บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

สาคู หรือต้นรากสาคู (arrowroot) หมายถึงพืช 2 ตระกูล (family) คือ Marantaceae (*Maranta* spp.) และ Cannaceae (*Canna* spp.) ในประเทศไทยมีรายงานการนำมาปลูกทั้ง 2 ตระกูล (กล้าณรงค์ และคณะ, 2542) พืชทั้ง 2 ตระกูลมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกันในระดับวงศ์ (order) คือ Zingiberales (Kress, 2002) ดังภาพที่ 1

นอกจากนี้ สาคู ยังใช้เป็นชื่อพ้องเรียกพืชอีกหลายชนิด จึงยังมีความเข้าใจสับสนกันอยู่มาก (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 พืชที่ใช้ชื่อพ้อง สาคู และ arrowroot

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ ภาษาอังกฤษ	ชื่อสามัญ ภาษาไทย	อ้างอิง
Alstroemeria ligtu	Talcahuana arrow-root	-	Harvey and Lloyd (2002)
Arum maculatum	Portland arrowroot	-	Grieve (1974)
Calathea, Ctenenthe	-	สาคูทอง	อุไร (2537)
Canna edulis Ker Gawler	Queensland arrowroot	สาคูจีน	พิมล และคณะ (2542)
Canna languinosa	Inca arrowroot	-	Stephens (2002)
Canna pierreana	False arrowroot	-	Stephens (2002)
Curcuma angustifolia Roxburgh	Indian arrowroot	-	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544)
Curcuma leucorrhiza L.	East Indian arrowroot	-	Felter and Lloyd (2002)
Curcuma longa	East Indian arrowroot	-	Grieve (1995)
Dion edule	Mexican arrowroot	-	Grieve (1974)
Manihot esculenta Crantz, M. utilissima	Brazilian arrowroot, cassava	มันสำปะหลัง	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ ภาษาอังกฤษ	ชื่อสามัญ ภาษาไทย	อ้างอิง
Maranta allouga, M. nobilis	West Indian arrowroot	-	Grieve (1995)
Maranta arundinacea Linnaeus	West Indian arrowroot	สาคูวิลาส	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544)
Maranta arundinacea L. var. variegate Hort.	Arrowroot	สาคูด่าง	เต็ม (2544)
Maranta leuconeura var. Kerchoreaus	Prayer plant	สาคู	ประพจน์ (2545)
Mrtroxylon sagu Rottboell	Sago palm	ปาล์มสาคู	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544)
Nelumbium speciosum	Chinese arrowroot	-	Grieve (1974)
Tacca hawaiiensis	Hawaii arrowroot	-	Stephens (2002)
Tacca leontopetaloides (L.) O. Kuntze	East Indian arrowroot, Polynesian arrowroot, Tahiti arrowroot	เท้ายายม่อม, บุกรอ	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544)
Tacca oceanica	Tahiti arrowroot	-	Felter and Lloyd (2002)
Tacca pinnatifida	South sea arrowroot	-	Stephens (2002)
Zamia floridana	Florida arrowroot, sago, coontie	-	The Columbia Encyclopedia, Sixth Edition (2002b)
Zamia integrifolia	Talcahuana arrowroot	-	Felter and Lloyd (2002)
Zamia integrifolia	Zamia arrowroot	-	Harvey and Lloyd (2002)
Zea mays	Oswego arrowroot	-	Grieve (1974)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. ส่วนต่างๆ ของพืชมียางขาว ดอกแยกเพศอยู่ร่วมต้น ..... วงศ์ย่อย Musineae
ตระกูล Musaceae

1′. ส่วนต่างๆ ของพืชไม่มียางขาว ดอกมีสองเพศ

2. รากมีเนื้อเยื่อเวสเซล (vessel) และท่อลำเลียงอาหาร (phloem) ที่ส่วนในสุดทรงกระบอก ลำต้นมีเนื้อไม้ กลีบดอกด้านข้างสองกลีบติดกัน และล้อมรอบอับเรณู ..... วงศ์ย่อย Strelitziineae
ตระกูล Strelitziaceae

2′. รากมีเนื้อเยื่อเวสเซลและท่อลำเลียงอาหารที่ส่วนในสุดทรงโค้งจำนวนมากมาย ลำต้นไม่มีเนื้อไม้ กลีบดอกด้านข้างสองกลีบไม่เชื่อมติดกัน

3. รังไข่ยืดออกเป็นรูปหลอด กลีบดอกไม่เชื่อมติดกัน กลีบกลางเป็นกลีบปากอิสระ เกสรเพศผู้ตรงกลางวงนอกไม่เป็นหมัน เกสรเพศผู้ตรงกลางวงในไม่ปรากฏ ..... วงศ์ย่อย Lowiineae
ตระกูล Lowiaceae

3′. รังไข่สั้นหรือไม่ยืดออกเป็นรูปหลอด กลีบดอกเชื่อมติดกันบางส่วนอาจเฉพาะที่ฐาน กลีบกลางไม่เป็นกลีบปาก เกสรเพศผู้ตรงกลางวงนอกเป็นหมัน เกสรเพศผู้ตรงกลางวงในปรากฏอยู่

4. แกนใบมีช่องอากาศลักษณะโค้ง 2 ช่อง ปรากฏถุงผลึกรูปเข็ม เกสรเพศผู้ไม่เป็นหมัน 5 อัน เกสรเพศผู้ด้านข้างวงใน และวงนอกไม่เป็นหมัน ไม่มีเพอริสเปิร์ม (perisperm) ..... วงศ์ย่อย Heliconiineae
ตระกูล Heliconiaceae

4′. แกนใบมีช่องอากาศลักษณะโค้ง 1 ช่อง ไม่ปรากฏถุงผลึกรูปเข็ม เกสรเพศผู้ไม่เป็นหมัน 1 อัน เกสรเพศผู้ด้านข้างวงในและวงนอกเป็นหมัน มีเพอริสเปิร์ม ..... วงศ์ย่อย Zingiberineae

5. ดอกได้สมมาตรด้านข้าง กลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันที่ฐาน ก้านชูเกสรเพศเมียไม่พัฒนา อยู่ระหว่างลอนอับเรณู อับเรณูมีสี่ช่อง เอนโดสเปิร์ม (endosperm) เป็นแบบ helobial ..... ตระกูลใหญ่ Zingiberariae

6. ใบเรียงแบบสลับระนาบเดียว ส่วนต่างๆ ปรากฏน้ำมันมีกลิ่น เกสรเพศผู้เป็นหมันด้านข้างวงในเชื่อมติดกันเป็นกลีบปาก ..... ตระกูล Zingiberaceae

6′. ใบเรียงแบบเวียน ส่วนต่างๆ ไม่ปรากฏน้ำมันมีกลิ่น เกสรเพศผู้เป็นหมันทุกอันเชื่อมติดกันเป็นกลีบปาก ..... ตระกูล Costaceae

5′. ดอกไม่ได้สมมาตร กลีบเลี้ยงไม่เชื่อมติดกัน ก้านชูเกสรเพศเมียพัฒนา แยกออกจากอับเรณู อับเรณูมีสองช่อง เอนโดสเปิร์มเป็นแบบ nuclear ..... ตระกูลใหญ่ Cannariae

6. ลำต้นไม่มีเซลล์เมือกยาง โคนก้านใบป่อง (pulvinus) เส้นใบแขนงมีลักษณะโค้งคล้ายตัวเอสห่างสม่ำเสมอกันในใบ ดอกออกที่ปลายเป็นคู่ เกสรเพศผู้วงในแปรรูปเป็นเกสรเพศผู้เป็นหมันรูปคุ่ม และมีแผลเป็น ก้านเกสรเพศผู้และเพศเมียลักษณะไม่คล้ายกลีบดอก ออวุลหนึ่งอันในรังไข่แต่ละช่อง ..... ตระกูล Marantaceae

6′. ลำต้นมีเซลล์เมือกยาง โคนก้านใบไม่ป่อง เส้นใบแขนงมีลักษณะเฉียง ดอกไม่ออกเป็นคู่ เกสรเพศผู้เป็นหมัน และก้านเกสรเพศเมียลักษณะคล้ายกลีบดอก ออวุลจำนวนมากในรังไข่แต่ละช่อง ..... ตระกูล Cannaceae

ภาพที่ 1 รูปวิธานของวงศ์ Zingiberales (Kress, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตระกูล Marantaceae

ตระกูล Marantaceae มีสมาชิกประมาณ 80 สกุล (genus) (Anonymous, 2002) 550 ชนิด (species) (อุไร, 2537 ; Zeuter Development Corporation, 1996) พบบริเวณเขตร้อน และเขตอบอุ่นในป่าพื้นที่ลุ่ม (Barton, 1966) ส่วนมากพบในเขตร้อนของทวีปอเมริกาถึง 80% ในแถบแอฟริกาพบประมาณ 7% และในเอเชียพบประมาณ 11% (Wilson and Morrison, 2000) ในสกุล *Maranta* L. มีอยู่ประมาณ 32 ชนิด (Random House Australia Pty Ltd, 1999 ; Zhu Yu , 1753)

***Maranta arundinacea* Linnaeus**

ชื่อพ้อง *Maranta ramosissima* (Grieve, 1974) *M. sylvatica* Roscoe ex Smith, *Phrynium variegatum* N. E. Brown (Zhu Yu, 1753)

ชื่อสามัญ สาคู สาคูวิลาส มันอาโรรุต (เต็ม, 2544) สาคูวิลาศ สังคู (คมสัน, 2544) สาคูขาว มันสาคู (อร่าม และคณะ, 2541) arrowroot, West Indian arrowroot, St Vincent arrowroot (อังกฤษ) arrowroot des antilles, herbe aux flèches, arruruz (ฝรั่งเศส) garut, angkrik, larut (อินโดนีเซีย) ararut, ubi garue, berolu (มาเลเซีย) aroru, aru-aru, sagu (ฟิลิปปินส์) saku: (กัมพูชา) sa:kh'u: (ลาว) ho[af]ng tinh, c[ur] dong, hu[yf]nh tinh (เวียดนาม) (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) zulu (อเมริกาใต้) (กล้าณรงค์ และคณะ, 2542) arrow-root, Bermuda arrowroot (Sutthi, 1995) araruta, shimi-pampana, yuquilla (เปรู) viuxita (เม็กซิโก) hore kiki (บราซิล) kuzu-ukon, arÔrÛtu, aramutu (ญี่ปุ่น) obedience plant (Quattrocchi, 2000) juajua, araruta, fung quat (Special food, 2000) marante, caualla, chuchute, yuquillo, ara-ruta (Australian New Crop, 2001) bamboo tuber (Stephens, 2002)

ถิ่นกำเนิด และการแพร่กระจาย ไม่ทราบถิ่นกำเนิดที่แน่นอน แต่เป็นพืชพื้นเมืองในแถบอเมริกากลางรวมทั้งแถบคาริบเบียน ตอนเหนือของอเมริกาใต้ รวมไปถึงแถบตะวันตกของเอกวาดอร์ และบางพื้นที่แถบตอนกลางของทุ่งหญ้าในเขตแห้งแล้งของกิอานา ปัจจุบันมีการปลูกทั่วไปในเขตร้อนแต่มีความสำคัญเฉพาะในแถบอินดีสตะวันตก ได้แก่ บาฮาม่า แอนทิลส โดยเฉพาะในหมู่เกาะเซนต์วินเซนต์ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีปลูกทั่วไป (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) สำหรับในประเทศไทย สาคูเป็นพืชป่าที่คน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมัยก่อนเข้าไปหาในป่าเพื่อนำเหง้าอ่อนมาต้มรับประทาน หรือขาย แล้วจึงนำมาปลูกตามบ้าน ต่อมา ทำให้พบเห็นเพิ่มมากขึ้น (นายเกษตร, 2544)

สภาพนิเวศ ในสภาพธรรมชาติสาคูขึ้นอยู่ภายใต้ร่มเงาของไม้ใหญ่ในป่าดิบรังในเขตร้อนหรือในสภาพป่ากึ่งป่าดิบรัง ตามชายบึงหรือลำธาร ในบางครั้งพบขึ้นอยู่ในป่าสนในเขตแห้งแล้ง สาคูขึ้นได้ดีในเขตร้อนชื้น อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีปริมาณฝนตกเฉลี่ย 1,500-2,000 มิลลิเมตรต่อปี หรือมากกว่า โดยมีช่วงแล้งนาน 1-2 เดือน ทนทานต่อสภาพร่มเงาถึง 50% โดยที่ผลผลิตไม่ลดลง ขึ้นได้ในสภาพน้ำท่วมขัง และดินมีสภาพชื้นแฉะ แต่ในสภาพ ดังกล่าวไม่มีการเกิดเหง้า เป็นพืชที่ปลูกบนพื้นราบแต่อาจปลูกบนที่สูงถึง 1,000 เมตร ปลูกได้บนดินหลายประเภท แต่ขึ้นได้ดีในสภาพดินร่วน ดินร่วนทราย มีความอุดมสมบูรณ์สูง ความเป็นกรดและด่าง (pH) 5-8 สภาพดินภูเขาไฟในเซนต์วินเซนต์จัดว่าเหมาะสมสำหรับปลูก (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ล้มลุกอายุยืน มีระบบรากตื้น ลำต้นเหนือดินมีขนาดเล็ก เป็นกอ ตั้งตรง สูง 0.5-1.5 เมตร ส่วนปลายมักจะแตกออกเป็น 2 แฉก ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า (rhizome) หยั่งลึกลงไปในดิน เจริญทอดเลื้อยไปตามผิวดิน เหง้ารูปทรงกระบอก ขนาดยาว 5-40 เซนติเมตร กว้าง 2-5 เซนติเมตร มีข้อ และตาเห็นได้ชัดเจน สีขาว หรือสีออกแดง มีใบเกล็ดสีออกน้ำตาล หรือขาวห่อหุ้มซ้อนกัน ใบเป็นใบเดี่ยวออกเรียงสลับ มีกาบใบหุ้ม ใบเรียงกันซ้อนถี่ติดดินออกสองข้างลำต้นอยู่ในระนาบเดียวกัน ก้านใบกลม โคนใบมีลักษณะเป็นกาบ บริเวณรอยต่อระหว่างก้านใบและแผ่นใบโป่งออก (pulvinate) (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของใบ ในตอนกลางวันใบจะกางออกแต่กลางคืนใบจะแสดงอาการหลับ โดยห่อตั้งขึ้นคล้ายกับการพนมมือ เป็นวิธีที่ต้นพืชลดการคายน้ำ (ประพจน์, 2545) ผิวใบเกลี้ยงหรือมีขนปกคลุมห่างๆ สีเขียวหรือมีแกมสีขาว หรือสีม่วงแกมน้ำตาล ใบช่วงบนของต้นมักไม่มีก้านใบ ใบรูปขอบขนานแกมรูปไข่ ขนาดยาว 10-30 เซนติเมตร กว้าง 3-10 เซนติเมตร โคนใบกลม หรือตัดตรง ปลายใบเรียวแหลม ใบล่างสุดมีขนาดใหญ่ที่สุด แผ่นใบแบ่งเป็นสองข้างไม่เท่ากัน โดยมีด้านหนึ่งใหญ่กว่า ดูคล้ายว่าใบเบี้ยว เมื่อใบยังอ่อนด้านใหญ่จะม้วนหุ้มด้านเล็กไว้ (อุไร, 2537) แบบบิดเวียน (convolute) (ภูวดล, 2529) เส้นกลางใบเห็นได้ชัดเจน การจัดเรียงของเส้นใบเป็นแบบขนนกขนานกัน (pinnately parallel) แยกออกสองข้างของเส้นกลางใบมีลักษณะขนาน และอยู่ชิดกัน ดอกออกเป็นช่อ ตั้งแต่ 2 ช่อขึ้นไปในแต่ละต้น จากกาบใบบริเวณปลายยอดอ่อน มีช่อดอกแบบช่อแยกแขนง (panicle) แต่ละกิ่งแขนงมีใบประดับ (bract) รองรับ ปลายกิ่งแยกออกเป็นก้านดอก 1 คู่ แต่ละคู่มักหันหน้าเข้าหากัน ก้านช่อดอกแต่ละคู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีขนาดเล็ก ยาวถึง 4 เซนติเมตร ก้านดอกย่อยยาว 0-15 มิลลิเมตร ดอกย่อยมีขนาดเล็ก ขนาดดอกไม่เท่ากัน (จิรายุพิน, 2546) ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) แบบสมมาตรด้านข้าง (zygomorphic) ออกเป็นคู่จากใบประดับ (อุไร, 2537) มีกลีบเลี้ยงบาง 3 กลีบ ขนาดเท่ากัน สีเขียว รูปใบหอก อยู่แยกเป็นอิสระ ไม่เชื่อมติดกัน ไม่หลุดร่วง ยาว 12-16 (ถึง 18) มิลลิเมตร วงของกลีบดอกเป็นรูปหลอดสั้นๆ สีขาวมีลักษณะเป็น 3 พู ร่วงง่าย เกสรเพศผู้ แบ่งเป็น 2 ชั้น ติดอยู่กับกลีบดอก วงนอกเป็นเกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน และคล้ายแผ่นหนัง มีลักษณะคล้ายกลีบดอก 2 อัน ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ชั้นในมีความยาวประมาณครึ่งหนึ่งของชั้นนอก ประกอบด้วย เกสรเพศผู้สมบูรณ์ 1 อัน เป็นหมันมีขนาดใหญ่ 1 อัน และเป็นหมันมีขนาดเล็กลักษณะคล้ายฝาครอบ 1 อัน อับเรณูในเกสรเพศผู้สมบูรณ์เพียง 1 ช่อง อยู่ติดกับส่วนที่มีลักษณะคล้ายกลีบดอก เกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่ใต้วงกลีบ มี 1 ช่อง มีออวุล 1 อันต่อช่อง ก้านเกสรเพศเมียเชื่อมติดกับหลอดกลีบดอก ยอดเกสรเพศเมียมี 3 พู มีเกสรเพศผู้ที่มีลักษณะคล้ายกลีบดอกล้อมรอบ การผสมพันธุ์มีปัญหาการติดเมล็ดน้อย และอัตราความงอกของเมล็ดต่ำ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) ผลยาวประมาณ 7 มิลลิเมตร เปลือกมีลักษณะเป็นเนื้อแข็งเหนียว สีน้ำตาล ผิวเกลี้ยงไปจนถึงมีขนปกคลุม เมล็ดมี 3 ด้าน ผิวหยาบ สีออกชมพู มีเนื้อสีเหลือง ส่วนฐานมี 2 พู เมื่อผลแก่จะไม่แตกออก (indehiscent) (Watson and Dallwitz, 1992b)

คุณสมบัติทางเคมี ในเหง้าพบสาร benzoic acid, 4-hydroxy, chlorogenic acid, luteolin, 3′-methyl ether, ether, 6-c-glycoside, phloretic acid, protocatechuic acid, quercetin, syringic acid, vanillic acid (นันทวัน และอรนุช, 2543) และ beta-carotene, niacin, riboflavin, thiamin (Anonymous, 2003a)

ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์อื่นๆ สาคูมีอยู่หลายพันธุ์ เช่น Guangdong, Guangxi, Hainan, Taiwan และ S. Yunnan ถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนของอเมริกา (Zhu Yu, 1753) ในเซนต์วินเซนต์มีอยู่ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ที่มีเหง้าสีขาวเป็นพันธุ์ Creole และ Banana และพันธุ์ที่มีเหง้าสีแดงจากโดมินิกา พันธุ์ Creole นิยมปลูกโดยเกษตรกรรายย่อย เหง้ารูปยาว มีขนาดเล็ก ฝังลึกและอยู่กระจายในดิน ในสภาพดินเลวเหง้ามีขนาดเล็กมาก สามารถเก็บรักษาหลังเก็บเกี่ยวได้นานถึง 7 วัน โดยไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น พันธุ์ Banana มีเหง้าขนาดใหญ่ สั้น มีเส้นใยน้อย อยู่เป็นกระจุกใต้ผิวดินเล็กน้อย เก็บเกี่ยวและแปรรูปได้ง่าย ผลผลิตสูง นิยมปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่ แต่ผลผลิตควรนำไปแปรรูปภายใน 2 วันหลังเก็บเกี่ยว (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) ในประเทศไทยพบ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ Arundinacea หรือสาคูวิลาส และพันธุ์ Variegate Hort. หรือสาคูด่าง (เต็ม, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แหล่งพันธุกรรม มีการรวบรวมเชื้อพันธุ์ของสาคูที่เซนต์วินเซนต์ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีการรวบรวมไว้ 35 สายพันธุ์ที่ the Philippine Root Crops Research and Training Centre, Visayas State College of Agriculture, Leyte (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) ประเทศไทยปลูกรักษาพันธุ์ไว้ที่ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา (คณะทำงานประสานงานการนำพืช และรวบรวมพันธุ์พืช, 2538) ที่สถาบันวิจัย และฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร มี 2 พันธุ์ คือ สาคู และสาคูด่าง (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545)

ประโยชน์ เหง้าอ่อนนำมานึ่ง ต้ม หรือย่างรับประทานเป็นอาหารว่าง (อร่าม และคณะ, 2541) เป็นสมุนไพร ซึ่งเหง้ามีสรรพคุณทางยา รสจืดหวานเย็น ใช้ตำละเอียดพอกรักษาแผลแก้ปวดบวม (วุฒิ, 2540) เหง้าอ่อนช่วยขจัดเมือกไขมันที่ผนังลำไส้ ใช้รักษาโรคท้องร่วง ช่วยลดกรดในกระเพาะ อาการอาหารไม่ย่อย อาการเสียดท้อง และเป็นยาระบายอย่างอ่อน อาจใช้เป็นยาประเภทครีมขี้ผึ้ง หรือพอกแผลผสมกับสมุนไพรที่มีฤทธิ์กันเชื้อจุลินทรีย์ (Chevallier, 1996) แป้งมีคุณสมบัติย่อยง่าย มีสรรพคุณเป็นอาหารบำรุงสำหรับผู้ป่วยพักฟื้น โดยเฉพาะที่มีปัญหาด้านลำไส้จะช่วยให้บรรเทาอาการระคายเคือง เป็นอาหารเสริมในทารกวัยหย่านม (Grieve, 1974 and 1995 ; Felter and Lloyd, 2002) แป้งผสมกับน้ำ และน้ำนมใช้รักษาอาการผิดปกติของกระเพาะอาหาร เช่น อาหารเป็นพิษและท้องเสีย หรือใช้ปรุงอาหารที่ย่อยได้ง่ายสำหรับผู้ป่วยโรคกระเพาะอาหารและลำไส้ ด้านอุตสาหกรรมการปลูกสาคูส่วนใหญ่เพื่อสกัดแป้งจากเหง้ามาใช้ประโยชน์ทางด้านอาหารเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งนิยมใช้ในการเพิ่มความข้นของอาหารต่างๆ ใช้ในการทำซุป ซอส ลูกกวาด คุกกี้ และของหวานจำพวกพุดดิ้ง และไอศกรีม (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) ครีม คัสตาส น้ำเกรวี่ อาหารประเภทตุ๋น (Aki's kitchen, 1999) ใช้เป็นแป้งทำขนมปัง ขนมปังกรอบ แพนเค้ก และอาหารเช้า (Special food, 2000) แป้งสาคูสามารถทดแทนวุ้นได้ คือมีคุณสมบัติที่เหนียวมากกว่าแป้งอื่นๆ จึงนิยมนำมาทำพุดดิ้ง (Grieve, 1974) ใช้ทำผงแบเรียม (barium meals) ในอุตสาหกรรมยา เยื่อจากเหง้าใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ (Thai Junior Encyclopedia Project, 2000) กระดาษกล่อง กระดาษกันกระแทก และฝากั้นห้อง แป้งใช้เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการผลิตแป้งฝุ่น แป้งผัดหน้า กาว และสบู่ เหง้าใช้ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารไก่กระทง ส่วนกากที่เหลือหลังจากการสกัดแป้งใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ และเป็นปุ๋ย ใบใช้ห่อของ พันธุ์สาคูที่มีใบสวยงามมีปลูกเป็นไม้ประดับ และปลูกเป็นพืชคลุมดินใต้ต้นไม้ใหญ่ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตระกูล Cannaceae

ตระกูล Cannaceae มีสมาชิกเพียงสกุลเดียว คือ *Canna* L. ประมาณ 60 ชนิด (ณพพร, 2526) พบทั่วไปตามเขตร้อนและเขตอบอุ่นของโลก ส่วนมากพบในอเมริกา บางชนิดมีถิ่นกำเนิดในแอฟริกา และเอเชีย (de Wit, 1967)

***Canna edulis* Ker Gawler**

ชื่อพ้อง *Canna indica* L., *C. coccinea* P. Miller, *C. orientalis* Roscoe (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) *C. achiras* Gillies (Eco Crop supervisor, 2003 ; The National Academies Press, 1989)

ชื่อสามัญ สาคู สาคูจีน (พิมล และคณะ, 2542) พุทธรักษากินได้ (ดุษฎี และวัชรินทร์, 2544) พุทธรักษากินหัว สาคูหัวข่า สาคูมอญ อะตาหลุด Australian arrowroot, edible canna (เต็ม, 2544) สาคูเทศ purple arrowroot (Sutthi, 1995) อาตาหลุด (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545) พุทธรักษา พุทธรส (ไทย) canna, Queensland arrowroot, Indian shot (อังกฤษ) balisier (ฝรั่งเศส) ganyong, buah tasbeh, ubi pikul (อินโดนีเซีย) daun tasben ganiong pisang sebiak (มาเลเซีย) tikastikas, kukuwintassan, balunsaying (ฟิลิปปินส์) adalut butsarana (เมียนมาร์) che:k te:hs (กัมพูชา) kwayz ke: so:n, kwayz ph'uttha so:n (ลาว) chu[oos]I hoa, dong ri [eef]ng' khoai dao (เวียดนาม) (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) sakhu chin (ไทย) achira, achera, capacho, sugú, chisqua, adura, luano, gruya, tolumán, tikas, punyapong, kaska, piriquitoya, maraca, imucona, platanillo, cañacoros (สเปน) merú, birú, manso, bery, imbiry, araruta bastarda, bandua de Uribe (โปรตุเกส) lembong njeedra, seneetra (อินโดนีเซีย) zembu (ฟิลิปปินส์) dung rieng (เวียดนาม) (Quattrocchi, 2000) canna edulis (Eco Crop supervisor, 2003) tous-les-mois, marant, toloman, conflor, bahasa, cafiacoros, achira ganyong, adalut, ganging, kenyong, ubi gereda (Eco Crop supervisor, 2003) phool-tarool (Pradhan, 2003) lotus tuber (Lai and Tsai, 2003) banana canna (Standard Out, Inc., 2003) mew, ubi gereda Tagalog (The National Academies Press, 1989)

ถิ่นกำเนิด และการแพร่กระจาย เป็นพืชเก่าแก่ชนิดหนึ่งของโลก พบในป่าทางอเมริกาใต้ (The Columbia Encyclopedia, Sixth Edition, 2002a) เป็นไม้พื้นเมืองของแถบอเมริกาใต้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจุบันมีปลูกทั่วไปในเขตร้อน และเขตอบอุ่น พบขึ้นอยู่ตามธรรมชาติในหลายพื้นที่รวมทั้งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) มีถิ่นกำเนิดในแถบเทือกเขาแอนดีสของทวีปอเมริกาใต้ ตามหลักฐานทางโบราณคดีที่ขุดพบในบริเวณ Huaca Prieta บนชายฝั่งเปรู ยืนยันว่า มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่ประมาณ 2,500 ปีก่อนคริสตศักราช หรือก่อนพืชอาหารแป้งอื่นๆ และจากพื้นที่เพาะปลูกดั้งเดิม ครอบคลุมตั้งแต่เวเนซูเอลาไปถึงตอนเหนือของชิลี ได้แพร่กระจายไปยังดินแดนส่วนอื่นของโลก โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่เขตร้อนของทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย แอฟริกา หมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก และรัฐฮาวาย ส่วนการนำเข้ามาในประเทศไทยนั้น ไม่ปรากฏหลักฐานอ้างอิงชัดเจน ทราบแต่เพียงว่าเป็นพืชที่คุ้นเคยกันในชื่อ สาคูจีน สันนิษฐานว่า ชาวจีนเป็นผู้นำเข้ามาปลูกทางภาคใต้มานานแล้ว (พิมล และคณะ 2542)

สภาพนิเวศ ขึ้นได้ดีในสภาพภูมิอากาศต่างๆ กัน ในพื้นที่มีการกระจายของฝนสม่ำเสมอ มีปริมาณฝนตก 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี ไม่ชอบสภาพแห้งแล้ง ทนทานต่อสภาพดินชื้นแฉะแต่ไม่มีน้ำท่วมขัง ทนทานต่อสภาพร่มเงาได้ดี มีการเจริญเติบโตตามปกติในสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส แต่ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูง 30-32 องศาเซลเซียส รวมทั้งสภาพอากาศหนาวเย็นจนเกิดน้ำค้างแข็งเล็กน้อย ขึ้นอยู่ในระดับความสูงของพื้นที่ระดับน้ำทะเลจนถึงระดับความสูง 1,000 (ถึง 2,900) เมตร ขึ้นได้บนสภาพดินต่างๆ รวมทั้งในสภาพดินเลวที่ไม่เหมาะสำหรับปลูกพืชหัวชนิดอื่นๆ เช่น ดินที่มีการชะล้างสูง (acidic latosols) ขึ้นได้ดีในสภาพดินร่วนปนทราย หน้าดินลึก มีอินทรีย์วัตถุสูง ความเป็นกรดและด่าง 4.5-8.0 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ล้มลุกอายุยืน โตเร็ว ปกติชอบขึ้นอยู่รวมกันแน่นเป็นวัชพืช รากเป็นรากฝอยขนาดใหญ่ ลำต้นเหนือดินเจริญมาจากเหง้าใต้ดิน สูง 1-3.5 เมตร มักมีสีเหลือบม่วง ลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า มีขนาดใหญ่ อวบ แข็งแรง แตกเหง้าในแนวราบยาวถึง 60 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร เหง้ามีลักษณะคล้ายหัว (corms) ห่อหุ้มด้วยใบเกล็ด ใบสีเขียวหรือม่วง เรียงเวียน มีกาบใบขนาดใหญ่เปิดอ้า ในบางครั้งมีก้านใบสั้นๆ แกนกาบใบหนา และอวบ แผ่นใบรูปไข่แคบถึงรูปเรียว ยาว 60 เซนติเมตร กว้าง 15-27 เซนติเมตร ขอบใบเรียบ โคนใบกลมหรือรูปลิ่มสอบ เรียวลงไปยังกาบใบ ปลายใบเรียวแหลม เส้นกลางใบเด่นชัด เส้นกลางใบด้านล่างมักจะมีสีม่วงอ่อน ออกดอกได้ตลอดปี ช่อดอกเกิดที่ยอด ดอกย่อยภายในช่อดอกเดียวกันจะบานไม่พร้อมกัน โดยเริ่มบานจากฐานช่อขึ้นไปสู่ปลายช่อ (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545) ช่อดอกคล้ายแบบช่อกระจะ (raceme) ช่อเดี่ยว หรือแยกแขนงในบางครั้ง ดอกเดี่ยวหรือออก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นคู่ รูปร่างของดอกไม่แน่นอน ดอกสมบูรณ์เพศ ใบประดับรูปไข่กลับยาว 1-2 เซนติเมตร กว้าง 1 เซนติเมตร กลีบเลี้ยง 3 กลีบ รูปไข่กลับปลายแหลม ยาว 1-1.5 เซนติเมตร กว้าง 0.4-0.9 เซนติเมตร วงกลีบดอกยาว 4-5 เซนติเมตร กลีบล่างสุดยาว 1 เซนติเมตร เชื่อมติดเป็นหลอด กลีบดอกอยู่แยกเป็นอิสระ มี 3 กลีบ ยาว 3-4 เซนติเมตร กว้าง 0.3-0.6 เซนติเมตร สีแดงอ่อนไปจนถึงสีเหลือง ดอกสีส้ม และแดงเข้มพบในต้นที่มีใบสีม่วง และสีเหลืองพบในต้นที่มีใบสีเขียว (Pradhan, 2003) เกสรเพศผู้มีลักษณะคล้ายกลีบดอก เป็นส่วนที่เห็นได้ชัดเจนของดอก ประกอบด้วยวงนอก 3 กลีบ และวงใน 2 กลีบเชื่อมติดกัน อันหนึ่งมีลักษณะเป็นกลีบที่มีลักษณะแตกต่างไปจากกลีบอื่นชัดเจน เป็นกลีบปากขนาดใหญ่ และเกสรเพศผู้ 1 อัน รูปช้อน ยาว 4-6 เซนติเมตร กว้าง 1-1.5 เซนติเมตร ปกติยาวไม่เท่ากัน หรือเห็นชัดเจนเพียง 2 กลีบ เชื่อมติดกันที่โคน สีออกแดง กลีบปากรูปไข่แกมรูปขอบขนานแคบ ยาว 4-5 เซนติเมตร กว้าง 0.5-0.8 เซนติเมตร สีเหลืองมีจุดประสีแดง เกสรเพศผู้ยาว 4-5 เซนติเมตร ส่วนคล้ายกลีบดอกม้วนขึ้น อับเรณูยาว 0.7-1 เซนติเมตร เชื่อมติดกับส่วนคล้ายกลีบดอกตรงส่วนฐาน เกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่ใต้วงกลีบ มี 3 ช่อง ก้านเกสรเพศเมียมีขนาดใหญ่ยาว 4-5 เซนติเมตร สีออกแดง อยู่ติดกับส่วนฐานของเกสรเพศผู้ ผลแบบแห้งแตก รูปไข่ยาว 3 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร ผิวด้านนอกมีลักษณะเป็นหนามอ่อนนุ่ม ภายในผลแบ่งออกเป็นช่อง มีหลายเมล็ด เมล็ดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ผิวเรียบ และแข็ง สีดำไปจนถึงสีน้ำตาลดำ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

คุณสมบัติทางเคมี ไม่พบรายงาน

ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์อื่นๆ เป็นพืชที่ผสมพันธุ์ได้ง่าย ในธรรมชาติมีเปอร์เซ็นต์การผสมตัวเองมากกว่าการผสมข้าม (ทองปาน, 2525) ปัญหาความซับซ้อนในการจำแนกชนิดยังคงมีอยู่มาก โดยสีของดอกรวมทั้งความยาว จำนวน และรูปร่างของเกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน และมีความแปรปรวนมากในชนิดที่เป็น triploid มีรายงานจำนวนโครโมโซม 27 แท่ง มีสายพันธุ์ต่างๆ มากมายที่ไม่มีการตั้งชื่อ ในแถบเทือกเขาอินดีสในอเมริกาใต้ มี 2 สายพันธุ์ที่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย คือ พันธุ์ Vendes หัวมีสีขาวหม่น ใบสีเขียวสดใส และพันธุ์ Morados หัวมีสีม่วงแดง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) พันธุ์ Fujian, Guangdong, Guangxi, Jiangsu, Jiangxi, Hainan, Hunan, Sichuan, Taiwan, Yunnan, Zhejiang มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของอเมริกาและพบบริเวณเขตร้อนทั่วไป (Mei Ren, 1753) พันธุ์ Musafolia พบในเขตร้อน (Standard Out, Inc., 2003) ในประเทศไทยพบมีพันธุ์ ไทยเขียว ไทยม่วง (ดุษฎี และวัชรินทร์, 2544) และญี่ปุ่นเขียว (รัชดา, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แหล่งพันธุกรรม ไม่มีปัญหาการสูญเสียทางพันธุกรรม (genetic erosion) อย่างไรก็ตามควรมีการอนุรักษ์สายพันธุ์ และสายต้นดั้งเดิมที่ไม่เป็นที่นิยมปลูก เพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางพันธุกรรม ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการรวบรวมเชื้อพันธุ์ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) สาคูจีนในประเทศไทยมี 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ต้นสีม่วง ใบมีขอบม่วง ดอกสีแดงปลูกกันทั่วไป และพันธุ์ต้นและใบสีเขียวอ่อน ดอกสีเหลืองส้ม พบมากทางภาคใต้ (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545) ปลูกรักษาพันธุ์ไว้ที่สวนรุกขชาติ แหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช บริเวณทิศตะวันออกของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (กรึก และคณะ, 2542) และที่สถานีทดลองยางบุรีรัมย์ (คณะทำงานประสานงานการนำพืช และรวบรวมพันธุ์พืช, 2538)

ประโยชน์ เหง้าสามารถรับประทานสด ต้มสุก หรือแปรรูปในลักษณะต่างๆ (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545) แป้งที่สกัดจากเหง้ามีความบริสุทธิ์สูง เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ คุณสมบัติย่อยง่าย เหมาะสำหรับเป็นอาหารเลี้ยงทารก และผู้ป่วย แถบลาตินอเมริกา แอฟริกา และเอเชีย มักใช้เป็นอาหารแป้ง โดยบริโภคเหง้าใต้ดินที่ผ่านการต้ม ย่าง หรือเผา ส่วนต้นอ่อนใช้รับประทานเป็น ผักสด ขณะที่ในรัฐฮาวายใช้เป็นอาหารปศุสัตว์ในรูปของหญ้าแห้ง (fodder) หรืออาหารหมูในรูปเหง้าต้มสุก ส่วนในรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย St. Kitts ในหมู่เกาะอินดีสตะวันตก เกาะชวา และเกาะไต้หวัน เป็นแหล่งของอุตสาหกรรมขนาดเล็กในการผลิตแป้งจากเหง้า (พิมล และคณะ 2542) มีความสำคัญในภาคเหนือของเวียดนามมามากกว่า 30 ปีแล้ว ใช้ทำก๋วยเตี๋ยว cellophane (Hermann, 1996) จีน และเวียดนาม ใช้ผลิตเพื่อทำก๋วยเตี๋ยวแก้ว และเส้นหมี่จีน (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) เหง้าต้มมีรสออกหวานใช้หมักทำเหล้า (Pradhan, 2003) เมล็ดกินได้เหมือนถั่ว (Owens, 2003) ในชวาใช้เมล็ดบดละเอียดพอกรักษาอาการปวดหัว น้ำสกัดจากเหง้าแก้ท้องเสีย ในกัมพูชาใช้เหง้าตำละเอียดกินแก้คุดทะราด ในฮ่องกงใช้น้ำต้มเคี่ยวเหง้าสดกินแก้โรคตับอักเสบเฉียบพลัน ในอินโดจีนใช้หัวสดตำละเอียดเป็นสมุนไพรพื้นบ้านทาภายนอกรักษาแผล ในฟิลิปปินส์ใช้น้ำต้มเหง้าเป็นยาขับปัสสาวะ และเหง้าแช่น้ำให้นุ่มใช้ทุเลาเลือดกำเดาไหล แป้งใช้ในการทำให้อาหารคงรูปทรง หรือผลิตแป้งที่ใช้ในการรีดผ้า ใบใช้ห่อสิ่งของ และใช้แทนจาน ใบและเหง้าใช้เป็นอาหารปศุสัตว์ มีการปลูกเป็นไม้ประดับ เมล็ดใช้ร้อยแทนลูกปัดหรือร้อยลูกประคำ ใช้ในเครื่องมือที่ทำให้เกิดเสียงโดยการเคาะและสั่นโดยเฉพาะในแอฟริกา ต้นและใบเผารมควันกำจัดแมลง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

เสนาะ (2528) กล่าวว่าหลักฐานเรื่องความสัมพันธ์ตามลำดับวิวัฒนาการพืชตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงปัจจุบันไม่ต่อเนื่องกัน เพราะพืชบางชนิดที่เคยมีอยู่ในสมัยโบราณหลายชนิดได้สูญพันธุ์ไปนานแล้ว และไม่ได้ทิ้งร่องรอยเหลือไว้ให้สอบสวนหาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องระหว่างบรรพบุรุษกับลูกหลานที่เหลืออยู่ในปัจจุบันมากนัก ส่วนพืชที่มีอยู่ในปัจจุบันก็มีลักษณะที่แปรผันไปจากบรรพบุรุษดั้งเดิมต่างๆ นานา ตามสภาพแวดล้อมที่พืชนั้นขึ้นอยู่ นักพฤกษอนุกรมวิธานจึงยังไม่สามารถสร้างระบบการจัดจำพวกของพืช โดยอาศัยสายสัมพันธ์ตามลำดับวิวัฒนาการขึ้นให้เป็นระบบที่สมบูรณ์ได้ ณพพร (2526) กล่าวว่าระบบที่ใช้ในปัจจุบัน (modern system) เป็นลักษณะผสมผสานระหว่างหลักเกณฑ์ของระบบธรรมชาติ (natural system) ที่อาศัยความรู้ด้านวิวัฒนาการสรีรวิทยา สัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ พันธุศาสตร์ ชีวเคมี และบรรพชีวินพฤกษศาสตร์ กับระบบสายสัมพันธ์ตามลำดับวิวัฒนาการ (phylogenetic system) ที่อาศัยลักษณะธรรมชาติที่สำคัญและเด่นชัด ที่สามารถบ่งบอกความสัมพันธ์ทางด้านการเจริญเติบโต วิวัฒนาการ และกรรมพันธุ์ ที่สะท้อนให้เห็นความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (phylogeny) ที่สืบต่อระหว่างบรรพบุรุษ (ancestor) กับลูกหลาน (progeny) (เสนาะ, 2528) ทำให้เกิดแนวคิดว่าพืชหลายชนิดที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน อาจมีบรรพบุรุษเดียวกันหรือมีกำเนิดจากสายสัมพันธ์เดียวกัน (monophyletic origin) นักพฤกษศาสตร์ส่วนมากถือว่า พรรณพืชในระดับชนิดพันธุ์ สกุล และตระกูล ต่างมีสายสัมพันธ์เดียวกัน ถ้าหมวดหมู่ระดับเหนือกว่าตระกูล พืชเหล่านั้นมีต้นกำเนิดจากสายสัมพันธ์หลายสาย (polyphyletic origin)

ปัญหาการจัดจำพวกส่วนมาก เกิดจากความแตกต่าง และความไม่แน่นอนในธรรมชาติของวิวัฒนาการของพืช กระทั่งในปี ค.ศ. 1950 และ 1960 เริ่มวิธีการสมัยใหม่ขึ้นจากข้อโต้แย้งในการจัดจำพวกของ Heywood และ Raven โดยเชื่อว่าวิวัฒนาการของการจัดจำพวกใช้แก้ไขปัญหาในการปฏิบัติจริงได้มากกว่าวิวัฒนาการเดียว และเริ่มวิธีการ และแนวคิดเรื่องการจัดจำแนกด้วยตัวเลข (numerical taxonomy ; taxometrics) โดย Sokal และ Michene and Sneath ประยุกต์ใช้ในแบคทีเรีย และผึ้ง ตามลำดับ จึงเกิดเป็นผลสรุปการจัดจำแนกด้วยตัวเลขขึ้นพร้อมกัน ซึ่งพ้องกับวิวัฒนาการการจัดจำพวก (Stace, 1989)

Stuessy (1990) กล่าวว่าระดับความคล้ายคลึงกันนั้น ใช้พิจารณาความเหมือนกันในการจัดจำพวก ด้วยลักษณะเฉพาะทางวิวัฒนาการ (phylogenetic characters) การจัดจำพวกตามหลักชีววิทยา (biological classification) โดยใช้ลักษณะเฉพาะระหว่างคู่เหมือน (homologous) สำคัญๆ ที่เห็นได้ชัด ซึ่งเป็นลักษณะตรงกันข้ามกัน ด้วยรูปแบบการประเมินค่าด้วยตัวเลข ที่เรียกว่า Operational Taxonomic Units (OTUs) ที่สร้างขึ้นโดย Sneath and Sokal (1973) เพื่อประเมินความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัมพันธ์ หรือความคล้ายคลึงกันระหว่างหน่วยการจำแนก ซึ่งเป็นพื้นฐานของความสัมพันธ์ทั้งหลาย โดยวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ สร้างแผนภูมิ และลำดับความสัมพันธ์ในรูปของต้นไม้จำลอง (phylogenetic tree) (มลิวรรณ และคณะ, 2542)

ในการวิจัย จรัล (2544) ใช้ศึกษา numerical taxonomy ของประชากรพืชสกุลพนมสวรรค์ 10 ชนิด โดยวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยา 30 ค่าต่อลักษณะ จากจำนวนประชากรพืช 10 ตัวอย่าง ซึ่งศึกษาจากพืชที่เก็บจากภาคสนาม และตัวอย่างพืชจากพิพิธภัณฑ์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ชุดโปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SPSS/PC+ for window โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย และการวิเคราะห์การจัดจำแนก กับลักษณะทางสัณฐานวิทยาจำนวน 13 ลักษณะ ได้แก่ ความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนเส้นแขนงใบ ความยาวก้านใบ ความยาวก้านดอก ความยาวหลอดกลีบเลี้ยง ความยาวแฉกกลีบเลี้ยง ความกว้างแฉกกลีบเลี้ยง ความยาวหลอดกลีบดอก ความยาวแฉกกลีบดอก ความกว้างแฉกกลีบดอก ความยาวก้านชูอับเรณู และความยาวอับเรณู พบว่าประชากรมีความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่มแตกต่างกันไม่ชัดเจน และสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรของ *Clerodendrum colebrookianum, C. godefroyi, C. kaempferi, C. lloydianum, C. paniculatum, C. penduliflorum, C. schmidtii* และ *C. villosum* กลุ่มที่ 2 เป็นประชากรของ *C. infortunatum* และกลุ่มที่ 3 เป็นประชากรของ *C. serratum*

สัณฐานวิทยา

การศึกษาโครงสร้างภายนอก สามารถใช้แสดงความหมายได้ทุกโอกาส รวดเร็ว สะดวก และได้ผลดี เป็นข้อมูลพื้นฐานการจัดจำแนกพืช เพื่อการให้ชื่อ จัดจำพวก และวิเคราะห์ความแตกต่าง (difference) ความคล้ายคลึง (similarity) หรือเหมือนกันทุกประการ (identity or equivalence) ในกลุ่มพืช เพื่อใช้จัดลำดับขั้นและจัดจำพวกตามพัฒนาการของวิวัฒนาการของพืชนั้นที่เรียกว่า การประเมินค่า หรือชีวานุกรมวิธาน (biosystematics) จะได้ความเชื่อมั่นสูงเมื่อให้ความสนใจลำดับขั้นตั้งแต่สกุลลงมา (เกศิณี, 2546) เป็นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้กันมาตั้งแต่แรกโดยเชื่อว่าลักษณะโครงสร้างพืชที่สืบสายมาจากต้นตออันเดียวกัน ย่อมมีลักษณะโครงสร้างต่างๆ ที่คล้ายคลึงกัน (เสนาะ, 2528)

Prince and Kress (2001) ได้ศึกษาตัวอย่างสายพันธุ์ของ *Canna indica* ได้ลักษณะเปรียบเทียบทางสัณฐานวิทยาที่ประกอบด้วย สีใบ (เขียว กับ ม่วง) ผิวสัมผัส (เกลี้ยง กับ มีนวล) สีดอก (แดง กับ เหลือง) และการมีจุดขนาดเล็ก (สีออกแดง กับ มีสีส้มที่ปลาย) และความสูงของต้น เพื่อใช้ข้อมูลอธิบายลักษณะทางสัณฐานวิทยาอย่างกว้างๆ ใน *C. edulis* ซึ่งถือเป็นพืชปลูกที่สำคัญต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทองปาน (2525) รวบรวมและศึกษาลักษณะประจำพันธุ์บางประการของพุทธรักษา (*Canna* spp.) 42 พันธุ์ พบว่ามีความแตกต่างกันในด้านความสูง โดยมีความสูงเฉลี่ย 46-129 เซนติเมตร และให้สีที่แตกต่างกันในกลุ่ม สีแดง ชมพู เหลือง ส้ม ให้จำนวนช่อดอกตั้งแต่ 1-14 ช่อดอกต่อก้าน และจำนวนดอกตั้งแต่ 4-24 ดอกต่อช่อ อายุปลูกจนถึงออกดอกประมาณ 60-75 วัน และให้จำนวนหน่อ 6-28 หน่อต่อกอ ภายในเวลา 8 เดือน ในการแยกพันธุ์แต่ละพันธุ์ออกจากกันใช้ลักษณะต่างๆ คือ ความสูงของลำต้น สีของใบ สีของดอก แต่ลักษณะของการแตกกอ ขนาดของลำต้น ไม่สามารถนำมาใช้แบ่งแยกพันธุ์ได้ เนื่องจากมีความแปรผันไปตามสภาพแวดล้อม และความสูงของลำต้นมีการแปรผันไปได้บ้าง จึงพิจารณาแบ่งแยกพันธุ์ออกจากกันโดยใช้สีกลีบดอก สีใบ ลักษณะใบ และความสูงลำต้นเป็นส่วนประกอบ

อมรรัตน์ และคณะ (2542) รายงานการศึกษาสัณฐานวิทยาของพืชวงศ์กระดุมเงิน (ตระกูล Eriocaulaceae) ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบ 1 สกุลคือ *Eriocalon* L. จำนวน 38 ชนิด ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่นำมาใช้สร้างรูปวิธาน คือ รูปร่างใบ การมีก้านช่อดอก รูปร่าง และสีของช่อดอก รูปร่างของฐานดอก รูปร่าง สี และการมีขนของใบประดับ จำนวน รูปร่าง สี และการมีขนของกลีบรวม การมีขน และสีของอับเรณู จำนวนช่องของรังไข่ สีของเมล็ด ลักษณะเหล่านี้ทำให้ทราบว่า นอกจากในประเทศไทยจะมีความหลากหลายทางชีวภาพด้านจำนวนและพันธุ์ค่อนข้างมากแล้ว ยังมีความหลากหลายที่ไม่เหมือนในประเทศอื่นๆ

กายวิภาคศาสตร์

การศึกษากายวิภาคศาสตร์เป็นการศึกษาโครงสร้างภายใน หรือลักษณะปรากฏของเนื้อเยื่อ เสนาะ (2528) กล่าวว่าการศึกษาเนื้อเยื่อของพืชเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพืชชนิดต่างๆ เชื่อว่าแม้ลักษณะภายนอกบางประการเปลี่ยนไป แต่โครงสร้างภายในจะรักษาลักษณะดั้งเดิมไว้ได้มากที่สุด Stuessy (1990) กล่าวว่ากายวิภาคศาสตร์เป็นข้อมูลที่บ่อยครั้งมีประโยชน์อย่างยิ่งในการอธิบายปัญหาของความสัมพันธ์ เพราะให้ความเชื่อมั่นมากในการกำหนดลักษณะคู่เหมือนของสัณฐานวิทยา และสามารถช่วยอธิบายแนวโน้มเรื่องนิเวศวิทยาได้อีกด้วย

พืชมีวิวัฒนาการมายาวนาน มีรูปร่างและอวัยวะที่ซับซ้อน ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน การจำแนกเซลล์พืชเป็นชนิดต่างๆ ทำได้หลายแบบโดยอาศัยลักษณะที่แตกต่างของรูปร่าง ตำแหน่งที่อยู่ โครงสร้างผนังเซลล์ ชนิดและปริมาณสารที่สะสมอยู่บนผนังเซลล์ องค์ประกอบภายในเซลล์ ปฏิกิริยาทางเคมีของการย้อมติดสีของเซลล์ กิจกรรมทางสรีรวิทยาของเนื้อเยื่อเอง และการแบ่งเซลล์เป็นชนิดต่างๆ ในพืชมีจำนวนชนิดของเซลล์ที่แตกต่างกันประมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

40 ชนิด (ลิลลี่, 2546) การจัดจำพวกของพืชด้วยโครงสร้าง โดยใช้ ระบบเนื้อเยื่อผิว (dermal system) ระบบเนื้อเยื่อพื้นฐาน (ground system) และระบบเนื้อเยื่อลำเลียง (vascular system) ประเมินส่วนของลำต้น ราก และใบ ความแตกต่างของโครงสร้างนั้นสามารถใช้แบ่งแยกและจัดจำพวกพืชได้ ความสำเร็จที่เคยใช้ลักษณะเฉพาะจัดจำพวกสำเร็จในระดับวงศ์ และเป็นองค์ประกอบที่ได้จากชิ้นส่วนที่ตัดออกมา และสามารถสร้างรายการบัญชีรายชื่อได้ (Anonymous, 2003b)

ในระยะ 30 ปีมานี้มีการนำความแตกต่างของพื้นผิวละอองเรณู และโครงสร้างของต้นและเมล็ด มาใช้ในการจัดจำแนกพืช (Woodland, 2000) พืชตระกูล Marantaceae และ Cannaceae มีเซลล์ในก้านใบลักษณะเฉียง ในตระกูล Marantaceae โครงสร้างทั่วไปลำต้นประกอบไปด้วย silica รูปหมวก หรือผลึกรูปดาว มีการเก็บสะสมแป้ง หรือสารอย่างอื่นแล้วแต่ชนิด เซลล์ชั้นที่ 2 ของลำต้นมีลักษณะบวมหนา ท่อลำเลียงน้ำมี เซลล์เวสเซล ผนังที่ปลายเซลล์เวสเซลเรียบเป็นส่วนมาก หรือคล้ายขั้นบันได ท่อลำเลียงน้ำของรากมีเซลล์เวสเซล ผนังที่ปลายเซลล์เวสเซลคล้ายขั้นบันได หรือเรียบ ในเนื้อเยื่อชั้นผิวของใบไม่มี silica มีปากใบแบบพาราไซติก (paracytic) หรือ เททระไซติก (tetracytic) ชั้นมีโซฟิลล์ ไม่เป็นเซลล์เมือกยาง มีผลึก calcium oxalate รูปดาว หรือเป็นแท่งปริซึมเดี่ยวๆ (ไม่เป็นผลึกรูปเข็ม) เส้นใบขนาดเล็กไม่มีท่ออาหารเคลื่อนย้ายระหว่างเซลล์ (เช่นในสกุล *Marantochloa*) ปรากฏเซลล์เวสเซล ส่วนในตระกูล Cannaceae โครงสร้างทั่วไปลำต้นประกอบไปด้วย silica ภายในกลุ่มท่อลำเลียง มีการเก็บสะสมแป้ง หรือสารอย่างอื่นแล้วแต่ชนิด ในลำต้นอ่อนเซลล์มีรูปทรงกระบอก หรือคล้ายทรงกระบอก ปรากฏแอ่งที่ทำหน้าที่คัดหลั่งสารที่มีเมือกยาง เซลล์ชั้นที่ 2 ของลำต้นมีลักษณะบวมหนา ท่อลำเลียงน้ำมีเซลล์เวสเซล ท่อลำเลียงน้ำของรากมีหรือไม่มีเซลล์เวสเซลล์ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ซับซ้อน (Watson and Dallwitz, 1992a)

Santo and Pugialli (1999) ได้ศึกษากายวิภาคศาสตร์ของใบ *Stromanthe thalia* (Vell.) J.M.A. Braga (ตระกูล Marantaceae) ที่ได้จากสภาพแวดล้อมสองพื้นที่ คือ ป่าฝนของมหาสมุทรแอตแลนติก และที่ Rio de Janeiro โดยสังเกตลักษณะเฉพาะธรรมดาบนตัวอย่างจากป่าพื้นที่ลุ่มและป่าบนภูเขา มีเนื้อเยื่อชั้นผิวชั้นเดียวในทั้ง 2 พื้นที่ และผนังเซลล์ที่ตั้งฉากเป็นลูกคลื่นกับผิว มีปากใบแบบพาราไซติก ใบมีด้านบนและล่างที่ต่างกัน รอยต่อใบประกอบด้วยเนื้อเยื่อสะสมน้ำ เนื้อเยื่อข้างๆ กลุ่มท่อลำเลียงเป็นเส้นใยแอเรงคิมา (aerenchyma) ล้อมรอบอยู่ทุกที่ของก้านใบและแผ่นใบ สังเกตการแปรปรวนของโครงสร้างของเนื้อเยื่อเส้นใยมีเพิ่มที่ขอบ และเส้นกลางใบขนาดใหญ่ ใกล้แกนชั้นเนื้อเยื่อรองจากผิวใบใกล้เส้นกลางใบของใบ ในตัวอย่างจากป่าพื้นที่ลุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดวงทิพย์ (2539) ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ ของว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านดอกสีแดง และว่านสี่ทิศจากต่างประเทศ 4 พันธุ์คือ Apple Blossom, Orange Sovereign, Red Lion และ Telster พบว่าเนื้อเยื่อของราก ต้น ใบ และดอก มีลักษณะโครงสร้างภายในคล้ายคลึงกัน

เจนจิรา (2543) ศึกษากายวิภาคศาสตร์ของถั่วพื้นบ้านในจังหวัดเชียงใหม่ น่าน และแม่ฮ่องสอน พบว่ามีโครงสร้างภายในลำต้นมีความแตกต่างในด้านจำนวนชั้นและสารสะสมของเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา และเซลล์เส้นใย (fiber) ในชั้นคอร์เทกซ์ รวมถึงการเรียงตัวของกลุ่มเนื้อเยื่อเวสเซลในมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) โครงสร้างภายในฝักมีความแตกต่างในด้านจำนวนชั้น การจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อสเคลอเรงคิมา และรูปแบบของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง โครงสร้างภายในเปลือกหุ้มเมล็ดมีความแตกต่างของลักษณะผิวเคลือบคิวทิน (cuticle) รูปร่างและขนาดความสูงของเนื้อเยื่อสเกลอรีด (macrosclereid or lagennosclereids)

เซลล์วิทยา

ชัยฤกษ์ (2525) กล่าวว่าในการศึกษาทางเซลล์วิทยาของพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง หากข้อมูลยังมีน้อยมักมุ่งความสนใจไปศึกษาทางรูปร่างของโครโมโซมเป็นอันดับแรก เพราะรูปร่างและขนาดของโครโมโซมจะช่วยในการจำแนกความแตกต่างของพืชชนิดนั้นๆ ได้ โดยเฉพาะการเปรียบเทียบภายในพืชชนิดเดียวกัน หรือระหว่างพืชต่างชนิดกัน ในพืชต่างชนิดกันมีความแตกต่างกันในด้านจำนวนและรูปร่างของโครโมโซม โครโมโซมของพืชชนิดหนึ่งอาจมีความแตกต่างกันในด้านความหนา ความยาว ตำแหน่งเซนโทรเมียร์ จำนวนและตำแหน่งรอยคอดติ่งโครโมโซม (satellite) และตำหนิอื่นๆ ความแตกต่างเหล่านี้เป็นประโยชน์ในด้านการพิสูจน์ว่าเป็นโครโมโซมเดียวกัน หรือต่างกัน

โครโมโซมที่ประกอบเป็นชุดของเซลล์ร่างกาย (somatic cell) มีจำนวน รูปพรรณสัณฐานที่แน่นอน และเป็นลักษณะประจำของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ พืชในกลุ่มเดียวกันจะมีแคริโอไทป์ (karyotype) ที่ใกล้เคียงกัน ระยะของการแบ่งเซลล์ที่นิยมนำโครโมโซมมาศึกษารูปร่าง คือ ระยะเมทาเฟส (metaphase) และแอนาเฟส (anaphase) เป็นระยะที่โครโมโซมมีการหดตัวสั้นที่สุด และมีขนาดค่อนข้างคงที่จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง รูปร่างของโครโมโซมจัดแบ่งโดยอาศัยชนิดและตำแหน่งของเซนโทรเมียร์เป็นหลัก โครโมโซมมีขนาดสั้นที่สุดในระยะเมทาเฟส และเป็นระยะที่ใช้กำหนดขนาดโครโมโซม พืชแต่ละชนิดจะพบว่าขนาดของโครโมโซมที่ระยะเมทาเฟสจะค่อนข้างคงที่ แต่บางครั้งความแปรผันของขนาดโครโมโซมก็อาจพบได้ในเนื้อเยื่อต่างชนิดกัน (นิตย์ศรี, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แคริโอไทป์ คือ ลักษณะเฉพาะของขนาด รูปร่าง และจำนวนของโครโมโซมของชุดโครโมโซม และแผนภาพของแคริโอไทป์ เรียก แผนที่โครโมโซม (karyogram หรือ idiogram) (บงการ, 2545) รูปร่างของโครโมโซมจากเซลล์ร่างกายที่ปรากฏ แต่ละแบบเป็นลักษณะประจำของพืชในกลุ่มนั้นๆ กลุ่มของพืชอาจใหญ่ เช่น ในหนึ่งสกุล หรือตระกูล หรือกลุ่มที่เล็กลงมาเช่น ชนิด ชนิดย่อย (ชัยฤกษ์, 2525) พืชในสกุลหนึ่งๆ ประกอบด้วยพืชชนิดต่างๆ หลายชนิด ซึ่งนอกจากจะอาศัยลักษณะทางด้านพฤกษศาสตร์เพื่อจำแนกชนิดแล้ว อาจมีจำนวนโครโมโซมที่ต่างกันอีกด้วย ขนาดของโครโมโซมยังมีความสัมพันธ์กับจำนวนโครโมโซม โดยที่พบว่าในพืชชนิดหนึ่งๆ นั้น เมื่อระดับโครโมโซมสูงขึ้นขนาดของโครโมโซมจะเล็กลง การศึกษาแคริโอไทป์จึงมีประโยชน์ทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ และการจำแนกพันธุ์เป็นอย่างดี (อดิศร, 2539) และสามารถใช้บอกสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาภายนอกได้ว่า เนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม หรือมาจากมิวเตชันที่เกิดกับโครโมโซม ทั้งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโครโมโซม หรือมีการเปลี่ยนจำนวนโครโมโซม นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบแผนที่โครโมโซม จำนวน และขนาดของโครโมโซมกับข้อมูลอื่นที่บันทึกไว้ ยังสามารถบอกความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตได้ว่ามีการเจริญมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน หรือมาจากบรรพบุรุษคนละสาย

การวิเคราะห์โครโมโซม เป็นวิธีการศึกษารายละเอียดของโครโมโซมเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับบอกความเหมือน ความแตกต่าง ความแปรผัน และความผิดปกติทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การวิเคราะห์โครโมโซมจากเซลล์ร่างกาย เพื่อศึกษารายละเอียดของโครโมโซมในชุด (chromosome complement) โดยศึกษาทั้งจำนวน รูปร่าง ลักษณะที่สังเกตเห็นได้ชัด ความยาวสัมพัทธ์ (relative length) และดัชนีเซนโทรเมียร์ (centromeric index) สามารถบอกชนิดของโครโมโซม และใช้หาโครโมโซมที่เป็นคู่กัน จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (basic chromosome = x) และสูตรแคริโอไทป์ได้ (กันยารัตน์, 2532)

Dahlgren *et al.* (1985) รายงานว่าโครโมโซมพื้นฐานของพืชตระกูล Cannaceae มีจำนวน 9 แท่ง และพืชตระกูล Marantaceae มีจำนวน 4-14 แท่ง หรือมากกว่านั้น Zhu Yu (1753) รายงานว่า *Maranta arundinacea* Linnaeus มีจำนวนโครโมโซมร่างกาย 18 แท่ง Mei Ren (1753) รายงานว่า *Canna indica* Linnaeus หรือ *C. edulis* Ker Gawler. มีจำนวนโครโมโซมร่างกาย 18 แท่ง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544) รายงานว่า *Maranta arundinacea* L. มีจำนวนโครโมโซมร่างกาย 48 แท่ง และ *Canna indica* L. หรือ *C. edulis* Ker Gawler. มีจำนวนโครโมโซมร่างกาย 18 แท่ง และบางครั้ง เป็น 27 แท่ง ในชนิดที่เป็น triploid

วรรณภา (2540) รวบรวม และศึกษาจำนวนโครโมโซมของกระเจียว (*Curcuma* spp.) 10 ชนิด พบจำนวนโครโมโซมตั้งแต่ 24-63 แท่ง จากจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน x = 16 และ 21 คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บัวโกเมน มีจำนวนโครโมโซม 24 แท่ง กระเจียวบัวชัยภูมิ และเทพรำลึก มีจำนวนโครโมโซม 32 แท่ง กระเจียวส้ม และบัวชั้น มีจำนวนโครโมโซม 42 แท่ง ขมิ้นอ้อย และขมิ้นชัน มีจำนวนโครโมโซม 63 แท่ง สำหรับในกระเจียวแดง มีจำนวนโครโมโซม 42 แท่ง กระเจียวท่าอ่าง มีจำนวนโครโมโซม 50 แท่ง และกระเจียวสูงเนิน มีจำนวนโครโมโซม 42 แท่ง

วรวุฒิ และคณะ (2544) ได้ศึกษาแผนที่โครโมโซมของบุกตระกูล Araceae ในประเทศไทย พบว่าจำนวนโครโมโซมสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม $2n = 2x = 26$ ได้แก่ บุกกาญจนบุรี บุกเขา บุกอยุธยา บุกเนื้อทราย บุกแดง อีลอก บุกสายน้ำผึ้ง และบุกเต่า โดยบุกกลุ่มนี้มีจำนวนโครโมโซมสองชุด (diploid) และมีโครโมโซมพื้นฐาน เท่ากับ 13 และกลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม $2n = 2x = 28$ ได้แก่ บุกคางคกเขียวม่วง บุกคางคกเขียวขาว บุกด่าง บุกโคราช หรือมันกะบุก บุกเสมสาร บุกงูเหลือม และเท้ายายม่อม โดยมีจำนวนโครโมโซมสองชุด และมีโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 14 ทำให้สามารถจัดบุกในตระกูล Aracea ได้เป็นสองกลุ่มตามจำนวนโครโมโซม นอกจากนั้น ถ้าใช้ขนาดและชนิดของโครโมโซมจัดแคริโอไทป์ประกอบกับวิวัฒนาการ พบว่า ชนิดดั้งเดิม (primitive) มีโครโมโซมในชุดประกอบด้วยโครโมโซมขนาดเท่าๆ กัน (homogeneous karyotype) และชนิดก้าวหน้า (advanced) มีโครโมโซมในชุดประกอบด้วยโครโมโซมชนิดและขนาดแตกต่างกันมาก (heterogeneous karyotype) เช่น บุกสายน้ำผึ้ง มีจำนวนโครโมโซม $2n = 2x = 26$ และบุกโคราช บุกคางคกเขียวขาว มีจำนวนโครโมโซม $2n = 2x = 28$ ซึ่งน่าจะมีวิวัฒนาการสูงกว่าบุกชนิดอื่น

แบบแผนของ allozyme

การศึกษาทางเคมีและชีวเคมีภายในต้นพืช เพื่อใช้กับงานด้านการจำแนกพันธุ์พืชมีมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้โมเลกุลของโปรตีน เอนไซม์ หรือกรดนิวคลีอิก นับเป็นวิธีหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นพืชได้ว่าเหมือนกันหรือต่างกัน เนื่องจากข้อมูลทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่มาสู่ลูก ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลโปรตีนหรือเอนไซม์โดยตรงก่อนที่จะสร้างโมเลกุลอื่น ดังนั้นลักษณะทางพันธุกรรมของพืชย่อมอาศัยดีเอ็นเอ เอนไซม์ หรือโปรตีนเป็นตัวบ่งชี้ได้ เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส (electrophoresis) เป็นเทคนิคการแยกวิเคราะห์สาร หรือโมเลกุลที่มีประจุโดยให้สารเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามไฟฟ้า และจำนวนประจุไฟฟ้าระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ อัตราการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามไฟฟ้าและจำนวนประจุไฟฟ้ารวมของอนุภาค ดังนั้นจึงนำเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส มาใช้เพื่อการจำแนกพันธุ์พืชได้เป็นอย่างดี โดยอาศัยการแยกโมเลกุลของโปรตีน เอนไซม์ หรือดีเอ็นเอ (หนังสือพิมพ์เดลินิวส์, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โปรตีนเป็นโมเลกุลทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตที่ประกอบขึ้นด้วยกลุ่มของกรดอะมิโน ที่มาต่อกันเป็นสายโพลิเปปไทด์ (polypeptide) ตามชนิดของโปรตีนที่ต่างกัน โมเลกุลโปรตีนจะแสดงประจุและขนาดของโมเลกุลต่างกัน ทำให้สามารถแยกโมเลกุลโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้าบนตัวกลางได้ดี ไอโซไซม์ (isozyme) เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาชนิดเดียวกัน โมเลกุลมีรูปร่างได้หลายแบบ โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพทางไฟฟ้าต่างกัน และโครงสร้างต่างกัน (อาภัสสรา, 2537ก) อีกทั้งมีการเร่งปฏิกิริยาต่างกันเล็กน้อย ไอโซไซม์แต่ละโมเลกุลมีพันธุกรรมต่างกัน และถูกควบคุมการสังเคราะห์ด้วยยีนต่างกัน ความแตกต่างของไอโซไซม์จึงเป็นผลมาจากลำดับและชนิดของกรดอะมิโนที่มาประกอบขึ้นในสายโพลิเปปไทด์ ซึ่งถูกควบคุมและกำหนดลำดับโดยยีนที่ต่างชนิดกัน (เสนาะ, 2528) ประจุหรือการแปรสภาพหลังการสังเคราะห์โปรตีนในพืชชนิดหนึ่งๆจะแสดงความแตกต่างได้ก็ขึ้นกับชนิดของพืช ชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อที่สกัดเอนไซม์ และชนิดของไอโซไซม์ ซึ่งพบว่าสามารถใช้แบบของไอโซไซม์และโปรตีนเป็นแถบสี (marker) แสดงความแตกต่างได้ทั้งในระดับสกุล ชนิด พันธุ์ หรือกอพันธุ์ (หนังสือพิมพ์เดลินิวส์, 2545) ไอโซไซม์ซึ่งอาจพบในสิ่งมีชีวิตเดียวกัน หรือภายในเซลล์เดียวกันก็ได้ มีเอนไซม์หลายชนิดสามารถอยู่ในรูปของไอโซไซม์ สำหรับในพืชไอโซไซม์มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน (ชวนพิศ, 2544) ในการจัดจำแนกจากผลของอิเล็กโทรโฟรีซิส ไม่เพียงแยกเอนไซม์หรือโปรตีน แต่ยังสามารถอ่าน allozyme และ ไอโซไซม์ ด้วยรูปแบบของความแตกต่าง allozyme คือ รูปแบบความแตกต่างของเอนไซม์ที่ประกอบด้วยโพลิเปปไทด์ที่กำหนด โดยยืนยันความแตกต่างที่ตำแหน่งเดียวกัน ส่วนไอโซไซม์ (หรือไอโซเอนไซม์ ; isoenzyme) คือ รูปแบบความแตกต่างเมื่อโพลิเปปไทด์กำหนด โดยยืนยันความแตกต่างด้วยตำแหน่งที่ต่างกัน (วิสุทธิ์, 2538 ; Stace, 1989)

อาภัสสรา (2537ข) กล่าวว่า polyacryamide gel electrophoresis (PAGE) เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในงานวิเคราะห์โปรตีนและสารละลายโปรตีนผสม และให้ผลที่ดี PAGE มีตัวกลางค้ำจุนเป็นโพลิอะคริลาไมด์ (polyacryamide) ซึ่งเฉื่อยต่อสารเคมีในระหว่างเกิดกระบวนการแยก สามารถลดการแพร่ และป้องกันการเกิดการพา ทำให้การแยกได้แถบที่คมชัด รวมทั้งเป็นตัวกลางที่มีรูพรุนทำหน้าที่เป็นตะแกรงร่อนโมเลกุล สามารถเตรียมเจลที่มีขนาดรูพรุนได้ขนาดต่างๆ กัน รูพรุนที่เหมาะสม มีผลทำให้อัตราการเคลื่อนที่ของโปรตีนขนาดใหญ่ช้าลงกว่าการเคลื่อนที่ของโปรตีนขนาดเล็กกว่า การแยกจึงขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นประจุของโมเลกุลโปรตีน ทำให้โปรตีน 2 ชนิดแยกออกจากกันได้

กัญจนา (2539) ศึกษาและวิเคราะห์แบบแผนของไอโซไซม์ของปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* Gagnep.) ในกลุ่มกลีบกว้าง และกลีบแคบกลุ่มละ 20 ตัวอย่าง กับไอโซไซม์ 7 ชนิด คือ esterase, glutamate oxaloacetate transaminase, leucine amino peptidase, shikimate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

dehydrogenase, malic enzyme, malate dehydrogenase และ glutamate dehydrogenase กับส่วนของยอด เนื้อเยื่อหัว ราก ดอก พบว่าเนื้อเยื่อจากยอดให้แบบแผนไอโซไซม์ชัดเจนที่สุด และปทุมมากลีบกว้างให้แบบแผนของแต่ละไอโซไซม์ที่เหมือนกันทั้งหมด สรุปได้ว่ามาจากสายต้นเดียวกัน ในปทุมมากลีบแคบให้แบบแผนของไอโซไซม์ที่แตกต่างกัน และศึกษากับปทุมมาที่รวบรวมได้จากแหล่งกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ 4 แหล่ง จำนวน 40 ตัวอย่าง พบว่ามีความแตกต่างในแบบแผนของไอโซไซม์อยู่มาก esterase สามารถแยกความแตกต่างได้ถึง 35 รูปแบบ เมื่อพิจารณาร่วมกับไอโซไซม์ glutamate oxaloacetate transaminase, leucine amino peptidase และ shikimate dehydrogenase สามารถแยกความแตกต่างได้ 46 รูปแบบ

ปฐมา (2543) ศึกษารูปแบบไอโซไซม์โดยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส กับมะม่วงแก้วสายต้นคัดจำนวน 52 สายต้น จาก 8 จังหวัดภาคเหนือ โดยใช้ใบแก่อายุ 7 เดือน กับไอโซไซม์ acid phosphatase, esterase และ peroxidase สามารถจำแนกสายต้นมะม่วงแก้วออกได้ 10, 4 และ 15 กลุ่มตามลำดับ และเมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน สามารถจำแนกมะม่วงแก้วทั้ง 52 สายต้น ออกได้ 20 สายต้น และอีก 9 กลุ่ม

พิชัย (2546) ศึกษาแบบแผนของ allozyme โดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส เพื่อหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชตระกูลขิง 15 ชนิด โดยใช้เอนไซม์ 4 คือ acid phosphatase, esterase, malate dehydrogenase และ peroxidase ร่วมกัน พบว่าปรากฏรูปแบบไอโซไซม์จำนวน 1-4 แถบ สามารถแยกพืชตระกูลขิงทั้ง 15 ชนิดออกจากกันได้ และที่ค่าความคล้ายคลึงกันที่ 32-96% แบ่งออกได้ 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ข่าน้ำ และไพล กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ขมิ้นชัน และขมิ้นอ้อย กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ข่า ข่าหยวก ข่าใหญ่ ขมิ้นขาว กระวานขาว และกระชาย กลุ่มที่ 4 ได้แก่ ขมิ้นดำ ขิง ไพลดำ กะทือ และกระชายดำ

สรีรวิทยาของการเจริญเติบโต

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างต่อเนื่องและเป็นลำดับ เกิดขึ้นได้ตั้งแต่ระดับเซลล์ และส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับเนื้อเยื่อ อวัยวะ และส่วนประกอบต่างๆ ของพืช การเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการของพืชดำเนินไปในลักษณะเป็นวงจรที่เรียกว่า วงจรชีวิต (life cycle) (ลิลลี่, 2546) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544) กล่าวว่าพืชที่ให้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เมล็ดส่วนใหญ่มีการขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศ โดยทั่วไปมักขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนของลำต้น หน่อ หรือหัว สามารถจำแนกวงจรการเจริญเติบโตของพืชที่ให้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เมล็ดออกได้ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- **ระยะตั้งตัว** ส่วนของพืชที่ใช้เป็นวัสดุปลูกมีการตั้งตัวโดยพัฒนารากและยอด อาหารสำรองที่มีอยู่โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตควรมีพอเพียง เพื่อที่จะสามารถตั้งตัวได้ภายในระยะเวลาสั้นๆ ควรมีน้ำพอเพียงกับความต้องการ และไม่ต้องการแดดจัดเพราะอุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจทำให้เกิดการขาดน้ำได้

- **ระยะพัฒนาของพื้นที่ใบ** พื้นที่ใบเพิ่มขึ้นเหมาะสมกับการเจริญเติบโตตามปกติ ในระยะนี้ควรมีน้ำ แสงแดด และปุ๋ยไนโตรเจนพอเพียงกับความต้องการ ควรมีการป้องกันกำจัดวัชพืชเป็นอย่างดีในระยะนี้

- **ระยะสะสมอาหารสำรอง** เป็นระยะต่อเนื่องกับการพัฒนาของพื้นที่ใบ เป็นการพัฒนาแหล่งสะสมอาหาร และเริ่มสะสมอาหารสำรอง ในระยะนี้ปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ การมีแสงแดดจัด สภาพอุณหภูมิกลางคืนต่ำ และมีโพแทสเซียมพอเพียง โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังแหล่งสะสมอาหาร

- **ระยะแก่** พืชบางชนิดแสดงอาการแก่ของต้น ได้แก่ การลดลงของพื้นที่ใบ การลดลงของการสะสมอาหาร ตลอดจนการหยุดการสะสมอาหารสำรอง

การสะสมคาร์โบไฮเดรต มีขึ้นอย่างรวดเร็วมากที่สุด ภายหลังจากที่มีพื้นที่ใบที่เหมาะสม จากข้อมูลพืชหัว และราก (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เป็นค่าเฉพาะสายพันธุ์ของพืชเท่านั้น และเป็นเพียงค่าประมาณการ

การแก่ ยังไม่เป็นที่ชัดเจนว่าเกิดจากปัจจัยภายนอก เช่น สภาพภูมิอากาศซึ่งเป็น exogenous rhythm หรือโดยปัจจัยภายในซึ่งเป็น endogenous rhythm ในพืชที่มีการออกดอก มี endogenous rhythm การเจริญเติบโตจะสิ้นสุดโดยการออกดอก และติดผล หลังจากนั้นมีหน่อเกิดใหม่ขึ้นมาทดแทน เช่นเดียวกันกับในตระกูล Araceae และไม้ในสกุล *Canna* ที่กินได้ ในพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ เชื่อกันว่าปัจจัยทั้งสองประการมีผลร่วมกัน อาจกล่าวได้ว่าการแก่เป็นความไม่สมดุลระหว่างการทำงานของราก ใบ และอวัยวะที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร และอวัยวะที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงลดลง ในสภาพดังกล่าวจะมีการส่งไปยังส่วนที่มีการสะสมอาหารมากกว่า ซึ่งในช่วงการแก่ได้รับอิทธิพลจากการขาดน้ำอย่างชัดเจน จึงควรเกิดจากปัจจัยภายนอก ในทางตรงกันข้ามอาจมีระบบที่เกี่ยวกับการทำลายใบ และราก ซึ่งเห็นได้ในมัน และมันฝรั่ง ลักษณะการแก่ในรูปแบบนี้น่าจะเรียกว่าเกิดจากปัจจัยภายใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 ระยะการเจริญเติบโตของพืชที่ให้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เมล็ด (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ชนิดพืช	ส่วนสะสมอาหาร	ระยะการเจริญเติบโต (สัปดาห์ และ % ระยะโดยรวม)					วัสดุปลูก
		ระยะตั้งตัว	พัฒนาพื้นที่ใบ	สะสมอาหาร	แก่	รวม	
Aroids	หัว*	3 (9%)	5 (16%)	8 (25%)	16 (25%)	32 (100%)	หัว
มันสำปะหลัง	หัว	4 (10%)	13 (30%)	25 (60%)	-	42 (100%)	ลำต้น
มันฝรั่ง	หัว	2 (15%)	3 (23%)	6 (46%)	2 (15%)	13 (100%)	หัว
มันเทศ	หัว	1 (5%)	4 (17%)	18 (78%)	-	23 (100%)	เถา
มัน	หัว*	6 (13%)	11 (24%)	14 (31%)	14 (31%)	45 (100%)	หัว

* มีส่วนของลำต้นติดอยู่

Maranta arundinacea Linnaeus

ยอดจากส่วนปลายของเหง้าที่ใช้เป็นวัสดุปลูกมีการเจริญเติบโตภายใน 1-3 สัปดาห์หลังปลูก รากจากส่วนข้อมีการเจริญเติบโตภายใน 6-7 วัน ในระยะต่อมามีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนใบ และส่วนของลำต้นเหนือดินพร้อมๆ กับการเกิดราก และลำต้นใต้ดิน ลำต้นใต้ดินบางอันทำหน้าที่สะสมอาหารในขณะที่บางอันมีการแตกหน่อโดยที่ไม่สามารถอธิบายได้ ส่วนของเหง้าที่สะสมอาหารเกิดขึ้นเฉพาะในบางช่วงของการเจริญเติบโต แต่จะเกิดขึ้นเมื่อต้นเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่ง ในฤดูแล้งเกิดการแห้งตายเหลือเฉพาะส่วนของเหง้าใต้ดินคล้ายกับการผลัดใบ ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมพืชมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง มีการแตกหน่อใหม่ และมีการเจริญเติบโตของเหง้าใต้ดิน ในกรณีที่ไม่มีการเก็บเกี่ยว ใบแก่แห้งเหี่ยว ใบและเหง้าสดที่มีอยู่เหี่ยวเฉาไป หรือเจริญเป็นต้นใหม่ มีการออกดอกหลังปลูก 3-6 เดือน ดอกบานในตอนเย็น ต้นแก่พร้อมเก็บเกี่ยวหลังปลูก 8-12 เดือน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ปริมาณแป้งในเหง้ามีค่าสูงสุดเมื่อต้นอายุ 12 เดือน แต่ในช่วงอายุดังกล่าวเหง้ามีเส้นใยมากทำให้ยากต่อการสกัด หลังจาก 12 เดือนส่วนของแป้งในเหง้าที่ฝังอยู่ในดินเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ต้นสาคูส่วนใหญ่มักปลูกเป็นพืชล้มลุกอายุสั้นแต่อาจจะปลูกเป็นพืชยืนต้น การออกดอกน่าจะไม่ตอบสนองต่อความยาวของวันเนื่องจากเจริญเติบโต และออกดอกภายใต้สภาพความยาวของวันแตกต่างกัน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนปลายของเหง้าที่มีข้อ 2-4 ข้อ และมีขนาดไม่เล็กเกินไป ตัดเป็นท่อนสั้นๆ ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร บางที่รมควันหัวก่อนเพื่อให้งอกเร็วขึ้น บางครั้งปลูกด้วยหน่อหรือทิ้งต้นอ่อนที่เกิดจากหน่อหลังขุด เก็บหัวให้เติบโตต่อไปไม่ต้องปลูกใหม่ (Thai Junior Encyclopedia Project, 2000) นิยมปลูกในช่วงต้นฤดูฝน ประมาณเดือนมีนาคม (Bruggeman, 1957) ส่วนปลายของเหง้าที่ใช้เป็นวัสดุปลูก สามารถเก็บไว้ได้นานนับเดือน การปลูกโดยใช้หน่อสูงประมาณ 30 เซนติเมตร ควรปลูกในทันทีหลังจากการแยกหน่อ สาคูทนทานต่อสภาพร่มเงาได้ดีจึงสามารถปลูกร่วมกับไม้ยืนต้น การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดมีน้อยมาก มีการกำจัดวัชพืช เมื่อต้นอายุ 3-4 เดือน (Thai Junior Encyclopedia Project, 2000) โดยใช้แรงงานคน หรือเครื่องจักร 3-4 ครั้ง ต้นงอกใหม่มีปัญหาวัชพืชมาก ควรเด็ดดอกทิ้งเมื่อเริ่มออกดอกเพื่อให้มีการสะสมอาหารส่วนใหญ่ในเหง้า การเก็บเกี่ยวทำได้ตลอดทั้งปี (อร่าม และคณะ, 2541) โดยสังเกตการเปลี่ยนสีของใบเป็นสีเหลือง และลำต้นเริ่มล้ม

Canna edulis Ker Gawler

สาคูจีนปลูกง่าย สามารถปรับตัวเข้ากับดิน และสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี มีโรค และแมลงรบกวนน้อย และยังทนต่อร่มเงาได้ดี (พิมล และคณะ, 2542) ส่วนใหญ่ขยายพันธุ์โดยใช้เหง้า ในบางครั้งมีการใช้เมล็ดแต่ไม่เป็นที่นิยมเพราะมีการกลายพันธุ์เนื่องจากการผสมข้าม โดยใช้ส่วนปลายยอดของเหง้าที่มีอายุน้อย ไม่ใช้ส่วนแก่ที่มีสีน้ำตาล ชิ้นส่วนของเหง้าขนาดเล็ก มีจำนวนตาอย่างน้อย 2 ตา นอกจากนี้สามารถปลูกโดยใช้เหง้าทั้งชิ้น การใช้ระยะปลูกแคบทำให้ต้นขึ้นแน่นเกินไป การปลูกด้วยเหง้าสามารถเก็บเกี่ยวเมื่อต้นมีอายุ 6-8 เดือนหลังปลูก การแก่ของเหง้าสังเกตจากร่องสามเหลี่ยมบนใบเกล็ดด้านนอกของหัวเปลี่ยนเป็นสีม่วง เริ่มออกดอก 2-3 เดือนหลังปลูก หรือมีจำนวนใบ 7-8 ใบต่อต้น เมื่อให้ดอกแล้วต้นนั้นจะไม่ให้ดอกอีก จึงควรตัดต้นเก่าทิ้งบ้าง เพื่อป้องกันมิให้กอแน่นมากเกินไป ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโต และคุณภาพดอกที่เลวลง (ทองปาน, 2525) แปลงปลูกควรมีการไถพรวนอย่างดี มีการใส่ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมักรองพื้นในปริมาณมาก ควรมีการกำจัดวัชพืช และพูนโคน การใช้เศษพืชคลุมแปลงช่วยในการรักษาระดับความชื้นในดิน และเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน แต่ในขณะเดียวกันอาจจะเป็นที่อาศัยของแมลงศัตรูพืช การรดด้วยปุ๋ยคอกละลายน้ำ หรือปุ๋ยเคมีเป็นประจำทุกเดือนทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ฤดูฝนเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสำหรับการปลูก การปลูกในช่วงอื่นจำเป็นต้องให้น้ำ และให้ผลผลิตต่ำ ในบริเวณที่อากาศหนาวเย็นจนมีน้ำค้างแข็งควรเก็บเกี่ยวเหง้า และเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 7 องศาเซลเซียส (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กายวิภาคศาสตร์ของเม็ดแป้ง

Ugent and Cummings (2002) กล่าวว่า การศึกษาลักษณะเฉพาะของแป้ง เพื่อหาความยาวของขนาด รูปร่าง และคุณสมบัติทางเคมี ใช้จัดจำแนกกลุ่มของพืชที่ง่าย และเป็นประโยชน์ในการจำแนกชนิดให้แน่นอนยิ่งขึ้น

แป้ง (starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญมีประมาณ 64% โดยน้ำหนักในคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (อรอนงค์, 2532) แป้งสะสมอยู่ในพืชชั้นสูงมีบทบาทสำคัญ คือ ใช้เป็นแหล่งอาหารพลังงานสูงของมนุษย์ สูตรเคมีโดยทั่วไปคือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ พบในธรรมชาติอยู่ในรูปเม็ดแป้ง (starch granule) ขนาดเล็ก (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล 2546) แป้งเป็นไฮโมโพลิแซคคาไรด์ (โพลิแซคคาไรด์ที่ในโมเลกุลประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์เพียงชนิดเดียวเท่านั้น) ชนิดหนึ่งที่พบมากในพืช และเป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง ในระหว่างที่มีการสังเคราะห์แสงแป้งจะถูกสร้างขึ้นในคลอโรพลาสต์ ถูกย่อยสลายและสังเคราะห์ใหม่ในรูป อะมิโลพลาสต์ (amyloplast) เป็นแหล่งสะสมพลังงานของพืช เก็บสะสมไว้โดยรวมตัวกันอยู่เป็นเม็ดแป้ง ที่อาจมีหรือไม่มีเมมเบรนหุ้มก็ได้ แป้งที่ได้จากพืชจะมีขนาด รูปร่าง และคุณสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน โดยเฉพาะรูปร่างของเม็ดแป้งที่มาจากพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน จึงใช้เป็นตัวบ่งชี้ชนิดของแป้งได้ มีคุณสมบัติไม่มีรสหวาน ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะพองตัวได้เป็นสารละลายข้นหนืดในน้ำร้อน และกลายเป็นเจล (นิธิยา, 2539) แป้งสังเคราะห์มาจากน้ำตาลพวก disaccharide sucrose ซูโครสเหล่านี้เคลื่อนย้ายมาจากใบที่เป็นแหล่งสังเคราะห์แสง

เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นของแข็ง ส่วนใหญ่สร้างในคลอโรพลาสต์แล้วไปสะสมในส่วนต่างๆ มีลักษณะเป็นชั้นๆ มีศูนย์กลางการเจริญเรียกว่าไฮลัม (hilum) ต่อมาจะเป็นชั้นที่เรียกว่าลาเมลลา (lamella) ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตพวกอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) เม็ดแป้งจะพบในเซลล์พวกพาเรงคิมาที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร บางครั้งเกาะกันเป็นกลุ่มเรียกว่า compound grain (ลิลลี่, 2546) โครงสร้างของเม็ดแป้งประกอบด้วยโพลิเมอร์กลูแคน 2 ชนิดผสมกัน คือ อะมิโลส เป็นโพลิเมอร์สายยาวของ α- (1$\rightarrow$4) กลูแคน และอะมิโลเพกทิน เป็นสายแขนงที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ต่อกันด้วยพันธะ α-(1$\rightarrow$4) เป็นสายตรง และมีพันธะ α-(1$\rightarrow$6) เป็นสายแขนง อะไมโลสและอะไมโลเพกทินที่เป็นองค์ประกอบในเม็ดแป้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันที่น้ำหนักโมเลกุล degree of polymerization ของแต่ละสาย ตำแหน่งที่อยู่ในเม็ดแป้ง และสัดส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพกทิน ดังนั้นคุณสมบัติของเม็ดแป้งที่ได้จากพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน (นิธิยา, 2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อะไมโลส เป็นผงสีขาว เมื่ออยู่ในน้ำจะพุ่นขาวเป็นไมเซลล์ (micelle) (ปิยมาศ, 2544) ในไมเซลล์นี้โพลิแซ็กคาไรด์จะอยู่ในลักษณะของการขดตัวเป็นเกลียวยาว (helical coil) (อาภัสสรา, 2537ก) อะไมโลสสามารถจับกับไอโอดีน (I_2) โดยจะพันเป็นเกลียว (helical structure) รอบๆ ไอโอดีน ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (amylase-iodine complex) มีสีน้ำเงิน สีที่เกิดขึ้นจะแปรผันตามความยาวของสายอะไมโลส และจำนวนเกลียว (helix turn) ของสายอะไมโลส อะไมโลเพกทินทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีแดงม่วง หรือน้ำตาล (นิธิยา, 2539) อะไมโลเพกทินถือว่ามีความสำคัญมากกว่าอะไมโลสทั้งในด้านโครงสร้าง หน้าที่ และการนำไปใช้ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

Maranta arundinacea Linnaeus

สาคูวิลาสมีเม็ดแป้งที่เป็นกลาง (pH=7) ในประมาณ 25-27% (Chevallier, 1996) พันธุ์ Creole ประกอบด้วยความชื้น 69.1% เถ้า 1.4% ไขมัน 0.1% เส้นใย 1.3% โปรตีน 1% แป้ง 21.7% พันธุ์ Banana ประกอบด้วยความชื้น 72% เถ้า 1.3% ไขมัน 0.1% เส้นใย 0.6% โปรตีน 2.2% แป้ง 19.4% เม็ดแป้งพันธุ์ Banana มีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์ Creole เล็กน้อย (Thai Junior Encyclopedia Project, 2000) ปกติเม็ดแป้งรูปยาวรี มีบ้างที่เป็นรูปไข่ หรือรูปไข่แบน ลักษณะนูนไม่สม่ำเสมอ เส้นผ่าศูนย์กลาง 10-70 ไมโครเมตร มีไฮลัมเป็นวงแหวนคล้ายดาว (Grieve, 1974) มีอะไมโลสต่ำประมาณ 20% มีโพแทสเซียมสูง ความหนืดของแป้งสูง และคงอยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงได้ดี (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ในกระบวนการผลิตแป้งสาคูวิลาสเหมือนกับกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง แต่ต้องผ่านขั้นตอนการล้างมากกว่า เพื่อลดรสขมจากเปลือกนอกของหัว สามารถสกัดแป้งได้ 25-30% ให้แป้งเปียกที่ใส การผลิตในระดับอุตสาหกรรมมีในแถบหมู่เกาะอินดีสตะวันตก ส่วนในฟิลิปปินส์และจีน ยังเป็นแบบอุตสาหกรรมขนาดเล็ก การแยกแป้งยังใช้วิธีการตกตะกอน และการทำแห้งยังใช้วิธีการตากแดด หรือทำให้แห้งบนพื้นที่ให้ความร้อน (อังไฟ) ในประเทศไทยมีการปลูกกันทั่วไป แต่ยังไม่ใช่พืชหลัก และยังไม่มีการผลิตแป้งในระดับอุตสาหกรรม ลักษณะของแป้ง คือ มีเม็ดแป้งที่ใหญ่ และมีความแข็งแรงของเม็ดสูง ทำให้มีอุณหภูมิของการเปลี่ยนสภาวะ (pasting temperature) สูง (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล 2546) การผลิต และการค้าแป้งจากสาคูเริ่มต้นในตอนกลางของคริสต์ศตวรรษที่ 19 ในอินดีสตะวันตก โดยมีศูนย์กลางการผลิตที่เซนต์วินเซนต์ มีการส่งออกไปจำหน่ายในสหรัฐอเมริกา แคนาดา และประเทศในยุโรป ปริมาณผลผลิตมีค่าแปรผันในช่วง 1,000-2,000 ตัน ก่อนปี ค.ศ. 1940 เพิ่มเป็น 4,500 ตัน ในช่วงหลังของสงครามโลกครั้งที่สอง ในปัจจุบันมีปริมาณการผลิตปีละ 1,500-3,000 ตัน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประเทศไทย, 2544) คิดเป็น 94% ของตลาดโลก บราซิลเป็นอีกประเทศหนึ่ง ผลิตได้ประมาณ 4,000 ตันต่อปี (Thai Junior Encyclopedia Project, 2000) ในพื้นที่อื่นๆ มีการผลิต และจำหน่ายเฉพาะในท้องถิ่นเพียงเล็กน้อย

Canna edulis Ker Gawler

ส่วนเหง้ามีองค์ประกอบโดยประมาณคือ น้ำ 75% โปรตีน 1% ไขมัน 0.1% คาร์โบไฮเดรต 22.6% แคลเซียม 0.21% ฟอสฟอรัส 0.7% เหล็ก 0.002% วิตามินซี 0.1% วิตามินบี 0.001% วิตามินซี 0.1% คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยแป้งมากกว่า 90% โดยมีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลประมาณ 10% (กลูโคสและซูโครส) แป้งที่ผลิตได้จากสาคูจีนมีสีออกเหลือง เป็นมัน เม็ดแป้งขนาดใหญ่ ยาว 125-145 ไมโครเมตร กว้าง 60 ไมโครเมตร รูปร่างไม่แน่นอน ละลายน้ำ และย่อยได้ง่าย แป้งสุกมีลักษณะใสเป็นมัน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) เม็ดแป้งมีขนาดค่อนข้างใหญ่ จึงย่อยได้โดยง่าย (Williams *et al.*, 1980) มีปริมาณอะไมโลส 25-30% (Hermann, 1996)

ในการผลิตแป้งแบบอุตสาหกรรมโดยวิธีการทันสมัยมีเพียงแห่งเดียวในประเทศจีน มีกำลังการผลิตประมาณ 3,000 ตันแป้งต่อปี การผลิตโดยทั่วไป ชาวบ้านจะเป็นผู้ผลิตแป้งดิบ (crude starch) โดยการนำเหง้ามาขูดเยื่อออกแล้วตกตะกอนแป้งในถังน้ำ หลังจากไล่น้ำออกก็บรรจุแป้ง (ความชื้นประมาณ 35-40%) นำส่งขายให้ผู้ผลิตแป้ง หรือผู้บริโภคต่อไป โรงงานผลิตแป้ง เมื่อรับซื้อแป้งดิบจากชาวบ้านมา ก็จะนำมาเก็บไว้ใต้น้ำ (ในบ่อเก็บ) เพื่อจะได้เก็บไว้ใช้ได้ (เนื่องจากสาคูจีนจะมีอายุ 12 เดือน การเก็บเกี่ยวจะทำช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนมีนาคม โรงงานต้องเก็บรักษาแป้งดิบไว้ให้เพียงพอในการปฏิบัติงานต่อเนื่องอย่างน้อย 3 เดือน) แป้งที่เก็บไว้จะถูกนำมาล้างโดยเครื่องสกัดแป้ง (extractor) หลังจากนั้นฟอกสีด้วยแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (calcium hypochlorite) ในระดับ 0.5% ของน้ำหนักแป้ง แล้วล้างจนขาว (ค่า Kett Scale ประมาณกว่า 76) แล้วผ่านเครื่องแยกแป้ง (separator) จนได้ความเข้มข้น 40% จึงนำเข้าเครื่องสลัดแห้ง และอบแห้งโดยเครื่อง Flash Dryer (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546) ในออสเตรเลียมีการผลิตแป้ง และส่งไปจำหน่ายต่างประเทศมีชื่อเรียกว่า Queensland arrowroot (ประมาณ 2,000-4,000 ตันต่อปี) ปริมาณการบริโภคแป้ง Queensland arrowroot ของโลกค่อนข้างต่ำ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ส่วนใหญ่มีการปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือน มีการซื้อขายในท้องตลาดน้อยมาก ทั้งนี้ความสำคัญมากที่สุดในอเมริกาใต้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved