขนข้างสั้นของโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก คู่ที่ 6 ผลการศึกษามีจำนวนโครโมโซมสอดคล้องกับการศึกษาของ ควอนและคนอื่นๆ (Kwon; et al. 2008: 1019-1022) ในแตงของประเทศเกาหลี แต่มีคาริโอไทป์แตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ (2n = 2x = 24, 18m + 6sm หรือ 9m + 3sm คู่) นอกจากนี้ยังมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับการศึกษาของ ลู่และคนอื่น ๆ (Liu; et al. 2010: 241-249) ในแตงของจีน แต่มีคาริโอไทป์แตกต่างกัน (2n = 2x =

24, 14m + 8sm + 2st หรือ 7m + 4sm + 1st คู่) ตามที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่า การศึกษาของแต่ละคณะผู้วิจัยมีความแตกต่างกันไปในรูปแบบชนิดของโครโมโซมแต่ก็มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างแตงไทยที่นำมาใช้ในการศึกษามีถิ่นกำเนิดที่แตกต่างกันหรืออาจเป็นคนละ พันธุ์ ประกอบกับโครโมโซมของแตงมีขนาดค่อนข้างเล็ก ตำแหน่งที่อยู่ของเซนโทรเมียร์ที่ใช้ในการวัดไปยังปลายแขนทั้งสองข้างของโครโมโซมมองเห็นได้ไม่ค่อยชัดเจน จึงอาจทำให้ข้อมูลที่วัดได้แตกต่างกันไปบ้าง หรือสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาชนิดของโครโมโซมแตกต่างกันไปก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ชนิดของโครโมโซมที่ได้จากการศึกษาแตกต่างกัน

ข้อมูลด้านพันธุศาสตร์เกี่ยวกับโครโมโซมและคาริโอไทป์ของพืชในวงศ์แตงทั้ง 7 ชนิด 10 พันธุ์ ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านเซลล์อนุกรมวิธาน (cytotaxonomy) และประกอบการศึกษาด้านความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของพืชวงศ์แตงในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

ควรนำเทคนิคและวิธีการไปประยุกต์ใช้กับการศึกษาคาริโอไทป์ของพืชชนิดอื่น ๆ เพราะเทคนิคและวิธีการนี้สะดวก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย แต่ได้ผลเช่นเดียวกับเทคนิคและวิธีการที่ยากและซับซ้อน และควรมีการศึกษาควบคู่กันกับเทคนิคด้านชีวโมเลกุลเพื่อการจัดจำแนกและเพื่อให้ได้ข้อมูลด้านพันธุศาสตร์ที่ชัดเจนและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมล เลิศรัตน์; และคนอื่นๆ. (2544). *รายงานการประมวลองค์ความรู้เรื่องผักในประเทศไทย: สถานภาพของการผลิต การตลาด และการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

กมลทิพย์ กสิภาร์. (2543). *พืชผักพรรณไม้พื้นบ้านอีสาน*. กรุงเทพฯ: มติชน.

ก่องกานดา ชยามฤต. (2549). *ลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้ 2*. กรุงเทพฯ: ประชาชน.

กันยารัตน์ ไชยสุต. (2532). *เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล Zephyranthes*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรพัฒน์ ภู่เสริมภูมิ. (2551). *ผักกินผล*. กรุงเทพฯ: ธนธัชการพิมพ์.

ธวัช ดอนสกุล. (2548). คาริโอไทป์และบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกไนเซอร์ของเซลล์ตับในกบนา อึ่งยาง และคางคกที่พบในประเทศไทย. รายงานการวิจัยงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปี 2546. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นิดดา หงษ์วิวัฒน์; ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์; และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. (2548). *ผัก 333 ชนิด: คุณค่าอาหารและการกิน*. กรุงเทพฯ : แสงแดด.

นิตย์ศรี แสงเดือน. (2551). *พันธุศาสตร์พืช*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ; สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล; และสมศักดิ์ อภิสิทธิวาณิช. (2547). *ชีววิทยา 3*. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.

ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้. (2544). *เต็ม สมิตินันทน์ ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้.

สุกรานต์ โรจนไพรวงศ์. (2547). *พันธุกรรมท้องถิ่นกับเกษตรกรรมยั่งยืน*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

สุวนิดา อัญจิรเวโรจน์; อัจฉริยา รังษิรุจิ; และธวัช ดอนสกุล. (2551). คาริโอไทป์และชีววิทยาระดับโมเลกุลของมะขามหวาน (พืชสกุลมะขาม) ในจังหวัดเพชรบูรณ์. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว*. 24(1): 183-197.

อัจฉริยา รังษิรุจิ; ฐปวิตรา ผ่องแผ้ว; และธวัช ดอนสกุล. (2549). คาริโอไทป์ของพืชสกุลระกำ (*Salacca*) บางชนิดในประเทศไทยและประเทศอินโดนีเซีย. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.* 22(2): 48-61.

อุษา ผาสุข. (2552). คาริโอไทป์ของกระแตใต้ กระเล็นขนปลายหูสั้น กระจ้อน และกระรอกหลากสี. ปริญานิพนธ์ กศ.ม.(ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Appels, R.; et al. (1998). *Chromosome biology*. Boston: Kluwer Academic.

Bhaduri, P.N.; & Bose, P.C. (1947). Cyto-genetical investigations in some common cucurbits, with special reference to fragmentation of chromosomes as physical basis of speciation. *Journal of Genetics*. 48: 237-256.

Bharathi, L.K.; et al. (2011). Cytotaxonomical analysis of *Momordica* L. (Cucurbitaceae) species of Indian occurrence. *Journal of Genetics*. 90(1): 21-30.

Cestari, M.M.; & Galetti, P.M.Jx. (1992). Chromosome studies of *Serrasalmus spiropleura* (Characidae, Serrasalminae) from the Parana – Paraguay rivers : evolution and cytotaxonomic consideration. *Copeia*. 199: 409-417.

Chattopadhyay, D.; & Sharma, A. K. (1991). Chromosome studies and nuclear DNA in relation to sex difference and plant habit in two species of Cucurbitaceae. *Cytologia.* 56: 409–417.

Chen, J.F.; Staub, J.; & Jiang, J. (1998). A reevaluation of karyotype in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 45: 301-305.

Datta, S.K.; & Basu, R.K. (1978). Cytomorphological, biochemical and palynological studies in *Trichosanthes anguina* L. and *T. cucumarina* L. *Cytologia.* 43: 107–117.

De Melo N.F.; Cervi, A.C.; & Guerra, M. (2001). Karyology and cytotaxonomy of genus *Passiflora* L. (Passifloraceae). *Plant Systematics and Evolution*. 226: 69-84.

Hao, X.Y.; et al. (2007). Comparative analysis of rDNA distribution in metaphase chromosomes of Cucurbitaceae species. *H*ereditas. 29(5): 614-620.

Kocyan, A.; et al. (2007). A multi-locus chloroplast phylogeny for the Cucurbitaceae and its implications for character evolution and classification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 44: 553-577. (citing Jeffrey, C., (2005). *A new system of Cucurbitaceae*. P. 332–335.)

Koo, D.H.; et al. (2002). Karyotype analysis of a Korean cucumber cultivar (*Cucumis sativus* L. cv. Winter Long) using C-banding and bicolor fluorescence *in situ* hybridization. *Molecules and Cells*. 13(3): 413-418.

Koo, D.H.; et al. (2005). A high-resolution karyotype of cucumber (*Cucumis sativus* L. 'Winter Long') revealed by C-banding, pachytene analysis, and RAPD-aided fluorescence *in situ* hybridization. *Genome*. 48: 534-540.

Kurtar, E.S.; et al. (2009). Induction of haploid embryo and plant regeneration via irradiated pollen technique in pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex. Poir). *African Journal of Biotechnology*. 8(21): 5944-5951.

Kwon, J.Y.; et al. (2008). Chromosome compositions of four cultivated Cucurbitaceae. *Journal of Lite Science*. 18(7): 1019-1022.

Levan, A.; Fredga, K.; & Sandberg, A.A. (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosome. *Hereditas*. 52: 201-220.

Liu, C.; et al. (2010). Karyotyping in melon (*Cucumis melo* L.) by cross-species fosmid fluorescence *in situ* hybridization. *Cytogenetic and Genome Research*. 129: 241-249.

Ma, D.; et al. (1994). Chromosome number and karyotype of melon (*Cucumis melo* L.). *Cucurbit Genetics Cooperative Report*. 17: 61-65.

Ramachandran, C.; Seshadri, V.S.; & Pai, R.A. (1985). Cytogenetical studies on dessert and non-dessert forms of muskmelon (*Cucumis melo L.)*. *Cytologia.* 50: 631– 641.

Sari, N.; Abak, K.; & Pitrat, M. (1999). Comparison of ploidy level screening methods in watermelon: *Citrullus lanatus* (Thunb.). *Scientia Horticulture*. 82: 265-277.

Sarker, D.D.; & Datta, K.B. (1987). Giemsa C-banding pattern in some cultivars of *Trichosanthes dioica* Roxb. *Cytologia.* 52: 419–423.

Sharma, Arun K.; & Sharma, A. (1999). *Plant chromosomes : analysis, manipulation and engineering* . Amsterdam: Harwood Academic.

Tagashira, N.; et al. (2009). Cytogenetic comparison among three cultivars of cucumber (*Cucumis sativus* L.) by using post-heated DAPI band, 45S and 5S rDNA sites. *Chromosome Botany*. 4: 19-23.

The Free Dictionary. (2013). *Centromere*. Retrieved March 28, 2013, from http://medical dictionary. thefreedictionary.com/centromere

Trivedi, R.N.; & Roy, R.P. (1970). Cytological studies in *Cucumis* and *Citrullus*. *Cytologia.* 35: 561–569.

----------(1972). Cytological studies in some species of *momordica*. *Genetica*. 43: 282-291.

Ullerich, F.H. (1966). Karyotype und DNS-Gehalt von *Bufo bufo*, *B. viridis*, *B.bufo* x *B.viridis* and *B. calamita* (Amphibia, Anura). *Chromosoma* (Berl). 18: 316-342.

Waminal N.E.; Kim, N.S.; & Kim, H.H. (2011). Dual-color FISH karyotype analyses using rDNA in three Cucurbitaceae species. *Genes & Gnomics*. 33: 521-528.

Waminal N.E.; & Kim, H.H. (2012). Dual-color FISH karyotype and rDNA distribution analyses on four Cucurbitaceae species. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 53(1): 49-56.

Yadava, K.S.; Singh, A.K.; & Arya, H.C. (1984). Cytogenetic investigation in *Cucumis* L. I. Meiotic analysis in twenty four *Cucumis* species. *Cytologia*. 49: 1-9.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก 1 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของแฟง

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.928	2.109	4.037	1.094	m
2	1.755	2.015	3.770	1.148	m
3	1.669	1.863	3.532	1.116	m
4	1.429	1.777	3.206	1.244	m
5	0.996	1.512	2.508	1.518	m
6	1.118	1.361	2.479	1.217	m
7	1.035	1.380	2.415	1.333	m
8	1.309	2.330	3.639	1.780	sm
9	0.913	2.119	3.032	2.321	sm
10	0.983	1.901	2.884	1.934	sm
11	0.921	1.874	2.795	2.035	sm
12	0.894	1.726	2.620	1.931	sm

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	2.559	3.187	5.746	1.245	m
2	2.420	3.001	5.421	1.240	m
3	1.699	2.876	4.575	1.693	m
4	2.214	2.314	4.528	1.045	m
5	1.476	2.035	3.511	1.379	m
6	1.328	2.057	3.385	1.549	m
7	1.083	1.507	2.590	1.392	m
8	1.639	3.303	4.942	2.015	sm
9	1.362	2.817	4.179	2.068	sm
10	1.291	2.525	3.816	1.956	sm
11	1.234	2.405	3.639	1.949	sm
12	1.199	2.367	3.566	1.974	sm

(เซลล์ที่ 3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.474	1.754	3.228	1.190	m
2	1.372	1.725	3.097	1.257	m
3	1.356	1.578	2.934	1.164	m
4	1.239	1.517	2.756	1.224	m
5	0.988	1.329	2.317	1.345	m
6	0.881	1.191	2.072	1.352	m
7	0.940	1.062	2.002	1.130	m
8	1.057	1.960	3.017	1.854	sm
9	0.881	1.658	2.539	1.882	sm
10	0.884	1.522	2.406	1.722	sm
11	0.785	1.551	2.336	1.976	sm
12	0.775	1.551	2.326	2.001	sm

(เซลล์ที่ 4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.463	2.036	3.499	1.392	m
2	1.487	1.811	3.298	1.218	m
3	1.329	1.669	2.998	1.256	m
4	1.446	1.531	2.977	1.059	m
5	1.030	1.299	2.329	1.261	m
6	0.929	1.362	2.291	1.466	m
7	0.896	1.282	2.178	1.431	m
8	1.148	1.973	3.121	1.719	sm
9	0.918	2.053	2.971	2.236	sm
10	0.795	1.710	2.505	2.151	sm
11	0.855	1.567	2.422	1.833	sm
12	0.863	1.504	2.367	1.743	sm

(เซลล์ที่ 5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.561	2.254	3.815	1.444	m
2	1.533	1.928	3.461	1.258	m
3	1.245	1.750	2.995	1.406	m
4	1.280	1.707	2.987	1.334	m
5	0.972	1.445	2.417	1.487	m
6	0.891	1.434	2.325	1.609	m
7	0.856	1.285	2.141	1.501	m
8	1.078	2.125	3.203	1.971	sm
9	0.885	2.036	2.921	2.301	sm
10	0.926	1.823	2.749	1.969	sm
11	0.920	1.688	2.608	1.835	sm
12	0.827	1.712	2.539	2.070	sm

ตารางภาคผนวก 2 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของน้ำเต้า (ลูกกลม)

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.136	1.346	2.482	1.185	m
2	0.868	1.455	2.323	1.676	m
3	1.013	1.223	2.236	1.207	m
4	0.911	1.311	2.222	1.439	m
5	0.898	1.227	2.125	1.366	m
6	0.768	1.177	1.945	1.533	m
7	0.807	1.037	1.844	1.285	m
8	0.837	0.937	1.774	1.119	m
9	0.739	0.880	1.619	1.191	m
10	0.864	1.497	2.361	1.733	sm
11	0.495	0.932	1.427	1.883	sm

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.044	1.273	2.317	1.219	m
2	0.892	1.157	2.049	1.297	m
3	0.815	1.119	1.934	1.373	m
4	0.908	0.961	1.869	1.058	m
5	0.811	0.949	1.760	1.170	m
6	0.789	0.963	1.752	1.221	m
7	0.696	1.010	1.706	1.451	m
8	0.644	0.907	1.551	1.408	m
9	0.563	0.820	1.383	1.456	m
10	0.796	1.390	2.186	1.746	sm
11	0.427	0.789	1.216	1.848	sm

(เซลล์ที่ 3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.287	1.741	3.028	1.353	m
2	1.037	1.686	2.723	1.626	m
3	1.114	1.353	2.467	1.215	m
4	1.071	1.330	2.401	1.242	m
5	1.030	1.280	2.310	1.243	m
6	0.917	1.331	2.248	1.451	m
7	0.913	1.271	2.184	1.392	m
8	0.860	1.106	1.966	1.286	m
9	0.797	1.139	1.936	1.429	m
10	0.956	1.914	2.870	2.002	sm
11	0.622	1.083	1.705	1.741	sm

(เซลล์ที่ 4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.167	1.506	2.673	1.290	m
2	0.919	1.404	2.323	1.528	m
3	0.878	1.338	2.216	1.524	m
4	0.902	1.276	2.178	1.415	m
5	0.948	1.193	2.141	1.258	m
6	0.916	1.173	2.089	1.281	m
7	0.890	1.171	2.061	1.316	m
8	0.767	1.183	1.950	1.542	m
9	0.718	1.164	1.882	1.621	m
10	0.857	1.563	2.420	1.824	sm
11	0.598	1.193	1.791	1.995	sm

(เซลล์ที่ 5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.910	2.694	4.604	1.410	m
2	1.413	1.836	3.249	1.299	m
3	1.122	1.843	2.965	1.643	m
4	1.186	1.595	2.781	1.345	m
5	1.024	1.670	2.694	1.631	m
6	1.018	1.585	2.603	1.557	m
7	1.129	1.410	2.539	1.249	m
8	0.987	1.497	2.484	1.517	m
9	1.045	1.315	2.360	1.258	m
10	1.379	2.535	3.914	1.838	sm
11	0.731	1.321	2.052	1.807	sm

ตารางภาคผนวก 3 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของน้ำเต้า (ลูกยาว)

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.276	1.860	3.136	1.458	m
2	0.883	1.145	2.028	1.297	m
3	0.826	1.166	1.992	1.412	m
4	0.876	1.018	1.894	1.162	m
5	0.835	0.970	1.805	1.162	m
6	0.746	0.996	1.742	1.335	m
7	0.674	1.001	1.675	1.485	m
8	0.686	0.905	1.591	1.319	m
9	0.670	0.811	1.481	1.210	m
10	0.735	1.373	2.108	1.868	sm
11	0.468	0.873	1.341	1.865	sm

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	0.990	1.676	2.666	1.693	m
2	0.856	1.057	1.913	1.235	m
3	0.792	0.982	1.774	1.240	m
4	0.754	0.999	1.753	1.325	m
5	0.752	0.954	1.706	1.269	m
6	0.732	0.893	1.625	1.220	m
7	0.686	0.879	1.565	1.281	m
8	0.625	0.875	1.500	1.400	m
9	0.558	0.852	1.410	1.527	m
10	0.744	1.319	2.063	1.773	sm
11	0.478	0.863	1.341	1.805	sm

(เซลล์ที่ 3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.378	2.263	3.641	1.642	m
2	1.251	1.619	2.870	1.294	m
3	1.267	1.503	2.770	1.186	m
4	1.150	1.503	2.653	1.307	m
5	1.142	1.468	2.610	1.285	m
6	1.082	1.478	2.560	1.366	m
7	0.880	1.447	2.327	1.644	m
8	0.888	1.381	2.269	1.555	m
9	0.898	1.309	2.207	1.458	m
10	1.150	2.062	3.212	1.793	sm
11	0.710	1.248	1.958	1.758	sm

(เซลล์ที่ 4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.097	1.732	2.829	1.579	m
2	0.975	1.480	2.455	1.518	m
3	0.982	1.404	2.386	1.430	m
4	1.036	1.284	2.320	1.239	m
5	1.032	1.246	2.278	1.207	m
6	0.889	1.267	2.156	1.426	m
7	0.854	1.197	2.051	1.402	m
8	0.815	1.091	1.906	1.339	m
9	0.690	1.067	1.757	1.546	m
10	0.864	1.711	2.575	1.980	sm
11	0.501	1.006	1.507	2.008	sm

(เซลล์ที่ 5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.355	1.718	3.073	1.268	m
2	1.036	1.408	2.444	1.359	m
3	0.958	1.440	2.398	1.503	m
4	1.063	1.220	2.283	1.148	m
5	0.996	1.250	2.246	1.255	m
6	0.980	1.115	2.095	1.138	m
7	0.900	1.148	2.048	1.276	m
8	0.725	1.163	1.888	1.604	m
9	0.673	1.098	1.771	1.632	m
10	0.910	1.658	2.568	1.822	sm
11	0.341	0.783	1.124	2.296	sm

ตารางภาคผนวก 4 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของบวบกลม (ลูกยาว)

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (µm)	L (µm)	T (µm)	L/S (µm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.276	1.366	2.642	1.071	m
2	1.048	1.451	2.499	1.385	m
3	1.014	1.414	2.428	1.394	m
4	1.089	1.264	2.353	1.161	m
5	1.076	1.244	2.320	1.156	m
6	1.105	1.189	2.294	1.076	m
7	0.995	1.251	2.246	1.257	m
8	1.030	1.204	2.234	1.169	m
9	1.074	1.126	2.200	1.048	m
10	0.942	1.208	2.150	1.282	m
11	0.949	1.167	2.116	1.230	m
12	0.955	1.064	2.019	1.114	m
13	0.896	0.973	1.869	1.086	m

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (µm)	L (µm)	T (µm)	L/S (µm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.410	1.867	3.277	1.324	m
2	1.269	1.623	2.892	1.279	m
3	1.218	1.604	2.822	1.317	m
4	1.132	1.611	2.743	1.423	m
5	1.053	1.631	2.684	1.549	m
6	0.977	1.625	2.602	1.663	m
7	1.121	1.386	2.507	1.236	m
8	0.991	1.454	2.445	1.467	m
9	1.015	1.402	2.417	1.381	m
10	0.985	1.405	2.390	1.426	m
11	1.018	1.239	2.257	1.217	m
12	0.894	1.245	2.139	1.393	m
13	0.714	1.142	1.856	1.599	m

(เซลล์ที่3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.186	1.641	2.827	1.384	m
2	1.126	1.475	2.601	1.310	m
3	0.978	1.520	2.498	1.554	m
4	1.165	1.212	2.377	1.040	m
5	0.838	1.368	2.206	1.632	m
6	0.885	1.298	2.183	1.467	m
7	0.940	1.187	2.127	1.263	m
8	0.967	1.088	2.055	1.125	m
9	0.806	1.211	2.017	1.502	m
10	0.904	1.058	1.962	1.170	m
11	0.836	1.091	1.927	1.305	m
12	0.885	1.028	1.913	1.162	m
13	0.835	0.981	1.816	1.175	m

(เซลล์ที่ 4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.192	1.809	3.001	1.518	m
2	1.205	1.431	2.636	1.188	m
3	0.973	1.582	2.555	1.626	m
4	0.976	1.471	2.447	1.507	m
5	1.177	1.237	2.414	1.051	m
6	1.092	1.308	2.400	1.198	m
7	0.951	1.415	2.366	1.488	m
8	0.891	1.319	2.210	1.480	m
9	0.959	1.205	2.164	1.257	m
10	0.776	1.268	2.044	1.634	m
11	0.718	1.099	1.817	1.531	m
12	0.791	0.819	1.610	1.035	m
13	0.570	0.675	1.245	1.184	m

(เซลล์ที่ 5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.349	2.155	3.504	1.597	m
2	1.290	1.837	3.127	1.424	m
3	1.227	1.755	2.982	1.430	m
4	1.127	1.749	2.876	1.552	m
5	1.092	1.653	2.745	1.514	m
6	1.090	1.592	2.682	1.461	m
7	1.224	1.443	2.667	1.179	m
8	1.060	1.513	2.573	1.427	m
9	0.966	1.284	2.250	1.329	m
10	0.922	1.203	2.125	1.305	m
11	0.846	1.144	1.990	1.352	m
12	0.809	1.165	1.974	1.440	m
13	0.779	1.101	1.880	1.413	m

ตารางภาคผนวก 5 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของบวบกลม(ลูกสั้น)

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.276	1.396	2.672	1.094	m
2	1.056	1.398	2.454	1.324	m
3	0.866	1.451	2.317	1.676	m
4	0.890	1.322	2.212	1.485	m
5	1.056	1.132	2.188	1.072	m
6	0.802	1.331	2.133	1.660	m
7	0.945	1.102	2.047	1.166	m
8	0.918	1.050	1.968	1.144	m
9	0.838	1.102	1.940	1.315	m
10	0.912	1.007	1.919	1.104	m
11	0.755	1.114	1.869	1.475	m
12	0.701	1.102	1.803	1.572	m
13	0.627	1.026	1.653	1.636	m

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.361	1.715	3.076	1.260	m
2	1.181	1.485	2.666	1.257	m
3	1.045	1.467	2.512	1.404	m
4	1.130	1.318	2.448	1.166	m
5	0.969	1.285	2.254	1.326	m
6	1.039	1.109	2.148	1.067	m
7	0.849	1.215	2.064	1.431	m
8	0.852	1.178	2.030	1.383	m
9	0.976	1.045	2.021	1.071	m
10	0.857	1.094	1.951	1.277	m
11	0.848	0.967	1.815	1.140	m
12	0.663	1.057	1.720	1.594	m
13	0.766	0.918	1.684	1.198	m

(เซลล์ที่3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.148	1.732	2.880	1.509	m
2	1.122	1.563	2.685	1.393	m
3	1.116	1.459	2.575	1.307	m
4	1.169	1.287	2.456	1.101	m
5	1.012	1.303	2.315	1.288	m
6	0.933	1.320	2.253	1.415	m
7	0.849	1.386	2.235	1.633	m
8	0.905	1.300	2.205	1.436	m
9	0.941	1.211	2.152	1.287	m
10	0.918	1.184	2.102	1.290	m
11	0.880	1.116	1.996	1.268	m
12	0.873	1.071	1.944	1.227	m
13	0.775	1.044	1.819	1.347	m

(เซลล์ที่ 4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.089	1.771	2.860	1.626	m
2	1.042	1.508	2.550	1.447	m
3	0.967	1.427	2.394	1.476	m
4	0.965	1.357	2.322	1.406	m
5	0.897	1.404	2.301	1.565	m
6	0.965	1.282	2.247	1.328	m
7	0.949	1.230	2.179	1.296	m
8	0.917	1.230	2.147	1.341	m
9	0.957	1.144	2.101	1.195	m
10	0.848	1.204	2.052	1.420	m
11	0.873	1.087	1.960	1.245	m
12	0.894	1.024	1.918	1.145	m
13	0.751	1.113	1.864	1.482	m

(เซลล์ที่ 5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.456	1.630	3.086	1.120	m
2	1.329	1.472	2.801	1.108	m
3	1.059	1.581	2.640	1.493	m
4	1.182	1.424	2.606	1.205	m
5	1.167	1.402	2.569	1.201	m
6	1.084	1.459	2.543	1.346	m
7	1.141	1.372	2.513	1.202	m
8	1.027	1.447	2.474	1.409	m
9	1.015	1.433	2.448	1.412	m
10	1.069	1.324	2.393	1.239	m
11	0.986	1.338	2.324	1.357	m
12	0.989	1.044	2.033	1.056	m
13	0.807	1.041	1.848	1.290	m

ตารางภาคผนวก 6 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของบวบเหลี่ยม

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.586	2.217	3.803	1.398	m
2	1.362	2.057	3.419	1.510	m
3	1.388	1.967	3.355	1.417	m
4	1.391	1.897	3.288	1.364	m
5	1.205	2.002	3.207	1.661	m
6	1.318	1.690	3.008	1.282	m
7	1.228	1.688	2.916	1.375	m
8	1.216	1.645	2.861	1.353	m
9	1.176	1.528	2.704	1.299	m
10	1.185	1.406	2.591	1.186	m
11	1.109	1.408	2.517	1.270	m
12	1.042	1.406	2.448	1.349	m
13	1.106	2.078	3.184	1.879	sm

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	0.988	1.623	2.611	1.643	m
2	1.164	1.404	2.568	1.206	m
3	1.088	1.440	2.528	1.324	m
4	1.091	1.369	2.460	1.255	m
5	1.002	1.423	2.425	1.420	m
6	1.026	1.328	2.354	1.294	m
7	0.961	1.361	2.322	1.416	m
8	1.031	1.218	2.249	1.181	m
9	0.881	1.248	2.129	1.417	m
10	0.794	1.185	1.979	1.492	m
11	0.800	1.069	1.869	1.336	m
12	0.848	0.950	1.798	1.120	m
13	0.748	1.474	2.222	1.971	sm

(เซลล์ที่3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.159	1.584	2.743	1.367	m
2	1.041	1.373	2.414	1.319	m
3	1.022	1.252	2.274	1.225	m
4	1.000	1.246	2.246	1.246	m
5	0.898	1.270	2.168	1.414	m
6	0.992	1.124	2.116	1.133	m
7	0.915	1.195	2.110	1.306	m
8	0.962	1.126	2.088	1.170	m
9	0.912	1.157	2.069	1.269	m
10	0.983	1.047	2.030	1.065	m
11	0.943	1.009	1.952	1.070	m
12	0.844	0.959	1.803	1.136	m
13	0.806	1.688	2.494	2.094	sm

(เซลล์ที่ 4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.101	1.725	2.826	1.567	m
2	1.187	1.351	2.538	1.138	m
3	1.133	1.316	2.449	1.162	m
4	1.114	1.286	2.400	1.154	m
5	1.101	1.274	2.375	1.157	m
6	1.053	1.242	2.295	1.179	m
7	0.912	1.328	2.240	1.456	m
8	1.015	1.213	2.228	1.195	m
9	1.053	1.123	2.176	1.066	m
10	0.998	1.136	2.134	1.138	m
11	0.896	1.092	1.988	1.219	m
12	0.682	0.998	1.680	1.463	m
13	0.870	1.552	2.422	1.784	sm

(เซลล์ที่ 5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.401	1.610	3.011	1.149	m
2	1.203	1.745	2.948	1.451	m
3	1.289	1.585	2.874	1.230	m
4	1.291	1.541	2.832	1.194	m
5	1.220	1.476	2.696	1.210	m
6	1.275	1.352	2.627	1.060	m
7	1.220	1.389	2.609	1.139	m
8	1.255	1.320	2.575	1.052	m
9	1.127	1.403	2.530	1.245	m
10	1.165	1.346	2.511	1.155	m
11	1.054	1.337	2.391	1.269	m
12	1.008	1.268	2.276	1.258	m
13	0.944	1.656	2.600	1.754	sm

ตารางภาคผนวก 7 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของบวบงู

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.518	2.115	3.633	1.390	m
2	1.412	1.937	3.349	1.372	m
3	1.542	1.684	3.226	1.092	m
4	1.254	1.808	3.062	1.442	m
5	1.171	1.776	2.947	1.517	m
6	1.346	1.498	2.844	1.113	m
7	1.311	1.493	2.804	1.139	m
8	1.160	1.524	2.684	1.314	m
9	1.097	1.429	2.526	1.303	m
10	1.010	1.292	2.302	1.279	m
11	0.964	2.210	3.174	2.293	sm

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.454	1.850	3.304	1.272	m
2	1.539	1.617	3.156	1.051	m
3	1.243	1.708	2.951	1.374	m
4	1.156	1.664	2.820	1.439	m
5	1.105	1.564	2.669	1.415	m
6	1.149	1.435	2.584	1.249	m
7	1.211	1.306	2.517	1.078	m
8	1.165	1.319	2.484	1.132	m
9	0.992	1.469	2.461	1.481	m
10	0.933	1.347	2.280	1.444	m
11	0.742	1.322	2.064	1.782	sm

(เซลล์ที่3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.801	1.858	3.659	1.032	m
2	1.413	1.855	3.268	1.313	m
3	1.336	1.828	3.164	1.368	m
4	1.343	1.715	3.058	1.277	m
5	1.261	1.750	3.011	1.388	m
6	1.385	1.551	2.936	1.120	m
7	1.255	1.643	2.898	1.309	m
8	1.175	1.598	2.773	1.360	m
9	1.190	1.468	2.658	1.234	m
10	1.073	1.383	2.456	1.289	m
11	0.938	1.713	2.651	1.826	sm

(เซลล์ที่4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.437	1.888	3.325	1.314	m
2	1.321	1.725	3.046	1.306	m
3	1.280	1.642	2.922	1.283	m
4	1.134	1.598	2.732	1.409	m
5	1.128	1.527	2.655	1.354	m
6	1.070	1.401	2.471	1.309	m
7	1.070	1.282	2.352	1.198	m
8	1.004	1.306	2.310	1.301	m
9	1.013	1.137	2.150	1.122	m
10	0.950	0.987	1.937	1.039	m
11	1.011	1.808	2.819	1.788	sm

(เซลล์ที่5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.397	2.181	3.578	1.561	m
2	1.279	1.892	3.171	1.479	m
3	1.488	1.642	3.130	1.103	m
4	1.403	1.667	3.070	1.188	m
5	1.213	1.796	3.009	1.481	m
6	1.274	1.598	2.872	1.254	m
7	1.218	1.573	2.791	1.291	m
8	1.194	1.562	2.756	1.308	m
9	1.070	1.615	2.685	1.509	m
10	1.040	1.394	2.434	1.340	m
11	0.639	1.813	2.452	2.837	sm

ตารางภาคผนวก 8 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของมะระขี้นก

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.284	1.584	2.868	1.234	m
2	1.105	1.660	2.765	1.502	m
3	1.125	1.591	2.716	1.414	m
4	1.079	1.561	2.640	1.447	m
5	1.162	1.373	2.535	1.182	m
6	1.010	1.439	2.449	1.425	m
7	0.904	1.499	2.403	1.658	m
8	0.973	1.399	2.372	1.438	m
9	1.102	1.238	2.340	1.123	m
10	0.917	1.277	2.194	1.393	m
11	0.868	1.046	1.914	1.205	m

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.484	2.243	3.727	1.511	m
2	1.316	1.899	3.215	1.443	m
3	1.327	1.652	2.979	1.245	m
4	1.299	1.607	2.906	1.237	m
5	1.213	1.587	2.800	1.308	m
6	1.204	1.470	2.674	1.221	m
7	1.162	1.389	2.551	1.195	m
8	1.190	1.246	2.436	1.047	m
9	0.974	1.296	2.270	1.331	m
10	1.047	1.118	2.165	1.068	m
11	0.756	1.061	1.817	1.403	m

(เซลล์ที่3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.166	1.436	2.602	1.232	m
2	1.002	1.294	2.296	1.291	m
3	0.984	1.176	2.160	1.195	m
4	0.878	1.184	2.062	1.349	m
5	0.940	0.968	1.908	1.030	m
6	0.720	1.064	1.784	1.478	m
7	0.666	1.074	1.740	1.613	m
8	0.774	0.902	1.676	1.165	m
9	0.726	0.844	1.570	1.163	m
10	0.594	0.892	1.486	1.502	m
11	0.666	0.668	1.334	1.003	m

(เซลล์ที่ 4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.913	2.065	3.978	1.079	m
2	1.621	2.055	3.676	1.268	m
3	1.486	1.818	3.304	1.223	m
4	1.393	1.641	3.034	1.178	m
5	1.056	1.681	2.737	1.592	m
6	1.060	1.515	2.575	1.429	m
7	1.011	1.538	2.549	1.521	m
8	1.075	1.428	2.503	1.328	m
9	0.981	1.388	2.369	1.415	m
10	0.903	1.293	2.196	1.432	m
11	0.956	0.988	1.944	1.033	m

(เซลล์ที่ 5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.147	1.930	3.077	1.683	m
2	1.201	1.698	2.899	1.414	m
3	1.216	1.355	2.571	1.114	m
4	0.982	1.491	2.473	1.518	m
5	1.014	1.410	2.424	1.391	m
6	0.946	1.426	2.372	1.507	m
7	0.863	1.437	2.300	1.665	m
8	0.851	1.368	2.219	1.608	m
9	0.835	1.367	2.202	1.637	m
10	0.846	1.186	2.032	1.402	m
11	0.842	1.109	1.951	1.317	m

ตารางภาคผนวก 9 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของมะระจีน

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.116	1.122	2.238	1.005	m
2	0.963	1.092	2.055	1.134	m
3	0.901	1.137	2.038	1.262	m
4	0.961	1.063	2.024	1.106	m
5	0.860	1.082	1.942	1.258	m
6	0.741	1.178	1.919	1.590	m
7	0.782	1.097	1.879	1.403	m
8	0.851	1.005	1.856	1.181	m
9	0.780	0.970	1.750	1.244	m
10	0.713	0.918	1.631	1.288	m
11	0.750	0.824	1.574	1.099	m

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.022	1.420	2.442	1.389	m
2	0.969	1.410	2.379	1.455	m
3	0.964	1.208	2.172	1.253	m
4	0.966	1.121	2.087	1.160	m
5	0.866	1.121	1.987	1.294	m
6	0.740	1.115	1.855	1.507	m
7	0.819	0.959	1.778	1.171	m
8	0.810	0.949	1.759	1.172	m
9	0.713	0.942	1.655	1.321	m
10	0.651	0.867	1.518	1.332	m
11	0.675	0.793	1.468	1.175	m

(เซลล์ที่3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.031	1.163	2.194	1.128	m
2	0.924	1.098	2.022	1.188	m
3	0.947	1.042	1.989	1.100	m
4	0.884	1.017	1.901	1.150	m
5	0.786	1.049	1.835	1.335	m
6	0.782	1.033	1.815	1.321	m
7	0.827	0.938	1.765	1.134	m
8	0.859	0.852	1.711	0.992	m
9	0.775	0.899	1.674	1.160	m
10	0.696	0.891	1.587	1.280	m
11	0.576	0.877	1.453	1.523	m

(เซลล์ที่ 4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	0.946	1.327	2.273	1.403	m
2	0.944	1.234	2.178	1.307	m
3	0.924	1.075	1.999	1.163	m
4	0.891	0.994	1.885	1.116	m
5	0.892	0.937	1.829	1.050	m
6	0.789	0.971	1.760	1.231	m
7	0.752	0.954	1.706	1.269	m
8	0.800	0.884	1.684	1.105	m
9	0.732	0.897	1.629	1.225	m
10	0.715	0.838	1.553	1.172	m
11	0.703	0.823	1.526	1.171	m

(เซลล์ที่ 5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.128	1.250	2.378	1.108	m
2	1.014	1.216	2.230	1.199	m
3	0.868	1.316	2.184	1.516	m
4	0.899	1.140	2.039	1.268	m
5	0.922	1.084	2.006	1.176	m
6	0.922	1.060	1.982	1.150	m
7	0.927	1.028	1.955	1.109	m
8	0.789	1.018	1.807	1.290	m
9	0.781	0.911	1.692	1.166	m
10	0.674	0.957	1.631	1.420	m
11	0.728	0.791	1.519	1.087	m

ตารางภาคผนวก 10 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (S) ความยาวแขนยาว (L) ความยาวทั้งแขน (T) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (L/S) ชนิดโครโมโซมของแตงไทย

(เซลล์ที่1)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.174	1.442	2.616	1.228	m
2	0.904	1.403	2.307	1.552	m
3	1.098	1.203	2.301	1.096	m
4	0.969	1.191	2.160	1.229	m
5	0.989	1.057	2.046	1.069	m
6	0.906	1.034	1.940	1.141	m
7	0.843	0.994	1.837	1.179	m
8	0.736	0.911	1.647	1.238	m
9	0.835	1.667	2.502	1.996	sm
10	0.708	1.404	2.112	1.983	sm
11	0.662	1.156	1.818	1.746	sm
12	0.272	1.985	2.257	7.298	t

(เซลล์ที่ 2)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.153	1.759	2.912	1.526	m
2	0.977	1.542	2.519	1.578	m
3	0.908	1.491	2.399	1.642	m
4	0.994	1.335	2.329	1.343	m
5	0.936	1.241	2.177	1.326	m
6	1.021	1.111	2.132	1.088	m
7	0.915	1.190	2.105	1.301	m
8	0.927	1.015	1.942	1.095	m
9	0.986	1.716	2.702	1.740	sm
10	0.810	1.417	2.227	1.749	sm
11	0.723	1.304	2.027	1.804	sm
12	0.268	2.102	2.370	7.843	t

(เซลล์ที่3)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.048	1.458	2.506	1.391	m
2	0.891	1.407	2.298	1.579	m
3	0.989	1.220	2.209	1.234	m
4	0.856	1.328	2.184	1.551	m
5	0.870	1.243	2.113	1.429	m
6	0.804	1.269	2.073	1.578	m
7	0.814	1.247	2.061	1.532	m
8	0.818	1.109	1.927	1.356	m
9	0.839	1.532	2.371	1.826	sm
10	0.680	1.464	2.144	2.153	sm
11	0.726	1.266	1.992	1.744	sm
12	0.262	1.936	2.198	7.389	t

(เซลล์ที่ 4)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.249	1.772	3.021	1.419	m
2	1.131	1.445	2.576	1.278	m
3	1.046	1.387	2.433	1.326	m
4	1.090	1.185	2.275	1.087	m
5	0.936	1.090	2.026	1.165	m
6	0.959	1.010	1.969	1.053	m
7	0.803	1.123	1.926	1.399	m
8	0.704	1.153	1.857	1.638	m
9	0.956	1.735	2.691	1.815	sm
10	0.783	1.379	2.162	1.761	sm
11	0.655	1.225	1.880	1.870	sm
12	0.289	2.059	2.348	7.125	t

(เซลล์ที่ 5)

โครโมโซมคู่ที่	S (μm)	L (μm)	T (μm)	L/S (μm)	ชนิดโครโมโซม
1	1.213	1.707	2.920	1.407	m
2	1.027	1.556	2.583	1.515	m
3	1.115	1.380	2.495	1.238	m
4	1.000	1.422	2.421	1.422	m
5	0.933	1.325	2.258	1.420	m
6	0.891	1.329	2.219	1.492	m
7	0.886	1.267	2.153	1.430	m
8	0.918	1.080	1.998	1.176	m
9	0.982	1.724	2.706	1.756	sm
10	0.857	1.502	2.359	1.753	sm
11	0.584	1.478	2.062	2.531	sm
12	0.289	2.184	2.473	7.557	t

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวขวัญฤทัย มาระโภชน์
วันเดือนปีเกิด	14 พฤศจิกายน 2523
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	43 หมู่ 14 ตำบลบางขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านบึงตะกู อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนดัดดรุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา
พ.ศ. 2545	ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา จาก มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2556	ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาชีววิทยา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ