ISBN: 978-616-358-586-8

กรมวิชาการเกษตร

การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการผลิตโกโก้

Technology of Cacao Production

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร
http://www.doa.go.th/hort

การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการผลิตโกโก้

ISBN: 978-616-358-586-8

พิมพ์ครั้งที่ 1 : กันยายน 2564

จำนวนพิมพ์ : 500 เล่ม

บรรณาธิการ : นางสาวปานหทัย นพชินวงศ์ (นักวิชาการเกษตร ชำนาญการ)

ลิขสิทธิ์ของกรมวิชาการเกษตร

- ห้ามคัดลอกข้อความ หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

จัดพิมพ์โดย

- สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร
  เลขที่ 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
  โทร. 0 2579 0583 โทรสาร 0 2940 6497
  เว็บไซต์: http://www.doa.go.th/hort/

พิมพ์ที่

- การันตี Guarantee (นนทบุรี) โทร. 0 2982 8035

การจัดการความรู้

เทคโนโลยีการผลิตโกโก้

คำนำ

โกโก้เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สามารถนำไปแปรรูปเพิ่มมูลค่าได้หลากหลาย นิยมนำไปเป็นส่วนประกอบในเครื่องดื่ม อาหารและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทำให้มีความต้องการผลิตภัณฑ์โกโก้อย่างมากทั้งในและต่างประเทศ จึงนับเป็นพืชที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจพืชหนึ่ง ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย กรมวิชาการเกษตรได้เล็งเห็นความสำคัญของโกโก้ จึงได้มอบหมายให้สถาบันวิจัยพืชสวน โดยศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรเชิญบุคลากรที่ทำงานและมีประสบการณ์เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาพืชโกโก้ ทั้งผู้เกษียณอายุราชการและผู้ที่ทำงานปัจจุบันมาร่วมให้ข้อมูล วิเคราะห์ตามกระบวนการจัดการองค์ความรู้และนำมาเรียบเรียงจัดทำเป็นเอกสารวิชาการ **การจัดการความรู้ "เทคโนโลยีการผลิตโกโก้"** เพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อสังคมที่มีความต้องการข้อมูลโกโก้มาพัฒนาการผลิตโกโก้ให้ได้คุณภาพตามความต้องการของตลาด ซึ่งเนื้อหาสาระในเอกสารกล่าวถึงที่มาและความสำคัญ สถานการณ์การผลิตและการตลาด พันธุ์โกโก้ เทคโนโลยีการผลิตโกโก้ การจัดการศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว เครื่องจักรกลทางการเกษตร และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากโกโก้ โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาบุคคลากรในองค์กร ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร และศูนย์วิจัยพืชสวนอื่น ๆ ที่ทำงานวิจัยโกโก้ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในการปลูกดูแลรักษา ลดความเสี่ยงในการวิจัย เพื่อให้งานวิจัยและพัฒนาประสบความสำเร็จ สามารถต่อยอดการพัฒนาองค์กรไปเป็นองค์กรเรียนรู้และขยายฐานองค์ความรู้ไปสู่เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร ภาคเอกชน ที่สนใจในการพัฒนาการผลิตโกโก้คุณภาพต่อไป

สถาบันวิจัยพืชสวน ขอขอบคุณคณะที่ปรึกษา คณะทำงาน ผู้เกี่ยวข้อง ที่มีส่วนในการจัดทำเอกสารวิชาการเล่มนี้จนบรรลุผลสำเร็จและเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาการผลิตโกโก้ของประเทศไทยให้ก้าวหน้าอย่างยั่งยืน

(นางสาวศิริพร วรกุลดำรงชัย)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชสวน
กันยายน 2564

สารบัญ

บทที่		หน้า
บทที่ 1	ที่มาและความสำคัญ	1
บทที่ 2	สถานการณ์การผลิตและการตลาด	3
บทที่ 3	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และพันธุ์โกโก้	10
บทที่ 4	เทคโนโลยีการผลิตโกโก้	25
บทที่ 5	ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด	47
บทที่ 6	การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว	71
บทที่ 7	เครื่องจักรกลทางการเกษตร	91
บทที่ 8	การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากโกโก้	99
เอกสารอ้างอิง		106
ภาคผนวก		114

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.1	พื้นที่ปลูกโกโก้และเนื้อที่เก็บเกี่ยวโกโก้ของประเทศไทย ปี 2563	7
ตารางที่ 2.2	ปริมาณและมูลค่าการส่งออกโกโก้และของปรุงแต่งที่ทำจากโกโก้ ปี 2559-2563	8
ตารางที่ 2.3	ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าโกโก้และของปรุงแต่งที่ทำจากโกโก้ ปี 2559-2563	9
ตารางที่ 3.1	คุณลักษณะของโกโก้แต่ละกลุ่มพันธุ์	19
ตารางที่ 3.2	ผลผลิต และขนาดเฉลี่ยของผลโกโก้แต่ละพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ปี 2563	23
ตารางที่ 3.3	จำนวนผลผลิตโกโก้ ปี 2563 (ข้อมูลผลผลิตสะสมตั้งแต่เดือน ต.ค. 2562 – ก.ย. 2563)	23
ตารางที่ 4.1	การกระจายน้ำหนักแห้งตามส่วนต่าง ๆ ของต้นโกโก้	30
ตารางที่ 4.2	ปริมาณธาตุอาหารในใบโกโก้ที่ร่วงหล่น	31
ตารางที่ 4.3	ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตโกโก้	32
ตารางที่ 4.4	การให้ปุ๋ยเคมีกับต้นโกโก้อายุต่าง ๆ	32
ตารางที่ 5.1	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการควบคุมมวนโกโก้	54
ตารางที่ 5.2	ชนิดของด้วงกินใบโกโก้และลักษณะการทำลายที่พบในภาคใต้	56
ตารางที่ 5.3	วิธีการใช้สารกำจัดสัตว์ศัตรูโกโก้	68
ตารางที่ 6.1	ช่วงเดือนที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตโกโก้ได้	72
ตารางที่ 6.2	ขนาดของลัง/กล่องที่ใช้ในการหมักเมล็ดโกโก้ในปริมาณที่แตกต่างกัน	74
ตารางที่ 6.3	การจัดการระดับแปลงเพื่อผลิตเมล็ดโกโก้แห้งให้ได้คุณภาพ	81
ตารางที่ 6.4	ความอ่อนแก่ของผลโกโก้ที่มีต่อคุณภาพโกโก้	89
ตารางที่ 7.1	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลสด	93
ตารางที่ 7.2	การทดสอบอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่	95
ตารางที่ 7.3	การตากแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยวิธีของเกษตรกรและการใช้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์	96
ตารางที่ 7.4	การอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ร่วมกับโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์	97
ตารางที่ 8.1	องค์ประกอบทางโภชนาการของโกโก้และผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลต	103

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 1.1	แปลงโกโก้ที่ปลูกร่วมกับมะพร้าว	2
ภาพที่ 2.1	สัดส่วนปริมาณเมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จากภูมิภาคและประเทศต่าง ๆ	3
ภาพที่ 2.2	การผลิตโกโก้และราคาในแต่ละปี	4
ภาพที่ 2.3	สัดส่วนของผลิตภัณฑ์จากเมล็ดโกโก้ที่ผลิตในแต่ละภูมิภาค และปริมาณผลิตภัณฑ์จากเมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จากประเทศต่าง ๆ	5
ภาพที่ 2.4	สัดส่วนของภูมิภาคและประเทศที่มีการใช้เมล็ดโกโก้	5
ภาพที่ 3.1	ลักษณะต้น ดอก และผลโกโก้ *T. Bicolor*	11
ภาพที่ 3.2	ลักษณะต้น ดอก และผลของโกโก้ *T. Grandiflorum*	11
ภาพที่ 3.3	ลักษณะของต้นโกโก้และการแตกกิ่ง	12
ภาพที่ 3.4	เปรียบเทียบใบโกโก้ที่ปลูกในร่ม (ก) กับกลางแจ้ง (ข) สีและขนาดของใบจะต่างกัน	13
ภาพที่ 3.5	ดอกโกโก้	14
ภาพที่ 3.6	ลักษณะการติดดอกของโกโก้	14
ภาพที่ 3.7	การเหี่ยวของผลอ่อนโกโก้ (วงกลมสีแดง) เกิดขึ้นหลังการผสมเกสร 1-2 เดือน (ข)	15
ภาพที่ 3.8	องค์ประกอบของผลและเมล็ดโกโก้	16
ภาพที่ 3.9	ลักษณะของโกโก้กลุ่มคริโอลโล	18
ภาพที่ 3.10	ลักษณะของโกโก้ในกลุ่มฟอรัสเทอโร	18
ภาพที่ 3.11	ลักษณะของโกโก้ในกลุ่มตรินิตาริโอ	18
ภาพที่ 3.12	ลักษณะของโกโก้พันธุ์เนชันนัล	18
ภาพที่ 3.13	ตัวอย่างโกโก้พันธุ์ต่าง ๆ ที่รวบรวมไว้ภายในศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร	21
ภาพที่ 3.14	ต้นโกโก้ลูกผสมชุมพร 1	22
ภาพที่ 3.15	ผลอ่อนของโกโก้ลูกผสมชุมพร 1	22
ภาพที่ 3.16	ผลสุกของโกโก้ลูกผสมชุมพร 1	22
ภาพที่ 3.17	ลักษณะเมล็ดโกโก้ลูกผสมชุมพร 1	22
ภาพที่ 3.18	โกโก้พันธุ์ ICS6	23
ภาพที่ 3.19	โกโก้พันธุ์ ICS40	23
ภาพที่ 3.20	โกโก้พันธุ์ ICS95	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 3.21	โกโก้พันธุ์ UF676	24
ภาพที่ 3.22	โกโก้พันธุ์ลูกผสมชุมพร 1	24
ภาพที่ 4.1	การปลูกโกโก้ร่วมกับกล้วย	26
ภาพที่ 4.2	การปลูกโกโก้ภายใต้ร่มเงามะพร้าว	27
ภาพที่ 4.3	การปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยว	28
ภาพที่ 4.4	ผังการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยว (ก) และพืชร่วม (ข)	29
ภาพที่ 4.5	การพรางแสงให้ต้นกล้าโกโก้	29
ภาพที่ 4.6	การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ต้นโกโก้	30
ภาพที่ 4.7	ธาตุอาหารต่าง ๆ ในต้นโกโก้	31
ภาพที่ 4.8	อาการขาดธาตุไนโตรเจน (N)	33
ภาพที่ 4.9	อาการขาดธาตุฟอสฟอรัส (P)	34
ภาพที่ 4.10	อาการขาดธาตุโพแทสเซียม (K)	34
ภาพที่ 4.11	อาการขาดธาตุแคลเซียม (Ca)	35
ภาพที่ 4.12	อาการขาดธาตุแมกนีเซียม (Mg)	35
ภาพที่ 4.13	อาการขาดธาตุกำมะถัน (S)	36
ภาพที่ 4.14	อาการขาดธาตุโบรอน (B)	36
ภาพที่ 4.15	อาการขาดธาตุเหล็ก (Fe)	37
ภาพที่ 4.16	อาการขาดธาตุทองแดง (Cu)	37
ภาพที่ 4.17	อาการขาดธาตุแมงกานีส (Mn)	38
ภาพที่ 4.18	อาการขาดธาตุสังกะสี (Zn)	38
ภาพที่ 4.19	กิ่งที่ห้อยต่ำในทรงพุ่ม ให้ตัดออก	39
ภาพที่ 4.20	การตัดแต่งกิ่งหรือผลโกโก้ที่เสียจากโรค-แมลงทำลาย ควรตัดให้ชิดลำต้นมากที่สุด	40
ภาพที่ 4.21	การขยายพันธุ์โกโก้ด้วยเมล็ด	43
ภาพที่ 4.22	ขั้นตอนการขยายพันธุ์โกโก้ด้วยการติดตา	46
ภาพที่ 5.1	ลักษณะของต้นโกโก้ที่เป็นโรคกิ่งแห้ง	48
ภาพที่ 5.2	อาการของโรคผลเน่าดำ	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 5.3	ลักษณะของใบและผลโกโก้ที่เป็นโรคแอนแทรกโนส	51
ภาพที่ 5.4	ลักษณะอาการของโรค Thread blight	52
ภาพที่ 5.5	มวนโกโก้และลักษณะการทำลาย	53
ภาพที่ 5.6	รอยแผลบนยอดอ่อนและผลโกโก้ที่ถูกมวนโกโก้ทำลาย	55
ภาพที่ 5.7	ลักษณะการทำลายของหนอนเจาะลำต้น	56
ภาพที่ 5.8	แมลงกินใบโกโก้ เช่น แมลงค่อมทองและด้วงกุหลาบ	58
ภาพที่ 5.9	ลักษณะการทำลายของหนอนเจาะผลโกโก้	59
ภาพที่ 5.10	ดักแด้หนอนเจาะผลโกโก้จะอยู่บริเวณผิวผลหรือที่ใบ (วงกลมสีแดง) ลักษณะของรูที่หนอนเจาะออกมาเพื่อเข้าดักแด้ (วงกลมสีน้ำเงิน)	60
ภาพที่ 5.11	ผลโกโก้ที่ถูกหนอนเจาะผลโกโก้ทำลายจะมีสีผิวผลที่เหลืองไม่สม่ำเสมอ	60
ภาพที่ 5.12	หนอนเจาะผลโกโก้ (*Carmenta* sp.) และลักษณะการทำลายภายนอก	61
ภาพที่ 5.13	ลักษณะการทำลายภายในของหนอนเจาะผลโกโก้	62
ภาพที่ 5.14	เพลี้ยแป้งดูดกินน้ำเลี้ยงที่ใบและบริเวณผลโกโก้	63
ภาพที่ 5.15	ลักษณะการทำลายของเพลี้ยแป้ง	63
ภาพที่ 5.16	ลักษณะการทำลายของเพลี้ยอ่อน	64
ภาพที่ 5.17	หนอนปลอก (*Pagodiella hekmeyeri*) และลักษณะการทำลาย	65
ภาพที่ 5.18	ลักษณะการทำลายของเพลี้ยไฟที่ใบและผลโกโก้	66
ภาพที่ 5.19	หนูท้องขาวบ้านและลักษณะการทำลาย	67
ภาพที่ 5.20	ลักษณะการทำลายผลโกโก้ของหนูท้องขาวบ้าน	68
ภาพที่ 5.21	ลักษณะการทำลายผลโกโก้ของกระรอกหลากสี	69
ภาพที่ 5.22	นกแสกศัตรูของหนูและกระรอก	70
ภาพที่ 6.1	การเก็บเกี่ยวโกโก้จะเก็บเกี่ยวเมื่อโกโก้มีสีผิวผลเปลี่ยนไป	71
ภาพที่ 6.2	การเก็บเกี่ยวโกโก้ควรใช้กรรไกรหรือตะขอในการเก็บเกี่ยว	71
ภาพที่ 6.3	เมล็ดที่งอกภายในผลโกโก้เมื่อทำการเก็บเกี่ยวล่าช้าหรืออยู่ในช่วงที่มีสภาพอากาศแห้งแล้ง	72
ภาพที่ 6.4	การหมักแบบกอง (heap fermentation)	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 6.5	การกลับเมล็ดโกโก้	74
ภาพที่ 6.6	การหมักโกโก้แบบใช้ตะกร้า	75
ภาพที่ 6.7	การหมักแบบใช้ถาด	76
ภาพที่ 6.8	ขั้นตอนการหมักเมล็ดโกโก้	77
ภาพที่ 6.9	การเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักโกโก้	78
ภาพที่ 6.10	การเปลี่ยนแปลงสีและลักษณะภายในเมล็ดโกโก้ระหว่างกระบวนการหมัก	79
ภาพที่ 6.11	การตากเมล็ดโกโก้บนแคร่ที่ยกสูงจากพื้น	80
ภาพที่ 6.12	เตาอบแห้งเมล็ดโกโก้	80
ภาพที่ 6.13	เมล็ดโกโก้ที่หมักสมบูรณ์จะมีสีน้ำตาล	81
ภาพที่ 6.14	เมล็ดโกโก้ที่หมักไม่สมบูรณ์จะมีสีม่วงหรือม่วงปนน้ำตาล	81
ภาพที่ 6.15	การผ่าเมล็ดโกโก้แห้งเพื่อตรวจหาข้อบกพร่อง	86
ภาพที่ 6.16	เมล็ดโกโก้ที่สมบูรณ์	87
ภาพที่ 6.17	เมล็ดโกโก้ที่เกาะกันเป็นก้อน	87
ภาพที่ 7.1	เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล	91
ภาพที่ 7.2	กลไกการทำงานของชุดผ่าผลโกโก้	92
ภาพที่ 7.3	รูปแบบการทำงานและการส่งกำลังของชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้	92
ภาพที่ 7.4	การตากเมล็ดโกโก้โดยวิธีเกษตรกร	94
ภาพที่ 7.5	โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์	94
ภาพที่ 7.6	เครื่องอบแห้งแบบโรตารี่	95
ภาพที่ 7.7	เส้นแนวโน้มการลดลงของความชื้นเมล็ดโกโก้	96
ภาพที่ 7.8	อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 8.00-18.00 น.	97
ภาพที่ 8.1	การแปรรูปโกโก้เบื้องต้น	100
ภาพที่ 8.2	ผลิตภัณฑ์จากโกโก้และผลพลอยได้จากการแปรรูปโกโก้	101

บทที่ 1
ที่มาและความสำคัญ

สุภาภรณ์ สาชาติ และวิไลวรรณ ทวิชศรี

ที่มาและความสำคัญ

โกโก้มีแหล่งกำเนิดอยู่บริเวณเขตร้อนชื้นของทวีปอเมริกาโดยเฉพาะแถบลุ่มน้ำอเมซอนและบางส่วนในทวีปอเมริกากลาง ซึ่งพบว่าชาวอินเดียนแดงเป็นพวกแรกที่ทำการปลูกโกโก้และนำเมล็ดมาทำเครื่องดื่มของพระเจ้า เรียกเมล็ดโกโก้ว่า “Cacahualt” ต่อมาผันเป็นชื่อ “Cacao” (คาเคา) ส่วนเครื่องดื่มที่ผลิตได้จากเมล็ดโกโก้เรียกว่า “Xocoatl” ต่อมาผันเป็นชื่อ “Chocolate” (ช็อกโกแลต) ชาวสเปนเป็นชาติแรกที่เริ่มทำเครื่องดื่มจากเมล็ดโกโก้ โดยผสมกับน้ำตาลจากอ้อยทำเป็นเครื่องดื่ม ซึ่งต่อมาเป็นที่นิยมมากในแถบยุโรป และจนสิ้นศตวรรษที่ 16 ได้มีการเพาะปลูกโกโก้อย่างจริงจังขึ้นในแถบร้อนชื้นของทวีปอเมริกา ได้แก่ ประเทศโคลัมเบีย เวเนซุเอลา เม็กซิโก ทรินิแดดและเอกวาดอร์ ต่อมาได้มีการนำโกโก้เข้าไปปลูกตามแหล่งปลูกต่าง ๆ ในอาณานิคมของสเปน ดัตช์และโปรตุเกส

สำหรับเอเชีย ชาวดัตช์และชาวสเปนได้นำโกโก้เข้ามาปลูกในประเทศอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1895 จากนั้น ค.ศ. 1950 ได้เริ่มนำสายพันธุ์ อมีโลนาโด (Amelonado) จากศูนย์วิจัยโกโก้ประเทศกานามาปลูกและพบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตในปีที่ 2 หลังปลูก ส่วนการปลูกเชิงการค้าเริ่มครั้งแรกในปี ค.ศ. 1956 โดยบริษัทบอร์เนียว อาบากา ได้ปลูกโกโก้บริเวณเทือกเขา Tiger ทางตะวันออกเฉียง เหนือของเมือง Tawau และบริเวณ Quoin Hill ซึ่งเป็นของบริษัทบอมเบย์ เบอร์ม่า ทิมเบอร์

ในประเทศไทยโกโก้นำเข้ามาปลูกครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2446 โดยหลวงราชเคนิกร (วิทย์, 2527) แต่ไม่ได้รับความสนใจเนื่องจากไม่ทราบถึงการนำมาใช้ประโยชน์ ต่อมาในปี 2495 กรมกสิกรรม (กรมวิชาการเกษตร ในปัจจุบัน) ได้นำพันธุ์โกโก้มาจากต่างประเทศ ปลูกที่สถานีกสิกรรม 4 แห่ง ปลูกที่สถานีกสิกรรม 4 แห่ง คือ สถานีกสิกรรมบางกอกน้อย กรุงเทพฯ สถานีกสิกรรมพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี สถานียางคอหงส์ จังหวัดสงขลา และสวนยางนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช แต่ไม่ได้มีความนิยม ต่อมาในปี 2515 กรมกสิกรรมเริ่มนำโกโก้จากต่างประเทศเข้ามาปลูกศึกษาอย่างจริงจังที่สถานีทดลองยางในช่อง (ปัจจุบัน คือ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกระบี่) ต่อมาใน ปี พ.ศ. 2522 พ.ต.อ.กฤช สังขทรัพย์ รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ นำผลโกโก้ 14 พันธุ์ และกิ่งพันธุ์โกโก้ 10 พันธุ์ จากรัฐซาบาห์ ประเทศมาเลเซีย มาปลูกที่สถานีทดลองพืชสวนสวี (ปัจจุบัน คือ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร) และ พ.ศ. 2525 กองพืชสวน กรมวิชาการเกษตร โดย นายวิทย์ สุวรรณวุธ ได้นำกิ่งพันธุ์โกโก้จำนวน 18 สายพันธุ์ จากสถานีวิจัยพืชสวนกึ่งร้อน (Sub-Tropical Horticulture Research Station) รัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา เข้ามาทดลองปลูกสถานีทดลองพืชสวนสวี และ พ.ศ.2535 นายอานุภาพ ธีระกุล ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ได้นำเข้ากิ่งพันธุ์โกโก้ 10 สายพันธุ์ จากมหาวิทยาลัยรีดดิ้ง (Reading University) ประเทศอังกฤษ มาปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมพันธุ์โกโก้ของไทยในปัจจุบัน และขยายไปปลูกอย่างแพร่หลายตามจังหวัดต่างๆ

ทั้งในภาคใต้ ภาคตะวันตกและภาคตะวันออก ได้เริ่มต้นปลูกกันในลักษณะของโครงการต่าง ๆ ที่ดำเนินการโดยภาครัฐ ในส่วนของกรมวิชาการเกษตรได้ศึกษาวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์โกโก้ ซึ่งดำเนินการโดยศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร บุคคลที่มีส่วนสำคัญ คือ นายผานิต งานกรณาธิการ อดีตนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ได้ทำการทดสอบและคัดเลือกพันธุ์โกโก้ จนได้พันธุ์รับรองจากกรมวิชาการเกษตร คือ พันธุ์โกโก้ลูกผสมชุมพร 1 ที่เป็นพันธุ์การค้าในปัจจุบัน และศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรได้ดำเนินการวิจัยด้านพันธุ์ เทคโนโลยีการผลิต และการแปรรูปอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

ภาพที่ 1.1 แปลงโกโก้ที่ปลูกร่วมกับมะพร้าว

บทที่ 2
สถานการณ์การผลิตและการตลาด

สุภาภรณ์ สาชาติ และวิไลวรรณ ทวิชศรี

1. สถานการณ์การผลิตโกโก้

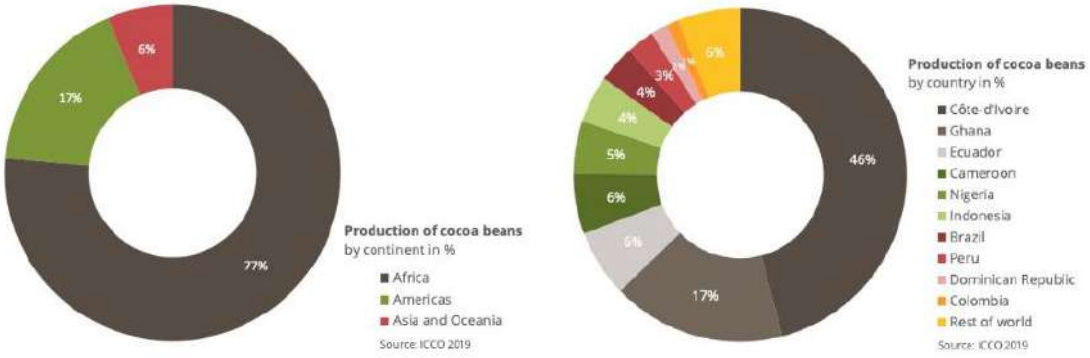
สินค้าในห่วงโซ่ตลาด (Supply Chain) ของโกโก้มี 4 ชนิดหลัก คือ เมล็ดโกโก้ ผงโกโก้ (Cocoa powder) เนยโกโก้ (Cocoa butter) และผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลต

1.1) สถานการณ์การผลิตโกโก้โลก

เมล็ดโกโก้แห้ง (cocoa bean) เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตช็อกโกแลต โกโก้ผง (cocoa powder) และเนยโกโก้ (cocoa butter) ในปีการเพาะปลูก 2563/2564 ผลผลิตเมล็ดโกโก้ทั่วโลกคาดว่าจะสูงถึง 4.8 ล้านตัน (Shahbandeh, 2021) ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ราคาเมล็ดโกโก้สูงกว่าสองดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัม โกโก้เป็นพืชพื้นถิ่นแถบอเมริกา มีต้นกำเนิดจากแถบอเมริกากลาง รวมถึงบางส่วนของเม็กซิโก ปัจจุบันพื้นที่ปลูกโกโก้เกือบ 70 เปอร์เซ็นต์ ของโลก อยู่ในแอฟริกา ในปี 2561/2562 ผลผลิตโกโก้ในแอฟริกามีประมาณ 3.6 ล้านตัน ซึ่งมากกว่าครึ่ง หรือประมาณ 2 ล้านตัน ผลิตในประเทศไอวอรี่โคสท์ (โกตดิวัวร์) ประเทศเนเธอร์แลนด์และไอวอรี่โคสท์ มีการแปรรูปเมล็ดโกโก้รายใหญ่ที่สุดสองรายของโลก โดยในปี 2562 ไอวอรี่โคสท์แปรรูปเมล็ดโกโก้ประมาณ 614,000 ตัน ในขณะที่ปี 2563 ตลาดการแปรรูปโกโก้ทั่วโลกมีมูลค่าประมาณ 4.5 ล้านตัน และคาดว่าภายในปี 2568 จะสูงถึง 4.76 ล้านตัน เฉพาะในยุโรปมีการแปรรูปเมล็ดโกโก้เกือบ 1.38 ล้านตันในปี 2563 (Shahbandeh, 2021)

ประเทศที่ผลิตและส่งออกโกโก้มากที่สุดในโลกปี 2561/2562 และ 2563/2564

จากการคาดการณ์ของ Swiss Platform for Sustainable Cocoa (2020) สำหรับปี 2563/2564 คาดว่าในปีการเพาะปลูก 2561/2562 จะมีผลผลิตโกโก้ทั่วโลก 4.8 ล้านตัน 60 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณผลผลิตโลก ผลิตจากประเทศไอวอรี่โคสท์ คิดเป็น 46 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาผลิตโดยประเทศกานา คิดเป็น 17 เปอร์เซ็นต์ และอินโดนีเซียเป็นผู้ผลิตโกโก้รายใหญ่ที่สุดในเอเชีย (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 สัดส่วนปริมาณเมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จากภูมิภาคและประเทศต่าง ๆ

ที่มา: Swiss Platform for Sustainable Cocoa (2020)

การผลิตโกโก้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา เมล็ดโกโก้มากถึง 95 เปอร์เซ็นต์ มีการซื้อขายในตลาดสินค้าโภคภัณฑ์ทั่วโลก ตลาดโกโก้มีแนวโน้มความผันผวนที่ได้รับผลกระทบจากความไม่มั่นคงทางการเมือง การขาดดุลการผลิตที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ และการผลิตมากเกินไปไม่สมดุลกับความต้องการใช้

ภาพที่ 2.2 การผลิตโกโก้และราคาในแต่ละปี

ที่มา: Swiss Platform for Sustainable Cocoa (2020)

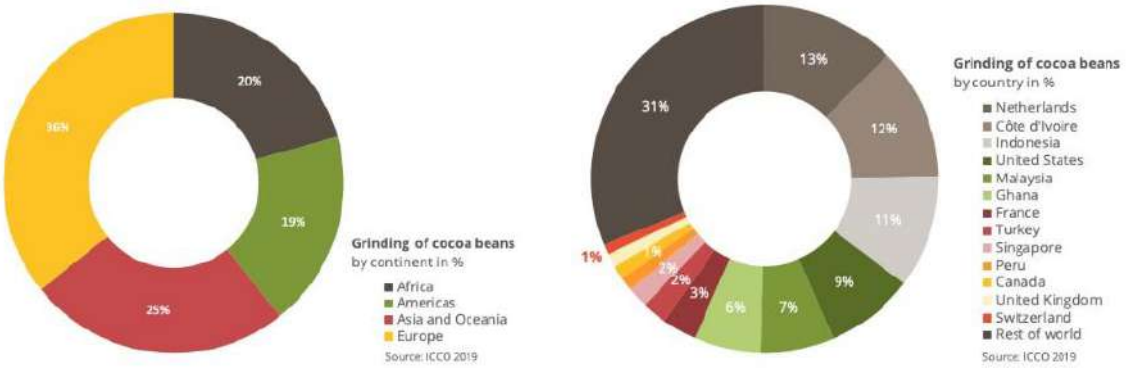
ราคาตลาดของโลก

ตลาดโกโก้ทั่วโลกมีมูลค่า 11,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2563 โดยได้รับแรงหนุนจากความต้องการโกโก้ออร์กานิกหรือการปลูกโกโก้ที่ยั่งยืนที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ด้วยการเปิดตัวตัวแปรใหม่ ตลาดคาดว่าจะเห็นการเติบโตต่อไปในช่วงคาดการณ์ของปี 2564-2569 ซึ่งเติบโตที่ CAGR 3.4 เปอร์เซ็นต์ คาดว่าจะสูงถึง 13,520 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี 2569 ทั้งนี้ราคาโกโก้ยังไม่ดีนัก โดยราคาปี 2561 อยู่เพียงตันละ 2,185 ดอลลาร์สหรัฐ ลดลงจากปี 2559 ที่เคยมีราคาตันละ 3,361 ดอลลาร์สหรัฐ เป็นผลจากปริมาณผลผลิตโกโก้โลกสูงกว่าความต้องการใช้ ส่งผลให้ปริมาณสต็อกโกโก้โลก ปี 2558-2560 เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 1.4 ล้านตัน เป็น 1.7 ล้านตัน

อุตสาหกรรมโกโก้ แบ่งเป็นอุตสาหกรรมเนยโกโก้ โกโก้ผง และโกโก้เหลว หากแบ่งตามการใช้โกโก้ในอุตสาหกรรมแปรรูป จะแบ่งออกเป็นการผลิตเครื่องสำอาง ยา อาหาร เครื่องดื่มและขนม ตลาดระดับภูมิภาคที่สำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ อเมริกาเหนือ ยุโรป เอเชียแปซิฟิก ละตินอเมริกา ตะวันออกกลางและแอฟริกา ผู้ที่มีบทบาทในตลาดข้างต้น ได้แก่ Olam International, Cargill Inc., Barry Callebaut, Cemoi Group, Cocoa Processing Company Limited, Nestle S.A. เป็นต้น

ความต้องการใช้

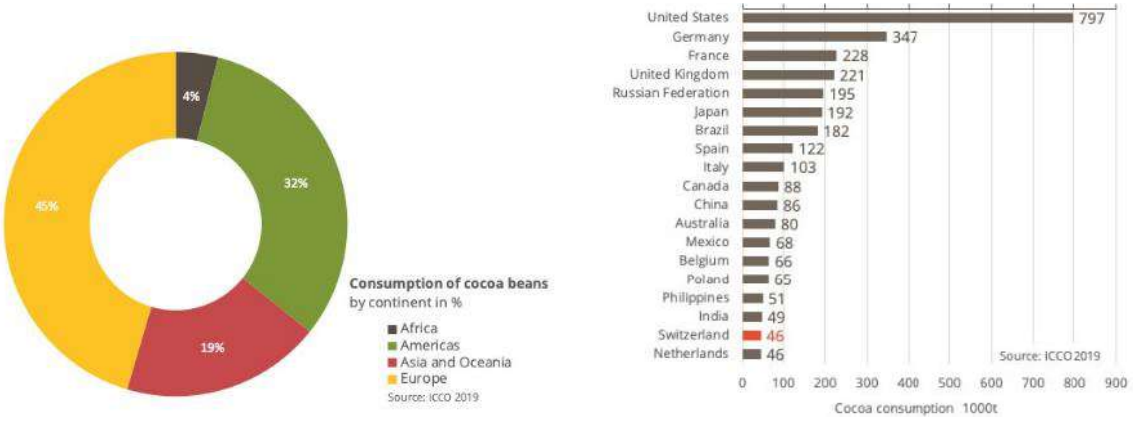
ยุโรปเป็นผู้นำในการแปรรูปโกโก้ ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของอุตสาหกรรมแปรรูปอยู่ในยุโรป และเมล็ดโกโก้จากทั่วโลกประมาณ 614,000 ตัน หรือ 13 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณเมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้ทั่วโลก ถูกนำมาแปรรูปให้เป็นโกโก้แบบก้อน (cocoa paste) เนยโกโก้ (cocoa butter) ผงโกโก้ (cocoa powder) ช็อคโกแลต และผลิตภัณฑ์โกโก้อื่น ๆ (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 สัดส่วนของผลิตภัณฑ์จากเมล็ดโกโก้ที่ผลิตในแต่ละภูมิภาค และปริมาณผลิตภัณฑ์จากเมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จากประเทศต่าง ๆ

ที่มา: Swiss Platform for Sustainable Cocoa (2020)

นอกจากยุโรปเป็นผู้ผลิตหลักแล้วยังเป็นผู้บริโภคโกโก้อันดับ 1 ด้วย โดยมีการบริโภคประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ อเมริกา บริโภคผลิตภัณฑ์จากโกโก้มากที่สุด 797,000 ตัน มากกว่าปริมาณบริโภคของเยอรมนี (347,000 ต้นต่อปี) รวมกับฝรั่งเศส (228,000 ตันต่อปี) (ตารางที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 สัดส่วนของภูมิภาคและประเทศที่มีการใช้เมล็ดโกโก้

ที่มา: Swiss Platform for Sustainable Cocoa, 2020

1.2) สถานการณ์การผลิตโกโก้ของอาเซียน

จากรายงานของชมรมโกโก้อาเซียน (ASEAN Cocoa Club, 2019) ในปี พ.ศ.2561/2562 กลุ่มประเทศอาเซียนผลิตโกโก้ได้เป็นอันดับ 4 ของโลก หรือคิดเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตโกโก้ของโลก (ผลิตได้ 237,000 ตัน) การแปรรูปโกโก้ (cocoa grinding) ของกลุ่มประเทศอาเซียน ขยายตัว 17.9 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตโลก (ผลิตได้ 852,000 ตัน) และตลาดช็อกโกแลตในอาเซียนโตขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การผลิตโกโก้ในอาเซียนทั้ง อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม ซึ่งต่างก็ได้ปรับเปลี่ยนไป (อัทธ์, 2561) อินโดนีเซีย มีปริมาณการผลิตโกโก้ลดลงจาก 8.5 แสนตัน ปี 2552 เหลือ 2.9 แสนตัน ในปี 2560 และใช้กลไกปรับขึ้นภาษีส่งออกเมล็ดโกโก้เป็น 15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ลดการส่งออกเมล็ดโกโก้เป็นวัตถุดิบ และส่งเสริมให้เกิดมูลค่าเพิ่ม แปรรูปโกโก้เพื่อการส่งออก ในขณะที่มาเลเซีย มีพื้นที่ปลูกลดลงจาก 2.5 ล้านไร่ เหลือ 1 แสนไร่ ทั้งที่มีเป้าหมายเป็น "King of Chocolate in Asia" รัฐบาลจึงบรรจุใน "National Commodity Policy 2554-2563" และมีเป้าหมายว่าต้องเพิ่มผลผลิตเป็น 60,000 ตันต่อปี และเพิ่มพื้นที่ปลูกเป็น 2.5 แสนไร่ ผลผลิตต่อไร่เพิ่มจาก 192 กก./ไร่ เป็น 240 กก./ไร่ และรัฐยังสนับสนุนงบประมาณในการปลูกและให้ปัจจัยการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ ส่วนฟิลิปปินส์ ปี 2559 มีผลผลิตเมล็ดโกโก้ 8,000 ตันและ มีนโยบายการผลิตโกโก้ที่ยั่งยืน โดยมีแผนปฏิบัติการอุตสาหกรรมโกโก้แห่งชาติ (Cocoa Industry Roadmap 2017 - 2022) ส่งเสริมการปรับปรุงสวนโกโก้ให้มีผลผลิตต่อเนื่องและรายได้ที่ยั่งยืนสอดคล้องกับนโยบายความมั่นคงทางอาหารและลดความยากจนของประเทศ และได้พัฒนาทักษะและความสามารถของเกษตรกรผู้ปลูกโกโก้ โดยการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่เกษตรกร ส่วนเวียดนามปลูกโกโก้ 1.5 แสนไร่ ปี 2555 มีผลผลิต 70,000 ตัน พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ทางตอนใต้ สามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง เป้าหมายจะขยายพื้นที่ปลูกเป็น 500,000 ไร่ ในปี 2563

1.3) สถานการณ์การผลิตโกโก้ของไทย

โกโก้เป็นพืชที่กลับมาได้รับความนิยมและมีการปลูกเพิ่มขึ้นในประเทศไทย ปัจจุบันเกษตรกรให้ความสนใจปลูกโกโก้มากขึ้นด้วยหวังว่าจะเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้เสริมจากพืชหลัก โดยตั้งแต่ปี 2560/2561 มีการส่งเสริมการปลูกโกโก้โดยภาคเอกชนในรูปแบบการทำเกษตรพันธสัญญา ทำให้พื้นที่ปลูกโกโก้เพิ่มขึ้นจากเดิม และมีการขยายพื้นที่ปลูกไปภาคอื่น ซึ่งเดิมมีการปลูกโกโก้ในเชิงเศรษฐกิจในภาคใต้และภาคตะวันออกเท่านั้น จากข้อมูลการขึ้นทะเบียนเกษตรกรของกรมส่งเสริมการเกษตร เนื้อที่ยืนต้นเพิ่มขึ้นจาก 251 ไร่ ในปี 2560 เป็น 5,912.75 ไร่ ในปี 2563 ส่วนเนื้อที่เก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นจาก 36 ไร่ ในปี 2560 เป็น 401.5 ไร่ ในปี 2563 และมีจำนวนครัวเรือนเกษตรกร 1,361 ราย (ตารางที่ 2.1) แต่ปริมาณผลผลิตยังไม่มากนัก เนื่องจากโกโก้ที่ปลูกยังไม่ได้ให้ผลผลิต พื้นที่ปลูกหลัก ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น จันทบุรี เชียงราย นครศรีธรรมราช และประจวบคีรีขันธ์ ตามลำดับ โดยในปี 2564

ตารางที่ 2.1 พื้นที่ปลูกโกโก้และเนื้อที่เก็บเกี่ยวโกโก้ของประเทศไทย ปี 2563

จังหวัด	จำนวนครัวเรือนเกษตรกร	เนื้อที่ปลูก (ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต (ไร่)	ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ (กิโลกรัม)	ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ราคาที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย (บาท/กิโลกรัม)
1. ขอนแก่น	257	1,093	8	800	100	25
2. จันทบุรี	14	167	80	318,610	3,982.63	12.9
3. เชียงราย	12	299.25	5	2,500	500	35
4. นครศรีธรรมราช	223	580.5	123	11,200	91.06	40.36
5. ประจวบคีรีขันธ์	37	246	175	521,500	2,980	15
อื่นๆ	818	3,527	10.5	4,639	-	-
รวมทั้งหมด	1,361	5,912.75	401.5	859,249	2,140.1	14.64

ที่มา: ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร (2564)

2. สถานการณ์ด้านการตลาด

ปริมาณผลผลิตโกโก้ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ของโรงงานแปรรูป เช่น แปรรูปช็อกโกแลต โกโก้ผง ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอาง โดยความต้องการบริโภคช็อกโกแลตของคนไทยอยู่ที่ 120 กรัมต่อคนต่อปี เมื่อเทียบกับเบลเยี่ยม 8 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ซึ่งถือว่าตลาดโกโก้ในไทย มีโอกาสขยายตัวเนื่องจากปัจจุบันโรงงานส่วนใหญ่ต้องนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ การปลูกโกโก้ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่จะทำสัญญาซื้อขายผลผลิตกับบริษัทแปรรูปซึ่งจะมีราคาประกันขั้นต่ำ โดยบริษัทแปรรูปจะส่งเสริมการปลูกในลักษณะเกษตรพันธสัญญา เมื่อซื้อต้นพันธุ์แล้วจะรับซื้อผลผลิต ราคาที่รับซื้ออ้างอิงราคาตลาดโลก โดยบริษัทรับซื้อในรูปของผลสด ราคาประกันขั้นต่ำกิโลกรัมละ 5 บาท แต่อาจได้ถึง 8-10 บาท สำหรับเกษตรกรที่ไม่ได้ทำสัญญาซื้อขายกับบริษัทจะขายผลสดหรือเมล็ดแห้ง แปรรูปจากเมล็ดโกโก้แห้งเป็นผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลต เป็นผลิตภัณฑ์โอทอป (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2563)

2.1) สถานการณ์การส่งออกและนำเข้าโกโก้ของประเทศไทย

- **การส่งออก**

ประเทศไทยส่งออกโกโก้และของปรุงแต่งที่ทำจากโกโก้ ในปี 2559 เป็น 23,061 ตัน และ ในปี 2563 ส่งออกได้ 22,876 ตัน โดยในช่วงปี 2559-2563 (5 ปี) ประเทศที่ไทยส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่ง คือ **ญี่ปุ่น** มีสัดส่วนการส่งออกถึงร้อยละ 36.74 ของปริมาณทั้งหมด รองลงมา ได้แก่ จีน และเมียนมา (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกโกโก้และของปรุงแต่งที่ทำจากโกโก้ ปี 2559-2563

ปริมาณ (ตัน) : มูลค่า (ล้านบาท)

ประเทศ	ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		ปี 2562		ปี 2563	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
1.ญี่ปุ่น	16,116.20	573.19	14,303.12	476.41	17,306.39	551.31	15,026.63	464.63	15,365.53	429.26
2.เมียนม่า	1,249.20	223.66	1,143.97	204.26	955.45	209.61	909.11	209.34	1,011.82	189.51
3.จีน	375.17	32.71	371.74	42.57	331.87	443.16	375.59	583.63	3,755.65	151.36
4.ลาว	771.82	81.56	559.26	57.20	574.27	52.96	553.44	49.90	902.40	75.94
5.กัมพูชา	340.29	37.90	235.71	34.18	536.77	82.12	299.51	62.39	395.41	57.63
6.สหรัฐอเมริกา	813.83	188.23	24.25	8.48	112.69	122.25	68.41	47.66	99.28	51.55
7.เกาหลีใต้	213.74	23.68	180.70	24.50	185.06	71.95	227.69	113.25	229.51	35.06
8.มาเลเซีย	1,169.26	99.05	731.90	58.81	711.25	68.14	751.85	66.64	348.08	26.02
9.เยอรมนี	33.29	6.06	5.84	1.56	14.16	25.86	17.96	32.11	13.13	16.63
10.อินโดนีเซีย	1.51	0.28	712.75	64.81	357.97	38.56	36.09	14.04	178.16	16.02
อื่นๆ	1,977	303	873.88	175.74	1,080.04	575.57	1,720.40	639.63	577.87	119.48
รวมทั้งสิ้น	23,061	1,569	19,143.12	1,148.52	22,165.91	2,241.47	19,986.67	2,283.21	22,876.84	1,168.47

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

- **การนำเข้า**

ในช่วง 5 ปี (พ.ศ.2559-2563) ประเทศไทยนำเข้าเมล็ดโกโก้และของปรุงแต่ง เพิ่มขึ้นจาก 38,807.8 ตัน ในปี 2559 เป็น 42,473 ตัน ในปี 2563 โดยในปี 2563 ประเทศที่ไทยนำเข้าโกโก้และของปรุงแต่งจากประเทศมาเลเซีย มากเป็นอันดับหนึ่ง มีสัดส่วนนำเข้าถึงร้อยละ 33.28 ของปริมาณนำเข้าทั้งหมด รองลงมา ได้แก่ สิงคโปร์ ร้อยละ 7.2 (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าโกโก้และของปรุงแต่งที่ทำจากโกโก้ ปี 2559-2563

ปริมาณ (ตัน) : มูลค่า (ล้านบาท)

ประเทศ	ปี 2559		ปี 2560		ปี 2561		ปี 2562		ปี 2563	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
1.มาเลเซีย	12,185.59	1,317.53	17,049.70	1,819	20,457.75	2,091.51	21,768.16	1,951.02	20,710	1,966
2. สหรัฐอเมริกา	1,892.49	593.31	1,861.12	607	1,123.38	549.89	1,273.41	680.77	998	600
3.จีน	2,803.51	807.31	2,434.51	564	2,438.99	443.36	2,824.29	506.24	2,917	474
4.สิงคโปร์	3,815.20	386.42	4,448.64	412	5,107.92	458.06	5,322.77	442.56	4,895	425
5. อินโดนีเซีย	9,747.74	847.72	6,310.91	530	6,068.85	457.33	4,499.61	376.98	4,489	392
6.อิตาลี	710.02	413.12	599.25	363	606.92	326.64	750.00	362.38	729	336
7. ออสเตรเลีย	1,065.38	217.24	1,205.32	250	933.83	222.83	819.75	220.18	870	239
8.ฝรั่งเศส	1,086.38	187.98	940.41	201	1,311.94	253.14	1,525.85	267.68	1,155	217
9.อินเดีย	525.80	350.81	524.02	338	537.13	358.27	337.10	216.78	269	191
10. เนเธอร์แลนด์	700.23	126.72	642.59	110	902.10	176.03	990.32	171.11	995	171
อื่น ๆ	4,275.46	1,154.07	3,982.21	1,080	4526	1,104	5,147	1,070	4,447.35	894.80
รวมทั้งสิ้น	38,807.8	6,402.21	39,998.66	6,275	44,014.41	6,441.15	45,258.16	6,266.17	42,473	5,906

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

บทที่ 3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และพันธุ์โกโก้

ปานหทัย นพชินวงศ์

การจำแนกชั้นทางพฤษศาสตร์

ชื่อภาษาอังกฤษ (English name):	cacao (คาเคา)
ชื่อภาษาไทย (Thai name):	โกโก้
ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name):	*Theobroma cacao* L.
อาณาจักร (Kingdom):	Plantae
ไฟลัม (Phylum):	Tracheophyta
ชั้น (Class):	Magnoliopsida
อันดับ (Order):	Malvales
วงศ์ (Family):	Malvaceae
สกุล (Genus):	*Theobroma* L.
ชนิด (Species):	*Theobroma cacao* L.

เดิมโกโก้จัดอยู่ในวงศ์ Sterculiaceae (Cuatrecasas, 1964) ปัจจุบันได้รับการจัดเรียงทางอนุกรมวิธานใหม่โดยโกโก้จัดอยู่ในวงศ์ชบา (Family Malvaceae) (*Thobroma* L. in GBIF Secretariat, 2021) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Theobroma cacao* L. โดยชื่อสกุล *Theobroma* มาจากภาษากรีก แปลว่า “อาหารของพระเจ้า: food of gods” (theos หมายถึง พระเจ้า และ broma หมายถึง อาหาร) เป็นโกโก้ชนิดเดียวในจำนวน 22 ชนิดของสกุล *Theobroma* ที่ปลูกในเชิงการค้าและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โกโก้ 22 ชนิด สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 6 กลุ่ม โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา ดังนี้

1) Andropetalum ได้แก่ *T. mammosum*

2) Glossopetalum ได้แก่ *T. angustifolium, T. canumanense, T. chocoense, T. cirmolinae, T. grandifolum, T. hylaeum, T. nemorale, T. obovatum, T. simiarum, T. sinuosum, T. stipulatum* และ *T. subincanum*

3) Oreanthes ได้แก่ *T. bernouilii, T. glaucum, T. speciosum, T. sylvestre* และ *T. velutinum*

4) Rhytidocarpus ได้แก่ T. bicolor

5) Telmatocarpus ได้แก่ *T. gileri* และ *T. microcarpum*

6) Theobroma ได้แก่ *T. cacao*

นอกจากนี้ *T. cacao* แล้ว ยังมีอีก 2 ชนิดที่มีการใช้ประโยชน์ คือ *T. bicolor* (ภาพที่ 3.1) โกโก้ชนิดนี้มีผลตามกิ่งและลักษณะเปลือกผลภายนอกเป็นเส้นคล้ายร่างแห ปลูกบริเวณทวีปอเมริกาใต้ ใช้ประโยชน์จากเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ดมีการนำมาใช้ประโยชน์คล้ายกับโกโก้ชนิดอื่น ในการเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์โกโก้ทั่ว ๆ ไป และอีกชนิดหนึ่ง คือ *T. grandiflorum* (ภาพที่ 3.2) เป็นพืชพื้นเมืองของบราซิล เป็นโกโก้ที่มีผลขนาดใหญ่ที่สุด ใช้ประโยชน์จากเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งมีรสหวานและกลิ่นหอมใช้ในการทำเครื่องดื่มต่าง ๆ และใช้ในอุตสาหกรรมยาและอุตสาหกรรมทางเคมี (Afoakwa, 2014)

ภาพที่ 3.1 ลักษณะต้น ดอก และผลโกโก้ *T. bicolor*

(ที่มา : https://toptropicals.com/catalog/uid/Theobroma_bicolor.htm, http://www.maya-ethnobotany.org/cacao-cocoa-chocolate-recipes-cookbook-aztec-food-zapotec-mixtec-mayan-ethnobotanical/mayan-chocolate-cocoa-cacao-pataxte-theobroma-bicolor.php)

ภาพที่ 3.2 ลักษณะต้น ดอก และผลของโกโก้ *T. grandiflorum*

(ที่มา : http://tropical.theferns.info/image.php?id=Theobroma+grandiflorum, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Theobroma_grandiflorum-flower.jpg)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของโกโก้

ลำต้น (Trunk)

โกโก้เป็นไม้พุ่มขนาดใหญ่สูงประมาณ 4-20 เมตร ในสภาพธรรมชาติ และ 3-6 เมตร เมื่อนำมาปลูกในลักษณะแปลงปลูก ปกติแล้วเมื่อยังเป็นต้นกล้าโกโก้จะไม่มีกิ่งแขนง ลำต้นจะตั้งตรง ลักษณะใบบนต้นจะเรียงตัวแบบบันไดเวียน (spiral) เมื่อเจริญเติบโตได้สูงประมาณ 1-2 เมตร ตาที่ยอดจะพัฒนาเติบโตเป็นกิ่งข้าง 3-5 กิ่ง ซึ่งจุดที่เป็นจุดศูนย์รวมของการแตกกิ่งข้างนี้เรียกว่า คาคบ (jorquette) นอกจากคาคบแล้วบริเวณลำต้นจะมีตาที่สามารถเจริญเติบโตเป็นกิ่งกระโดง (chupon) โดยในแต่ละลำต้นจะมีกิ่งกระโดงแตกขึ้นมากมายต้องคอยตัดแต่งทิ้ง สำหรับใบบนกิ่งข้าง (fan branch) นี้จะมีการเรียงตัวแบบตรงข้ามสลับกัน (alternate) นอกจากนี้บริเวณลำต้นยังมีปุ่มตาดอก (flower chusion) กระจายอยู่ทั่วลำต้น

ภาพที่ 3.3 ลักษณะของต้นโกโก้และการแตกกิ่ง

ราก (Root)

รากแก้วของต้นกล้าโกโก้จะงอกลงไปในดินตามแนวดิ่งประมาณ 2 เมตร รากแก้วของโกโก้ใช้เวลา 2 ปี ในการเจริญเติบโตลงในดินลึก 50 เซนติเมตร (van Himme, 1959 *อ้างถึงใน* Toxopeus, 1987) ดังนั้นในช่วงแรกควรระวังพายุลมแรงซึ่งอาจทำให้ต้นโกโก้โค่นล้มได้ ต้นโกโก้ที่ปลูกโดยเมล็ดจะมีรากแก้ว แต่ต้นโกโก้ที่ปลูกจากการตัดชำกิ่งจะไม่มีรากแก้ว แต่จะมีรากที่พัฒนาขึ้นมาจากรากแขนงประมาณ 2-3 ราก ทำหน้าที่คล้ายรากแก้ว งอกลงดินตามแนวดิ่งทำหน้าที่ยึดลำต้น ส่วนรากแขนงยาวประมาณ 5-6 เมตร ทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุในดิน รากแขนงจะเจริญเติบโตลึกจากผิวดินประมาณ 15-20 เซนติเมตร แต่หากหน้าดินลึกรากแขนงอาจสามารถเจริญลงลึกได้ถึง 40-50 เซนติเมตร การเจริญเติบโตของรากโกโก้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ คือ ดิน น้ำ อากาศ ดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี เช่น ดินเหนียว ระดับน้ำใต้ดินสูง การระบายอากาศไม่ดีมีออกซิเจนน้อย รากแก้วของโกโก้จะลงไม่ลึกเกิน 45 เซนติเมตร แต่ถ้าดินร่วน น้ำน้อย รากแก้วจะเจริญเติบโตลงลึกมาก

ใบ (Leaves)

ใบที่เกิดบริเวณกิ่งกระโดง (chupon) จะมีลักษณะก้านใบยาว แต่ใบที่เกิดบริเวณกิ่งข้าง (Fan branch) จะมีก้านใบสั้นกว่า ใบที่เกิดบริเวณกิ่งข้างจะมีจำนวนพอ ๆ กัน ตาที่ปลายกิ่งข้างจะผลิใบใหม่อีก การแตกใบใหม่ของโกโก้แต่ละครั้งจำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้นโดยดึงธาตุอาหารจากใบแก่ทำให้ใบแก่ร่วงหล่น โกโก้ที่ต้นสมบูรณ์ใบแก่จะร่วงหล่นน้อย แต่ถ้าต้นโกโก้ไม่สมบูรณ์การผลิตใบอ่อนจะส่งผลให้ใบแก่ร่วงหล่นมาก ใบโกโก้มีปากใบอยู่ใต้ใบ จำนวนปากใบต่อหน่วยพื้นที่ขึ้นกับความเข้มของแสงที่ได้รับ ความเข้มของแสงยังมีผลต่อ

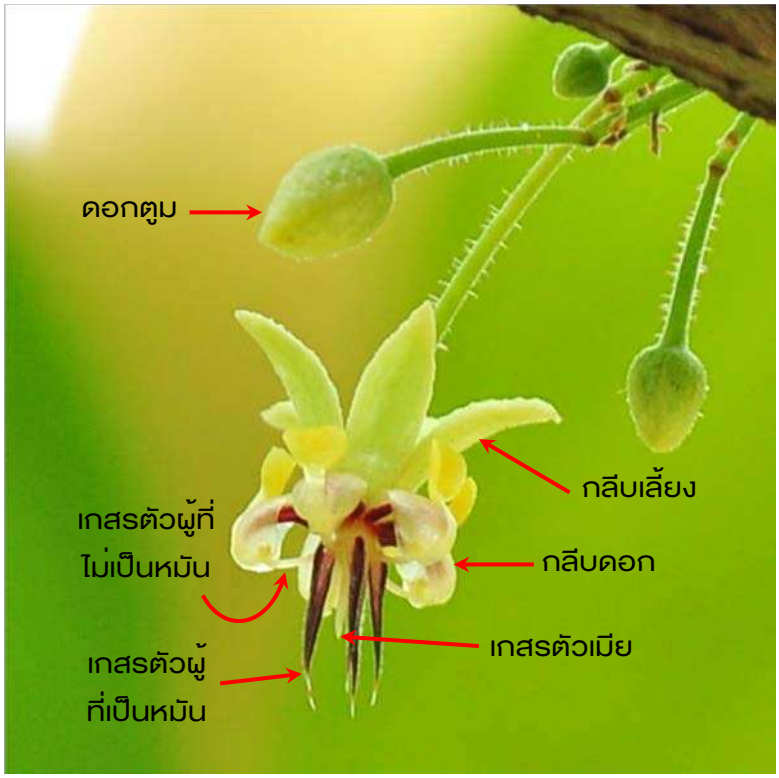
ขนาดและความหนาของใบโกโก้รวมทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบโกโก้ด้วย โดยโกโก้ที่อยู่ใต้ร่มเงาหนาทึบ ใบจะมีขนาดใหญ่และมีสีเขียวเข้มกว่าใบโกโก้ที่ปลูกในแปลงที่ได้รับแสงเต็มที่

ภาพที่ 3.4 เปรียบเทียบใบโกโก้ที่ปลูกในร่ม (ก) กับกลางแจ้ง (ข) สีและขนาดของใบจะต่างกัน

ดอก (Flower)

โกโก้ออกดอกตามต้น (auliflower) หรือตามกิ่ง (ramiflower) ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของโกโก้ ดอกโกโก้มีกลีบเลี้ยงสีชมพู 5 กลีบและมีกลีบดอกสีขาวเหลืองเป็นรูปถุง 5 ถุง มีเกสรตัวผู้เรียงตัวเป็นวงซ้อนกัน 2 วง วงนอกประกอบด้วยเกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน (staminode) จำนวน 5 อัน และวงในมีเกสรตัวผู้ที่ไม่เป็นหมัน (stamen) จำนวน 5 อัน โดยเกสรตัวผู้ที่ไม่เป็นหมันจะหลบอยู่ในถุงของกลีบดอก โดยมีเกสรตัวเมีย (pistil) ยื่นมาข้างบน 1 อัน ที่ปลายมี 5 แฉกเป็นที่รับละอองเกสรตัวผู้ โดยทั่วไปการผสมเกสรจะเกิดจากแมลง หรือลมพัดพาแต่จะมีโอกาสน้อยมากเนื่องจากอับละอองเกสรตัวผู้ (anther) หลบอยู่ในถุงของกลีบดอก

โกโก้ส่วนใหญ่เป็นพืชผสมข้ามเนื่องจากความไม่เข้ากันของเซลล์สืบพันธุ์ (self-incompatibility) แต่การเป็นหมันจะมีมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งโกโก้พันธุ์อัปเปอร์อเมซอน (Upper Amazon) ดังนั้นการปลูกโกโก้ในกลุ่มนี้จึงจำเป็นต้องปลูกโกโก้สายพันธุ์อื่นด้วยอย่างน้อย 3-4 สายพันธุ์เพื่อช่วยให้การผสมเกสรดีขึ้น ส่วนพันธุ์อมีโลนาโด (Amelonado) สามารถผสมตัวเองได้ ในปีหนึ่ง ๆ โกโก้สามารถออกดอกได้มากกว่า 10,000 ดอก แต่โดยเฉลี่ยจะมีการผสมของดอกเพียง 1-5 เปอร์เซ็นต์ และมีดอกที่จะร่วงไปหรือดอกที่ผสมติดเป็นผลแล้วแห้งไป (cherelle wilt) อีก ดังนั้นจำนวนผลสุกที่ได้จะลดลงเหลือเพียง 0.5-0.7 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ในแหล่งปลูกที่อากาศอบอุ่นและความชื้นสม่ำเสมอ โกโก้จะออกดอกทั้งปี แต่การติดผลมากจะทำให้การออกดอกหรือติดผลในช่วงหน้าแล้งลดลงหรือชะงักการออกดอก ทำให้เกิดการติดผลไม่สม่ำเสมอเช่นกัน โดยปกติแล้วดอกโกโก้จะร่วงเมื่อไม่ได้รับการผสมเกสรภายใน 1 วัน



ภาพที่ 3.5 ดอกโกโก้

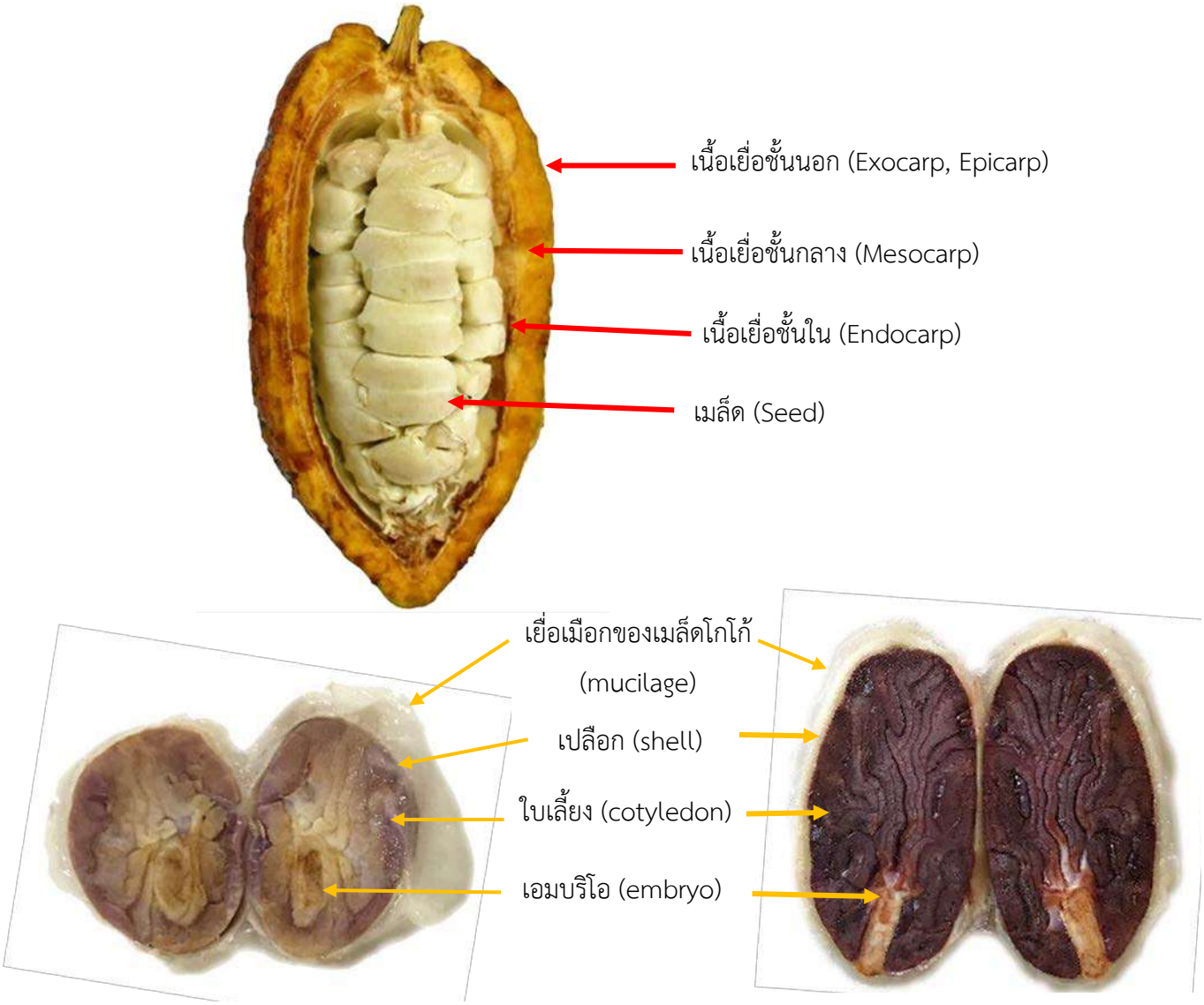
ภาพที่ 3.6 ลักษณะการติดดอกของโกโก้

ผลโกโก้ (Pod)

หลังการผสมเกสร ผลโกโก้จะเริ่มพัฒนาจนกระทั่งสุกใช้ระยะเวลาประมาณ 5-6 เดือน ผลเล็ก ๆ ของโกโก้ที่กำลังเจริญขึ้นมาเรียกว่า “เชเรล” (cherelle) ในช่วงระหว่าง 2-3 เดือนแรกของการเจริญของผล หากโกโก้ได้รับน้ำและสารอาหารไม่เพียงพอผลอ่อนจะเหี่ยว แห้งและเปลี่ยนเป็นสีดำ (cherelle wilt) บางครั้งผล

เหี่ยวอาจสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ของผลอ่อนทั้งหมด การใช้ฮอร์โมนฉีดพ่นมีแนวโน้มช่วยลดการเกิดผลเหี่ยวได้ (วราวุธ และคณะ, 2535) หลังจากผลเติบโตประมาณ 90 วัน ผลโกโก้ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร โกโก้จะผลิตฮอร์โมนซึ่งทำหน้าที่ช่วยให้เมล็ดโกโก้เจริญเติบโตและยับยั้งการเหี่ยวของผลอ่อน (cherelle wilt, ภาพที่ 3.7)ผลจะเจริญเติบโตจนกระทั่งผลแก่และเก็บเกี่ยว นอกเสียจากถูกทำลายโดยโรคหรือแมลง ผลโกโก้แก่เรียกว่า ฝัก/ผลโกโก้ (pod) มีหลายขนาดและหลายสี ความยาวฝักตั้งแต่ 10-30 เซนติเมตร ปกติผลอ่อนจะมี 2 สี คือ สีเขียวและสีแดง สีของผลขึ้นกับสายพันธุ์ ผลอ่อนสีเขียวเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส่วนผลอ่อนสีแดงเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีส้ม ส้มอมเหลือง จำนวนเมล็ดในหนึ่งผลจะมีตั้งแต่ 20-50 เมล็ด ซึ่งเมล็ดโกโก้จะไม่มีระยะพักตัว (ดังนั้นหากไม่ทำการเก็บเกี่ยวผลโกโก้เมื่อผลสุกเต็มที่เมล็ดจะงอกรากภายในผล) เมล็ดจะมีเยื่อหุ้ม (integument) เนื้อในเมล็ดเป็นส่วนของใบเลี้ยง (cotyledon) จะมีสีขาวหรือม่วงขึ้นกับสายพันธุ์ (ภาพที่ 3.8) ขณะผลสุกเนื้อเยื่อบริเวณภายนอกของ integument จะผลิตชั้นของ prismatic cell ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลและเมือก (mucilage) เมล็ดโกโก้แต่ละเมล็ดจะห่อหุ้มด้วยเยื่อและเมือก (เมือกเหล่านี้จะทำให้เกิดกลิ่นหอมของช็อคโกแลตหลังการหมักเมล็ดโกโก้) เมื่อผลโกโก้แก่เต็มที่ เซลล์เนื้อเยื่อเหล่านี้จะแยกออกทำให้เมล็ดโกโก้หลุดจากกันได้ง่าย (ภาพที่ 3.8) ผลโกโก้เมื่อสุกจะไม่แตกออกให้เมล็ดกระจายเหมือนถั่วและผลจะไม่ร่วงหล่นลงมาจากต้น โดยธรรมชาติสัตว์ต่าง ๆ เช่น ลิง กระรอก หนูและนกจะมากัดหรือเจาะผลเพื่อดูดกินเยื่อหุ้มเมล็ดซึ่งมีรสหวานและทิ้งเมล็ดแพร่กระจายไปในที่ต่าง ๆ บางครั้งอาจจะขึ้นห่างจากต้นแม่ได้หลายกิโลเมตร

ภาพที่ 3.7 การเหี่ยวของผลอ่อนโกโก้ (วงกลมสีแดง) เกิดขึ้นหลังการผสมเกสร 1-2 เดือน (ข)



ภาพที่ 3.8 องค์ประกอบของผลและเมล็ดโกโก้

โกโก้ที่มีการปลูกในเชิงการค้ามีหลายชนิดย่อย (sub species) แต่เนื่องจากทั้งหมดมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2n = 20 จึงสามารถผสมพันธุ์กันได้ (Wood and Lass, 1985) ปัจจุบันมีการแบ่งโกโก้ออกเป็น 4 กลุ่มพันธุ์ (varieties) (Afoakwa, 2014) ได้แก่

1. กลุ่มพันธุ์คริโอลโล (Criollo) โกโก้กลุ่มพันธุ์นี้ปลูกไม่กว้างขวางนักเนื่องจากการเจริญเติบโตไม่ค่อยดี อ่อนแอ มักถูกโรคแมลงรบกวนได้ง่ายและให้ผลผลิตต่ำ มักพบในสวนเก่าแก่ของประเทศเวเนซูเอลา อเมริกากลาง มาดากัสการ์ ศรีลังกาและซามัว โกโก้พันธุ์นี้มีผลค่อนข้างใหญ่สีแดงหรือสีเขียวเมื่อสุกเป็นสีเหลืองส้ม เปลือกบางนิ่ม ก้นผลยาวแหลม ผิวของผลขรุขระเป็นร่องลึก เมล็ดกลมค่อนข้างใหญ่ สีขาวหรือสีชมพู หรือ ม่วงอ่อน จำนวนเมล็ดต่อฝัก 20-40 เมล็ด เมล็ดมีรสขมน้อยกว่าและมีกลิ่นหอมมากกว่าโกโก้พันธุ์อื่นทำให้ช็อกโกแลตที่ได้จะมีรสชาตินุ่มนวลและมีกลิ่นถั่วมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ เป็นพันธุ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม

ช็อกโกแลตคุณภาพสูง (fine cocoa) พันธุ์นี้ที่มีพบเห็นในปัจจุบัน ได้แก่ Mexico criollo, Nicaraguan criollo, Colombian criollo หรือ Pentagona เป็นต้น

2. กลุ่มพันธุ์ฟอรัสเทอร์โร (Forastero) ประเทศผู้ผลิตหลัก ได้แก่ ไอวอรีโคสต์ กานา อินโดนีเซีย บราซิล ไนจีเรีย และแคเมอรูน ส่วนใหญ่ผลิตแบบเชิงปริมาณ (bulk cocoa) คิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตตลาดโลก และมีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตตลาดโลกที่ผลิตแบบคุณภาพสูง (fine cocoa) เมล็ดโกโก้มีรสขมเล็กน้อยแต่มีรสชาติเข้มข้นที่สุด ทำให้ช็อกโกแลตที่ผลิตจากโกโก้พันธุ์นี้มีรสชาติของช็อกโกแลตที่ดีและเข้มข้นที่สุดแต่มีความซับซ้อนของรสชาติน้อย แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

2.1) กลุ่มย่อยเวสท์แอฟริกันอมีโลนาโด (West African Amelonado) โกโก้ในกลุ่มนี้มีผลสีเขียวเมื่อสุกมีสีเหลือง ผลยาว เปลือกหนาแข็ง ก้นผลมน เมล็ดแบนกว่ากลุ่มคริโอลโล เนื้อเมล็ดมีสีแดงเข้มหรือสีม่วงเข้มเป็นพันธุ์ที่สามารถผสมตัวเองได้ ผลผลิตสูง ทนทานต่อการรบกวนของโรคและแมลงดีกว่าพันธุ์คริโอลโล แต่ไม่ทนทานต่อโรคยอดแห้งและกิ่งแห้ง

2.2) กลุ่มย่อยอัพเปอร์อเมซอน (Upper Amazon) โกโก้กลุ่มนี้มีผลสีเขียว และเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ขนาดผลจะคล้ายกับพันธุ์เวสท์แอฟริกันอมีโลนาโด แต่เมล็ดมีขนาดเล็กกว่า เนื้อเมล็ดมีสีม่วงเข้ม การเจริญเติบโตดีให้ผลผลิตสูง แข็งแรง ทนทานต่อการรบกวนของโรคและแมลงบางชนิด โกโก้กลุ่มนี้ไม่สามารถผสมตัวเองได้ เช่น Pa (Parinari), Na (Nanay), Sca (Scavina), IMC (Iquitos Mixed Calabacilos) และ P (Pound) เป็นต้น

3. กลุ่มพันธุ์ตรินิตาริโอ (Trinitario) เป็นกลุ่มพันธุ์ที่สันนิษฐานว่าเกิดจากการผสมกันระหว่างกลุ่มพันธุ์คริโอลโล (Criollo) กับ ฟอรัสเทอร์โร (Forastero) ในกลุ่มย่อยอมีโลนาโด (Amelonado) พัฒนาขึ้นที่ประเทศตรินิแดด ต่อมาได้กระจายไปยังเวเนซูเอลา เอควาดอร์ แคเมอรูน ซามัว ศรีลังกา ชวา และปาปัวนิวกินี กลุ่มพันธุ์นี้มีคุณภาพดีกว่าคริโอลโลและให้ผลผลิตสูงกว่า ทนทานต่อโรคดีกว่าฟอรัสเทอร์โร เมล็ดของตรินิตาริโอบางพันธุ์จะมีรสชาติพิเศษ กลุ่มพันธุ์นี้มีลักษณะผลใหญ่สีเขียวหรือสีแกมแดง ก้นแหลม ผิวขรุขระ ร่องผลลึก ผิวผลหนาแข็ง เมล็ดมีขนาดใหญ่ มีสีหลากหลายตั้งแต่ม่วงเข้มจนถึงสีขาวแต่สีขาวจะพบน้อย โกโก้ในกลุ่มนี้มีทั้งผสมตัวเองได้และผสมข้าม โดยในพันธุ์ที่ผสมข้ามบางพันธุ์ต้องการละอองเกสรตัวผู้จากกลุ่มที่ผสมตัวเองได้เท่านั้นในการผสมเกสร พันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น EET (Experimental Estacian Tapo), GC (Gamaica), MOQ (Mosquique), ICS (Imperial College Selection), UIT (Unidentified Trinitario) และ UF (United Fruit) เป็นต้น

4. กลุ่มพันธุ์เนชันนัล (Nacional) โกโก้พันธุ์นี้มีกลิ่นรสที่ดี พบในเอควาดอร์ มีกลิ่นและรสชาติที่โดดเด่น มีการปลูกน้อย ผลผลิตในตลาดโลกประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ปัจจุบันพันธุ์เนชันนัลแท้พบน้อยมาก

ภาพที่ 3.9 ลักษณะของโกโก้กลุ่มคริโอลโล (Criollo)

(ที่มา : https://www.manilatimes.net/2017/05/18/lifestyle-entertainment/life-times/criollo-philippines-lesser-known-luxury-cacao/327914/)

ภาพที่ 3.12 ลักษณะของโกโก้พันธุ์เนชันนัล

ที่มา: https://www.conexionchocolate.com/arriba-nacional-cacao/

ภาพที่ 3.10 ลักษณะของโกโก้ในกลุ่มฟอรัสเทอโร

ภาพที่ 3.11 ลักษณะของโกโก้ในกลุ่มตรินิตาริโอ

ตารางที่ 3.1 คุณลักษณะของโกโก้แต่ละกลุ่มพันธุ์

ลักษณะ		คริโอลโล	ฟอรัสเทอร์โร	ตรินิตาริโอ
เปลือกผล	**เนื้อสัมผัส**	ผิวนิ่ม ย่น	ผิวแข็ง เรียบ	ส่วนใหญ่ผิวแข็ง
	สี	สีแดง	สีเขียว	มีความหลากหลาย
เมล็ด	**จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล**	20-30	30 เมล็ด หรือ มากกว่า	30 เมล็ด หรือ มากกว่า
	สีของใบเลี้ยง	สีขาว สีงาช้าง หรือ สีม่วงอ่อน	สีม่วงอ่อนถึงม่วงเข้ม	มีความหลากหลาย ไม่ค่อยพบสีขาว
การเพาะปลูก	**ความแข็งแรงของต้น**	อ่อนแอ	แข็งแรง	ปานกลาง
	ความอ่อนแอต่อโรคและแมลง	อ่อนแอ	ปานกลาง	ปานกลาง
คุณภาพ	**จำนวนวันในการหมัก**	1-3 วัน	ปกติ 5 วัน	4-5 วัน
	รสชาติ	อ่อน มีความเป็นช็อกโกแลตน้อยและมีความเป็นถั่ว	ดี มีความเป็นช็อกโกแลต	ดี มีความเป็นช็อกโกแลต
	ปริมาณไขมัน	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
	ขนาดของเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	85	94	91

หมายเหตุ : ดัดแปลงจาก Afoakwa (2014)

ปัจจุบันพันธุ์โกโก้ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ปลูกในเชิงการค้านั้นส่วนมากแล้วมักเป็นลูกผสม ซึ่งเป็นการผสมระหว่าง Upper Amazon x Upper Amazon, Upper Amazon x Trinitario, Amelonado x Upper Amazon หรือ Amelonado x Trinitario เนื่องจากโกโก้ลูกผสมนั้นจะมีการปรับปรุงคุณภาพในด้านต่าง ๆ ให้ดีขึ้นกว่าพันธุ์พ่อแม่ ในเรื่องการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต คุณภาพและขนาดเมล็ด ความทนทานต่อโรคและแมลง ซึ่งคุณสมบัติที่ดีเกี่ยวกับขนาดเมล็ด เปลือกหุ้มเมล็ด เปอร์เซ็นต์ไขมัน กลิ่นและเนยโกโก้ล้วนเกี่ยวข้องกับพันธุกรรม (Wintgens, 1991) ดังนั้นการปลูกโกโก้ให้ประสบผลสำเร็จ ได้ผลผลิตสูง องค์ประกอบสำคัญอันดับแรก คือ พันธุ์ปลูกจะต้องเป็นพันธุ์ที่มีคุณสมบัติการให้ผลผลิตสูงไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ หรือการคัดเลือกต้นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงแล้วนำมาขยายพันธุ์ต่อโดยวิธีการเสียบยอดหรือติดตา

การพัฒนาพันธุ์โกโก้ในประเทศไทย

พ.ศ. 2446	มีการนำพันธุ์โกโก้เข้ามาโดยหลวงราชเคนิกร
พ.ศ. 2495	กรมกสิกรรมได้นำโกโก้มาทดลองปลูกที่สถานีกสิกรรมบางกอกน้อย สถานีกสิกรรมพลิ้ว สถานียางคอหงส์ และสวนยางนาบอน
พ.ศ. 2515	กรมกสิกรรมนำโกโก้ลูกผสมอัปเปอร์อเมซอน (Upper Amazon) จากมาเลเซียมาปลูกที่สถานีทดลองยางในช่อง
พ.ศ. 2522	พ.ต.อ.กฤช สังขทรัพย์ รมช. กระทรวงเกษตรฯ นำผลโกโก้และกิ่งพันธุ์โกโก้จากซาบาห์ มาเลเซีย มาปลูกที่สถานีทดลองพืชสวนสวี
พ.ศ. 2524-2540	เริ่มงานวิจัยเกี่ยวกับโกโก้ ณ สถานีทดลองพืชสวนสวี
พ.ศ. 2525	กองพืชสวน กรมวิชาการเกษตร นำเข้ากิ่งพันธุ์โกโก้จากสถานีวิจัยพืชเขตร้อน (Sub-Tropical Horticulture Research Station) มลรัฐฟลอริด้า มาปลูกที่สถานีทดลองพืชสวนสวี
พ.ศ. 2535	นายอานุภาพ ธีรกุล ผู้อำนวนการศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร นำเข้ากิ่งพันธุ์จากมหาวิทยาลัยรีดดิ้ง ประเทศอังกฤษมาปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร
พ.ศ. 2537	คัดเลือกได้โกโก้พันธุ์ดี ได้รับการขึ้นทะเบียนพันธุ์พืชรับรองในชื่อ “โกโก้ลูกผสมชุมพร 1”
พ.ศ. 2553-2564	ทำการทดสอบพันธุ์โกโก้สำหรับช็อกโกแลต จำนวน 5 พันธุ์ มีพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงจำนวน 2 พันธุ์ คาดว่าจะเสนอขอเป็นพันธุ์แนะนำกับกรมวิชาการเกษตรต่อไป

พันธุ์พืชรับรองของกรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตรได้ทำการรวบรวมพันธุ์โกโก้ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมโกโก้ของประเทศไทย (ผานิต, 2538) เพื่อใช้ประโยชน์ในการผลิตโกโก้ลูกผสมอื่น ๆ ในอนาคต รวมทั้งสิ้น 34 สายพันธุ์ ดังนี้

1. พันธุ์โกโก้จากประเทศมาเลเซีย ได้แก่ พันธุ์ AML, Na32, Na33, Na34, Pa7, Pa35, Sca6, Sca12, UIT1 และ UIT2 (ภาพที่ 3.13)

2. พันธุ์โกโก้จากประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ พันธุ์ EET 308, GC29, ICS6, ICS40, ICS95, IMC47, MOQ417, P2, P19, P26, Playa-alta 4, Sca9, UF667 และ UF676

3. พันธุ์โกโก้จากประเทศอังกฤษ ได้แก่ พันธุ์ BE3, BE10, CC11, ICS 16, ICS100, LCT EEN162-1010, LCT EEN163A, Pa107, SC1 และ SPEC 54-1

Na32 Na33 Pa35 AML

Sca12 UF667 UIT2 Playa-alta 4

ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างโกโก้พันธุ์ต่าง ๆ ที่รวบรวมไว้ภายในศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร

สำหรับการคัดเลือกและผลิตพันธุ์โกโก้ประเทศไทยนั้น มีการดำเนินการค้นคว้าวิจัยพัฒนาพันธุ์โกโก้ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรโดยทำการเปรียบเทียบพันธุ์โกโก้ลูกผสมจากประเทศมาเลเซีย จำนวน 14 สายพันธุ์ เพื่อคัดเลือกหาพันธุ์ดีโดยเปรียบเทียบกับพันธุ์ที่เกษตรกรปลูกอยู่เดิม (วิทย์ และคณะ, 2534; ผานิต และคณะ, 2538) ผลการทดลองตั้งแต่ปี 2524-2536 พบว่าโกโก้ลูกผสม Parinari 7x Nanay 32 (Pa7 x Na32) เป็นลูกผสมที่ดีทั้งในด้านการให้ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดเหมาะที่จะใช้เป็นพันธุ์ปลูกสำหรับเกษตรกร จึงได้ทำการขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์พืชตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และได้ตั้งชื่อพันธุ์ดังกล่าวว่า “**โกโก้ลูกผสมชุมพร 1**”

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ประจำพันธุ์ของโกโก้พันธุ์ลูกผสมชุมพร 1 คือ ใบมีความกว้างเฉลี่ย 12.4 ± 1.9 เซนติเมตร ยาวเฉลี่ย 34.1 ± 5.0 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ดอกมีสีเขียวอ่อน ขนาดเท่าหัวเข็มหมุด ก้านดอกมีสีเขียวยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร ลักษณะผลป้อมไม่มีคอ ก้นไม่แหลม ผิวผลเรียบ ร่องค่อนข้างตื้น เมล็ดมีเนื้อเป็นสีม่วงมีขนาดตรงตามมาตรฐานสากลคือ ไม่เกิน 110 เมล็ด/น้ำหนักแห้ง 100 กรัม และมี เปอร์เซ็นต์ไขมันสูงประมาณ 57.27 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะการผสมเกสรเป็นพวกผสมข้าม เริ่มตกผลและเก็บเกี่ยวได้ในปีที่ 2 หลังจากปลูก

ลักษณะเด่นของพันธุ์โกโก้ลูกผสมชุมพร 1

1. ให้ผลผลิตเมล็ดโกโก้แห้งสูงสุดตลอดเวลาทดลอง 13 ปี สูงกว่าพันธุ์ที่เกษตรกรปลูกประมาณ 31.4 เปอร์เซ็นต์ คือ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 127.2 กก./ไร่
2. มีความสม่ำเสมอในการให้ผลผลิต ตลอดเวลาการให้ผลผลิต
3. เมล็ดมีขนาดตรงตามมาตรฐานสากล คือ ไม่เกิน 110 เมล็ด/น้ำหนัก เมล็ดแห้ง 100 กรัม
4. เมล็ดมี เปอร์เซ็นต์ไขมันสูงประมาณ 57.27 เปอร์เซ็นต์
5. มีความทนทานต่อโรคกิ่งแห้งค่อนข้างสูง ทนทานต่อโรคผลเน่าดำปานกลาง
6. เป็นลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงไม่ว่าจะผลิตโดยวิธีช่วยผสมด้วยมือ หรือปล่อยให้ผสมตามธรรมชาติแบบผสมคละ

ภาพที่ 3.14 ต้นโกโก้ลูกผสมชุมพร 1

ภาพที่ 3.15 ผลอ่อนของโกโก้ลูกผสมชุมพร 1

ภาพที่ 3.16 ผลสุกของโกโก้ลูกผสมชุมพร 1

ภาพที่ 3.17 ลักษณะเมล็ดโกโก้ลูกผสมชุมพร 1

พันธุ์โกโก้ที่จะคาดว่าขอเสนอเป็นพันธุ์แนะนำ

ปัจจุบันศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรได้ทำการทดสอบพันธุ์โกโก้สำหรับทำช็อกโกแลตจำนวน 5 สายพันธุ์ อายุ 10 ปี ได้แก่ พันธุ์โกโก้ลูกผสมชุมพร 1, ICS 6, ICS 40, ICS 95 และ UF676 โดยได้ทำการทดลองตั้งแต่ปี 2553-2564 (ผานิต และคณะ, 2558; ปานหทัย และเสรี, 2564) พบว่าทุกพันธุ์สามารถนำมาผลิตช็อกโกแลตและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับ โดยมีพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์โกโก้ลูกผสมชุมพร 1 ICS 6 และ ICS

40 (ตารางที่ 3.2 และ 3.3) คาดว่าเมื่อจบการทดลองในปี 2564 จะสามารถออกพันธุ์แนะนำเพิ่มเติมได้ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ ICS 40 และ ICS 6 (ปานหทัย และเสรี, 2564)

ตารางที่ 3.2 ผลผลิต และขนาดเฉลี่ยของผลโกโก้แต่ละพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ปี 2563

พันธุ์	น้ำหนักผล/ต้น (กก.)	จำนวนผลเฉลี่ย/ต้น (ผล)	ขนาดของผล			เปลือก	
			น้ำหนักผล (กรัม)	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก/ผล (กรัม)	ความหนา (ซม.)
ICS 6	27.00	45	600	8.65	17.8	418	1.06
ICS 40	29.52	48	615	8.51	18.7	433	1.04
ICS 95	9.15	16	572	8.10	19.7	450	1.14
UF 676	12.79	24	533	8.10	20.4	415	0.99
ชุมพร 1	21.75	50	435	7.83	15.9	318	0.94

ตารางที่ 3.3 จำนวนผลผลิตโกโก้ ปี 2563 (ข้อมูลผลผลิตสะสมตั้งแต่เดือน ต.ค. 2562 – ก.ย. 2563)

พันธุ์	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ต้น)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ต้น)	จำนวนผลโกโก้ (ผล/ไร่)[1]	น้ำหนักผลสดโกโก้ (กิโลกรัม/ไร่/ปี)[1]	น้ำหนักเมล็ดแห้ง (กิโลกรัม/ไร่/ปี)
ICS 6	38	600	6,460	3,876	371
ICS 40	47	615	7,990	4,914	464
ICS 95	10	572	1,700	972	72
UF 676	19	533	3,230	1,722	136
ชุมพร 1	45	435	7,650	3,328	328

หมายเหตุ: [1] คำนวณจากต้นโกโก้ 170 ต้น (ระยะปลูก 3 x 3 เมตร)

ภาพที่ 3.18 โกโก้พันธุ์ ICS6

ภาพที่ 3.19 โกโก้พันธุ์ ICS40

ภาพที่ 3.20 โกโก้พันธุ์ ICS95

ภาพที่ 3.21 โกโก้พันธุ์ UF676

ภาพที่ 3.22 โกโก้พันธุ์ลูกผสมชุมพร 1

บทที่ 4
เทคโนโลยีการผลิตโกโก้

ปานหทัย นพชินวงศ์ ไพรัตน์ ช่วยเต็ม
ลาวัณย์ จันทร์อัมพร และสุภาพร ชุมพงษ์

4.1 ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้

ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ มีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1) ลักษณะภูมิอากาศ โกโก้เป็นพืชยืนต้นซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในลักษณะภูมิอากาศประเทศเขตร้อนชื้น ซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง 18-32 องศาเซลเซียส แถบเส้นรุ้งที่ 15 องศาเหนือหรือใต้ของเส้นศูนย์สูตร หรือสูงจากระดับน้ำทะเลถึง 1,000 เมตร (Wood, 1980) การปลูกโกโก้ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส ควรระวังช่วงปีที่มีอุณหภูมิลดต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสต่อเนื่องกันหลายวัน อาจส่งผลให้ผลผลิตของโกโก้ลดลงมากได้ (Wood, 1987)

2) ปริมาณน้ำฝน โกโก้ต้องการปริมาณน้ำฝนที่การกระจายสม่ำเสมอตลอดปี ในปริมาณ 1,000-3,000 มิลลิเมตร ช่วงที่โกโก้เติบโตได้ดีปริมาณน้ำฝนควรอยู่ในช่วง 1,500-2,000 มิลลิเมตร และมีฤดูแล้งไม่เกิน 3 เดือน ในบางแห่งที่มีฤดูแล้งติดต่อกัน 3-5 เดือน ต้องมีการให้น้ำช่วยเพื่อให้ต้นโกโก้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตสม่ำเสมอ

3) ปริมาณแสง ต้นโกโก้ต้องการแสงในช่วงเริ่มปลูกปีแรก ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ จึงต้องอาศัยร่มเงาจากพืชบังร่ม เมื่อโกโก้ให้เริ่มให้ผลผลิตจะมีความต้องการแสงมากขึ้น ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในช่วงที่โกโก้ให้ผลผลิต จำเป็นต้องมีการตัดแต่งกิ่งของไม้บังร่มเพื่อให้โกโก้ได้รับแสงมากขึ้น สำหรับปริมาณแสงที่โกโก้ต้องการทั้งปีอยู่ในอัตรา 1,110-2,700 ชั่วโมงต่อปี

4) ลม ในพื้นที่ที่มีลมแรงพัดผ่าน โกโก้มักได้รับความเสียหาย เช่น กิ่งหักหรือต้นหักโค่น และในช่วงฤดูแล้งเมื่อความชื้นในดินลดลงประกอบกับลมร้อนพัดผ่านจะส่งผลให้ใบโกโก้ไหม้ ต้นโทรม ดังนั้นการปลูกพืชบังลมจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการปลูกโกโก้ในพื้นที่ที่มีลมแรงหรือปลูกกลางแจ้ง พืชบังลมต้องปลูกในทิศทางที่บังลมได้ ระยะปลูกพืชบังลมต้องสัมพันธ์กับความสูงของพืชบังลมและความแรงของลม พืชบังลมที่นิยมปลูก ได้แก่ ทองหลาง แคฝรั่ง สะตอ มะพร้าว กระถิน เป็นต้น นอกจากช่วยบังลมแล้วยังช่วยเพิ่มความชื้นในดินและในบรรยากาศบริเวณแปลงปลูกโกโก้ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นโกโก้อีกด้วย

5) ดิน ดินที่ปลูกโกโก้ควรเป็นดินลึกไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร เนื่องจากต้นโกโก้มีระบบรากที่หยั่งลึก ดินควรมีการระบายน้ำดี มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 6.5 ดินที่ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำกว่า 5.5 หรือมากกว่า 8 อาจทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร เช่น การขาดธาตุไบ ความลาดเอียงของพื้นที่ไม่เกิน 6 เปอร์เซ็นต์ ระดับน้ำใต้ดินสูงไม่เกิน 2-3 ฟุต จากระดับผิวดิน ต้นโกโก้สามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมไหลได้ สำหรับพื้นที่ที่เปิดใหม่ควรปลูกพืชบำรุงดิน เช่น ปอเทือง เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดก่อนทำการปลูกโกโก้

การปลูกโกโก้ แบ่งได้ 2 ระบบ คือ

1. การแบบพืชร่วม (อาศัยร่มเงา)

โกโก้เป็นไม้ป่าที่ขึ้นร่วมกับพืชอื่นในป่าแถบลุ่มน้ำอเมซอน การผลิตโกโก้ในอดีตต้องเก็บโกโก้จากป่าเพื่อนำมาแปรรูปโดยไม่มีการบำรุงรักษาโกโก้จึงให้ผลผลิตต่ำ ต่อมาเมื่อมีความต้องการของผู้บริโภคในเชิงการค้ามากขึ้นจึงมีแนวคิดที่จะปลูกในลักษณะสวนโกโก้ภายใต้ร่มเงาพืชอื่น ข้อควรพิจารณาในการคัดเลือกชนิดของพืชร่มเงา คือ ควรเป็นพืชร่มเงาที่ไม่แย่งอาหารกับต้นโกโก้ที่ปลูก ต้องเป็นพืชที่สามารถตัดออกได้ง่ายถ้าไม่ต้องการ หากยังไม่ตัดออกก็ไม่ทำลายทรงพุ่มโกโก้ให้เสียหาย ไม้ร่มเงาของโกโก้ไม่ควรเป็นแหล่งอาศัยพักพิงของโรค-แมลงศัตรูโกโก้ และหากเป็นไปได้พืชร่มเงาโกโก้ควรทำรายได้ให้เกษตรกรอีกทางหนึ่ง การปลูกภายใต้ร่มเงาสามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ

1) การปลูกโกโก้ภายใต้ร่มเงาของป่าธรรมชาติ การปลูกโกโก้ภายใต้ร่มเงาของป่าธรรมชาติ พบทั่วไปในประเทศแถบอาฟริกาตะวันตก แต่วิธีการปลูกจะแปรผันตามสภาพดิน สภาพภูมิอากาศ และตามระยะทางจากแหล่งผลิตไปยังตลาดรับซื้อ

2) การปลูกโกโก้ร่วมกับพืชร่มเงาอายุสั้น ซึ่งพืชให้ร่มเงาเป็นพืชอายุสั้นเพียง 1-2 ปี เช่น กล้วย มะละกอ ทำหน้าที่เป็นร่มเงาโกโก้ในช่วงที่ต้นเล็ก เมื่อโกโก้เจริญเติบโตตั้งตัวได้จึงตัดพืชร่มเงาออก

ภาพที่ 4.1 26

3) การปลูกโกโก้ร่วมกับพืชร่มเงาอายุยืน เป็นการปลูกโกโก้ร่วมกับพืชให้ร่มเงาที่มีอายุหลายปี เช่น มะพร้าว แคฝรั่ง สะตอ กระถิน ทองหลาง เป็นต้น ทำหน้าที่เป็นร่มเงาถาวรให้ต้นโกโก้ทั้งในช่วงที่โก้โก้ยังเล็กและช่วงที่โกโก้เจริญเติบโตเต็มที่ ในแต่ละประเทศจะปลูกพืชร่มเงาแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพทางภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมและขึ้นกับชนิดพืชที่มีอยู่และหาได้สะดวกในท้องถิ่นนั้น ๆ พืชที่ให้ร่มเงาได้เหมาะสมสำหรับโกโก้ คือ มะพร้าว เนื่องจากมะพร้าวเป็นพืชซึ่งให้ร่มเงาไม่ทึบ แสงแดดสามารถส่องผ่านใบมะพร้าวได้เกิน 50 เปอร์เซ็นต์

(ภาพที่ 4.2) จึงสามารถปลูกโกโก้แซมในสวนมะพร้าวได้นานหลายปีโดยไม่ต้องตัดมะพร้าวออกเหมือนพืชอื่น ๆ การปลูกโกโก้ในสวนมะพร้าวควรดำเนินการในพื้นที่ที่สภาพดินเหมาะสมที่จะปลูกโกโก้เท่านั้น การปลูกมะพร้าวใช้ระยะ 8-9 เมตร จะปลูกโกโก้ได้ 2 แถว ระยะปลูก 3 x 3 เมตร จะได้โกโก้ประมาณ 166 ต้น/ไร่ ต้นมะพร้าวควรมีอายุตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป เพราะจะสูงโปร่ง แสงผ่านได้เหมาะสม ก่อนการปลูกโกโก้ควรมีการกลับดินด้วยการไถเพื่อลดวัชพืชและตัดรากมะพร้าว การปลูกโกโก้ในสวนยางพาราและสวนปาล์มน้ำมันมักไม่ประสบผลสำเร็จเพราะระยะปลูกปกติของพืชทั้งสองชนิดนี้จะให้ร่มเงาทึบเกินไปทำให้โกโก้เติบโตทางด้านต้นและใบแต่จะไม่ให้ผลผลิตเพียงพอในเชิงพาณิชย์ แต่ก็มีความเป็นไปได้ในบางกรณี เช่น ที่ตำบลมาทาสี ในประเทศศรีลังกา ปลูกโกโก้ในสวนยางพาราต้นแก่อายุมาก ซึ่งในพื้นที่นี้ต้นยางพาราไม่เหมาะที่จะปลูกเพราะมีโรคใบไหม้ ต้นยางพาราที่อายุมากจะถูกตัดเหลือเพียง 25 ต้น/ไร่ และปลูกโกโก้โดยใช้ระยะปลูก 4.5 x 3 เมตร ในกรณีเช่นนี้โกโก้สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้แต่การปลูกโกโก้แซมยางพารา นั้นมีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดโรครากเน่า โรคฝักเน่า ของพืชทั้งสองชนิด เพราะยางพาราและโกโก้มีโรคซึ่งเกิดจากเชื้อเดียวกัน คือ เชื้อไฟทอปธอรา (*Phytophthora* spp.)

ภาพที่ 4.2 การปลูกโกโก้ภายใต้ร่มเงามะพร้าว

การปลูกโกโก้ภายใต้ร่มเงานั้นพบว่าปริมาณความต้องการร่มเงาและธาตุอาหารของโกโก้นั้นมีความสัมพันธ์กับพืชที่ให้ร่มเงาแก่โก้โก้ใน 2 กรณี คือ

1. ปริมาณร่มเงาที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญเติบโตของโกโก้มีปริมาณเท่าใด
2. ปุ๋ยเคมีชนิดใด ปริมาณเท่าไรที่จำเป็นสำหรับการเพิ่มผลผลิตให้กับโกโก้

ปัจจัยทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กัน โดยไม่สามารถพิจารณาแยกออกจากกันได้โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้มีหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นสภาพภูมิอากาศ ดิน น้ำ อุณหภูมิก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ ทั้งนั้น จากการวิจัยเรื่องพืชร่มเงาโกโก้ที่ประเทศอาฟริกาตะวันตก พบว่าไม้ป่าจะให้ใบไม้ประมาณ 5000 กก./ไร่/ปี

ประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ คือ ไนโตรเจน 79 กิโลกรัม ฟอสฟอรัส 4.5 กิโลกรัม และรากผุของพืชร่มเงาเหล่านี้จะทำให้อากาศระบายผ่านเข้าไปในดินที่อัดแน่นกันอยู่ได้ (Adams and McKelvie, 1955) ผลของพืชร่มเงาทางด้านเศรษฐกิจที่สำคัญ คือ สามารถควบคุมวัชพืช พืชร่มเงาที่กล่าวข้างต้นสามารถลดการเจริญเติบโตของวัชพืชโดยเฉพาะพวกหญ้าและยังช่วยให้พุ่มโกโก้ไม่มาชนกันเร็วเกินไป จึงลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืชและค่าใช้จ่ายในการตัดแต่งกิ่งโกโก้ได้ดีสำหรับโกโก้ต้นเล็ก หรือเริ่มปลูกใหม่ พืชร่มเงาเป็นสิ่งจำเป็นแต่ต้องมีการปรับเปลี่ยนสภาพร่มเงาหลังจากปลูกโกโก้แล้ว 2-3 ปี เพื่อให้ร่มเงาโปร่ง แสงแดดส่องผ่านได้มากโดยตัดแต่งกิ่งของพืชร่มเงาออก

2. การปลูกแบบพืชเดี่ยว

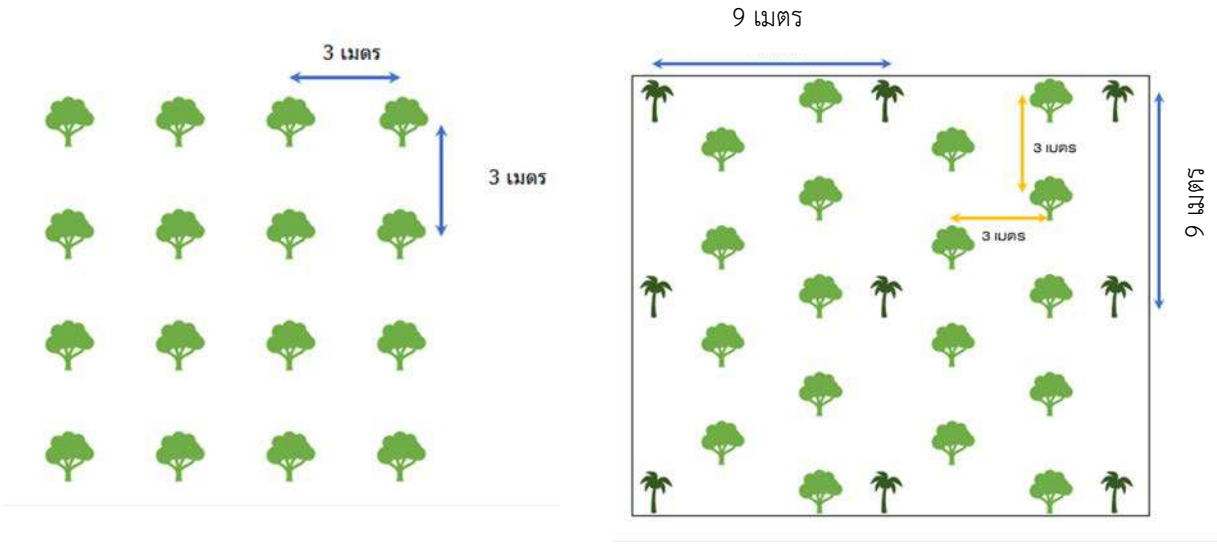
การปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยว เป็นการปลูกแบบกลางแจ้ง ต้องมีการทำร่มเงาชั่วคราวให้กับต้นกล้าโกโก้ในช่วงปีแรก เมื่อโกโก้อายุ 2 ปีขึ้นไปจะมีทรงพุ่มใหญ่และสามารถเป็นร่มเงาให้ต้นโกโก้ที่อยู่ใกล้เคียงกันได้ การปลูกแบบนี้ หากใช้ระยะปลูก 3 x 3 เมตร (ภาพที่ 4.4) จะได้จำนวนต้นประมาณ 177 ต้น/ไร่ หรือที่ระยะปลูก 4 x 4 เมตร จะได้ 100 ต้น/ไร่ ข้อดีของการปลูกแบบพืชเดี่ยว คือ ได้จำนวนต้นต่อพื้นที่มากและโกโก้จะให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกภายใต้ร่มเงาประมาณ 2-3 เท่า แต่มีข้อควรระวัง คือ ในช่วงแรกที่ปลูกต้องทำร่มเงาชั่วคราวให้ต้นโกโก้ การให้น้ำและปุ๋ยเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ควรระวังใบโกโก้ไหม้เนื่องจากแดดจัดซึ่งอาจทำให้โกโก้ตายได้ นอกจากนี้หากมีการตัดแต่งกิ่งไม่ดีอาจทำให้กิ่ง ลำต้น หรือผลโกโก้ถูกแดดเผาทำลายเสียหายได้

ภาพที่ 4.3 การปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยว

4.2 การปลูกและการดูแลรักษา

1. การปลูกโกโก้

การปลูกโกโก้ใช้ระยะปลูก 3 x 3 เมตร หรือ 4 x 4 เมตร (รูปที่ 4.4) การเตรียมหลุมปลูกโกโก้ ทำได้โดยขุดหลุมให้มีความกว้าง x ยาว x ลึก ประมาณ 30 x 30 x 30 เซนติเมตร ตากหลุมทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน แล้วเอาดินบนที่ขุดขึ้นมาผสมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักคลุกเคล้าให้ทั่ว เกลี่ยลงในหลุมให้เต็ม ใช้มีดกรีดตามแนวข้างถุงเพาะชำต้นโกโก้แล้วดึงพลาสติกออก ระวังอย่าให้ดินที่เพาะต้นโกโก้แตกกระจายเพราะจะทำให้รากได้รับความกระทบกระเทือน จากนั้นเปิดหลุมแล้วนำต้นโกโก้ลงปลูกตรงกลางหลุมเกลี่ยดินกลบให้มิด ยึดต้นโกโก้กับไม้หลักด้วยเชือกให้แน่น รดน้ำพอชุ่ม ใช้จอบหรือพลั่วแทงดินในแนวดิ่งเพื่อตัดรากพืชอื่นที่มีอยู่ในรัศมี 60 เซนติเมตร จากโคนต้นโกโก้ให้ลึกลงไปในดินประมาณ 15 เซนติเมตร เพื่อป้องกันไม่ให้รากต้นไม้อื่นเข้ามาทำอันตรายต้นโกโก้ที่ปลูกใหม่



ก) การปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยว ข) การปลูกโกโก้ร่วมกับมะพร้าว

ภาพที่ 4.4 ผังการปลูกโกโก้แบบพืชเดี่ยว (ก) และพืชร่วม (ข)

2. การดูแลรักษา

หลังจากปลูกโกโก้หากไม่มีพืชบังร่ม ควรใช้หรือวัสดุพรางแสงช่วย (ภาพที่ 4.5) จนกว่าต้นโกโก้จะแข็งแรงแตกใบใหม่ จึงค่อย ๆ นำวัสดุพรางแสงออก

ภาพที่ 4.5 การพรางแสงให้ต้นกล้าโกโก้

3. การให้น้ำ

หลังจากปลูกโกโก้แล้ว หากฝนทิ้งช่วงนาน ควรมีการให้น้ำแก่ต้นโกโก้ประมาณ 2-3 วัน/ครั้ง ในฤดูแล้งอากาศร้อนแห้งอาจทำให้ต้นกล้าโกโก้ตายได้ ระยะนี้ควรจะคลุมต้นโกโก้ด้วยใบหรือกาบมะพร้าวหรือวัสดุ

เหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อรักษาความชื้นของดินบริเวณโคนต้นโกโก้ให้ชื้นอยู่เสมอ สำหรับต้นโกโก้ที่ให้ผลผลิตแล้วต้องการน้ำประมาณ 20 ลิตร/ต้น/วัน สามารถให้แบบน้ำหยดหรือมินิสปริงเกลอร์

4. การใส่ปุ๋ย

การปลูกโกโก้ในปัจจุบันมีเป้าหมายเพื่อให้ต้นโกโก้มีการเจริญเติบโตในระยะก่อนให้ผลผลิตสูงสุด มีผลผลิต ติดฝัก ติดผลสูงและสม่ำเสมอ ปัจจัยที่ทำให้ต้นโกโก้มีการเจริญเติบโตที่ดี มีผลผลิตสูง เริ่มตั้งแต่การจัดการต้นกล้า โกโก้ในเรือนเพาะชำ จนกระทั่งการปลูกลงแปลงและการดูแลรักษาต้นโกโก้ในแปลงอย่างต่อเนื่อง รวมถึงระยะปลูก ร่มเงา โรค แมลงและสัตว์ศัตรูโกโก้

ต้นโกโก้ต้องใช้ธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต จึงควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์และเคมี (ภาพที่ 4.6) โดยส่วนหนึ่งของธาตุอาหารอยู่ในต้นโกโก้ เช่น ในลำต้น ราก ใบ ดอก และผล Thong and Ng (1978) ได้แสดงการกระจายน้ำหนักแห้งไปตามส่วนต่าง ๆ ของต้นโกโก้ (ตารางที่ 4.1) นอกจากนี้ Ling (1983) ได้รายงานว่าในช่วง 5 ปีแรก ต้นโกโก้จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4.7) จากนั้นการเจริญเติบโตค่อนข้างคงที่และสม่ำเสมอ โดยธาตุอาหารที่ต้นโกโก้ใช้ในปริมาณมากคือ โพแทสเซียม รองลงมาคือไนโตรเจน แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสตามลำดับ (ภาพที่ 4.7)

ภาพที่ 4.6 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ต้นโกโก้

ตารางที่ 4.1 การกระจายน้ำหนักแห้งตามส่วนต่าง ๆ ของต้นโกโก้ (Thong and Ng, 1978)

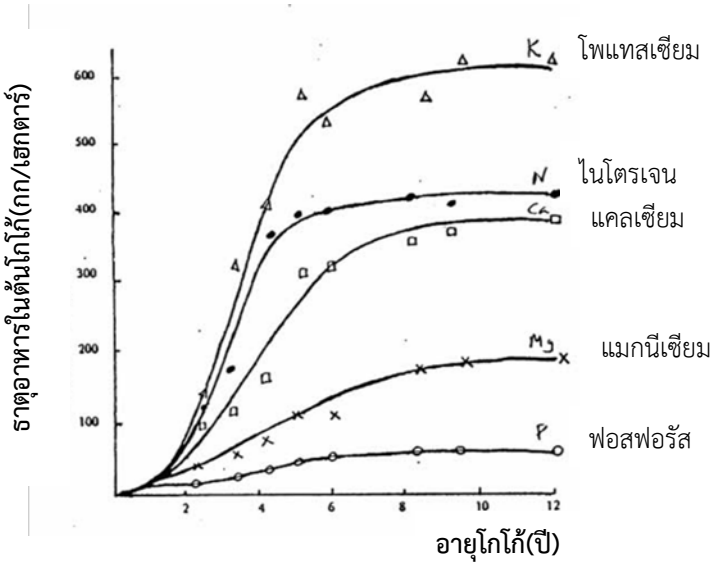
อายุต้นโกโก้ (เดือน)	น้ำหนักแห้งรวม (กก./ต้น)	เปอร์เซ็นต์การกระจายตัว (%)				
		ใบ	ลำต้น	กิ่ง	ผล	ราก
5	0.027	51.90	29.60	-	-	18.50
12	0.68	26.40	38.70	13.20	-	21.80
28	1192	32.10	15.80	30.80	3.30	18.00
39	21.41	25.90	11.10	30.20	11.50	24.50
50	31.64	24.00	13.30	34.00	9.50	19.20
61	44.91	21.70	13.80	45.30	2.70	16.60
72	39.95	20.50	11.60	43.80	5.10	18.90
87	56.11	15.30	16.40	51.20	1.90	15.30

ในระหว่างการเจริญเติบโตจะมีส่วนที่ร่วงโรยไป ถ้าไม่นำออกจากแปลงหรือเผาทิ้ง ก็จะสลายกลายเป็นธาตุอาหารส่วนหนึ่งหมุนเวียนกลับไปสู่ต้นโกโก้ได้ ผลและเมล็ดเป็นส่วนที่มักนำออกจากแปลงเพื่อจำหน่าย ซึ่งก็

มีธาตุอาหารต่าง ๆ ติดออกไปด้วย ถ้าไม่มีการเพิ่มเติมธาตุอาหารลงไปในดินด้วยการใส่ปุ๋ย มีแต่การนำผลผลิตออกจากแปลงก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง

ใบโกโก้ในช่วง 1 – 4 ปี มีการร่วงหล่นน้อยมาก จากนั้นใบโกโก้จะร่วงหล่นมากขึ้น ใบที่ร่วงหล่นเหล่านี้จะย่อยสลายกลายเป็นธาตุอาหารให้กับต้นโกโก้ต่อไป Ling (1983) ได้แสดงปริมาณใบโกโก้ที่ร่วงหล่น เมื่อคำนวณออกมาเป็นธาตุอาหารแล้ว มีปริมาณของไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมา คือ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ ฟอสฟอรัส ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

ผลผลิตของโกโก้ที่นำออกจากแปลงไปจำหน่าย ในรูปของผล (pod) และ เมล็ด (bean) ถือว่าเป็นการนำเอาธาตุอาหารออกจากแปลงไปด้วย และเป็นส่วนที่ต้องใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไปในดินเพื่อคงความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ (ตารางที่ 4.3)



ภาพที่ 4.7 ธาตุอาหารต่าง ๆ ในต้นโกโก้ (Ling, 1983)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณธาตุอาหารในใบโกโก้ที่ร่วงหล่น (ดัดแปลงจาก Ling, 1983)

อายุ (ปี)	น้ำหนักแห้งของใบ (กก/ไร่)	ปริมาณธาตุอาหาร(กก./ไร่)				
		ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แมกนีเซียม	แคลเซียม
4	406	6.08	0.32	5.28	2.40	4.80
6	805	12.80	0.64	12.80	4.48	10.72
8	730	11.52	0.64	12.96	4.32	8.96
10	889	13.92	0.80	14.56	4.96	11.36

ตารางที่ 4.3 ปริมาณธาตุอาหารในผลผลิตโกโก้ (ดัดแปลงจาก Ling,1983)

อายุ (ปี)	เมล็ดโกโก้แห้ง (กก./ไร่)	ส่วนของฝักโกโก้	ปริมาณธาตุอาหาร (กก.)				
			ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แมกนีเซียม	แคลเซียม
3	72	เมล็ดโกโก้	1.47	0.26	0.75	0.19	0.08
		ฝัก	0.78	0.10	3.25	0.19	0.29
		รวม	2.26	0.35	4.00	0.38	0.37
5	160	เมล็ดโกโก้	3.26	0.58	1.68	0.43	0.18
		ฝัก	1.70	0.21	6.93	0.40	0.61
		รวม	4.96	0.78	8.61	0.83	0.78
7	224	เมล็ดโกโก้	4.58	0.80	2.35	0.61	0.24
		ฝัก	2.46	0.32	10.10	0.58	0.90
		รวม	7.04	1.12	12.45	1.18	1.14

ในระหว่างการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของโกโก้ นอกจากการหมุนเวียนของธาตุอาหารจากต้นโกโก้และการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตแล้ว ต้นโกโก้ยังต้องใช้ธาตุอาหารอีกส่วนหนึ่งเพื่อการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น หรือแม้แต่การชดเชยการสูญเสียธาตุอาหารไปกับการชะล้างพังทลายของดิน การที่ธาตุอาหารถูกชะล้างลงไปในดินชั้นล่างเกินระดับราก การระเหิดของปุ๋ยบางชนิด การแก่งแย่งธาตุอาหารระหว่างต้นโกโก้กับพืชร่วม พืชให้ร่มเงา หรือแม้แต่กับวัชพืชก็ตาม จึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้กับดิน อย่างไรก็ตามงานวิจัยเกี่ยวกับดินปุ๋ยโกโก้ในประเทศไทยมีน้อยมาก จึงได้รวบรวมคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ใช้ในมาเลเซีย คำแนะนำการให้ปุ๋ยของ Wessel (1970) และ ICCO (International Cocoa Organization) ไว้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การให้ปุ๋ยเคมีกับต้นโกโก้อายุต่าง ๆ

อายุโกโก้	ชนิดและปริมาณปุ๋ยเคมี(กรัม/ต้น)				
	21-0-0	0-3-0 [1/]	0-0-60	กีเซอร์ไรด์	15-15-6-4 [2/]
รองก้นหลุม		100			
เดือนที่ 2	30	-	5	5	45
เดือนที่ 6	30	-	5	5	45
เดือนที่ 12	40	100	10	10	60
เดือนที่ 18	60	-	10	10	85
เดือนที่ 24	80	-	15	15	110
เดือนที่ 30	100	100	20	15	150
เดือนที่ 36	120	-	25	15	180
ปีที่ 4 ขึ้นไป [3/]	250	100	60	20	400

หมายเหตุ 1/ ปุ๋ย 0 – 3 – 0 (หินฟอสเฟต) ควรมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) ไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5

2/ ในกรณีที่ไม่ใส่ปุ๋ยเดี่ยว สามารถใส่ปุ๋ย 15-15-6-4 อย่างใดอย่างหนึ่งแทนได้

3/ ตั้งแต่ปีที่ 4 เป็นต้นไป ให้ใส่เท่ากับปีที่ 4 โดยแบ่งใส่อย่างน้อย 2 ครั้ง/ปี

สำหรับโกโก้ที่ให้ผลผลิตแล้ว Wood (1980) ได้แนะนำว่าในเมล็ดแห้งโกโก้ที่เก็บเกี่ยวไปทุก 1,000 กิโลกรัม จะมีการสูญเสียธาตุอาหาร ดังนี้

ไนโตรเจน 20 กิโลกรัม เทียบเท่า 21-0-0 ปริมาณ 95.24 กิโลกรัม

ฟอสฟอรัส 4 กิโลกรัม เทียบเท่า หินฟอสเฟต ปริมาณ 45.80 กิโลกรัม หรือ 0-46-0 ปริมาณ 9.91 กิโลกรัม

โพแทสเซียม 10 กิโลกรัม เทียบเท่า 0-0-60 ปริมาณ 19.07 กิโลกรัม ในกรณีที่นำฝักโกโก้ออกจากแปลงด้วย ต้องเพิ่มโพแทสเซียมเป็น 50 กิโลกรัม เทียบเท่า 0-0-60 ปริมาณ 83.35 กิโลกรัม

5. การขาดธาตุอาหารของโกโก้

1) ธาตุไนโตรเจน (N) เป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อพืชมากที่สุด (วิจิตร, 2550) มีหน้าที่ในพืช คือ ส่งเสริมการสร้างคลอโรฟิลล์ (CHONMg) และส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้น แหล่งที่มาของธาตุไนโตรเจน คือ จากปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ จากน้ำฝนและจากการตรึงโดยจุลินทรีย์ โดยกระบวนการ Symbiotic fixer เช่น Rhizobium และ Nonsymbiotic fixer เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae), Azotobacter, เชื้อรา

การสูญเสียไนโตรเจนจากดินเกิดได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่ การติดไปกับพืชที่เก็บเกี่ยว (harvesting) การกัดเซาะ/การกร่อน (erosion) การชะละลาย (leaching) การเปลี่ยนเป็นแก๊ส เช่น แอมโมเนีย (NH_3), ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)

อาการขาดธาตุไนโตรเจน จะเกิดที่ใบล่าง คือ ใบจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลือง (ภาพที่ 4.8) โดยเริ่มจากปลายใบ ถ้าขาดไนโตรเจนรุนแรงใบแก่จะมีสีน้ำตาลและร่วง เหลือเพียงใบอ่อน เนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ (chlorosis) พืชไม่สามารถปรุงอาหารเพื่อเลี้ยงต้นได้ หากเกิดอาการขาดขณะที่ต้นโกโก้ยังเล็ก จะทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต อาจแก้ไขโดยการพ่นปุ๋ยไนโตรเจนทางใบทุก 15 วัน ซึ่งธาตุไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชหากพืชขาดธาตุไนโตรเจนจะทำให้ผลผลิตลดลง

ภาพที่ 4.8 อาการขาดธาตุไนโตรเจน (N)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/nitrogen-deficiency-cocoa/

2) ธาตุฟอสฟอรัส (P) มีหน้าที่ในพืช คือ เป็นองค์ประกอบของสารที่เป็นแหล่งพลังงานของพืชเป็นองค์ประกอบของ Phosphorylated sugar เกี่ยวข้องกับการหายใจของพืช เป็นองค์ประกอบของสารพันธุกรรม และโคเอนไซม์หลายชนิด ช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากโดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโต ช่วยการออกดอก การติดผลและการสร้างเมล็ด

ภาพที่ 4.9 อาการขาดธาตุฟอสฟอรัส (P)

ปัจจัยควบคุมความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน คือ ความเป็นกรดด่างของดิน (soil pH) หากดินเป็นกรดฟอสฟอรัสจะถูกตรึงโดยออกไซด์ของเหล็กและอลูมินัม แต่หากดินเป็นด่าง ฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมและตก ตะกอนอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช อาการขาดธาตุฟอสฟอรัสจะเกิดที่ใบล่าง โดยใบมีสีม่วงหรือสีม่วงแดงจำนวนใบน้อยเริ่มจากใบแห้งเป็นจุด ๆ จนกระทั่งใบร่วงในที่สุด (ภาพที่ 4.9)

3) ธาตุโพแทสเซียม (K)

ธาตุโพแทสเซียมมีความสำคัญในการสังเคราะห์แสงและการควบคุมการดูดใช้น้ำของพืช การลำเลียงและการสะสมน้ำตาลในพืช มีผลต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิต พืชที่ขาดโพแทสเซียม ขอบปลายใบจะแห้งและมีสีน้ำตาลหรืออาจเป็นจุดสีน้ำตาล (chlorotic) กระจายทั่วใบ ซึ่งมักเกิดขึ้นในใบแก่ก่อน กรณีพืชขาดน้ำในฤดูแล้งอาจมีอาการคล้ายคลึงกัน (ภาพที่ 4.10) ดังนั้นจึงควรใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้เพียงพอและให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ

ภาพที่ 4.10 อาการขาดธาตุโพแทสเซียม (K)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/potassium-deficiency-cocoa/

4) ธาตุแคลเซียม (Ca) มีส่วนสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยในการแบ่งเซลล์ เสริมสร้างความแข็งแรงของเปลือกและเส้นใย ช่วยลดการร่วงของผลโกโก้ก่อนระยะเก็บเกี่ยว อาการขาดแคลเซียมจะมี

การเจริญเติบโตที่ผิดปกติของใบอ่อน ใบหยักเป็นคลื่น บิดเบี้ยว ม้วนงอ คล้ายอาการขาดโบรอน หากขาดรุนแรงอาจพบอาการตายยอดตาย ส่วนมากพบในดินที่เป็นกรด จึงควรปรับปรุงดินด้วยปูนขาวเพื่อลดความเป็นกรดของดิน หรือใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับสมดุลของแคลเซียมในระยะยาว หรือใส่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท (15-0-0) หรือพ่นปุ๋ยแคลเซียมทางใบในกรณีที่ต้องการลดผลกระทบโดยเร็ว (ภาพที่ 4.11)

ภาพที่ 4.11 อาการขาดธาตุแคลเซียม (Ca)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/calcium-deficiency-cocoa/

5) ธาตุแมกนีเซียม (Mg) เป็นธาตุอาหารรองที่มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง โกโก้จะสร้างผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพ ธาตุแมกนีเซียมมีการชะล้างจากดินได้ง่ายโดยเฉพาะในดินทรายหรือดินเนื้อหยาบ ทั้งนี้ปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม หรือแคลเซียมที่มีในดินมากเกินไปจะชักนำการขาดธาตุแมกนีเซียมด้วย หากพบอาการขาดแมกนีเซียมควรใส่คีเซอร์ไรด์ ($MgSO_4$) อัตรา 0.5 - 1 กิโลกรัม/ต้น/ปี (ภาพที่ 4.12)

ภาพที่ 4.12 อาการขาดธาตุแมกนีเซียม (Mg)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/magnesium-deficiency-cocoa/

6) ธาตุกำมะถัน (S) เป็นธาตุที่ส่งเสริมให้ผลพันธุ์ที่นำลงเพาะมีความงอกสมบูรณ์ ลดอาการผิดปกติของต้นจากการงอกและส่งเสริมการงอกของละอองเกสร อาการขาดกำมะถันมักพบในดินทราย เนื่องจากอินทรียวัตถุน้อย หากต้นไม้ไม่ได้เหมาะกับดินทรายควรเปลี่ยนมาใช้ปุ๋ยที่มีอินทรียวัตถุมากขึ้น หากโกโก้ขาดธาตุกำมะถันให้แก้ไขโดยใส่ยิปซัมอัตรา 2 - 5 กิโลกรัม/ต้น/ปี

ภาพที่ 4.13 อาการขาดธาตุกำมะถัน (S)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/sulfur-deficiency-cocoa/

7) ธาตุโบรอน (B) โบรอนเป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ ช่วยในการพัฒนาดอก จำเป็นต่อการงอกของละอองเกสร การติดผลและการทนต่อโรค โบรอนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในดินและมีการสูญเสียได้ง่าย หากขาดโบรอนจะสังเกตได้ที่ใบอ่อน โดยใบอ่อนโกโก้จะมีขนาดเล็ก ใบมีการพัฒนาผิดปกติ ยอดอ่อนและใบจะย่น ยอดและบริเวณขอบจะเกิดรอยแผล การแก้ไข ในระยะโรงเรือนอนุบาลต้นกล้าใช้สาร Borax/Sodium tetra borate 0.2 เปอร์เซ็นต์ (2 กรัม/ลิตร) อัตรา 75-100 มิลลิลิตร/ต้นกล้า ในแปลงปลูกใช้สาร Borax/Sodium tetra borate 0.2 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 30–50 กรัม/ต้น ปีละ 1 ครั้ง ใส่ทุก 2 ปี (ภาพที่ 4.14)

ภาพที่ 4.14 อาการขาดธาตุโบรอน (B)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/boron-deficiency-cocoa/

8) ธาตุเหล็ก (Fe) ธาตุเหล็กมีหน้าที่ในการสร้างคลอโรฟิลล์ จึงมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการเมตาโบลิซึม โกโก้จะแสดงอาการขาดธาตุโดยพบว่าใบอ่อนจะมีสีเหลืองซีดบริเวณระหว่างเส้นใบและจะเปลี่ยนเป็นสีขาวเมื่อขาดธาตุเหล็กอย่างรุนแรง (Yara, 2021) บางครั้งจะพบว่าเส้นใบจะมีสีเขียวเข้มแต่พื้นที่ใบเป็นสีเหลืองซีด (ภาพที่ 4.15) แก้ไขโดยใช้ $FeSO_4$ อัตรา 0.25–0.5 กิโลกรัม ทุก 3 ปี

ภาพที่ 4.15 อาการขาดธาตุเหล็ก (Fe)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/iron-deficiency-cocoa/

9) ธาตุทองแดง (Cu) ธาตุทองแดง มีผลต่อพืชโดยอ้อมในการสร้างส่วนที่เป็นสีเขียว ช่วยเพิ่มโมเลกุลคลอโรฟิลล์ ป้องกันการถูกทำลายส่วนสีเขียว และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการติดดอกออกผล และช่วยสนับสนุนให้มีการดูดซับธาตุเหล็กในดินมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น อาการที่ขาด ใบพืชจะมีสีเขียวเข้มผิดปกติ ต่อมาจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีเหลือง อาการแสดงเริ่มจากยอดลงมาถึงโคนต้น การขาดธาตุทองแดงจะสังเกตอาการได้ชัดเจนที่ใบอ่อน โดยใบจะมีขนาดเล็ก ปลายใบบิดและมีอาการไหม้ (ภาพที่ 4.16) แก้ได้ด้วยการใช้ธาตุอาหารเสริมที่มีทองแดงเป็นส่วนประกอบ โดยการฉีดพ่นใบอ่อนเมื่อขาดธาตุทองแดงเพื่อให้ทองแดงไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ การขาดธาตุทองแดงมักพบในสภาพปัญหาดินเปรี้ยว (หากพืชขาดทองแดงจะทำให้ขาดธาตุอาหารอื่น ๆ ด้วย)

ภาพที่ 4.16 อาการขาดธาตุทองแดง (Cu)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/copper-deficiency-cocoa/

10) ธาตุแมงกานีส (Mn) ธาตุแมงกานีส มีบทบาทในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในการสังเคราะห์แสง และมีความเกี่ยวเนื่องกับการทำงานของไนโตรเจนและเหล็ก เมื่อขาดแมงกานีสใบจะออกสีเหลือง เส้นใบสีเขียวปกติ ใบอ่อนอาจเกิดจุดสีขาวหรือสีเหลือง ต้นโตช้า ใบไม่สมบูรณ์ทำให้ทรงพุ่มโปร่ง เมื่อ

ขาดธาตุแมงกานีสแก้ไขโดยการให้ปุ๋ยทางใบที่มีองค์ประกอบของธาตุแมงกานีสหรือให้แมงกานีสในรูปของเกลืออนินทรีย์ ได้แก่ แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) หรือแมงกานีสออกไซด์ (MnO) (ภาพที่ 4.17)

ภาพที่ 4.17 อาการขาดธาตุแมงกานีส (Mn)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/manganese-deficiency-cocoa/

11) ธาตุสังกะสี (Zn) ธาตุสังกะมีหน้าที่เกี่ยวกับฮอร์โมนพืช เมื่อขาดจะทำให้ปริมาณ IAA ที่ตายอดลดลง ข้อปล้องไม่ขยาย ใบออกมาซ้อนกัน นอกจากนี้มีผลทางอ้อมกับการสร้างอาหารและการสังเคราะห์แสง อาการขาดธาตุสังกะสี ใบจะมีจุดสีเหลืองล้อมรอบจุดสีน้ำตาลคล้ายราสนิม (ภาพที่ 4.18) หากมีอาการแบบนี้ พืชจะดูดซับออกซิเจนน้อยลง ทำให้เติบโตช้า ลำต้นป้อม ไม่ค่อยออกดอก ถ้ามีผลจะสีซีด เปลือกหนา และมีน้ำน้อย อาการพืชขาดสังกะสี มักเกิดขึ้นในสภาพอากาศที่ชื้นและเย็น ให้ฉีดพ่นทางใบด้วยปุ๋ยที่มีแร่ธาตุสังกะสี (Zn) เป็นส่วนประกอบ

ภาพที่ 4.18 อาการขาดธาตุสังกะสี (Zn)

ที่มา: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/zinc-deficiency-cocoa/

6. การจัดทรงพุ่มและการตัดแต่งกิ่ง

การตัดแต่งกิ่งโกโก้มีจุดประสงค์หลายประการ คือ

- เพื่อให้ได้ทรงพุ่มที่เหมาะสม
- เพื่องายต่อการปฏิบัติงาน

- เพื่อลดการระบาดของโรคและแมลง
- เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง

การตัดแต่งกิ่งโกโก้เป็นสิ่งที่จำเป็นต้องปฏิบัติตลอดอายุการปลูกโกโก้ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว รวมถึงการตัดแต่งกิ่งต้นกล้าให้มีลำต้นเดียวในขณะที่อยู่ในเรือนเพาะชำเมื่อย้ายลงปลูกในแปลงแล้วยิ่งต้องเพิ่มความสนใจมากขึ้นเป็นทวีคูณ เพื่อที่จะได้ทรงพุ่มที่ดีง่ายต่อการปฏิบัติงานและเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะในช่วงปีแรกของการปลูก โดยหมั่นตัดแต่งกิ่งกระโดง (chupon) ที่แตกออกมาจากต้นเดิม ด้วยโกโก้ในช่วงอายุ ½ -1 ½ ปี จะมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับช่วงอายุอื่นๆ การตัดแต่งกิ่งโกโก้แต่ละครั้งจะช่วยให้การถ่ายเทของอากาศและแสงภายในทรงพุ่มและแปลงปลูกโกโก้อยู่ในสภาพที่ดีขึ้น สามารถลดการระบาดของโรคผลเน่าดำหรือลดการระบาดของโรคกิ่งแห้งของโกโก้ (Chan, *et al*., 1976)

การจัดทรงพุ่ม มีข้อปฏิบัติดังนี้

1.1) ตัดแต่งให้มีลำต้นเดียว สูงประมาณ 1.50 เมตร

1.2) ถ้าแตกคาคบ (jorquette) ในระดับต่ำกว่า 1.50 เมตร ซึ่งมักพบกับโกโก้ที่ปลูกในสภาพที่ได้รับแสงมาก ๆ หรือร่มเงาน้อย ควรทำการตัดคาคบเดิมทิ้ง แล้วเลี้ยงต้นใหม่ต่อไป (Leach, *et al.,* 1971)

1.3) หลังจากโกโก้แตกคาคบแล้วควรไว้กิ่งข้าง (fan brach) ประมาณ 3-5 กิ่ง

1.4) ควรตัดแขนงที่แตกจากกิ่ง fan ออกประมาณ 6 นิ้ว จากจุดคาคบในช่วงประมาณ 1 ปีครึ่งหลังจากปลูก และจะขยายออกไปเป็น 8-12 นิ้ว จากจุดคาคบเมื่ออายุ 2 ปี หลังจากปลูก

1.5) ตัดแต่งกิ่งที่ห้อยลงต่ำ และกิ่งในทรงพุ่มที่อยู่ติดกันมากออกเพื่อให้ทรงพุ่มโปร่งมีการถ่ายเทของอากาศดีขึ้น (ภาพที่ 4.19)

1.6) ควรเว้นกิ่งแขนงที่แตกมาบดบังคาคบไม่ให้ถูกแสงแดดมาก เพราะถ้าถูกแสงมากจะทำให้เปลือกแตก ก่อให้เกิดปุ่มตาดอกแห้งได้

ภาพที่ 4.19 กิ่งที่ห้อยต่ำในทรงพุ่ม ให้ตัดออก

การตัดแต่งกิ่ง มีข้อปฏิบัติดังนี้

1) ตัดกิ่งกระโดง (chupon) ที่แตกออกจากลำต้นเดิมออกให้หมดทุก 2 เดือน

2) ตัดกิ่งที่เป็นโรค-แมลงทำลาย กิ่งที่ผุ หักจากลมพายุหรือได้รับความเสียหายจากไม้บังร่มออก

3) ตัดแต่งผลที่ไม่สมบูรณ์ หรือผลที่ถูกทำลายจากโรค-แมลงซึ่งแห้งติดต้นออก เพื่อขจัดแหล่งเพาะขยายพันธุ์ของโรคและแมลง (ภาพที่ 4.20) นอกจากนี้การตัดแต่งผลมีความสำคัญเช่นกัน การไว้ผลโกโก้ต่อต้นควรคำนึงถึงบริเวณกิ่งที่ติดผลและปริมาณผลที่เหมาะสม เนื่องจากกิ่งโกโก้ที่มีผลดกเกินไป หรือมีผลอยู่บริเวณปลายกิ่ง เมื่อผลมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมากขึ้นอาจทำให้กิ่งหักหรือฉีกขาดได้ นอกจากนี้การที่ผลโกโก้ดกและขึ้นเบียดชิดกันมาก อาจทำให้ผลมีขนาดเล็กได้ จึงควรทำการตัดแต่งผลออกบ้างเพื่อไม่ให้ผลเล็กเกินไป

ในการตัดแต่งกิ่งโกโก้เพื่อให้ได้ทรงพุ่มเหมาะสม ต้นโกโก้จะมีความสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลาและให้ผลผลิตสูงขึ้น ต้องปฏิบัติให้ถูกระยะเวลาที่เหมาะสม ตามปกติแล้วหลังจากโกโก้แตกใบอ่อนแล้วก็จะออกดอกตามมาเป็นจำนวนมาก และจะอยู่ในลักษณะดังกล่าวนี้ตลอดช่วงฤดูฝน (เมษายน-กันยายน) (วราวุธ และคณะ, 2535; Azhar and Wahi, 1984) ถ้าทำการตัดแต่งไม่ถูกช่วงเวลาจะเป็นการกระตุ้นให้โกโก้แตกใบอ่อนมาเป็นจำนวนมากทำให้โกโก้ใช้อาหารไปจำนวนมากในการพัฒนาใบเหล่านั้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการติดผลของโกโก้ในช่วงเวลาดังกล่าวด้วย ดังนั้นการตัดแต่งกิ่งที่ปฏิบัติอยู่ทั่ว ๆ ไปมักจะปฏิบัติเมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตชุดใหญ่หมดแล้ว คือ ในช่วงเดือนตุลาคม – ธันวาคม ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงของการเก็บเกี่ยวผลผลิต การแตกใบอ่อนของโกโก้จะมีน้อยกว่าช่วงอื่น ๆ ทำให้การตัดแต่งในช่วงนี้ไม่กระตุ้นให้โกโก้แตกใบอ่อนเป็นจำนวนมากซึ่งจะไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผลที่ติดอยู่ในช่วงดังกล่าวด้วย

ภาพที่ 4.20 การตัดแต่งกิ่งหรือผลโกโก้ที่เสียจากโรค-แมลงทำลาย ควรตัดให้ชิดลำต้นมากที่สุด

7. การลดปริมาณเหี่ยวของผลโกโก้ (Cherelle wilt)

ผลผลิตโกโก้ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ของผลที่ได้รับการผสมมักจะมีอาการเหี่ยวก่อนการพัฒนาเป็นผลแก่ บางครั้งมีมากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ Toxopeus (1985) รายงานว่ามีผลที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 1-5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นจากจำนวนดอกที่ออกทั้งปีถึง 10,000 ดอก/ต้น/ปี ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดผลเหี่ยว (cherelle wilt) มี 2 ปัจจัยหลักคือ ธาตุอาหารและน้ำ กับฮอร์โมน โดย Humphries (1943) พบว่าอาการผลเหี่ยวจะเกิดกับผลที่ผสมติดกลางหรือปลายฤดูฝน เนื่องจากได้รับน้ำและธาตุอาหารไม่สม่ำเสมอและมีปริมาณ

จำกัด นอกจากนี้ยังพบว่า ผลที่ติดหลังจากใบอ่อนเจริญเต็มที่ จะเจริญจนถึงผลสุกได้ดีกว่าผลที่ติดในขณะที่มีการแตกใบอ่อน ส่วนการขาดสารฮอร์โมนที่ผลิตจาก endosperm ทำให้การดูดซับน้ำและธาตุอาหารลดลงจึงเกิดอาการผลเหี่ยวนอกจากสองปัจจัยหลักแล้วยังมีสาเหตุอื่นที่อาจทำให้เกิดอาการเหี่ยวของผลได้ เช่น การที่เกสรตัวเมียได้รับละอองเกสรน้อยกว่า 11 อัน/เกสร หรือการที่ละอองเกสรไม่มีประสิทธิภาพ คือ มีจำนวนน้อยกว่า 15 อัน นอกจากนี้ปริมาณผลและตำแหน่งของผลก็มีส่วนในการเกิดอาการผลเหี่ยวได้โดยพบว่าผลในกิ่งขนาดเล็กและอยู่สูงจากพื้นดินมากมักเกิดอาการเหี่ยวได้ง่าย ส่วนการลดอัตราการเกิดผลเหี่ยวเพื่อเพิ่มผลผลิตให้แก่โกโก้นั้น เท่าที่มีการปฏิบัติมีทั้งการจัดการแปลงและการใช้สารเคมี สำหรับการจัดการแปลงนั้นได้แก่ การตัดแต่งกิ่ง การให้น้ำและการใส่ปุ๋ย การจัดการสภาพร่มเงาให้มีแสงผ่านมากขึ้นเมื่อโกโก้โตเต็มที่เนื่องจากเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง หรือการตัดแต่งผลอ่อนโกโก้ให้มีปริมาณและตำแหน่งที่เหมาะสมเป็นต้น สำหรับการให้ธาตุอาหารของพวกแคลเซียมนั้น สามารถช่วยลดปริมาณการเหี่ยวและให้ผลผลิตเมล็ดสดสูง เมื่อให้ธาตุแคลเซียมแก่โกโก้อัตรา 10 และ 60 กรัม/ต้น โดยให้ทั้งทางใบและทางต้นตามลำดับ ส่วนการใช้ฮอร์โมนนั้น มีการใช้จิบเบอเรลลิน (GA3) ออกซิน (IAA) และอีทีฟอน ซึ่งสามารถช่วยลดผลเหี่ยวลงได้ถึง 39 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังทำให้น้ำหนักเมล็ดและจำนวนเมล็ดต่อฝักเพิ่มขึ้นอีกด้วย (Uthaiah and Sulladmath, 1980)

8. การปลูกพืชคลุมดิน

ในระยะแรกที่เริ่มปลูกโกโก้ อาจจะปลูกพืชคลุมดินบางชนิดจนกว่าจะถึงเวลาที่โกโก้เติบโตสร้างทรงพุ่มใบชิดกัน ทั้งนี้ เพื่อป้องกันหน้าดินจากแสงแดดและจากการชะล้าง อีกทั้งสามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสดแก่ดินได้ด้วย พืชที่นิยมปลูกเป็นพืชคลุมดินสามารถปลูกปนกันหลายชนิด เช่น ประเทศกานา นิยมปลูกพืชคลุมคือ *Tephrosis hookeriana* และ *Tephrosis villosa* หรือขมิ้นนาง (*Flemingia congesta)* พืชตระกูลถั่วเหล่านี้สามารถจะโตเป็นระยะ ๆ และใช้ปกคลุมเป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับดินได้ พืชคลุมดินอื่น ๆ ที่เหมาะสมจะนำมาปลูก คือ ไมยราบ (*Mimosa invisa)* ถั่วเสี้ยนป่า (*Pueraia phaseoloides)* ถั่วลาย (*Centrosema pubescens)* ซึ่งสามารถเจริญได้ดีใต้ร่มเงาพืชยืนต้น พืชคลุมดินเหล่านี้นอกจากมีหน้าที่คลุมดินป้องกันรักษาความชุ่มชื้นของดินและการชะล้างแล้ว ยังสามารถทำหน้าที่ป้องกันวัชพืชได้อีกด้วย (Wood , 1980)

9. การกำจัดวัชพืช

วัตถุประสงค์ของการกำจัดวัชพืชนั้นเพื่อลดการแข่งขันระหว่างโกโก้กับวัชพืช เชื่อกันว่าวัชพืชแย่งน้ำและอาหาร อีกทั้งขึ้นปกคลุมบังแสงแดดขึ้นพันต้น ทำให้การพ่นยา การใส่ปุ๋ย การเก็บเกี่ยวผลผลิตทำได้ลำบากขึ้น Walmsley (1964) ได้รายงานผลการทดลองในแปลงที่ควบคุมวัชพืชโดยใช้สารเคมีกับแปลงปลูกโกโก้ที่กำจัดวัชพืชโดยตัดปีละครั้ง ผลการทดลองมีความแตกต่างอย่างชัดเจน จำนวนต้นกล้าโกโก้ที่รอดตายและต้นที่เจริญเติบโตได้ดีจะมีมากกว่าแปลงปลูกซึ่งมีวัชพืชถูกกำจัดปีละครั้ง ผลการทดลองได้ผลคล้ายคลึงกับการทดลองในกานา พื้นที่เป็นดินทรายและดินร่วนปนทราย ซึ่งมีปัญหาทางด้านความแห้งแล้งมากกว่าดินที่เหมาะสมในการปลูกโกโก้ ขนาดของลำต้นโกโก้จะได้รับผลกระทบหากมีวัชพืชนั้นเป็นจำนวนมากในช่วงปีแรก ถ้ามีวัชพืชขึ้นแข่งขันและความชื้นน้อยจะทำให้โกโก้เติบโตช้าในช่วงแรกและจะส่งผลทำให้การให้ผลผลิตที่

คาดหวังไม่ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (John and Maliphant, 1958) การกำจัดวัชพืชโดยการตัดเป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากไม่มีพิษตกค้างและไม่ทำอันตรายต้นพืชอื่นเหมือนกับการใช้สารเคมีกำจัด ในขณะที่ต้นกล้าโกโก้ยังเล็กอยู่การกำจัดวัชพืชบริเวณต้นโกโก้ควรใช้มือค่อย ๆ ถอนวัชพืชโดยรอบ หลีกเลี่ยงใช้มีดหรือเครื่องมือต่าง ๆ เพราะอาจพลาดทำอันตรายแก่ต้นโกโก้ได้ เมื่อโกโก้โตแล้วสามารถใช้มีดหรือเครื่องมือตัดบริเวณโดยรอบทรงพุ่มโกโก้ได้เพื่อให้ทรงพุ่มโล่งเตียน ระยะเวลาในการกำจัดวัชพืชควรเป็นช่วงฤดูฝนและต้นฤดูหนาว โดยปกติต้นโกโก้ที่โตแล้วบริเวณโคนต้นจะร่มทึบไม่ค่อยมีวัชพืชขึ้นมากนัก แต่ก็ควรกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอด้วย

4.3 การขยายพันธุ์

โกโก้สามารถขยายพันธุ์ได้ 2 แบบ คือ การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการเพาะเมล็ด และการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้น เช่น การชำ การติดตา การเสียบยอด การตอน แต่วิธีที่นิยมปฏิบัติ คือ การเพาะด้วยเมล็ด

1. การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด

การปลูกโกโก้มักปลูกโดยใช้เมล็ดมาเพาะเป็นต้นกล้า แต่เนื่องจากโกโก้เป็นพืชที่มีการกลายพันธุ์ง่าย หากปลูกด้วยเมล็ดเพื่อทำพันธุ์ต้องแน่ใจว่าเมล็ดที่นำมาเพาะเป็นเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 เมล็ดที่จะใช้เพาะควรนำลงเพาะทันทีหลังจากเอาเมล็ดออกจากฝัก ขัดถูเมล็ดกับทรายหรือนำเมล็ดมาใส่ในถุงตาข่ายไนลอนแล้วนำไปล้างเมือกหุ้มเมล็ดออกให้หมดและทำการลอยน้ำเพื่อคัดเอาเมล็ดที่เสียออก จากนั้นนำลงเพาะในถุงพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 25 เซนติเมตร สูงประมาณ 30 เซนติเมตร โดยให้เมล็ดอยู่ลึกจากผิวดินประมาณ 2-3 เซนติเมตร วางเมล็ดในแนวนอนโดยวางทางด้านกว้างหรือด้านแบนของเมล็ดก็ได้จะให้ผลไม่แตกต่างกัน ถุงเพาะกล้าแต่ละถุงจะใส่เมล็ด 1 เมล็ด (ภาพที่ 4.21) เมล็ดโกโก้มีอัตราการงอก 95-99 เปอร์เซ็นต์ โดยจะงอกภายใน 2 สัปดาห์หลังจากเพาะ ดินที่ใช้เพาะเมล็ดควรมีส่วนผสมของดินร่วน 3 ส่วน ปุ๋ยคอก 2 ส่วน และปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต 1 ส่วน เพื่อเร่งอัตราการเติบโตของราก ผสมคลุกเคล้าวัสดุปลูกให้เข้ากันแล้วนำไปบรรจุในถุงพลาสติกให้เต็มพอดีหรืออาจจะใช้หน้าดินที่มีความสมบูรณ์พอประมาณเพียงอย่างเดียวเพาะกล้าโกโก้ได้เช่นกันในกรณีที่ไม่สามารถหาวัสดุอื่นมาผสมได้

หลังจากเพาะเมล็ดลงถุงพลาสติกเสร็จเรียบร้อยแล้วควรนำถุงเพาะเมล็ดวางในโรงเรือนที่มีร่มเงาประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ รดน้ำวันละ 1 ครั้ง อย่าให้เปียกแฉะจนเกินไปเพราะจะทำให้เมล็ดเน่า เมื่อต้นกล้ามีความสูงประมาณ 40 เซนติเมตร มีใบจริงอย่างน้อย 2-3 ใบ จะเป็นระยะที่เหมาะสมที่จะปลูกลงในแปลง ก่อนที่จะนำไปปลูกควรทำการลดร่มเงาของเรือนเพาะชำให้เหลือเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นการเตรียมต้นกล้าให้ชินกับสภาพแดดมากขึ้นและควรปลูกช่วงต้นฤดูฝน

ข้อดีของการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด คือ ขยายพันธุ์ได้ง่าย สะดวก และได้ปริมาณมาก

ภาพที่ 4.21 ขั้นตอนการขยายพันธุ์โกโก้ด้วยเมล็ด

2. การขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ

2.1 การปักชำ ควรเลือกกิ่งที่เริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล โดยตัดจากกิ่งแขนงที่มีลักษณะการเติบโตเอียงไปข้างบนเล็กน้อย โดยต้นที่นำมาชำนี้ยังสามารถรักษาสภาพการเติบโตของทรงต้นในระดับต่ำอยู่ได้เช่นเดิมและสามารถผลิใบได้เร็ว แต่ต้นโกโก้ที่โตจากกิ่งข้างจะไม่มีการสร้างรากแก้วและการเติบโตของต้นจะมีลักษณะเป็นพุ่มใหญ่ พุ่มโกโก้จากกิ่งข้างเหล่านี้บางครั้งสามารถเติบโตขึ้นไปสูงเกือบเท่าต้นโกโก้ที่ปลูกจากเมล็ดหรือจากกิ่งกระโดงได้เหมือนกัน แต่ต้นที่เกิดจากกิ่งปักชำจำเป็นต้องมีการตัดแต่งลำต้นให้เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยวบ่อยครั้งกว่าต้นที่เกิดจากเมล็ดหรือกิ่งกระโดง การปลูกด้วยกิ่งชำนั้นส่วนใหญ่จะใช้ได้ดีกับพันธุ์ดีที่มีการผสมตัวเองได้ดีเท่านั้น สำหรับพันธุ์ที่มีความเป็นหมันสูง เช่น พวกฟอรัสเทอร์โร ถึงแม้ว่าจะมียีนส์ที่มีความต้านทานดีและมีการเจริญเติบโตแข็งแรงต้านทานโรคได้ดีแต่ เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันสูง ดังนั้นการใช้กิ่งชำสำหรับพันธุ์นี้จึงต้องปลูกพันธุ์อื่นที่มีการผสมข้ามดีกว่าปนเข้าไปด้วยเพื่อให้การผสมพันธุ์ดีขึ้น การขยายพันธุ์โดย

การปักชำมีวิธีการ คือ ตัดกิ่งโกโก้ที่ต้องการยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร หากประสงค์จะเร่งรากควรจุ่มกิ่งชำในสารละลายฮอร์โมนซึ่งประกอบด้วย NAA 3 กรัม, IBA 3 กรัม ในสารละลายแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 ซีซี จากนั้นจึงนำไปชำในถุงเพาะชำที่ประกอบด้วยดินแดง 5 ส่วน - ขุยมะพร้าว 4 ส่วน - มูลวัว 3 ส่วน - ปุ๋ยหมัก 1 ส่วน นำถุงเพาะชำไปไว้ในที่ร่มแสงรำไรคลุมด้วยพลาสติกควบคุมความชื้นแสงผ่านประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ รดน้ำสม่ำเสมอประมาณวันละ 1-3 ครั้ง จนโกโก้แตกใบและมีรากเจริญเต็มถุงจึงเพิ่มแสงแดดให้มากขึ้นเรื่อย ๆ แล้วจึงย้ายลงปลูกในแปลง (Wood, 1980)

2.2 การติดตา การเสียบกิ่ง และการตอน การขยายพันธุ์โกโก้โดยวิธีอื่น เช่น การติดตา การเสียบกิ่ง และการตอน การขยายพันธุ์โดยการติดตาได้ผลดีกว่าการตัดชำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากระบบรากที่แข็งแรงมีรากแก้ว นอกจากนี้ชิ้นส่วนของตาพันธุ์ดีสามารถขนส่งไปได้ระยะทางไกล ๆ และยังหาชิ้นส่วนตาได้ง่าย มีปริมาณมาก ในการปฏิบัติยังเสียต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการตัดชำ แต่มีข้อเสีย คือ การปฏิบัติต้องใช้ความชำนาญ การขยายพันธุ์โกโก้ด้วยวิธีติดตา เสียบยอดให้ได้จำนวนต้นปริมาณมากยังทำได้จำกัด และตาพันธุ์ดีจะต้องนำมาจากต้นโกโก้ในช่วงระยะใบร่วงหล่น (ทิ้งใบ) หรือทำการบ่มตาโดยการตัดใบบริเวณที่จะใช้ตาออกให้หมดก่อนจะนำตาไปติดประมาณ 3-4 วัน ตาที่ได้จากกิ่งกระโดงจะเติบโตเพื่อผลิตกิ่งกระโดง ตาที่เกิดจากกิ่งข้างจะผลิตกิ่งข้าง โดยปกติตาจะใช้ทันทีหลังจากตัดออกจากต้นโกโก้พันธุ์ดี แต่ถ้าจำเป็นต้องเก็บตาไว้ก่อนอาจเก็บได้ประมาณ 1 สัปดาห์ ต้องเก็บไว้ในที่ชื้นและมีอุณหภูมิเย็น เช่น ไว้ในตู้เย็น หรืออาจเก็บไว้ในทรายหรือขี้เลื่อยที่พรมน้ำให้ชื้นก็ได้

วิธีการขยายพันธุ์โดยการติดตาโกโก้มีหลายแบบ เช่น การติดตาแบบแพท (Patch-Budding) แบบตัวยู (U-Budding) แบบตัวที (T-Budding) แบบโล่ (Shield-Budding) โดยเลือกตาจากปลายยอดกิ่งข้างมาประมาณ 4 เซนติเมตร ตาพันธุ์ดีที่ตัดต้องมีขนาดพอดีกับขนาดต้นตอที่จะไปติด เช่น ต้นตอขนาดเล็กก็จะต้องเฉือนตาให้เล็กประกบกันได้พอดี (ภาพที่ 4.22) แล้วใช้พลาสติกพันให้แน่นป้องกันน้ำเข้าและเพื่อไม่ให้ความชื้นจากตาพันธุ์ดีสูญหายทำให้ตาแห้งตายได้ ตาอาจจะพักตัวนาน สามารถแก้ไขโดยบากด้านบนเหนือบริเวณที่ติดตาขึ้นไปประมาณ 8 มิลลิเมตรจะช่วยให้ตาแตกเร็วขึ้น กรณีสวนโกโก้เก่าต้องการปลูกใหม่โดยใช้พันธุ์เดิมจะสามารถขยายพันธุ์โดยวิธการตอนโดยลอกเปลือกออกกว้าง 7.5 เซนติเมตรแล้วหุ้มด้วยขุยมะพร้าวหรือขี้เลื่อยใช้พลาสติกตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมหุ้มป้องกันความชื้นระเหยอีกทีหนึ่ง แล้วใช้เชือกผูกหัวท้ายให้แน่น

วิธีการติดตา

1. เตรียม ต้นตอ และกิ่งพันธุ์ดี พร้อมอุปกรณ์การติดตา

2. ใช้มีดคม ๆ กรีดต้นตอให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม

3. เฉือนตาจากกิ่งพันธุ์ดี และแกะเนื้อไม้ออกจากแผ่นตา

4. สอดแผ่นตาให้แนบสนิทกับต้นตอที่เตรียมไว้ และพันด้วยเทปพลาสติก

5. ลักษณะต้นโกโก้ที่ได้จากการติดตาอายุ 2 สัปดาห์

ภาพที่ 4.22 ขั้นตอนการขยายพันธุ์โกโก้ด้วยการติดตา

บทที่ 5
ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด

สุภาพร ชุมพงษ์ และปานหทัย นพชินวงศ์

โกโก้มีโรค แมลง และสัตว์ศัตรูที่สำคัญอยู่หลายชนิด การจัดการควบคุมในแปลงโกโก้ควรเน้นการเขตกรรมที่ถูกต้องเหมาะสม ควบคู่ไปกับการควบคุมด้วยชีววิธีด้วยการใช้สัตว์และจุลินทรีย์ที่เป็นศัตรูตามธรรมชาติมากกว่าการใช้สารเคมี เนื่องจากแมลงบางชนิดมักเข้าทำลายและอาศัยภายในกิ่งโกโก้ การควบคุมด้วยสารเคมีทำได้ยากและได้ผลจำกัด นอกจากนี้ยังมีผลต่อสุขภาพของผู้พ่นสารเคมีอีกด้วย โรค แมลง และสัตว์ศัตรูที่สำคัญ มีดังนี้

โรคโกโก้ที่สำคัญ ได้แก่

1. โรคกิ่งแห้ง (Vascular Streak Die back (VSD): *Ceratobasidium theobromae*)

- **ลักษณะอาการ**

การติดเชื้อผ่านทางใบอ่อนที่ได้รับสปอร์ (basidiospore) จะเข้าทางท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ของพืช เป็นโรคที่ทำความเสียหายร้ายแรงแก่โกโก้ทั้งในระยะกล้าและต้นแก่ แต่ความรุนแรงของโรคจะเกิดกับต้นโกโก้ที่โตเต็มที่เป็นส่วนใหญ่ แต่สามารถเข้าทำลายในระยะกล้าได้และอาจทำให้ต้นกล้าโกโก้ตายได้

2.1 อาการภายนอกที่เห็นได้ทั่วไป

1) พบอาการผิดปกติบนกิ่งของโกโก้ต้นโต หรือยอดของต้นกล้าโกโก้แสดงอาการใบซีดผิดปกติ (chlorosis) บนใบที่ 3 หรือ 4 จากปลายยอด ซึ่งอาการในขั้นแรกนี้อาจพบเพียง 1 ถึง 2 ใบ

2) ในต้นกล้าหรือกิ่งโกโก้ที่เป็นโรค จะเจริญช้ากว่าปกติ ใบมีขนาดเล็กลง ใบเรียวแหลม และแสดงอาการจุดกลมสีเขียวกระจายอยู่ทั่วไปบนใบที่แสดงอาการเหลือง ใบที่แสดงอาการเหล่านี้จะหลุดร่วงไปภายในไม่กี่วัน หรือเมื่อพบใบที่แสดงอาการดังกล่าวติดอยู่บนกิ่งเมื่อเอามือแตะหรือดึงเบา ๆ ใบจะหลุดร่วงได้อย่างง่ายดายผิดกับโรคใบจุดชนิดอื่น ๆ ซึ่งมักยึดติดกับต้นได้แน่นกว่า ในสภาพอากาศเหมาะสมจะพบเส้นใยเชื้อราเจริญออกมาจากจุดที่ใบหลุดร่วง (scar)

3) ที่ปลายยอดของกิ่งที่เป็นโรคบางกิ่งจะมีอาการขาดธาตุแคลเซียม คือจะเห็นอาการแห้งตายระหว่างเส้นใบและขอบใบ (interveinal leaf necrosis)

4) บนกิ่งที่เป็นโรคอาจพบว่า ช่องว่างระหว่างเปลือกไม้ (lenticels) ขยายขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้เปลือกกิ่งโกโก้เป็นรอยปุ่มเล็ก ๆ กระจายตามเปลือกไม้ นอกจากนี้อาจพบว่ากิ่งที่แสดงอาการเช่นนี้จะมีตาข้างงอกออกมามากมายแต่ไม่สามารถเจริญเป็นกิ่งใหญ่ได้

2.2 อาการภายใน

1) ถ้าลอกเปลือกของกิ่งโกโก้ที่เป็นโรคออก พบว่าเปลือกด้านในของเนื้อไม้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับกิ่งปกติซึ่งมีสีค่อนข้างขาว

2) เมื่อผ่ากลางตามความยาวของกิ่งโกโก้ที่เป็นโรคจะพบเส้นสีน้ำตาลภายในเนื้อไม้ซึ่งเกิดจากเชื้อราเข้าไปสะสมในระบบลำเลียงน้ำของพืช

ในต้นโกโก้ที่เป็นโรคกิ่งแห้ง (VSD) อาจจะพบอาการอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว หรืออาจพบอาการดังกล่าวมาหลายอย่างพร้อม ๆ กัน ก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค

ภาพที่ 5.1 ลักษณะของต้นโกโก้ที่เป็นโรคกิ่งแห้ง จะมีอาการใบเหลืองมีจุดสีเขียวบนแผ่นใบ ใบหลุดร่วงง่ายและมีปุ่มเล็ก ๆ กระจายอยู่บนเปลือกไม้ (ที่มา : Marelli *et al*., 2019)

- **การแพร่ระบาด**

เชื้อราจะผลิตสปอร์ในช่วงหลังเที่ยงคืนและจะอยู่ได้นานจนถึงรุ่งเช้า สปอร์จะแพร่กระจายโดยลม แต่มีอายุเพียง 2-3 ชั่วโมง สปอร์ที่เข้าทำลายต้นกล้าใช้เวลาประมาณ 6 สัปดาห์ ในขณะที่ต้นโกโก้โตเต็มที่ใช้เวลา 8-16 สัปดาห์ ก่อนที่จะแสดงอาการ (Frison *et. al*., 1999)

- **การป้องกันกำจัด**

1) การป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมี ทำได้ยากเนื่องจาก ต้องทำการพ่นสารเคมีทุกครั้งที่โกโก้แตกยอดอ่อน และไม่ควรนำต้นกล้าโกโก้จากแหล่งที่เป็นโรคกิ่งแห้งไปปลูกในแหล่งปลูกใหม่ที่ไม่เคยมีโรคนี้มาก่อน แต่ควรใช้เมล็ดหรือฝักโกโก้ปลูกจะปลอดภัยกว่า

2) การตัดแต่งกิ่งควรทำอย่างน้อยที่สุดเดือนละครั้งเมื่อพบอาการของโรคบนกิ่งโกโก้ ให้ผ่ากิ่งดูภายในท่อน้ำ และตัดกิ่งห่างจากจุดที่สิ้นสุดอาการสีน้ำตาลอย่างน้อย 30 ซม. การตัดแต่งกิ่งโกโก้ที่เป็นโรคเป็นการควบคุมการระบาดของโรคนี้ได้อย่างดีที่สุด โดยการตัดแต่งกิ่งสามารถลดแหล่งกำเนิดของเชื้อและการแพร่ระบาดของโรคได้ดี เนื่องจากเชื้อราจะผลิตสปอร์ในสภาพธรรมชาติในเวลากลางคืนที่มีความชื้นสูง แต่สปอร์

จะถูกทำลายทันทีโดยแสงในเวลากลางวัน สำหรับกิ่งที่ตัดออกเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องนำออกนอกแปลงหรือเผาทิ้ง เนื่องจากเชื้อสาเหตุนี้จะตายอย่างรวดเร็วในพืชที่ไม่มีชีวิต

3) การใช้เชื้อ *Trichoderma asperellum* ผสมกับปุ๋ยหมักใส่บำรุงต้นโกโก้มีแนวโน้มลดการเกิดโรคกิ่งแห้งในโกโก้ได้ (Rosmana *et al.,* 2019)

4) การใช้พันธุ์ต้านทาน พบว่าพันธุ์ Sca6 x Sca6 และพันธุ์ UIT1 x NA32 มีแนวโน้มทนทานต่อโรคกิ่งแห้งได้ดี (อาภรณ์และคณะ, 2528)

2. โรคผลเน่าดำ (Black pod rot: เชื้อรา *Phytophthora palmivora* (E.J. Butler)

- **ลักษณะอาการ**

ผลโกโก้ที่เริ่มแสดงอาการโรคจะปรากฏอาการจุดฉ่ำน้ำบนผิวผล ซึ่งอาการจะปรากฏให้เห็นหลังจากเชื้อเข้าทำลายเป็นเวลา 2 วัน ภายใต้สภาพที่มีความชื้นสูง ต่อมาจุดนี้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแล้วกลายเป็นสีดำและขยายออกอย่างรวดเร็ว โดยขอบแผลมีรูปร่างไม่แน่นอน ขอบแผลจะขยายกว้างออกไปโดยเฉลี่ย 12 มิลลิเมตร ทุก 24 ชั่วโมง ภายใน 14 วัน ผลอาจจะเปลี่ยนเป็นสีดำทั้งผล อาการของแผลพบบนทุกส่วนของผลโกโก้ทั้งที่ขั้วผล กลางผล และปลายผล แต่ส่วนมากมักพบที่ปลายผล นอกจากนี้ยังพบว่าโรคนี้พบได้ในผลโกโก้ทุกระยะตั้งแต่เป็นผลอ่อนถึงผลแก่ แต่ส่วนมากจะพบในผลที่มีความยาว 4 นิ้วขึ้นไป การเกิดโรคในผลอ่อนจะทำให้ผลไม่สามารถเจริญพัฒนาเพื่อสร้างเมล็ดภายในต่อไปได้ โดยผลโกโก้จะเน่าตายก่อน ส่วนในผลแก่ที่เก็บเกี่ยวได้แล้วถ้าเกิดโรคในระยะไม่รุนแรงเชื้อจะเข้าทำลายไม่ถึงเมล็ดภายใน ก็สามารถนำเมล็ดมาหมักต่อไปได้ แต่ถ้าเชื้อเข้าทำลายถึงภายในเมล็ด จะเกิดอาการเน่าอย่างรุนแรงและทำให้เมล็ดแห้งไม่สามารถนำมาหมักต่อไปได้ โรคผลเน่าดำโกโก้มักพบบนผลโกโก้ที่ต้นโคนต้นโกโก้ในระยะสูงไม่เกิน 2 เมตร จากพื้นดินเป็นส่วนมาก

- **การแพร่ระบาด**

มักมีการระบาดในช่วงฤดูฝนและมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง (ยุพิน และคณะ, 2538) มักพบว่าดินเป็นแหล่งสะสมเชื้อเบื้องต้น เข้าทำลายพืชโดยสปอร์ (zoospores) ซึ่งจะแพร่กระจายด้วยน้ำ ฝน มด และสัตว์ (Frison *et. al*., 1999)

- **การป้องกันกำจัด**

1) การเขตกรรม การให้น้ำ โดยการรดโคนต้นหรือให้น้ำตามท่อ หลีกเลี่ยงการให้น้ำโดยใช้สปริงเกลอร์ (Sprinkler) ซึ่งจะทำให้สภาพแวดล้อมภายในแปลงโกโก้มีความชื้นสูง ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการแพร่ระบาดของเชื้อโรคได้ดีขึ้น การตัดแต่งกิ่งโกโก้ให้โปร่งจะช่วยลดร่มเงาโกโก้ได้มาก ในโกโก้ที่มีขนาดใหญ่เก็บเกี่ยวผลโกโก้ที่สุกแล้ว เก็บผลและเปลือกโกโก้ที่เป็นโรคเผาทำลาย เพื่อเป็นการลดแหล่งสะสมของเชื้อโรค

2) การใช้สารเคมี ฉีดพ่นโดยสารเคมีประเภทดูดซึม เช่น เมทาเลคซิล (metalaxyl) ฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม (fosetyl-aluminium) สลับกับสารเคมีไม่ดูดซึมที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบ เช่น คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ คอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ เพื่อป้องกันการดื้อต่อสารเคมีของเชื้อรา

ภาพที่ 5.2 อาการของโรคผลเน่าดำ

3. โรคเน่าสีน้ำตาล (Brown Pod Rot: *Botryodiplodia theobromae*)

- **ลักษณะอาการ**

โรคผลเน่าสีน้ำตาลเป็นโรคที่ทำความเสียหายแก่สวนโกโก้ไม่มากนัก ส่วนมากจะพบในผลโกโก้ที่ถูกทำลายโดย หนู แมลง กระรอก หรือชะมด ซึ่งทำให้ผลโกโก้แผลและเชื้อราสาเหตุโรคนี้จะเข้าทำลายโดยเข้าทางรอยแผลเหล่านั้น และช่วยเพิ่มความเสียหายแก่ผลโกโก้ให้รุนแรงขึ้น ลักษณะแผลเริ่มแรกจะฉ่ำน้ำมีสีน้ำตาล แผลจะขยายใหญ่ขึ้นในระยะต่อมา และมีสีเข้มขึ้นในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเชื้อสามารถเจริญลุกลามได้รวดเร็ว ซึ่งทำให้โกโก้เน่าทั้งผล และเข้าทำลายถึงเมล็ดภายใน ในที่สุด นอกจากนี้อาจพบถุงหุ้มสปอร์ (pycnidium) สีดำ ปกคลุมอยู่บนผิวโกโก้ที่เป็นโรคจำนวนมากภายในถุงนี้จะมีการสร้างสปอร์ (conidia) แพร่กระจายต่อไป

- **การป้องกันกำจัด**

1. ป้องกันการเข้าทำลายของแมลงและสัตว์ฟันแทะ
2. เก็บผลที่เป็นโรคเผาทิ้งหรือลดแหล่งสะสมของเชื้อ

4. โรคผลเน่าแอนแทรคโนส (Pod Antracnose: *Colletotrichum* sp.)

- **ลักษณะอาการ**

เริ่มแรกจะพบแผลรูปไข่สีน้ำตาลนูนเล็กน้อยบนผล ต่อมาแผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำและยุบลงไปเล็กน้อย เชื้อรานี้เข้าทำลายผลโกโก้ ขณะที่ผลยังอ่อนทำให้ผลอ่อนแอ หลังจากนั้นอาจมีเชื้อรา *Botryodiplodia theobromae*. *Fusarium* spp. เข้าทำลายต่อเป็นเชื้อฉวยโอกาส (secondary infection) ทำให้อาการเน่าลุกลามไปทั่วผลได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

- **การป้องกันกำจัด**

1. เก็บผลโกโก้ที่เป็นโรคเผาทำลาย

2. พ่นด้วยสารป้องกันกำจัดโรคที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบ เช่น คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ คอปเปอร์ไฮดรอกไซด์

ภาพที่ 5.3 ลักษณะของใบและผลโกโก้ที่เป็นโรคแอนแทรกโนส

(ที่มา : https://www.plantwise.org/FullTextPDF/2019/20197800610.pdf)

5. โรค Thread Blight (*Marasmius* spp.)

- **ลักษณะอาการ**

อาการเริ่มแรกจะพบเส้นใยสีขาวคล้ายเส้นด้าย มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เจริญกระจายคลุมกิ่งก้านและใบที่ยังเขียวอยู่ เชื้อราจะเจริญลุกลามไปทั่วจนกระทั่งใบโกโก้แห้งเป็นสีน้ำตาลและตายในที่สุด เส้นใยเชื้อรานี้สามารถเจริญปกคลุมกิ่งโกโก้ และทำให้กิ่งแห้งตายได้เช่นกัน เส้นใยเชื้อราจะเจริญรวมกลุ่มกันและสร้างเป็นดอกเห็ดเล็ก ๆ ขึ้นตามกิ่ง ใบโกโก้เมื่อพบสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

- **การแพร่ระบาด**

มักพบในพื้นที่ที่มีฝนตกชุกและแปลงโกโก้มีการดูแลจัดการสวนที่ไม่ดี มีร่มเงาทึบมากเกินไปซึ่งทำให้ใบและกิ่งโกโก้แห้งตายทำให้ผลผลิตโกโก้ลดลง

- **การป้องกันกำจัด**

1) ตัดแต่งกิ่งให้มีแสงส่องทั่วถึงในทรงพุ่ม ลดความชื้นและเพิ่มการหมุนเวียนอากาศที่ดี หลังการตัดแต่งกิ่ง ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่งกิ่งด้วยน้ำยาฟอกขาว

2) หากพบกิ่งที่เป็นโรคให้ทำการตัดแต่งกิ่งทันทีและตัดแต่งกิ่งต่ำจากจุดที่พบโรคลงมาอย่างน้อย 30 เซนติเมตร แล้วนำออกนอกแปลงป้องกันสปอร์ของเชื้อรากระจายไปยังต้นอื่นและทำการเผาทำลาย

3) ไม่นำเครื่องมือตัดแต่งที่ใช้กับต้นเป็นโรคไปใช้ต่อกับต้นปกติและควรทำความสะอาดเครื่องมือก่อนนำไปใช้ใหม่ทุกครั้ง

4) ในกรณีที่มีการระบาดมากใช้สารเคมีคอปเปอร์ออกซีคลอไรด์พ่นหลังการตัดแต่งกิ่ง

ภาพที่ 5.4 ลักษณะอาการของโรค Thread blight

แมลงศัตรูโกโก้

จากการศึกษาแมลงศัตรูโกโก้ในประเทศไทยของจรัสศรี (2534) พบว่ามีมากกว่า 30 ชนิด แต่แมลงทุกชนิดที่พบจะทำความเสียหายมากหรือน้อยแตกต่างกันไป แมลงศัตรูโกโก้ที่เข้าทำลายโกโก้มีทั้งทำลายยอดอ่อน ใบ ลำต้น ผลอ่อน และผลแก่ ส่วนใหญ่ที่เป็นปัญหาต่อผลผลิตโกโก้มากที่สุดเป็นแมลงที่ทำลายลำต้นและผลโกโก้ แมลงสำคัญที่พบมาก ได้แก่

1. มวนโกโก้ (*Helopeltis collaris* (Stal))

- **ชื่ออื่น :** มวนยุง (mosquito bug) มวนชา (tea mosquito)
- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

มวนโกโก้ เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่สุดของโกโก้ มีการระบาดมากในสวนโกโก้ที่มีสภาพร่มเงามากและความชื้นสูง ความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อผลผลิตที่มีรายงานในมาเลเซียถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในประเทศไทยได้มีการศึกษาพบว่า ผลโกโก้เสียหายเนื่องจากการทำลายของมวนโกโก้ประมาณ 42 เปอร์เซ็นต์ และเกิดจากผลอ่อนโกโก้เหี่ยว (cherelle wilt) ประมาณ 58 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะการทำลาย มวนโกโก้จะดูดกินน้ำเลี้ยงจากผลและยอดอ่อนโกโก้ (จรัสศรี และไพศาล, 2531) ผลอ่อนที่ถูกมวนโกโก้ทำลายโดยเฉพาะผลอ่อนที่มีขนาดเล็กถึงขนาดยาวประมาณ 5 เซนติเมตร จะได้รับความเสียหายมาก ไม่สามารถเจริญเป็นผลสุกได้ ผลอ่อนที่ถูกทำลายจะมีสีดำแห้งติดคาต้นและร่วงหล่น มวนโกโก้จะใช้ปากที่มีลักษณะแหลมแทงเข้าไปในเนื้อเยื่อพืชแล้วปล่อยน้ำลายเข้าไปก่อนที่จะดูดกินน้ำเลี้ยงพืช ซึ่งน้ำลายนี้อาจจะเป็นพิษต่อพืช ทำให้เกิดรอยแผลเป็นจุดสีดำ บางครั้งลักษณะนูน ขรุขระ หรือมียางเหนียว ๆ ไหลออกมา รอยแผลที่เกิดขึ้นอาจเป็นทางเข้าของเชื้อรา *Botryodiplodia theobromae* เข้าทำลายผลโกโก้ในภายหลัง

(secondary infection) ทำให้เกิดผลดำมากขึ้น โดยมวนโกโก้ที่เข้าทำลายโกโก้มากที่สุด ได้แก่ ตัวอ่อนวัยที่ 1 และตัวอ่อนวัยที่ 5 ซึ่งมวนโกโก้เพศผู้มีการทำลายมากกว่าเพศเมีย

ผลโกโก้ขนาดยาวกว่า 7 เซนติเมตรที่ถูกมวนโกโก้ทำลายจะสามารถเจริญเป็นผลสุกได้ และไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต แต่ถ้ามวนโกโก้มีการดูดกินน้ำเลี้ยงจนผิวผลเปลี่ยนเป็นสีดำ 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวผล จะมีผลกระทบต่อน้ำหนักเมล็ดรวมต่อผลซึ่งเป็นระดับที่เกิดความเสียหาย (Economic Threshold Level) และถ้าปล่อยทิ้งไว้จนถึงการทำลาย 75 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวผลจะมีผลกระทบต่อน้ำหนักเมล็ดภายในผลซึ่งจะทำให้เกิดความสูญเสียของผลผลิตในระดับที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ (Economic-Injury Level) (จรัสศรี และคณะ, 2535)

ภาพที่ 5.5 มวนโกโก้และลักษณะการทำลาย

- **การระบาด**

มักพบมวนโกโก้ปริมาณมากระหว่างเดือนตุลาคมถึงมีนาคม และเริ่มน้อยลงจนไม่พบเลยในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน (จรัสศรี และไพศาล, 2531) พบตัวอ่อนมากกว่าตัวเต็มวัยเสมอ โดยปริมาณมวนโกโก้มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนโดยตรงและปริมาณผลโกโก้ซึ่งเป็นแหล่งอาหาร (จรัสศรี และคณะ, 2531)

- **พืชอาหาร**

พืชอาหารของมวนโกโก้ ได้แก่ ชา อาโวกาโด้ ฝรั่ง โกโก้ มะม่วงพิมพานต์

- **ศัตรูธรรมชาติ**

ส่วนใหญ่จะเป็นพวกตัวห้ำ เช่น มด มวนเพชฌฆาต คอยจับกินตัวอ่อนของมวนโกโก้ และจากการสำรวจในปี 2534 พบแมลงเบียนตัวอ่อนของมวนโกโก้ ชนิดหนึ่งเป็นพวกแตนเบียน เข้าทำลายตัวอ่อนมวน จะวางไข่และฟักเป็นตัวเต็มวัยเมื่อมวนโกโก้โตขึ้น ดังนั้นมวนโกโก้จะตายก่อนที่จะเป็นตัวเต็มวัย โดยจะพบปรสิต 1 ตัว ต่อมวนโกโก้ 1 ตัว

- **การป้องกันกำจัด**

1) ลดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการแพร่ขยายพันธุ์ของมวนโกโก้ โดยการตัดแต่งกิ่ง ทรงพุ่ม หลังฤดูกาลเก็บเกี่ยว เพื่อให้มีสภาพโปร่ง มีการระบายอากาศดี ลดความชื้นในแปลง

2) ทำลายผลโกโก้ที่ตกค้างอยู่ในแปลงหลังฤดูกาลเก็บเกี่ยว เพื่อไม่ให้เป็นแหล่งเพาะขยายพันธุ์และแหล่งที่อยู่อาศัยข้ามฤดูกาลต่อไป

3) ไม่ควรปลูกพืชที่จะเป็นพืชอาหารของมวนโกโก้ในบริเวณใกล้ ๆ กับแปลงโกโก้ เพราะจะเป็นที่หลบซ่อนของมวนโกโก้ได้

4) การระบาดของมวนโกโก้มักเกิดขึ้นในหน้าฝนที่มีความชื้น การใช้สารฆ่าแมลงจึงมีความจำเป็นเพื่อลดปริมาณมวนโกโก้ได้รวดเร็ว การพ่นสารฆ่าแมลง ควรพ่นเมื่อพบว่ามีปริมาณมวนโกโก้มากในช่วงฤดูฝน 1 ครั้ง หลังจากนั้นพ่นทุก 14 วัน อีก 2 ครั้ง

5) การพ่นสารฆ่าแมลงอาจไม่จำเป็นต้องพ่นทั้งต้น ควรเน้นเฉพาะบนผลโกโก้และยอดอ่อนเพราะเป็นแหล่งอาหารของตัวอ่อน ซึ่งระยะตัวอ่อนไม่สามารถบินได้เหมือนตัวเต็มวัย จึงเป็นระยะที่ควบคุมได้ง่ายกว่า

6) สารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมมวนโกโก้ พ่นด้วยสารฆ่าแมลงด้วยเครื่องสูบโยกสะพายหลัง (knapsack sprayer) พ่นต้นละ 1-5 ลิตร ตามขนาดของทรงพุ่ม ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการควบคุมมวนโกโก้

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช					
ชื่อสามัญ	**เปอร์เซ็นต์ สารออกฤทธิ์ และสูตร**	**กลุ่ม กลไกการ ออกฤทธิ์**	**ระดับ ความ เป็นพิษ (LD_{50})**	**อัตรา การใช้**	**วิธีการใช้**
คาร์บาริล (carbaryl)	85% WP	1A	น้อย (614)	20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	พ่นเมื่อพบการระบาดและพ่นซ้ำตามความจำเป็น
แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda cyhalothrin)	2.5% EC	3A	ร้ายแรง (56)	10 มล./น้ำ 20 ลิตร	
ไตรอะโซฟอส (triazophos)	40% EC	1B	ร้ายแรง (66)	20 มล./ น้ำ 20 ลิตร	
ไบเฟนทริน (bifenthrin)	2.5% EC	3A	ร้ายแรง (54.5)	20 มล./ น้ำ 20 ลิตร	

ที่มา: สุภราดา และคณะ (2563)

7) การพ่นสารฆ่าแมลง ไม่ควรใช้สารฆ่าแมลงชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นเวลานานเกินไป เพราะอาจจะทำให้แมลงสร้างความต้านทานขึ้นมาได้

8) การพ่นสารฆ่าแมลง ควรพ่นเมื่อผลโกโก้ในแปลงมีขนาดเล็กกว่า 5-7 ซม. ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ เพราะเป็นขนาดที่ผลโกโก้จะได้รับความเสียหายมากเมื่อถูกมวนโกโก้เข้าทำลาย

9) การใช้ศัตรูธรรมชาติเพื่อควบคุมปริมาณมวนโกโก้ยังไม่มีบทบาทมากนัก สำหรับการปลูกโกโก้ในประเทศไทย จะพบมดแดงบางชนิดขับไล่และจับตัวอ่อนมวนโกโก้กิน

ภาพที่ 5.6 รอยแผลบนยอดอ่อนและผลโกโก้ที่ถูกมวนโกโก้ทำลาย

2. หนอนเจาะลำต้น (*Zeuzera coffeae* Nietner, 1861: red branch borer)

- **ชื่ออื่น :** หนอนเจาะต้นกาแฟสีแดง

- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

หนอนเจาะต้นโกโก้เป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความเสียหายแก่ต้นและกิ่งโกโก้ หนอนชนิดนี้ถึงแม้จะมีระบาดไม่มากนัก แต่ต้นหรือกิ่งโกโก้ที่ถูกหนอนเจาะจะหักโค่นเมื่อโดนลมแรง พบระบาดทั่วไปตั้งแต่ภาคใต้จนถึงบนที่สูงของภาคเหนือ ความเสียหายเกิดขึ้นจากหนอนเจาะเข้าไปกัดกินภายในกิ่งและลำต้น ทำให้ยอดแห้งและกิ่งหักตรงบริเวณที่หนอนกัดทำลาย หากเป็นต้นขนาดเล็กต้นอาจตายได้ ตัวเต็มวัยของหนอนเจาะลำต้นเป็นผีเสื้อกลางคืน ขนาดปานกลาง ตัวสีขาวนวล มีจุดประสีดำอยู่เต็มบริเวณปีกคู่หน้า ตัวหนอนมีสีแดงหรือน้ำตาลแดง มีลายวงแหวนสีเหลืองและมีขนสีขาวบนส่วนท้อง หลังจากที่ผีเสื้อตัวเมียได้รับการผสมพันธุ์ก็จะวางไข่ติดไว้กับกิ่งและลำต้น ไข่ก็จะฟักออกเป็นตัวหนอนในเวลาประมาณ 10 วัน โดยมีใยปกคลุมตัวไว้ในระยะแรก ต่อมาตัวหนอนก็จะเริ่มกัดเจาะผิวเปลือกตรงบริเวณซอกกิ่งและลำต้นจนเข้าไปอยู่ในกิ่งหรือลำต้นเป็นช่องยาวหนอนจะกัดกินจนมีรูทะลุเปลือกแล้วถ่ายมูลออกมาภายนอกเป็นขุยคล้ายขี้เลื่อยกองอยู่แถว ๆ บริเวณโคนต้นและปากรู เมื่อหนอนมีอายุ 2 - 3 เดือน ก็จะโตเต็มที่ ในช่วงนี้หนอนจะกัดเจาะเปลือกจนเป็นรูกลมมองเห็นได้จากภายนอก แล้วตัวหนอนก็จะเจริญเป็นดักแด้ตรงปากรูนั้น ใช้เวลาเป็นดักแด้ประมาณ 3 สัปดาห์ ถึง 1 เดือนก็จะเข้าระยะตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้ออีกครั้งหนึ่ง การปลูกโกโก้กลางแจ้งมักพบหนอนเจาะลำต้นทำลายโกโก้มากกว่าการปลูกแบบมีร่มเงา

- **พืชอาหาร**

หนอนเจาะต้นโกโก้มีพืชอาหารหลายชนิด ได้แก่ โกโก้ กาแฟ ชา ลิ้นจี่ ฝ้าย ส้ม ลองกอง สัก และไม้ป่าอื่น ๆ

- **ศัตรูธรรมชาติ**

ศัตรูธรรมชาติของหนอนเจาะลำต้นกาแฟสีแดง ได้แก่ นก แมลงเบียน เช่น *Iphiaulax* sp. แตนเบียนหลายชนิด เช่น *Bracon* sp. *Bracon zeuzera Glyptomorpha* sp. *Microbracon* sp. และตั๊กแตนตำข้าว จะเข้าทำลายขณะหนอนฟักออกจากไข่ได้ดี ดังนั้นควรลดการใช้สารเคมีและใช้เท่าที่จำเป็น

- **การป้องกันกำจัด**

1) หมั่นตรวจดูต้นกาแฟ ชา โกโก้ ลิ้นจี่ ฝ้าย ส้ม ลองกอง สัก และไม้ป่าอื่น ๆ ซึ่งเป็นพืชอาศัยของแมลงชนิดนี้ ถ้าพบกิ่งที่มีไข่หรือหนอนให้ตัดเผาทำลาย

2) ตัดกิ่งที่มีหนอนออกแล้วทำการเผาทำลาย

3) ถ้ามีการระบาดมาก สามารถใช้สารเคมี ได้แก่ คาร์บาริล (carbaryl) 85% WP อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นบริเวณกิ่งและโคนต้น เพื่อเป็นการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนก่อนที่จะทำความเสียหายรุนแรง

ภาพที่ 5.7 ลักษณะการทำลายของหนอนเจาะลำต้น

3. ด้วงกินใบโกโก้

จากการรวบรวมด้วงในแปลงปลูกโกโก้ของศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรและแปลงโกโก้ของเกษตรกรในเขตจังหวัดภาคใต้ พบด้วงกินใบโกโก้อยู่ 14 ชนิด ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ชนิดของด้วงกินใบโกโก้และลักษณะการทำลายที่พบในภาคใต้

	ชนิดของแมลง	ลักษณะการทำลาย
1	Family Scarabaeidae 3 ชนิด *Adoretus* sp. *Apogonia* sp	กัดกินใบเป็นรูรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

	ชนิดของแมลง	ลักษณะการทำลาย
	Microtrichia sp.	
2	Family Curculionidae 7 ชนิด *Astycus lateralis* *Desmidiphorus braviusculus* *Hypomeces squamosus* *Phrixopogon* sp. *Platyrachelus pisttacinus* *Prdioctes* sp. *Sepiomus* sp.	กัดกินใบทำให้ใบโกโก้เว้าแหว่งหรือหยักจากขอบใบเข้ามาหรือตรงกลางเป็นรูกลม ๆ
3	Family Chrysomelidae 3 ชนิด *Aulacophora foveicollis* *A. similis* *Aulacophora* sp.	กัดกินทำลายใบ รูปร่างไม่แน่นอน
4	Family Anthribidae 1 ชนิด *Andracerus stuatus*	กัดกินทำลายใบโกโก้

แมลงที่พบทำลายต้นโกโก้อยู่เสมอ ได้แก่ ด้วงกุหลาบ (*Adoretus* sp.) แมลงนูน (*Apogonia* sp.) ด้วงงวง (*Astycus lateralis)* แมลงค่อมทอง (*Hypomeces squamosus)* และ ด้วงงวง (*Sepiomus* sp.)

- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

การปลูกโกโก้ประสบปัญหามากโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในสวนโกโก้ที่เริ่มปลูกใหม่ เพราะมีการเข้าทำลายของด้วงกินใบ เป็นผลทำให้ต้นโกโก้ตาย ต้องทำการปลูกซ่อมแซมใหม่ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ในต่างประเทศมีรายงานว่ามีแมลง 2 กลุ่มที่ทำลายใบโกโก้ ได้แก่ แมลงในวงศ์ Scarabaeidae และ Curculionidae เช่นเดียวกับประเทศไทย และพบว่ายังมีด้วงกินใบอีกหลายชนิดกัดกินทำลายใบโกโก้ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของแมลง การเข้าทำลายของด้วงกินใบจะทำให้ต้นโกโก้ชะงักการเจริญเติบโต อ่อนแอต่อการเป็นโรค โดยเฉพาะต้นโกโก้ขนาดเล็กยังไม่แข็งแรงเท่าที่ควร ผลิตใบไม่ทัน พื้นที่ใบถูกทำลายมาก ถ้าตกอยู่ในสภาพนี้นาน ๆ จะทำให้ต้นโกโก้ได้รับความเสียหายรุนแรง ส่วนใหญ่จะพบว่าแมลงในวงศ์ Scarabaeidae เข้ามาทำลายในตอนกลางคืน ส่วนวงศ์ Curculionidae เข้าทำลายใบโกโก้ทั้งกลางวันและกลางคืน ซึ่งในตอนกลางวันมักแอบหลบซ่อนตัวอยู่ใต้ใบหรือทิ้งตัวลงบนพื้นดินเมื่อได้ยินเสียงดัง จากการศึกษาพบว่าตำแหน่งของใบโกโก้ที่ถูกด้วงกินใบทำลายมากที่สุดคือ ใบที่ 1 – 15 และมีแนวโน้มลดลงจากใบยอดไปสู่ใบล่าง หรือมีการทำลายที่ใบยอดมากกว่าใบล่าง (จรัสศรี และคณะ, 2533) นอกจากนี้ในบางครั้งจะพบแมลงวงศ์ Chrysomelidae มีการระบาดบ้างนาน ๆ ครั้ง เป็นลักษณะ accident outbreak จะมาเป็นกองทัพเข้า

ทำลายใบโกโก้ตรงบริเวณขอบ แปลงไม่นานก็จะหายไป แมลงพวกนี้บางชนิดมีสีสะท้อนแสง ขนาดลำตัวปานกลางกัดกินยอด กิ่งก้าน ใบโกโก้ แต่ทำความเสียหายไม่รุนแรง

- **พืชอาหาร**

ด้วงกินใบโกโก้มีพืชอาหารหลายชนิด เช่น มะม่วง ส้มเขียวหวาน ส้มโอ ลำไย ฝ้าย โล่ติ้น เงาะ ทุเรียน หม่อน ปอแก้ว กระเจี๊ยบ พุทรา มะขามเทศ ละหุ่ง นุ่น มันสำปะหลัง พริกไทย มะม่วงหิมพานต์

- **การป้องกันกำจัด**

การระบาดของด้วงกินใบโกโก้สามารถคาดคะเนได้ล่วงหน้า เนื่องจากปริมาณด้วงและระดับการทำลายมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน การพ่นสารฆ่าแมลงควรพ่นก่อนเข้าฤดูฝน 1 ครั้ง เพื่อเป็นการป้องกันก่อนการเข้าทำลาย หลังจากนั้นพ่นทุก 20-30 วัน อีก 2 ครั้ง หากมีการระบาดรุนแรงควรใช้สารจับใบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง เนื่องจากมีการชะล้างมากในหน้าฝน การพ่นสารควรพ่นในตำแหน่งใบโกโก้บริเวณส่วนยอดตั้งแต่ใบที่ 1-15 ให้มากเพราะแมลงชอบเข้าทำลายใบในส่วนนี้มากกว่าส่วนอื่น ๆ สารฆ่าแมลงที่เหมาะสมสำหรับควบคุมด้วงกินใบโกโก้ โดยใช้ไดโนทีฟูแรน (dinotefuran) 1% GR 2 กรัม รองก้นหลุมก่อนปลูก หรือพ่นด้วยคาร์บาริล (carbaryl) 85% WP ในอัตรา 25-30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อมีการระบาดรุนแรง

ภาพที่ 5.8 แมลงกินใบโกโก้ เช่น แมลงค่อมทองและด้วงกุหลาบ

4. หนอนเจาะผลโกโก้ (*Conopomorpha cramerella*: cocoa pod borer, cocoa moth)

- **ชื่ออื่น :** หนอนเจาะขั้วผลเงาะ (เกรียงไกร, 2557)
- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

หนอนเจาะผลโกโก้เป็นแมลงชนิดเดียวกันกับหนอนเจาะขั้วผลเงาะและอยู่ในสกุลเดียวกับหนอนเจาะขั้วผลลิ้นจี่และลำไย (บุษบง, 2557) หนอนจะเจาะเข้าไปภายในผล กัดกินเยื่อหุ้มเมล็ดและบางครั้งจะเจาะเข้าในเมล็ดด้วย ทำให้เมล็ดจับติดกัน แยกออกจากกันได้ยาก บางส่วนไม่สามารถนำมาทำการแปรรูปได้ ถ้ามีการ

ระบาดมากสามารถทำลายผลโกโก้ได้ถึง 80-90 เปอร์เซ็นต์ ของผลโกโก้ที่เก็บเกี่ยว (Day, 1989; Anshary *et. al.,* 2017) พบการระบาดเฉพาะในทวีปเอเชียและโอเชียเนีย เช่น อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย ปาปัวนิวกีนี ซามัว เป็นต้น (CABI, 2021) และพบในประเทศไทยด้วยเช่นกัน (Mumford and Ho, 1988) มีความเป็นไปได้ว่าอาจมีการปรับตัวจากแมลงท้องถิ่นที่ทำลายเงาะมาเข้าทำลายผลโกโก้ด้วย ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนจะวางไข่สีเหลืองส้มขนาดเล็กมากบนผิวผลโกโก้ที่มีอายุประมาณ 4-6 เดือน สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ตัวอ่อนจะฟักจากไข่ เจาะเข้าไปกัดกินและอาศัยอยู่ภายในผล จากนั้นจะเจาะออกมาเข้าดักแด้ที่บริเวณผิวผลหรือใบโกโก้โดยมีแผ่นฟิล์มบาง ๆ หุ้มอยู่ ผลที่ยังไม่สุกแต่ถูกหนอนเจาะผลทำลายจะมีสีผิวผลที่เหลืองไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการเก็บเกี่ยวได้

- **พืชอาหาร**

โกโก้ เงาะ (เกรียงไกร, 2557) เงาะขนสั้นของมาเลเซีย (pulasan) ลิ้นจี่ (Nair and Sahoo, 2006; Ranjeet *et. al.,* 2000; Sahoo *et. al*., 2010) ลำไย ต้นโคล่า

- **ศัตรูธรรมชาติ**

แตนเบียนไข่ (*Trichogrammatoidea bactrae fumata*) แตนเบียนดักแด้ เชื้อราขาว (*Beauveria bassiana*) แตนเบียนบราคอน (*Bracon* sp.) มดดำโกโก้ (cocoa black ant)

- **การป้องกันกำจัด**

1) ห่อผลโกโก้ด้วยถุงพลาสติกเพื่อป้องกันไม่ให้ผีเสื้อมาวางไข่ วิธีนี้ได้ผลดี (Saripah and Azhar, 2007) แต่ต้นทุนสูง สิ้นเปลืองแรงงาน หากต้นโกโก้สูงมากจะปฏิบัติได้ยาก

2) ใช้วิธีควบคุมแบบชีววิถี เช่น ใช้เชื้อราขาวร่วมกับมดดำโกโก้ร่วมกับการตัดแต่งกิ่งสามารถลดผลกระทบของหนอนเจาะผลโกโก้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Anshary *et. al.,* 2017) การใช้แตนเบียนไข่และแตนเบียนดักแด้ (Azhar and Long, 1996) การใช้มดดำโกโก้ (Saripah and Azhar, 2012; Saripah, 2014)

3) พบการระบาดพ่นด้วยสารเดลทาเมทริน (Deltamethin) 3 เปอร์เซ็นต์ EC อัตรา 13 มิลลิลิตรต่อน้ำ 10 ลิตร (Saripah, 2014)

4) ตัดแต่งและทำลายผลที่เสียหายจากหนอนเจาะผลโกโก้

5) หลีกเลี่ยงการเคลื่อนย้ายผลโกโก้จากแหล่งที่มีการระบาดของหนอนเจาะผลโกโก้ไปยังพื้นที่อื่น

ภาพที่ 5.9 ลักษณะการทำลายของหนอนเจาะผลโกโก้

ภาพที่ 5.10 ดักแด้หนอนเจาะผลโกโก้จะอยู่บริเวณผิวผลหรือที่ใบ (วงกลมสีแดง), ลักษณะของรูที่หนอนเจาะออกมาเพื่อเข้าดักแด้ (วงกลมสีน้ำเงิน)

ภาพที่ 5.11 ผลโกโก้ที่ถูกหนอนเจาะผลโกโก้ทำลายจะมีสีผิวผลที่เหลืองไม่สม่ำเสมอ

5. หนอนเจาะผลโกโก้ (*Carmenta* sp. : Cacao fruit borer)

- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

หนอนเจาะผลโกโก้ชนิดนี้เป็นผีเสื้อกลางคืน พบการทำลายที่จังหวัดชุมพร ซึ่งเป็นรายงานการเข้าทำลายผลโกโก้เป็นครั้งแรกในประเทศไทย หนอนเจาะผลโกโก้ชนิดนี้อยู่ในสกุลเดียวกับหนอนเจาะผลโกโก้ที่ระบาดอยู่ที่โคลัมเบีย เวเนซูเอลา (Morillo *et. al.,* 2009) เปรู (Moran-Rosillo and Castillo-Carrillo, 2020) คือ หนอนเจาะผลโกโก้ชนิด *Carmenta theobromae* ซึ่งเป็นแมลงกักกันของทางอเมริกาใต้ หนอนเจาะผลโกโก้ชนิดนี้จะเจาะเข้าทำลายที่เปลือกของผล และขับถ่ายมูลออกมาบริเวณรอยเจาะ ทำให้ภายในผลเสียหายและเป็นทางให้เชื้อโรคอื่นเข้าทำลายผลโกโก้ได้

- **พืชอาหาร**

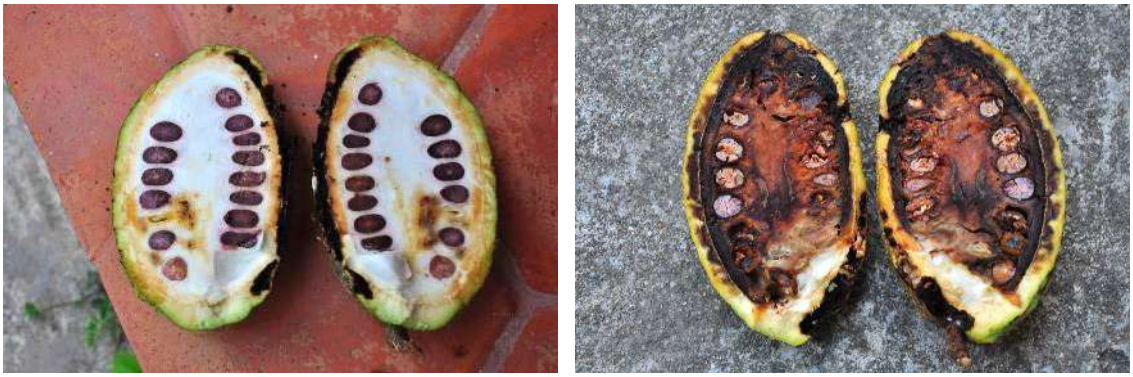
โกโก้ ฝรั่ง

- **การป้องกันกำจัด**

1) หมั่นสำรวจการทำลายของหนอนเจาะผลโกโก้ เก็บผลที่เสียหายทำลายทิ้งนอกแปลง เพื่อลดการระบาดของหนอนเจาะผลโกโก้

2) ในแหล่งระบาด ป้องกันการเข้าทำลายด้วยการห่อผลโกโก้ เมื่อผลอายุ 3-6 เดือน ด้วยถุงพลาสติก ตัดปลายถุงด้านล่างเพื่อระบายน้ำ

ภาพที่ 5.12 หนอนเจาะผลโกโก้ (*Carmenta* sp.) และลักษณะการทำลายภายนอก



ภาพที่ 5.13 ลักษณะการทำลายภายในของหนอนเจาะผลโกโก้

6. เพลี้ยแป้ง (mealybug)

- **ชื่อวิทยาศาสตร์ :** เพลี้ยแป้งที่ทำลายโกโก้ มีหลายชนิด เช่น เพลี้ยแป้งส้ม (*Planococcus citri* (Risso)), เพลี้ยแป้งลาย (*Ferrisia virgata* (Cockerell))

- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

เพลี้ยแป้งเป็นแมลงปากดูดชนิดหนึ่งพบเกาะกลุ่มดูดกินน้ำเลี้ยงที่ใบยอด ตาดอก ยอดอ่อน กิ่ง ผล สำหรับผลจะพบบริเวณขั้วผล ทำให้ส่วนที่ถูกทำลายแคระแกร็นและชะงักการเจริญเติบโต เพลี้ยแป้งจะขับน้ำหวาน (honeydew) ออกมาเป็นเหตุให้ราดำเข้าทำลายซ้ำ ถ้าแมลงชนิดนี้ระบาดรุนแรงในต้นกล้าโกโก้จะทำให้ต้นโกโก้ทรุดโทรมและอาจตายได้ แต่ในโกโก้ต้นใหญ่จะเข้าทำลายบริเวณตายอดทำให้ยอดอ่อนเจริญเติบโตผิดปกติ ยอดบิดม้วนงอ หากเข้าทำลายตาดอกจะทำให้ตาดอกไม่สามารถผลิตดอกที่สมบูรณ์ได้ นอกจากนี้เพลี้ยแป้งบางชนิดยังเป็นพาหะของเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรค Swollen shoot ในโกโก้ (cocoa swollen shoot virus disease: CSSVD) ด้วย (Babin, 2018)

- **พืชอาหาร**

ส้มชนิดต่าง ๆ กาแฟ ชา โกโก้ มะนาว มะพร้าว กล้วย มะม่วง ชมพู่ พุทรา ถั่ว องุ่น เป็นต้น

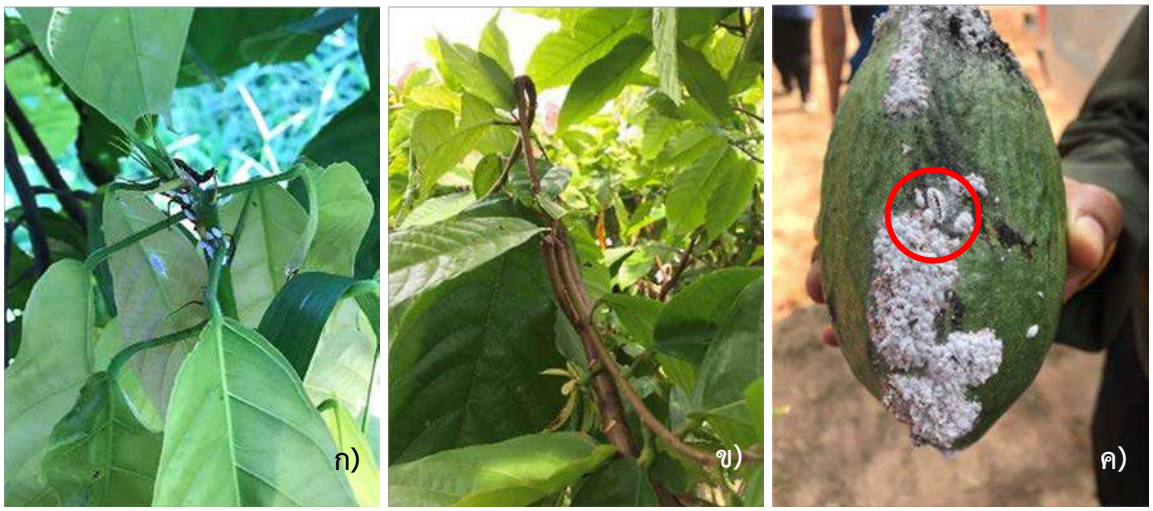
- **ศัตรูธรรมชาติ**

ศัตรูธรรมชาติที่พบในสวนโกโก้ มีหลายชนิด เช่น แมลงช้างปีกใส (*Chrysopa* sp.) และแตนเบียนเพลี้ยแป้ง ด้วงเต่าพวก coccinellids ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ตัวอ่อนของผีเสื้อดักแด้หัวลิง เป็นต้น

- **การป้องกันกำจัด**

ป้องกันกำจัดมดโดยใช้สารคาร์บาริล (carbaryl) 85% WP โรยตามต้นที่มีมดอยู่

ภาพที่ 5.14 เพลี้ยแป้งดูดกินน้ำเลี้ยงที่ใบและบริเวณผลโกโก้



ภาพที่ 5.15 ลักษณะการทำลายของเพลี้ยแป้ง

ก) เพลี้ยแป้งดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณตายอด ข) ยอดเจริญผิดปกติ มีการบิดม้วนของกิ่ง

ค) ตัวอ่อนของผีเสื้อดักแด้หัวลิงกินเพลี้ยแป้งโดยอาศัยการพรางตัวให้คล้ายกับเพลี้ยแป้งแต่มีขนาดใหญ่กว่า (วงกลมสีแดง)

7. เพลี้ยอ่อน (aphid)

- **ชื่อวิทยาศาสตร์ :** เพลี้ยอ่อนดำส้ม (*Toxoptera aurantii* (Boyer de Foncolombe))
- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

เพลี้ยอ่อนเป็นศัตรูที่สำคัญของโกโก้ในขณะที่ต้นโกโก้ยังเล็กหรือในเรือนเพาะชำ โดยตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ดูดกินน้ำเลี้ยงบนใบยอดอ่อนโดยเฉพาะใต้ใบ ถ้ามีการระบาดรุนแรงจะพบบริเวณตาดอก ก้านผลอ่อนและบนผลโกโก้ มักอยู่ร่วมเป็นกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าเพลี้ยอ่อนชนิดนี้ถ่ายทอดเชื้อไวรัสในส้มได้ด้วย แต่ยังไม่พบว่ามีการถ่ายทอดเชื้อในต้นโกโก้

- **พืชอาหาร**

ส้มโอ ส้มเขียวหวาน มะนาว มะกรูด และพืชตระกูลส้มอื่น ๆ ลิ้นจี่ กาแฟ และชา

- **ศัตรูธรรมชาติ**

ด้วงเต่าลายทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเป็นตัวห้ำ จากการสำรวจพบว่าตัวอ่อนของด้วงเต่าลายมีประสิทธิภาพในการล่าเพลี้ยอ่อนได้ดี

- **การป้องกันกำจัด**

1) ตัดแต่งกิ่งและต้นให้สะอาดไม่ให้มีแมลงชนิดนี้อาศัยอยู่โดยนำมาเผาทำลายและกำจัดมดที่เป็นพาหนะในการแพร่กระจายเพลี้ยอ่อนด้วย

2) ถ้าหากมีการระบาดมากและรุนแรง การพ่นด้วยสารฆ่าแมลงเมื่อเพลี้ยอ่อนมีปริมาณมากในแปลงอาจกระตุ้นให้เพลี้ยอ่อนมีปีกได้เร็วขึ้น ซึ่งทำให้มีการกระจายเพลี้ยอ่อนมากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 5.16 ลักษณะการทำลายของเพลี้ยอ่อน
ก) เพลี้ยอ่อนดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณผลอ่อนและใต้ใบ ข) โกโก้มีอาการใบหงิกเนื่องจากเพลี้ยอ่อน
(ค) ตัวอ่อนของด้วงเต่า ศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยอ่อน

8. หนอนปลอก (*Pagodiella hekmeyeri* Heylaerts, bag worm)

- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

หนอนปลอกมีหลายชนิด เช่น *Clania cramerii*., *C. wallacei., Mahasena* sp., และ *Pagodiella hekmeyeri* ชนิดที่มีการทำลายโกโก้มากที่สุด ได้แก่ *P. hekmeyeri* ทำลายโดยกัดกินใบโกโก้เป็นรูกลม ๆ เมื่อถูกทำลายมากใบโกโก้ก็จะร่วงหล่นจนหมดกิ่งแห้งเป็นผลทำให้ยอดชะงักการเจริญเติบโต จากการสังเกตพบว่าแมลงชนิดนี้ส่วนใหญ่จะทำลายเสียหายมากในบริเวณที่ถูกแสงแดดเต็มที่หรือการกินอาหารจะมีมากขึ้นเมื่อท้องฟ้าแจ่มใส ไม่มีเมฆ หรือในช่วงวันตั้งแต่ 10.00 น. และ 15.00 – 16.00 น. ถ้าหากวันไหนมีฝนหรือท้องฟ้าไม่แจ่มใสก็จะทำให้การกินอาหารของแมลงชนิดนี้น้อยลง

- **พืชอาหาร**

หนอนปลอกมีพืชอาศัยหลายชนิด ได้แก่ ชา กาแฟ พริกไทย โกโก้ มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน ชมพู่ และไม้ผลอื่น ๆ

- **ศัตรูธรรมชาติ**

หนอนปลอกมีแมลงศัตรูธรรมชาติหลายชนิด ได้แก่ แมลงวันก้นขน (*Exorista quadrimaculata* และ *Tricholyga psychidarum)* แตนเบียน (*Apanteles* sp.) และมวนเพชฌฆาต (*Sycanus dichotomus)*

- **การป้องกันกำจัด**

1) เมื่อพบว่าเริ่มมีการทำลายของหนอนปลอก ให้ทำการตัดแต่งกิ่งที่ถูกหนอนทำลายมาทำลายเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการระบาดต่อไป

2) ในกรณีที่มีการระบาดรุนแรงพ่นด้วยคาร์บาริล (carbaryl) 85% WP อัตรา 60 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร

ภาพที่ 5.17 หนอนปลอก (*Pagodiella hekmeyeri*) และลักษณะการทำลาย

9. เพลี้ยไฟ (thrips)

- **ชื่อวิทยาศาสตร์ :** เพลี้ยไฟที่ทำลายโกโก้มี 2 ชนิด ได้แก่ **เ**พลี้ยไฟชาดำ (*Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouche)) และ เพลี้ยไฟโกโก้ (*Selenothrips rubrocinctus* (Giard)) (อิทธิพล และคณะ, 2555)

- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

ตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใต้ใบโกโก้ ทำให้ผิวใบที่ถูกดูดกินมีจุดสีเหลือง น้ำตาล ใบย่น หรือม้วนลงเล็กน้อย ใต้ใบมีจุดเป็นจุดเล็ก ๆ คล้ายเข็มแทง เป็นสีน้ำตาล และใบอาจหลุดร่วงไปในที่สุด

- **พืชอาหาร**

ส้ม พริก ยางพารา และไม้ผลอื่น ๆ

- **การป้องกันกำจัด**

เพลี้ยไฟทั้งสองชนิดยังไม่มีการระบาดรุนแรง พบมีอยู่ทั่วไปในแปลงปลูกโกโก้และมีอยู่เกือบตลอดปี ดังนั้นการใช้สารฆ่าแมลงยังไม่มีความจำเป็นแต่หากเกิดการระบาดมากถึงขั้นก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ ควรพ่นด้วยสาร carbaryl (คาร์บาริล) 85% WP อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

ภาพที่ 5.18 ลักษณะการทำลายของเพลี้ยไฟที่ใบและผลโกโก้

(ที่มา : คุณบวร พฤกษาวัฒนชัย, chocolasia)

สัตว์ศัตรูโกโก้

สัตว์ศัตรูโกโก้ที่สำคัญ ได้แก่ สัตว์ในกลุ่มฟันแทะ เช่น หนู กระรอก

1. หนูท้องขาวบ้าน หรือหนูท้องขาวสวน (*Rattus rattus* L.)

- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

หนูชนิดนี้เป็นศัตรูโกโก้ที่สำคัญ ทำลายผลโกโก้ พบมากทุกพื้นที่ บางครั้งทำรังอยู่บนต้นมะพร้าว แต่โดยปกติจะขุดรูตามโคนต้นไม้หรือทำรังอาศัยอยู่ใต้กองวัสดุเหลือใช้ หนูจะกัดกินเวลากลางคืน บางครั้งอาจ

พบเห็นเวลากลางวันบ้าง โดยจะกัดกินผลโกโก้บริเวณใกล้ขั้วผลจนทะลุเป็นรูกลมเข้าไปกินเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้และทิ้งเมล็ดโกโก้ไว้บนดิน

ภาพที่ 5.19 หนูท้องขาวบ้านและลักษณะการทำลาย

- **ที่อยู่อาศัย**

พบได้ทั่วประเทศ เป็นหนูที่ป่ายปีนเก่งมาก ชอบอาศัยอยู่ตามบ้านเรือน ยุ้งฉาง นาข้าว ในสวนผลไม้ มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น ไม่ค่อยชอบขุดรูอยู่ จะอาศัยตามกองซากต้นไม้ กองทางใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้เศษใบไม้หรือวัสดุอื่นที่แห้งทำรัง ชอบที่จะอยู่บนยอดไม้ ยอดคอมะพร้าวและใต้กองทาง อาจพบอยู่ในรูบ้าง รูหนูจะมีขุยดินบริเวณปากรูทางเข้าแต่จะมีเล็กน้อย

- **การป้องกัน**

1) กำจัดแหล่งอาศัยทั้งบริเวณโคนต้นและกำจัดวัชพืช กองทางมะพร้าว เพื่อไม่ให้มีที่หลบซ่อนของหนู

2) ตัดต้นไม้บริเวณรอบ ๆ แปลงสวน โดยเฉพาะด้านที่ติดกับต้นไม้ในป่า เพื่อไม่ให้หนูจากป่าอพยพเข้ามาอาศัยในสวน

3) ใช้แผ่นสังกะสีแผ่นเรียบกว้าง 30-35 เซนติเมตร ติดล้อมรอบลำต้น สูงจากพื้นดิน 1 เมตร จะช่วยไม่ให้หนูปีนขึ้นต้นไปทำลายผลผลิตได้

4) ใช้เสียงไล่ เช่น จุดประทัด เสียงไม้ตีกันเวลากลางคืน เป็นต้น

- **การกำจัด**

1) ใช้กับดักชนิดต่าง ๆ เช่น กับดักตีตาย บ่วงลวด กรงดัก นำมาดักกำจัดหนู โดยวางกับดักตามพื้นดินบนต้นไม้ที่มีหนูวิ่งผ่าน เป็นการช่วยลดประชากรได้

2) ใช้เหยื่อโปรโตซัวสำเร็จรูป ซึ่งบรรจุโปรโตซัว *Sarcocystis singaporensis* จำนวน 200,000 สปอโรซิสต์ (sporocyst)/ก้อน วางบริเวณทางเดินหนู รูหนู โคนต้นพืช หรือใช้ภาชนะบรรจุเหยื่อ 2 ก้อนต่อจุด จำนวน 20-25 ก้อน/ไร่ สามารถทำให้หนูป่วยตายภายใน 7-15 วัน และเนื่องจากเหยื่อโปรโตซัวเป็นเหยื่อแป้งดิบแบบนุ่ม จึงห้ามเปียกน้ำเพราะเหยื่อจะเสีย ทำให้หนูไม่กินเหยื่อ ดังนั้นจึงควรใช้ภาชนะสำหรับใส่เหยื่อที่ทำด้วยไม้หรือพลาสติกหรือวัสดุเหลือใช้ในบ้านที่สามารถกันน้ำได้และป้องกันไม่ให้มีสัตว์อื่นเข้าไปได้ ที่สำคัญหนูจะรู้สึกปลอดภัยขณะกินเหยื่อ (ยุวลักษณ์, 2554)

3) ใช้สารกำจัดหนูสำเร็จรูป (ตารางที่ 5.3)

4) ใช้ศัตรูธรรมชาติ เช่น เหยี่ยว นกแสก (ภาพที่ 5.21) นกเค้า งู และสัตว์ศัตรูธรรมชาติ เป็นต้น

ภาพที่ 5.20 ลักษณะการทำลายผลโกโก้ของหนูท้องขาวบ้าน

ตารางที่ 5.3 วิธีการใช้สารกำจัดสัตว์ศัตรูโกโก้ (สุภราดา และคณะ, 2563)

ศัตรูพืช	สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช				วิธีการใช้	หมายเหตุ
	ชื่อสามัญ	เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์และสูตร	ระดับความเป็นพิษ (LD_{50})	อัตราการใช้		
หนูท้องขาวบ้าน *(Rattus rattus)*	โฟลคูมาเฟน (flocoumafen)	0.005% Wax block bait	0.25	50 ก้อน/ไร่	เริ่มวางเหยื่อพิษครั้งแรก เมื่อผลโกโก้เริ่มมีขนาดประมาณนิ้วหัวแม่มือ มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งสวน โดยวางต้นละ 1 ก้อน บริเวณคาคบหรือผูกตามกิ่งของต้นโกโก้ ทุก ๆ 3-4 สัปดาห์ จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผล	ในกรณีที่สวนโกโก้มีหญ้าขึ้นรกมาก หรือมีทางมะพร้าวแห้งสุมอยู่ ในการวางยาครั้งที่ 1 และ 2 ควรวางเหยื่อพิษเพิ่มบริเวณที่รก อีก 1-2 ก้อน
สกุลหนูพุก *(Bandicota)* และหนูท้องขาว *(Rattus)*	เหยื่อโปรโตซัว (*Sarcocystis singaporensis)*	$2x10^5$ sporocysts	-	20 - 25 ก้อน/ไร่	วางเหยื่อโปรโตซัว จุดละ 1-3 ก้อน บริเวณโคนต้น รอยทางวิ่งหนูหรือรอยทำลายให้ทั่วแปลง เมื่อพบว่าประชากรหนูเริ่มสูงขึ้นและพบรอยทำลายมากขึ้น โดยแต่ละครั้งวางเหยื่อพิษห่างกัน 15-20 วัน จำนวนครั้งในการวางขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรหนูขณะนั้น	เป็นเหยื่อแป้งนุ่ม ขนาดก้อนละ 1 กรัม ข้อระวังไม่ให้โดนน้ำและแสงแดด โดยเหยื่อโปรโตซัวที่วางในสภาพธรรมชาติ ควรถูกหนูกินภายใน 1 สัปดาห์

2. กระรอกหลากสี

- **ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย**

กระรอกหลากสี มีสีหลากหลาย อาจมีสีขาว สีดำ หรือแดง เป็นต้น พบเห็นหากินทั่วไปในสวนหรือตามต้นไม้ในเมือง และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีการแพร่กระจายไปทั่วประเทศ ทำความเสียหายให้กับผลไม้ต่าง ๆ สร้างความเดือดร้อนให้กับเกษตรกรอย่างมาก โดยกระรอกจะใช้ฟันแทะคู่หน้ากัดแทะผลไม้โดยจะกัดทำลายตั้งแต่ผลอ่อนจนถึงผลแก่ ชอบกัดทำลายบริเวณกลางผลและก้นผลมากกว่าบริเวณขั้วผล เนื่องจากกระรอกมีลำตัวใหญ่ เวลากัดแทะมักมีพฤติกรรมเอาหัวห้อยลงโดยใช้ตีนคู่หลังยึดเกาะไว้ไม่ให้ตก ส่วนตีนคู่หน้าจะช่วยจับอาหารกิน จะกัดเจาะเป็นรูจนทะลุเข้าไปกินเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ ขนาดรูใหญ่กว่าที่หนูกัดทำลายและจะกัดกินซ้ำจนเนื้อหมด กระรอกออกหากินตั้งแต่เช้ามืดจนถึงเวลาเย็น และมักจะระบาดในช่วงฤดูแล้งและช่วงที่ผลโกโก้ใกล้เก็บเกี่ยว

- **ที่อยู่อาศัย**

อาศัยอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ จะอยู่ตามป่าที่มีต้นไม้ใหญ่ ป่าดงดิบ สวนมะพร้าว สวนผลไม้ต่าง ๆ โดยจะอาศัยอยู่บนต้นไม้ตลอดชีวิต ไม่ค่อยลงพื้นดิน โดยใช้กิ่งไม้และใบไม้มาทำรังอยู่ตามยอดไม้สูง บนคอยอดมะพร้าวคล้ายรังหนู

ภาพที่ 5.21 ลักษณะการทำลายผลโกโก้ของกระรอกหลากสี

- **การป้องกัน**

1) กำจัดแหล่งอาศัยทั้งบริเวณโคนต้นและกำจัดวัชพืช กองทางมะพร้าว เพื่อไม่ให้มีที่หลบซ่อนของหนู

2) ตัดต้นไม้บริเวณรอบ ๆ แปลงสวน โดยเฉพาะด้านที่ติดกับต้นไม้ในป่า เพื่อไม่ให้หนูจากป่าอพยพเข้ามาอาศัยในสวน ใช้เสียงไล่ เช่น จุดประทัด เสียงไม้ตีกันเวลากลางคืน เป็นต้น

- **การกำจัด**

1) ใช้กับดักชนิดต่าง ๆ เช่น กับดักตีตาย บ่วงลวด กรงดัก นำมาดักกำจัดหนู โดยวางกับดักตามพื้นดินบนต้นไม้ที่มีหนูวิ่งผ่าน เป็นการช่วยลดประชากรได้

2) ใช้สารเคมี ใช้สารออกฤทธิ์เร็ว ได้แก่ ซิงค์ฟอสไฟด์ (Zinc phosphide) 80% WP เป็นผงใส่ในผลไม้เป็นเหยื่อพิษ อัตรา 0.8-1 เปอร์เซ็นต์ ผูกกับกิ่งไม้ที่เคยพบกระรอกวิ่งผ่าน และวางบนคาคบเพื่อกำจัดทั้งกระรอกซึ่งจะตายใน 1 วัน หรือใช้สารออกฤทธิ์ช้า ได้แก่ โฟลคูมาเฟน (flocoumafen) 0.005 เปอร์เซ็นต์ Wax block bait หรือ ไดฟิทิอาโลน (difethialone) 0.0025 เปอร์เซ็นต์ BB ชนิดก้อนขี้ผึ้ง โดยการใส่สารชนิดนี้ลงในท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร ท่อละ 30 ก้อน วางบนคาคบหรือบนต้นไม้ที่กระรอกเคยวิ่งผ่าน

ภาพที่ 5.22 นกแสกศัตรูของหนูและกระรอก

3) อนุรักษ์สัตว์ศัตรูธรรมชาติ เช่น เหยี่ยว นกแสก นกเค้า งู และสัตว์ศัตรูธรรมชาติ เป็นต้น

บทที่ 6
การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว

ปานหทัย นพชินวงศ์ และวิไลวรรณ ทวิชศรี

การจัดการในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวโกโก้และการแปรรูปเบื้องต้นเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ได้เมล็ดโกโก้ที่มีคุณภาพ เป็นวัตถุดิบสำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงต่อไป การเก็บเกี่ยวโกโก้จะทำการเก็บผลสุกโดยสังเกตจากสีผิวผลมีการเปลี่ยนแปลง (ภาพที่ 6.1) เช่น พันธุ์ที่มีผลอ่อนสีเขียวเมื่อสุกจะเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลือง และพันธุ์ที่มีผลอ่อนสีแดงเมื่อสุกจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีแดงอมส้มหรือส้มอมเหลือง การเก็บเกี่ยวจะใช้กรรไกรตัดแต่งกิ่ง (ภาพที่ 6.2) หรือวัตถุมีคม เช่น มีด ตะขอเกี่ยว เป็นต้น การเก็บเกี่ยวจะไม่ใช้มือดึงผลสุกจากขั้วเนื่องจากตาดอกของโกโก้จะเกิดบริเวณใกล้เคียงกับจุดเดิม หากใช้มือดึงกระชากขั้วผลจะทำให้เกิดการลอกและฉีกขาดของเปลือกไม้ เป็นการทำลายตาดอกโกโก้ ดังนั้นจึงควรใช้กรรไกรหรือมีดในการเก็บเกี่ยว

ภาพที่ 6.1 การเก็บเกี่ยวโกโก้จะเก็บเกี่ยวเมื่อโกโก้มีสีผิวผลเปลี่ยนไป

ภาพที่ 6.2 การเก็บเกี่ยวโกโก้ควรใช้กรรไกรหรือตะขอในการเก็บเกี่ยว

ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว

โกโก้สามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี แต่จะมีช่วงที่โกโก้ให้ผลผลิตมาก ได้แก่ ช่วงเดือน ตุลาคมถึงมกราคม โดยในระหว่างปีสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้แต่จะเป็นการทยอยเก็บเกี่ยวไปเรื่อย ๆ การเก็บเกี่ยวโกโก้ในช่วงที่มีผลผลิตออกมากนั้น สามารถทำการเก็บเกี่ยวได้ทุก 2 สัปดาห์หรือทุกสัปดาห์เพื่อลดปัญหาการเข้าทำลายของหนูและกระรอกในช่วงเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 6.1 ช่วงเดือนที่มีสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตโกโก้ได้

การเก็บเกี่ยว	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ช่วงที่โกโก้มีผลผลิตมาก												
2. ช่วงที่โกโก้มีผลผลิตน้อย												

การเก็บเกี่ยวผลผลิตต้องเก็บผลที่สุกพอเหมาะ ไม่เก็บผลอ่อนหรือสุกเกินไป เมื่อผลโกโก้สุกควรทำการเก็บเกี่ยวทันทีหรือหากมีผลผลิตน้อยอาจปล่อยให้สุกบนต้นต่อไปได้ประมาณ 1-3 สัปดาห์แต่ไม่ควรเกิน 4 สัปดาห์ เนื่องจากเมล็ดโกโก้เมื่อสุกแล้วจะไม่มีการพักตัว เมล็ดโกโก้จะงอกรากอยู่ภายในผล (ภาพที่ 6.3) และจะไม่สามารถนำเมล็ดที่งอกมาแปรรูปได้ หากเก็บผลที่ยังอ่อนมาทำการแปรรูปจะทำให้ เปอร์เซ็นต์ไขมันโกโก้ลดลง เนื่องจากไขมันโกโก้จะมีการพัฒนาขึ้นในช่วง 6 อาทิตย์สุดท้ายก่อนที่ผลจะสุก การกะเทาะเปลือกโกโก้ควรใช้ไม้ทุบดีที่สุด หรือหากใช้มีดผ่าควรระมัดระวังไม่ให้มีดเฉือนถูกเมล็ดโกโก้เพราะจะทำให้เชื้อราเข้าทำลายเมล็ดได้ในช่วงการหมักหรือระหว่างการเก็บรักษา หากมีผลผลิตจำนวนมากสามารถใช้เครื่องจักรช่วยในการกะเทาะเปลือกโกโก้เพื่อลดเวลาการทำงานและปัญหาขาดแคลนแรงงาน

ภาพที่ 6.3 เมล็ดที่งอกภายในผลโกโก้เมื่อทำการเก็บเกี่ยวล่าช้าหรืออยู่ในช่วงที่มีสภาพอากาศแห้งแล้ง

หลังจากเก็บเกี่ยว ควรหาสถานที่ที่เหมาะสม มีความสะอาดและสะดวกต่อการทำงาน ทำการผ่าเปลือกและแกะเมล็ดออกเพื่อรวบรวมผลผลิตให้ได้ตามต้องการ หากปริมาณของผลผลิตมีน้อยสามารถกองฝักโกโก้ไว้เพื่อรอการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพิ่มขึ้นได้โดยสามารถกองโกโก้ไว้ได้ 3-7 วัน โดยประเทศเวียดนามจะใช้

เวลาในการรวมกองประมาณ 7-9 วัน (AusAID) หากผลโกโก้ยังไม่เพียงพอในการหมักก็สามารถรอได้นานถึง 3 สัปดาห์ เช่น ในประเทศมาเลเซีย (Duncan *et al.,* 1989; Aroyeun et al., 2006) แต่ทั้งนี้บริเวณกองโกโก้ควรเป็นสถานที่ที่แห้ง เย็น มีการถ่ายเทอากาศดี และต้องความสะอาดถูกหลักอนามัยเพื่อลดการเกิดเชื้อราบนผลโกโก้ การกองฝักโกโก้ไว้มีข้อดี คือ จะทำให้อุณภูมิเมล็ดสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในขั้นตอนของการหมัก เนื่องจากการเก็บผลโกโก้ไว้ชั่วขณะก่อนการหมักจะช่วยลดความชื้นภายในผล ลดความเป็นกรดของเมล็ด ลดความขมและรสฝาด เพิ่มกลิ่นและรสชาติของช็อกโกแลต ลด เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดและส่งผลให้สีของเมล็ดโกโก้ที่หมักอยู่เกิดการเปลี่ยนแปลงมีคุณภาพดีขึ้น (ดวงใจ, 2535; ปิยนุช, 2537; AusAID; Khairul Bariah *et al*., 2017) ข้อควรระวังในการเก็บรวบรวมผลก่อนทำการหมัก หากอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศร้อน แล้ง อาจทำให้ผลโกโก้สุกเร็วขึ้นและอาจงอกรากอยู่ภายในผล ทำให้ผลผลิตโกโก้เสียหายได้ ในกรณีนี้สามารถทำการหมักได้ทันทีหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต

เทคนิคการหมักโกโก้

การหมักโกโก้มีการพัฒนาเทคนิคที่แตกต่างกันหลายวิธีซึ่งเทคนิคเหล่านี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละทวีป ภูมิภาค ประเทศ และในบางกรณีเกษตรกรจากภูมิภาคหรือประเทศการผลิตเดียวกันต่างก็ใช้เทคนิคการหมักที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของเมล็ดโกโก้ อุปกรณ์ในการหมักที่มี สภาพภูมิอากาศและประเภทของระบบที่มีอยู่ เทคนิคการหมักโกโก้ที่ส่วนใหญ่ใช้กันทั่วโลก มี 5 เทคนิค ได้แก่

1. การหมักแบบกอง (Heap fermentation)

การหมักแบบกอง เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในเกษตรกรรายย่อยในประเทศกานา (Afoakwa, 2014) และประเทศผู้ปลูกโกโก้อื่น ๆ ในทวีปแอฟริกาและบางพื้นที่แถบอเมซอนของบราซิล ใช้เมล็ดโกโก้ตั้งแต่ปริมาณ 25 กิโลกรัม ถึง 1,000 กิโลกรัม นำเมล็ดมากองบนใบตองสดที่ปูไว้และมีไม้ท่อนยาวรองไว้ด้านล่างเพื่อให้ของเหลวไหลออกได้ระหว่างการหมัก (ภาพที่ 6.4) แล้วนำใบตองสดมาคลุมทั้งกองอีกครั้งเพื่อให้อุณหภูมิของเมล็ดโกโก้หมักสูงขึ้นโดยให้มีความสูงของเมล็ดโกโก้ตรงยอดสูงสุดของกองอยู่ที่ 60-90 เซนติเมตร ทำการกลับทุกวันที่ 2 และ 4 หมักนาน 4-7 วัน ข้อควรระวังสำหรับการหมักแบบกอง คือ อาจเกิดเชื้อราในกองหมักได้หากไม่ทำการกลับกอง

ภาพที่ 6.4 การหมักแบบกอง (heap fermentation)

(ที่มา: https://onthecocoatrail.com/2015/02/02/are-we-really-running-out-of-chocolate/)

2. การหมักแบบใช้กล่อง/ลัง (Box fermentation)

การหมักแบบใช้ลัง เป็นประเภทของการหมักที่พบมากที่สุดในโลกและยังใช้ในแอฟริกาตะวันตก (Afoakwa, 2014) การหมักแบบใช้กล่องเป็นวิธีที่ปรับปรุงมาจากวิธีการอื่น ๆ การหมักแบบใช้กล่องต้องใช้เมล็ดโกโก้ในปริมาณที่คงที่ และเป็นอีกทางเลือกสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ ประกอบด้วยกล่องไม้หรือคอนกรีตที่ใช้ในการหมักเมล็ดโกโก้

การหมักแบบกล่องสามารถใช้ในการหมักโกโก้ในปริมาณที่แตกต่างกันได้ตั้งแต่ 25 กิโลกรัม ถึงประมาณ 1,000 กิโลกรัม (ตารางที่ 6.2) กล่องจะทำมาจากไม้ กว้าง 15 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร หากไม่มีไม้ที่มีความหนาขนาดนี้ สามารถใช้ไม้อัดแทนได้ แต่ควรหุ้มด้วยโพลีสไตรีนด้านนอกเพื่อเก็บรักษาความร้อน กล่องนี้อาจจะเป็นกล่องเดียว หรือแบ่งเป็นหลาย ๆ ช่องภายในกล่องขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นโดยการแบ่งพื้นที่ออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ โดยมีฝากั้นอยู่ภายในเป็นแบบคงที่หรือเคลื่อนย้ายได้

หมักเมล็ดโกโก้ในกล่องเป็นเวลา 6 วัน และกลับเมล็ดโกโก้หลังจากเริ่มหมัก 2 และ 4 วัน และคลุมทับด้วยใบตองหรือกระสอบป่านเพื่อรักษาอุณหภูมิในการหมัก ระหว่างการหมักควรตรวจสอบอุณหภูมิด้วยเช่นกัน การหมักที่มีปริมาณโกโก้ 100 กิโลกรัม หรือน้อยกว่านั้นสามารถกลับด้วยมือได้ ในกรณีที่เมล็ดโกโก้มีปริมาณมาก (มากกว่า 250 กิโลกรัม) ให้ใช้กล่องที่มีการแบ่งเป็นช่อง โดยการกลับโกโก้จะใช้พลั่วตักเมล็ดโกโก้จากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่ง (ภาพที่ 6.5) เมื่อการหมักมีอุณหภูมิใกล้ 50 องศาเซลเซียส คุณภาพของเมล็ดโกโก้แห้งจะยิ่งดีขึ้น สำหรับการหมักทุกประเภทควรกลับเมล็ดโกโก้เพื่อช่วยให้อากาศเข้าไปในโกโก้ที่หมักและช่วยให้การหมักสม่ำเสมอขึ้น

ภาพที่ 6.5 การกลับเมล็ดโกโก้

ตารางที่ 6.2 ขนาดของลัง/กล่องที่ใช้ในการหมักเมล็ดโกโก้ในปริมาณที่แตกต่างกัน

ปริมาณเมล็ดโกโก้ (กิโลกรัม)	ขนาดของกล่อง (วัดจากด้านในของกล่อง)		
	ความยาว (เซนติเมตร)	ความกว้าง (เซนติเมตร)	ความสูง (เซนติเมตร)
25	33	26	30
50	49.5	26	35
100	70	43.5	39
250	80	80	40

ที่มา: AusAID

3. การหมักแบบใช้ตะกร้า (Basket Fermentation)

การหมักแบบตะกร้าได้รับการปฏิบัติโดยผู้ผลิตรายย่อยในไนจีเรีย แถบอเมซอน ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย และบางพื้นที่ของกานา (Afoakwa, 2014) วิธีนี้ใช้ตะกร้าสาน ใส่เมล็ดโกโก้สดและคลุมด้วยใบปาล์มหรือใบตอง ความชื้นจะระบายออกทางด้านข้างและด้านล่างของตะกร้าไปยังอีกที่หนึ่ง บางครั้งแนะนำให้รองตะกร้าด้วยใบปาล์ม ขนาดของตะกร้าแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ในกานามีความจุเมล็ดโกโก้เปียกตั้งแต่ 10 ถึง 150 กิโลกรัม ชาวสวนในประเทศไทย ร้อยละ 78 ใช้วิธีนี้ในการหมัก ระยะเวลาการหมัก 5-7 วัน การกลับกอง โดยการถ่ายจากเข่งหนึ่งไปยังอีกเข่ง ทุก 2 วัน เมื่อครบกำหนดจึงนำเมล็ดไปตากแห้ง (ไพบูลย์ และคณะ, 2534 *อ้างถึงใน* อรัญและคณะ, 2541)

ภาพที่ 6.6 การหมักโกโก้แบบใช้ตะกร้า

4. การหมักแบบใช้ถาด (Tray Fermentation)

การหมักแบบถาดมีการพัฒนามาจากการศึกษาเกี่ยวกับการหมักแบบกอง และเป็นการหมักเมล็ดโกโก้ในถาดตื้นที่มีฐานเป็นรู ถาดมีความลึก 0.9x0.6 x 13 ซม. โดยมีระแนงยึดที่ด้านล่างของถาดและปูแผ่นรองไว้บนระแนงเพื่อยึดเมล็ดโกโก้ให้เข้าที่ ความลึกที่ใช้งานได้ของถาด คือ 10 เซนติเมตร และสามารถบรรจุเมล็ดโกโก้เปียกได้ประมาณ 45 กิโลกรัม เมล็ดโกโก้จะถูกบรรจุลงในถาดและอาจวางซ้อนกันได้มากถึง 8 ถาด (ภาพที่ 6.7) โดยปกติแล้วถาดด้านล่างจะถูกปล่อยให้ว่างเปล่าเพื่อให้ระบายน้ำได้ง่ายและเพิ่มการเติมอากาศ หลังจากวันแรก จะคลุมกองถาดด้วยใบตองหรือกระสอบปอเพื่อกักเก็บความร้อน การหมักแบบถาดจะเร็วกว่าวิธีอื่น ๆ และมักจะเสร็จสิ้นภายใน 4 วัน

การหมักแบบใช้ถาด จะไม่มีการกลับเมล็ดโกโก้ระหว่างการหมัก จึงมีความต้องการแรงงานน้อยกว่าวิธีการหมักแบบอื่น ทำให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้นเนื่องจากระยะเวลาการหมักที่สั้นลง อย่างไรก็ตามลักษณะของเมล็ดโกโก้ที่หมักแล้วมีความสม่ำเสมอน้อยกว่าการหมักแบบกล่อง/ลัง

ภาพที่ 6.7 การหมักแบบใช้ถาด (Tray Fermentation)

ที่มา: https://www.confectionerynews.com/Article/2014/10/22/Chocolate-from-cocoa-tray-fermentation-Toms

5. การบ่มบนแท่นตากแห้ง (Curing on Drying Platforms)

เทคนิคนี้ใช้กันมากในเอกวาดอร์ โดยแกะเมล็ดโกโก้ออกจากเปลือก แล้วนำไปวางกองบนแท่นที่ใช้สำหรับตากแห้ง ในตอนกลางวันจะเกลี่ยเมล็ดโกโก้ให้กระจายเพื่อตากเมล็ด พอถึงกลางคืนทำการรวบรวมเมล็ดให้เป็นกองไว้อย่างเดิม แต่เมล็ดโกโก้ที่ได้จากการหมักโดยวิธีนี้มีคุณภาพต่ำ

วิธีการหมักเมล็ดโกโก้

การหมักโกโก้เป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการสร้างสารตั้งต้นของสารให้กลิ่นรสช็อกโกแลต ถึงแม้ว่ากลิ่นรสช็อกโกแลตจะพัฒนาขึ้นเมื่อนำเมล็ดโกโก้ไปตากแห้งก็ตาม การหมักยังช่วยป้องกันการย่อยสลายไขมันโกโก้อีกด้วย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนและทำให้เมล็ดโกโก้ตาย โดยมีขั้นตอนในการหมัก ดังนี้

ขั้นตอนการหมัก

1. หลังจากเก็บผลโกโก้มาแล้วอาจจะทำการรวมกองไว้อย่างน้อย 3-7 วัน เพื่อให้ได้ปริมาณผลโกโก้มากพอและช่วยลดปริมาณน้ำในผล ในกรณีที่รวบรวมผลโกโก้มากพอ สามารถหมักได้เลย โดยใช้ไม้ทุบผลโกโก้หรือใช้มีดผ่าผล แกะเมล็ดดึงไส้ที่ติดกับเมล็ดออก นำเมล็ดไปผึ่งแดดนาน 3-4 ชั่วโมง ก่อนนำลงหมักในภาชนะหมัก การนำเมล็ดโกโก้มาผึ่งแดดสามารถช่วยลดความเป็นกรดของเมล็ดลงได้ ทั้งยังช่วยลดปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ด และน้ำตาลในเยื่อหุ้มเมล็ดลง เมื่อนำเมล็ดโกโก้ไปหมักทำให้กองหมักมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเร็วกว่าปกติ ทั้งยังช่วยลดปริมาณกรดอะซีติก ทำให้เมล็ดโกโก้มีความเป็นกรดลดลง (Biehl *et al.*, 1990)

2. ภาชนะหมัก ถ้าเป็นภาชนะที่ทำจากไม้ควรเป็นไม้เนื้อแข็ง ไม่มีกลิ่น ไม่มียาง ต้องมีช่องระบายของเหลวที่เกิดจากการสลายตัวของเยื่อหุ้มเมล็ดขณะหมัก และไม่ควรใช้ภาชนะโลหะในการหมัก เนื่องจากเยื่อหุ้มเมล็ดของโกโก้สดมีความเป็นกรดซึ่งจะทำปฏิกิริยากับโลหะและละลายออกมาปนกับเมล็ดโกโก้ ทำให้เมล็ดโกโก้มีกลิ่นและรสชาติที่ไม่ดี

3. ปริมาณโกโก้ที่หมัก ไม่ควรน้อยกว่า 40 กิโลกรัม หากเป็นเข่งขนาดใหญ่ หรือเข่งผลไม้ ควรใช้เมล็ดโกโก้สดประมาณ 60-80 กิโลกรัม

4. ด้านบนภาชนะหมักต้องทำเป็นฉนวนหุ้มหรือใช้กระสอบปิดทับหลายชั้นเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนขณะหมัก

5. อุณหภูมิในระหว่างการหมักจะขึ้นสูงจนเกือบถึง 50 องศาเซลเซียส ภายใน 2 วันแรก ถ้ามีการเก็บฝักโกโก้ไว้อย่างน้อย 3-7 วัน หรือตากเมล็ดโกโก้นาน 3-4 ชั่วโมงก่อนการหมัก เพื่อลดความชื้นของเมล็ด กลิ่นและรสของเมล็ดจะเริ่มเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 48-50 องศาเซลเซียส และต้องรักษาอุณหภูมิระดับนี้นาน 72 ชั่วโมง

5. ทำการกลับเมล็ดโกโก้ในภาชนะหมัก (ภาพที่ 6.8) โดยการกลับกองหมักเป็นวิธีการทำให้เมล็ดโกโก้สัมผัสกับอากาศ และช่วยให้อากาศแพร่เข้าสู่ภายในกองหมักได้ดีขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้กองหมักมีการผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ป้องกันการจับกันเป็นก้อนของเมล็ดโกโก้และป้องกันการเกิดเชื้อราบริเวณผิวหรือมุมอับของกองหมัก ช่วงเวลาในการกลับกองหมักนั้นแตกต่างกันไป อาจเป็นการกลับกองหมักทุก 2 วัน หรือ กลับเฉพาะ 3 วันแรกเท่านั้น หลังจากนั้นปล่อยหมักไว้ในภาชนะจนครบ 6 วัน ขึ้นกับสูตรการหมักของผู้ประกอบการ

ภาพที่ 6.8 ขั้นตอนการหมักเมล็ดโกโก้

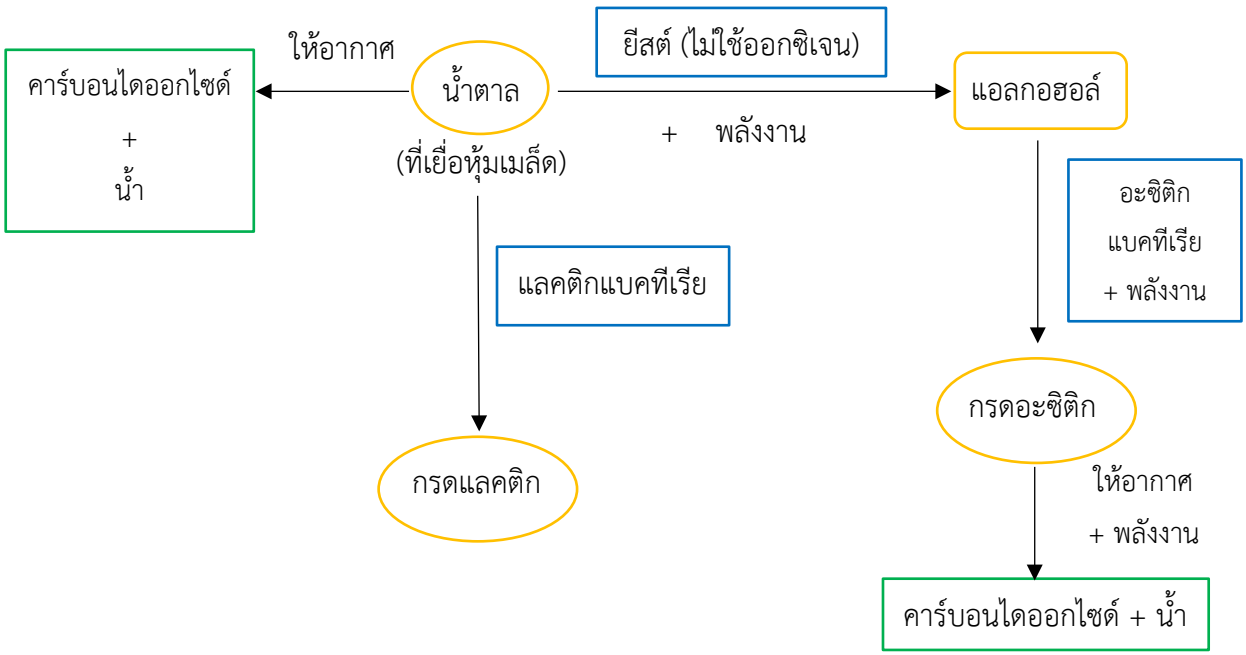
การหมักโก้จะให้ผลดีต้องมีปริมาณเมล็ดโกโก้สดค่อนข้างมาก แต่เนื่องจากเกษตรกรชาวสวนโกโก้ในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย ปัญหาในการหมักที่พบ คือ ปริมาณเมล็ดโกโกน้อยทำให้ความร้อนในการหมักไม่สูงนัก ดังนั้นการกลับกองน้อยครั้งและการทำฉนวนหุ้มเพื่อลดการสูญเสียความร้อนจึงจำเป็นอย่างมาก

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างขบวนการหมัก

การหมัก แบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ Anaerobic phase และ Aerobic phase (Afoakwa, 2014) ดังนี้

1. ระยะที่ไม่ใช้อากาศ (Anaerobic phase) เป็นช่วงที่ยังไม่มีอากาศเข้าไปแทรกในเยื่อหุ้มเมล็ด การหมักในช่วงนี้เป็นการทำงานของยีสต์และแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติก กลไกของการหมักเกิดจากเปลือกหุ้มเมล็ดที่มีปริมาณน้ำตาล 11-15 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดความร้อนและอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 48 ชั่วโมง อุณหภูมิที่สูงขึ้นเอื้อให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกเจริญเติบโตขึ้น แอลกอฮอล์และกรดที่เกิดขึ้นจะแทรกเข้าไปในเมล็ดทำให้เมล็ดโกโก้ตาย เมื่อเยื่อหุ้มเมล็ดย่อยสลาย มีของเหลวไหลออกมาจากกองหมัก ช่วงนี้อากาศจะเริ่มเข้าแทรกเข้าไปในเมล็ดได้

2. ระยะที่ใช้อากาศ (Aerobic phase) เกิดตั้งแต่วันที่ 3 เป็นต้นไป จะมีจุลินทรีย์กลุ่มอะซีโตแบคเตอร์ (Acetobactor) เจริญเติบโตมากขึ้น พร้อมกับอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอยู่ที่ประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส และเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีภายใน ซึ่งได้แก่สารประกอบพวกโพลีฟีนอล ซึ่งสลายตัวด้วยเอนไซม์ ที่ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 5-8 อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสจะให้สารประกอบควิโนนและจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในเมล็ดเกิดเป็นสารประกอบอัลดีไฮด์ซึ่งให้รสชาติและกลิ่นของช็อกโกแลต ทำให้มีรสขมและฝาด นอกจากนี้จะเกิดการเปลี่ยนสีของสารประกอบแอนโทรไซยานินซึ่งจะทำให้สีของเมล็ดโกโก้ในพันธุ์ฟอรัสเทอโรซึ่งมีสีม่วงเข้มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเปลี่ยนเมล็ดสีขาวในพันธุ์คริโอลโลเป็นสีน้ำตาลอ่อน ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้



ภาพที่ 6.9 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักโกโก้

ในระหว่างทำการหมัก ควรสุ่มเมล็ดโกโก้มาผ่าตามแนวนอน เพื่อดูว่าเมล็ดโกโก้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการหมักที่สมบูรณ์หรือไม่ โดยเมล็ดที่ผ่านการหมักวันที่ 3-6 เมื่อผ่าเมล็ดดูจะพบว่ามีของเหลวสีน้ำตาลอยู่ภายในเมล็ด สีของเมล็ดจะเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลหรือสีม่วงอมน้ำตาล (ภาพที่ 6.10)

ภาพที่ 6.10 การเปลี่ยนแปลงสีและลักษณะภายในเมล็ดโกโก้ระหว่างกระบวนการหมัก
ก) เมล็ดโกโก้วันแรกที่ยังไม่ได้หมัก ข) เมล็ดโกโก้ที่ผ่านการหมัก 2 วัน ค) เมล็ดโกโก้ที่ผ่านการหมัก 4 วัน
ง) เมล็ดโกโก้ที่ผ่านการหมัก 5 วัน จ) เมล็ดโกโก้ที่ผ่านการหมัก 6 วัน

การตากเมล็ดโกโก้

การตากเมล็ดโกโก้จะเริ่มเมื่อสิ้นสุดขบวนการหมัก ในวันที่ 6 เมล็ดโกโก้จะมีความชื้นประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นต้องทำให้เมล็ดโกโก้แห้ง มีความชื้นประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นจุดที่ปลอดภัยในการเก็บรักษา ระยะเวลาในการทำให้เมล็ดโกโก้แห้ง จะมีผลต่อรสชาติและคุณภาพของเมล็ดโกโก้แห้ง หากเมล็ดโกโก้แห้งช้าอาจเกิดเชื้อราแทรกเข้าในเมล็ด ทำให้รสชาติโกโก้ที่ไม่ดี (off flavour) และในทางตรงกันข้ามหากอัตราการทำแห้งเร็วเกินไปจะลดการเกิดขบวนการออกซิเดชัน (Oxidation) ของเมล็ดส่งผลให้เมล็ดโกโก้มีสีน้ำตาลน้อยและเกิดกรดมากเกินไป การทำให้เมล็ดโกโก้แห้ง แบ่งได้เป็น

1. การตากแดด (Sun drying) เหมาะสำหรับประเทศที่มีการเก็บเกี่ยวโกโก้ในฤดูแล้ง การตากเมล็ดอาจตากบนตาข่ายไนลอนสีฟ้าบนลานซีเมนต์ หรือตากบนแคร่ไม้ซึ่งยกสูงจากพื้น (ภาพที่ 6.11) และทำหลังคาเลื่อนปิด เปิด ช่วงเวลาเช้าเย็น การตากแห้งโดยวิธีนี้ ใช้เวลานานประมาณ 1 สัปดาห์ ถ้าอากาศไม่ดีจะใช้เวลาถึง 3 สัปดาห์ ถ้ามีการตากนานเกินไปจะทำให้เกิดเชื้อราบนผิวของเมล็ดโกโก้ซึ่งจะแทรกเข้าภายในเมล็ดในเวลาต่อมา ปัจจุบันมีการพัฒนาให้มีการใช้เตาอบพลังแสงอาทิตย์และเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์กับลมร้อนซึ่งสามารถลดระยะเวลาการทำเมล็ดโกโก้แห้งและทำให้คุณภาพเมล็ดดีกว่า โดยพบว่าเมล็ดโกโก้ที่ได้จากการตากแดดจะมีปริมาณกรดน้อยกว่าเมล็ดที่ได้จากการอบโดยใช้ความร้อน

ภาพที่ 6.11 การตากเมล็ดโกโก้บนแคร่ที่ยกสูงจากพื้น

2. การอบแห้ง (Artificial drying) นิยมทำในกลุ่มผู้ปลูกรายใหญ่ และต้องเก็บเกี่ยวโกโก้ฤดูฝนซึ่งมีฝนตกชุกและทำการตากแดดได้ยาก จึงใช้เตาอบเพื่ออบเมล็ดโกโก้ให้แห้ง (ภาพที่ 6.12) ชนิดเตาอบที่ใช้มีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 2 แบบ ได้แก่

2.1) เตาอบชนิดไม่ใช้พัดลม (Natural convection dryer) ได้แก่ เตาอบแบบซามัว เป็นเตาอบที่ใช้ระบบส่งผ่านความร้อนโดยด้านล่างของเตาสร้างด้วยท่อเหล็กสำหรับใส่เชื้อเพลิงและมีปล่องระบายควันทางด้านหลัง ด้านบนของเตาจะมีถาดอบทำด้วยโลหะไม่เป็นสนิม ซึ่งสามารถรับความร้อนที่ส่งผ่านจากท่อเหล็กด้านล่างได้สูง เตาอบชนิดนี้ใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 2 วัน ที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส การอบแห้งช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความหนาของเมล็ดโกโก้ในถาดอบด้วย (ปิยนุช และคณะ, 2532)

2.2) เตาอบชนิดใช้พัดลม (Forced convection dryer) จะใช้พัดลมเป็นตัวเป่าลมร้อนผ่านเมล็ดโกโก้ ซึ่งมีประสิทธิภาพกว่าแบบซามัว เนื่องจากมีพัดลมเป่าร้อนเข้าสู่ถาดได้ทั่วถึง เตาอบชนิดนี้ใช้เวลาในการอบแห้ง ประมาณ 1- 3 วัน

ภาพที่ 6.12 เตาอบแห้งเมล็ดโกโก้

เตาอบทั้งสองชนิด จะต้องหมั่นคนอย่างสม่ำเสมอ ปัจจุบันมีผู้ดัดแปลงเป็นแบบมีแกนหมุนสำหรับคนโกโก้ในถาดอบได้ สะดวกต่อผู้ใช้มากขึ้น

หลังจากเมล็ดโกโก้แห้งสนิทแล้ว จะบรรจุใส่กระสอบป่าน หรือกระสอบบุด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการดูดความชื้นและผูกปากให้แน่น เก็บไว้ในสถานที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่อับชื้นเพราะอาจเกิดเชื้อราและแมลงทำความเสียหายแก่เมล็ดโกโก้ได้

คุณภาพเมล็ดโกโก้แห้งที่ดี

เมล็ดโกโก้แห้งที่มีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาดนั้น เมล็ดจะต้องมีลักษณะเต่ง ผิวเรียบ ไม่เหี่ยวย่น ขนาดเมล็ดสม่ำเสมอ เมล็ดแห้งดี สะอาด มีเยื่อหุ้มเมล็ดติดอยู่น้อย เมื่อผ่าเมล็ดตามยาวเมล็ดภายในมีสีน้ำตาล (ภาพที่ 6.13) มีการแตกของเนื้อเมล็ดคล้ายรอยหยักของสมอง แสดงว่าเมล็ดมีการหมักสมบูรณ์ พบเมล็ดที่มีสีม่วงน้อย (ภาพที่ 6.14) ปราศจากกลิ่นควันหรือกลิ่นอื่นใดที่ไม่ใช่กลิ่นโกโก้ เมล็ดไม่แตกหักหรือมีสิ่งเจือปน เมล็ดไม่หักหรือเกาะเป็นก้อน เมล็ดโกโก้ที่คุณภาพไม่ดีเมื่อนำไปแปรรูปจะส่งผลต่อรสชาติของช็อกโกแลตทำให้ได้รสช็อกโกแลตน้อยหรือไม่มีเลย ดังนั้นการจัดการในระดับแปลงจึงมีความสำคัญเป็นอันดับแรกในการผลิตเมล็ดโกโก้แห้งให้ได้คุณภาพ (ตารางที่ 6.3)

ภาพที่ 6.13 เมล็ดโกโก้ที่หมักสมบูรณ์จะมีสีน้ำตาล

ภาพที่ 6.14 เมล็ดโกโก้ที่หมักไม่สมบูรณ์จะมีสีม่วงหรือม่วงปนน้ำตาล

ตารางที่ 6.3 การจัดการระดับแปลงเพื่อผลิตเมล็ดโกโก้แห้งให้ได้คุณภาพ (Opoku-Ameyaw *et.al.*, 2010)

1. เมล็ดขึ้นรา (Mouldy/mildewed beans – badly dried beans) **เป็นข้อบกพร่องที่สำคัญที่สุด แต่สามารถหลีกเลี่ยงได้ง่าย**	
	- การพบเชื้อราภายในเมล็ด เมื่อตัดหรือหักจะสังเกตเห็นเชื้อราสีต่าง ๆ (จากสีดำเป็นสีขาวจนถึงสีน้ำตาลและสีเหลือง) - เมล็ดขึ้นรา เกิดขึ้นหลังจากกระบวนการหมัก - ข้อบกพร่องนี้ไม่สามารถแก้ไขได้
สาเหตุ	- เกิดจากการตากเมล็ดโกโก้ไม่แห้งพอ - การเก็บเมล็ดโกโก้ที่ไม่แห้งดีไว้ในกระสอบ - การเก็บเมล็ดโกโก้แห้งในห้องที่มีการระบายอากาศไม่ดี เป็นผลให้เมล็ดโกโก้แห้งมีความชื้นสูง

ตารางที่ 6.3 การจัดการระดับแปลงเพื่อผลิตเมล็ดโกโก้แห้งให้ได้คุณภาพ (ต่อ)

ผลที่เกิดขึ้น	- ถ้าเก็บเมล็ดโกโก้ที่ยังไม่แห้งดีหรือเก็บเมล็ดโกโก้แห้งในห้องที่มีการระบายอากาศไม่ดี เชื้อราสามารถกระจายไปยังเมล็ดโกโก้ทั้งหมดได้อย่างรวดเร็ว - ในการผลิตช็อกโกแลต หากใช้เมล็ดโกโก้ที่ขึ้นราจะทำให้ช็อกโกแลตมีรสชาติไม่ดี - นอกจากนี้เชื้อราที่เกิดขึ้นจะไปเพิ่มปริมาณของกรดไขมันอิสระในเนยโกโก้และทำให้เกิดสารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) เช่น สารออคราทอกซิน เอ (Ochratoxin A: OTA) และแอฟลาทอกซิน (Aflatoxin) (Raters and Matissek, 2005; Sánchez-Harvás *et al.,* 2008; Copetti *et al.,* 2012, 2014; Egbuta *et al.,* 2013; Taniwaki et al., 2019) ซึ่งสารพิษเหล่านี้ส่งผลให้เกิดมะเร็งในคนได้
การจัดการ	- ทำการตากเมล็ดโกโก้ให้แห้งเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา - เมล็ดโกโก้ต้องแห้งดี มีความชื้นไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์ ก่อนบรรจุถุงเสมอ - ตรวจสอบโดยบีบเมล็ดโกโก้ด้วยมือ ถ้าเปลือกหุ้มเมล็ดไม่แตก แสดงว่าเมล็ดโกโก้ยังไม่แห้งดี
2. เมล็ดเสียหายจากแมลงหรือหนอนเจาะ (Insect damaged/moth-eaten beans)	
	- เมล็ดโกโก้ถูกทำลายโดยแมลง (ผีเสื้อกลางคืน หรือ ไร) - ผีเสื้อกลางคืน (moth) ที่อาศัยกัดกินอยู่ในเมล็ดโกโก้ หรือออกจากเมล็ดโกโก้หลังจากกัดกินแล้ว ถือว่าเป็นความเสียหายจากแมลงทำลาย
สาเหตุ	- การเก็บเมล็ดโกโก้ไว้นานเกินไป - เมล็ดโกโก้ยังไม่แห้งดี
ผลที่เกิดขึ้น	- เมื่อเก็บเมล็ดโกโก้ไว้เป็นเวลานาน แมลงจะขยายพันธุ์และเพิ่มจำนวนในโรงเก็บได้อย่างรวดเร็ว - เมล็ดโกโก้ที่ถูกแมลงทำลายและไม่ได้ทำการรมยา เมื่อส่งออกจะส่งผลกระทบต่อโกโก้ในประเทศอื่น เนื่องจากอาจมีการระบาดของแมลงได้
การจัดการ	- ตรวจสอบสถานที่จัดเก็บให้ปลอดจากแมลง - รมสถานที่จัดเก็บด้วยสารเคมีที่ได้รับการแนะนำ
3. เมล็ดสีเทา (Slaty beans)	
	- เมื่อผ่าด้านในของเมล็ดโกโก้จะมีสีเทาเข้ม
สาเหตุ	- เกิดจากการหมักเมล็ดไม่สมบูรณ์หรือไม่มีการหมักเลย - ขนาดของกองหมักไม่เหมาะสม อุณหภูมิภายนอกลังหมักต่ำเกินไป (harmattan)

ตารางที่ 6.3 การจัดการระดับแปลงเพื่อผลิตเมล็ดโกโก้แห้งให้ได้คุณภาพ (ต่อ)

ผลที่เกิดขึ้น	- เมื่อนำไปแปรรูปเป็นช็อกโกแลตจะทำให้ช็อกโกแลตรสชาติไม่ดี (มีรสขมหรือเหม็นอับ)
การจัดการ	- ทำการหมักให้สมบูรณ์ โดย - ทำการหมักในร่ม - ขนาดของลังหมัก ใช้เมล็ดสดอย่างน้อย 300 กิโลกรัม - ใช้ใบตองรองในลังหมักและคลุมด้านบนด้วยใบตอง - ใช้เวลาในการหมัก 6 วัน
4. เมล็ดดำ และเมล็ดที่มีกรดไขมันอิสระสูง (Black beans and beans with high free fatty acid (FFA) content	
คำอธิบาย	- เมล็ดดำมีน้ำหนักน้อยและมีปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid: FFA) สูง - กรดไขมันอิสระ (FFA) ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่สามารถตรวจสอบได้ด้วยการวิเคราะห์ทางเคมี
สาเหตุ	- เกิดจากโรค เช่น โรคผลเน่าดำ (black pod rot) และโรคผลเน่าสีน้ำตาล (brown rot) (pourriture brune) - การปล่อยผลทิ้งไว้บนต้นเป็นเวลานานก่อนการเก็บเกี่ยว - การเก็บรักษาเมล็ดโกโก้ที่ไม่เหมาะสมหรือการเก็บรักษาเมล็ดโกโก้เป็นเวลานาน เป็นเหตุให้เกิดกรดไขมันอิสระ (FFA) เพิ่มมากขึ้น
ผลที่เกิดขึ้น	- ทำให้มูลค่าทางการตลาดของโกโก้ลดลง
การจัดการ	- เก็บเกี่ยวผลโกโก้เป็นประจำ - นำผลโกโก้ที่เป็นโรคไปทำลายนอกแปลง - หลีกเลี่ยงการเก็บเมล็ดโกโก้เป็นเวลานาน
5. เมล็ดงอก (Germinated beans)	
	- เมล็ดงอกจะมีรูที่ปลายด้านหนึ่งของเมล็ดโกโก้
สาเหตุ	- ผลโกโก้ที่สุกเกินไป หรือผลที่ถูกปล่อยทิ้งไว้บนต้นนานเกินไปก่อนเก็บเกี่ยว - การเปิดผลไว้หนึ่งหรือสองวันอาจทำให้เมล็ดงอกได้
ผลที่เกิดขึ้น	- ทำให้เชื้อราผ่านเข้าทางช่องเปิดของเมล็ดได้ง่าย
การจัดการ	- เก็บเกี่ยวฝักเป็นประจำ - เมื่อผ่าผลแล้วควรทำการหมักเมล็ดโกโก้ทันที - ห้ามนำเมล็ดโกโก้ที่งอกแล้วไปรวมกับเมล็ดโกโก้อื่น ๆ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อรา

ตารางที่ 6.3 การจัดการระดับแปลงเพื่อผลิตเมล็ดโกโก้แห้งให้ได้คุณภาพ (ต่อ)

6. เมล็ดบิ่น (Chipped beans)	
	- เมล็ดเสียหาย มีรอยตัด บิ่น
สาเหตุ	- การผ่าผลโกโก้ด้วยมีดหรือของมีคม
ผลที่เกิดขึ้น	- ทำให้เชื้อราผ่านเข้าทางรอยแผลได้ง่าย
การจัดการ	- ใช้ไม้ทุบผลให้แตกเพื่อเอาเมล็ดออกมา - ไม่นำเมล็ดที่เสียหายไปรวมกับเมล็ดอื่น เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อรา
7. เมล็ดสีม่วง (Purple beans)	
	- เกิดจากการเก็บผลไม่สุกหรือผลสีเขียว - การหมักไม่สมบูรณ์
ผลกระทบที่เกิดขึ้น	- ทำให้ช็อกโกแลตมีรสขม ฝาด
การจัดการ	- เก็บเกี่ยวผลสุก - ใช้เวลาในการหมัก 6 วัน
8. เมล็ดสีน้ำตาล เมล็ดมีจุดดำ (Brown beans, black spots)	
สาเหตุ	- ใช้เวลาในการหมักนานเกินไป
ผลที่เกิดขึ้น	- รสชาติเหม็นเน่า (taste of rot)
การจัดการ	- ใช้เวลาในการหมัก 6 วัน
9. เมล็ดมีกลิ่นควัน (Smoked beans)	
สาเหตุ	- ตากหรือเก็บเมล็ดโกโก้ในพื้นที่ที่มีกลิ่นควัน
ผลที่เกิดขึ้น	- เมล็ดมีกลิ่นควัน
การจัดการ	- หลีกเลี่ยงการตากหรือเก็บเมล็ดโกโก้ในพื้นที่ที่มีกลิ่นควันจากการเผาไหม้
10. ชิ้นส่วนเมล็ดและสิ่งแปลกปลอม (Bean debris and foreign matter)	
	- ชิ้นส่วนของเมล็ดแตกปะปนกับเมล็ดดี - สิ่งแปลกปลอม ได้แก่ หินขนาดเล็ก เศษเปลือกผล ชิ้นส่วนของแกนผล (pieces of placenta) เศษโลหะ
สาเหตุ	- ไม่มีการคัดแยกเมล็ดโกโก้หรือคัดแยกไม่ดี - สถานที่ตากเมล็ดโกโก้ไม่สะอาด
ผลที่เกิดขึ้น	- เป็นการเพิ่มต้นทุนและเวลา เนื่องจากผู้รับซื้อ/ผู้ส่งออก ต้องทำการคัดแยกเมล็ดโกโก้ก่อนทำการตลาด

ตารางที่ 6.3 การจัดการระดับแปลงเพื่อผลิตเมล็ดโกโก้แห้งให้ได้คุณภาพ (ต่อ)

การจัดการ	- ทำการคัดแยกเมล็ดโกโก้ให้ดี - ดูแลสถานที่ตากให้สะอาดอยู่เสมอ ตากบนแคร่หรือมีวัสดุรองพื้นก่อนทำการตากเมล็ด
11. เมล็ดน้ำหนักน้อยและเมล็ดลีบแบน (Low graining and flat beans)	
	- เมล็ดน้ำหนักน้อยเกิดจากเมล็ดมีขนาดเล็ก - เมล็ดลีบแบนมีใบเลี้ยงลีบ ฝ่อ เนื่องจากการขาดสารอาหาร
สาเหตุ	- ขนาดของต้นโกโก้มีความสัมพันธ์กับการพัฒนาของผลบนต้น - การขาดน้ำและธาตุอาหาร หรือการเข้าทำลายของเชื้อโรค ส่งผลต่อขนาดของเมล็ดและจำนวนผลบนต้น
ผลที่เกิดขึ้น	- เมล็ดโกโก้ขนาดใหญ่จะมีปริมาณเนยโกโก้มากกว่า และเป็นที่ต้องการของโรงงานมากกว่าเมล็ดขนาดเล็ก
การจัดการ	- แนวปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เช่น การคลุมดิน ระยะปลูกที่เหมาะสม การป้องกันกำจัดโรค

มาตรฐานเมล็ดโกโก้แห้ง

ในการรับซื้อเมล็ดโกโก้แห้งจะมีการกำหนดมาตรฐานของเมล็ดโกโก้แห้งไว้ ดังนี้

1) ความชื้นในเมล็ดไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์

2) น้ำหนักเมล็ดแห้งโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 1 กรัม หรือ มีจำนวนเมล็ดไม่เกิน 110 เมล็ด/น้ำหนัก 100 กรัม

3) ปริมาณไขมันโกโก้ไม่น้อยกว่า 55 เปอร์เซ็นต์

4) จากการสุ่มเมล็ดแห้ง 300 เมล็ด นำมาผ่าตามยาว (cut test) เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องสำคัญ 2 ชนิด คือ เมล็ดขึ้นรา (mouldy bean) และเมล็ดที่หมักไม่สมบูรณ์ (under fermented) ซึ่งจะส่งผลต่อช็อกโกแลตที่แปรรูปได้ (off-flavour) ดังนั้นเมล็ดที่ผ่าแล้ว (ภาพที่ 6.15) ต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

- เมล็ดขึ้นรา พบไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์
- เมล็ดสีเทาหรือหินชนวน พบไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์
- เมล็ดสีม่วง พบไม่เกิน 2-5 เปอร์เซ็นต์
- เมล็ดสีม่วงหรือสีน้ำตาลบางส่วน พบไม่เกิน 20-40 เปอร์เซ็นต์
- เมล็ดที่ถูกแมลงเจาะทำลาย เมล็ดงอก เมล็ดเสีย เมล็ดลีบรวมกัน ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 6.15 การผ่าเมล็ดโกโก้แห้งเพื่อตรวจหาข้อบกพร่อง

คำจำกัดความ

1. เมล็ดโกโก้ (cocoa bean) คือเมล็ดจากผลของต้นโกโก้ (*Theobroma cacao* L.) และหมายถึงได้ผ่านขบวนการหมักและตาก หรืออบแห้งเรียบร้อยแล้ว (ภาพที่ 6.16)
2. เมล็ดเกาะกัน (bean cluster) เมล็ดที่เกาะกันเป็นก้อน คือ เกาะติดกันมากกว่าสอง (ภาพที่ 6.17)
3. จำนวนเมล็ด (bean count) คือการนับเมล็ดในปริมาณน้ำหนัก 100 กรัม ทั้งนี้ไม่รวมเมล็ดลีบ และเมล็ดแตกหัก
4. เมล็ดแตกหัก (broken bean) คือเมล็ดที่เป็นเศษชิ้นเล็กชิ้นน้อยไม่เป็นเมล็ดที่สมบูรณ์
5. สิ่งเจือปน (adulteration) การเปลี่ยนแปลงหรือการเพิ่มสิ่งเจือปนอย่างอื่นไม่ว่าอะไรก็ตามที่ทำให้มีผลต่อคุณภาพหรือกลิ่นกับสินค้าส่วนใหญ่
6. เมล็ดเสีย (defective bean) คือเมล็ดที่พบว่าภายในมีเชื้อรา สีหินชนวน แมลงเจาะเป็นโรคและเมล็ดงอก
7. เมล็ดโกโก้แห้ง (dry cocoa) หมายถึงเมล็ดโกโก้ที่ได้ผ่านขบวนการลดความชื้น ซึ่งจะมีความชื้นอยู่ไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์
8. เมล็ดที่ผ่านการหมัก (fermented cocoa) หมายถึงเมล็ดที่ได้รับการพัฒนากลิ่น และสี ซึ่งจะเป็นสีน้ำตาล หรือสีช็อกโกแลตเมื่อผ่าเมล็ด
9. เมล็ดลีบ (flat bean) จะพบเมล็ดมีลักษณะบางมาก
10. สิ่งแปลกปลอม (foreign matter) วัตถุอย่างอื่นที่ไม่ใช่เมล็ดโกโก้ หรือเมล็ดหักชิ้นเล็กชิ้นน้อย และเศษของเปลือก
11. ชิ้นเล็ก (fragment) ชิ้นเล็กชิ้นน้อยที่มาจากเมล็ดโกโก้
12. เมล็ดงอก (germinated bean) เมล็ดที่เริ่มงอกจากผลจะเสียเนื่องจากการงอก
13. เมล็ดเสียหายจากแมลง (insect damaged) ภายในเมล็ดพบเสียหายเนื่องจากแมลงเจาะและพบอาการติดโรค
14. เมล็ดที่เป็นรา (mouldy bean) พบเชื้อราภายในเมล็ด และภายนอก
15. ชิ้นส่วนของเปลือก (piece of shell) ชิ้นเล็กชิ้นน้อยของเปลือก
16. เมล็ดที่มีสีหินชนวน (slaty bean) จะพบสีหินชนวนครึ่งหนึ่งหรือมากกว่า เมื่อผ่าซีกเมล็ดโกโก้ทำการทดสอบ

17. เมล็ดที่มีกลิ่นควัน (smoky bean) คือเมล็ดที่ได้รับกลิ่นควันหรือรสชาติ เนื่องจากการเก็บรักษา หรือเกิดการหมักหรืออบแห้ง

ภาพที่ 6.16 เมล็ดโกโก้ที่สมบูรณ์

ภาพที่ 6.17 เมล็ดโกโก้ที่เกาะกันเป็นก้อน

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดโกโก้

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดโกโก้นั้นมีด้วยกันหลายชนิด ซึ่งแต่ละปัจจัยมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อคุณภาพของเมล็ด ซึ่งปัจจัยที่สำคัญเท่าที่มีการศึกษามานั้นมีด้วยกันหลายอย่าง ตามรายงานของ Wintgens (1991) มีดังนี้

1. พันธุกรรม ลักษณะพันธุกรรมของโกโก้มีความแตกต่างมากหลาย โดยที่ในกลุ่มใหญ่ 3 กลุ่ม ของคริโอลโล ฟอรัสเทอร์โร และตรินิตาริโอนั้นได้มีการแตกเป็นกลุ่มต่าง ๆ กันโดยอาศัยลักษณะทางด้านภูมิศาสตร์ของแหล่งพบเห็น เช่น Nanay, Parinar, Scavina, Pentagona และ Porcelana เป็นต้น นอกเหนือจากนั้นลักษณะของการกลายพันธุ์หรือการผสมข้ามตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดสายพันธุ์ใหม่ที่หลากหลายก็มีส่วนในเรื่องของคุณภาพเมล็ดโกโก้เช่นกัน โดยพันธุกรรมมีผลต่อคุณภาพเมล็ดโกโก้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1) น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักของเมล็ดเป็นลักษณะของพันธุกรรมที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง แต่อาจจะเกิดจากอิทธิพลอื่น ๆ ได้บ้าง โดยน้ำหนักเมล็ดเป็นคุณลักษณะที่สำคัญสำหรับคุณภาพของเมล็ดโกโก้

1.2) เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ด เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด อยู่ในช่วง 11-12 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดต่ำ หมายถึง เนื้อในเมล็ดมีขนาดใหญ่ ถ้ามากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เนื้อในเมล็ดมีขนาดเล็ก มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดโกโก้เป็นอย่างมาก

1.3) เปอร์เซ็นต์ไขมัน Wood พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันเกี่ยวข้องโดยตรงกับลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะของพ่อพันธุ์มีอิทธิพลสูงกว่าแม่พันธุ์ในการที่จะถ่ายทอดไปยังลูกผสม โดยโกโก้กลุ่มฟอรัสเทอร์โรมีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 55 – 59 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่ากลุ่มคริโอลโลที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 53 เปอร์เซ็นต์

1.4) รสชาติของช็อกโกแลต รสชาติของช็อกโกแลตเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของคุณภาพเมล็ดโกโก้ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางพันธุกรรมเป็นอย่างมาก โดยโกโก้กลุ่มคริโอลโลมีรสชาติของช็อกโกแลตดีกว่าตรินิตาริโอและ ตริโนตาริโอมีรสชาติดีกว่าอัพเปอร์อเมซอน

1.5) ความอ่อนนุ่มของเนยโกโก้ คุณภาพของเนยโกโก้ คือ ความอ่อนหรือแข็งของเนยโกโก้ที่อุณหภูมิปกติ ในอุตสาหกรรมต้องการเนยโกโก้ที่มีคุณลักษณะแข็งมากกว่าอ่อนในการทำผลิตภัณฑ์โกโก้ขั้นสุดท้าย และความอ่อนนุ่มของเนยโกโก้นั้นมักเกี่ยวข้องกับลักษณะทางพันธุกรรมโดยตรง

1.6) ประสิทธิภาพในการหมัก โกโก้กลุ่มคริโอลโลใช้เวลาในการหมักน้อยกว่ากลุ่มฟอรัสเทอร์โรโดยใช้เวลาในการหมัก 3 วัน ในขณะที่ฟอรัสเทอร์โรใช้เวลา 4-7 วัน

1.7) ความสม่ำเสมอของขนาดเมล็ดโกโก้ ความสม่ำเสมอของขนาดเมล็ดโกโก้ขึ้นกับพันธุกรรมของแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งความสม่ำเสมอของเมล็ดเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมโกโก้เนื่องจากความสะดวกในการปรับเครื่องจักรในการทำงาน การอบแห้งเมล็ดโกโก้ก่อนการแปรรูปขั้นสุดท้ายสามารถทำได้ทั่วถึงทั้งเมล็ด

2. สภาพแวดล้อม สภาพแวดล้อมมีผลต่อคุณภาพเมล็ดโกโก้ที่สำคัญ คือ ลักษณะพื้นที่และลักษณะภูมิอากาศ ดังนี้

2.1) แหล่งปลูก การที่โกโก้พันธุ์เดียวกันปลูกในแหล่งปลูกที่ต่าง ๆ กันย่อมมีผลต่อขนาดของเมล็ดโกโก้เป็นอย่างมาก Wood (1980) พบว่าลูกผสมชั่วที่ 3 ของโกโก้กลุ่มอัพเปอร์อเมซอนที่ปลูกในกานาเมล็ดจะมีน้ำหนักเฉลี่ย 1 กรัม/เมล็ด และเมื่อนำไปปลูกในแคเมอรูนจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 1.2 กรัม/เมล็ด สรุปได้ว่าความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งปลูกมีผลต่อขนาดของเมล็ดโกโก้เป็นอย่างมาก

2.2) อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อน้ำหนักของเมล็ด เนื่องจากขณะที่ผลกำลังพัฒนานั้น ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นมากจะทำให้จำนวนเมล็ดในผลที่มีขนาดเล็กมีปริมาณสูงมาก ซึ่งส่งผลต่อการหมักและเปอร์เซ็นต์เนยโกโก้เป็นอย่างมาก เพราะเมล็ดมีน้ำหนักน้อยจะทำให้เนยโกโก้มีปริมาณน้อยเช่นกัน

2.3) ปริมาณน้ำฝน มีผลโดยตรงต่อคุณภาพเมล็ดโกโก้เรื่องของ เปอร์เซ็นต์ไขมันเพราะช่วง 4 เดือนสุดท้ายก่อนผลสุกปริมาณน้ำฝนที่มีมากและกระจายดีย่อมทำให้ขนาดเมล็ดโกโก้ใหญ่ตามปกติ และทำให้ได้ เปอร์เซ็นต์ไขมันโกโก้สูงเมื่อเข้าขบวนการแปรรูป

3. การดูแลรักษาและการปฏิบัติต่าง ๆ มีผลต่อคุณภาพนั้นมีด้วยกันหลายประการ คือ

3.1) การให้ปุ๋ย มีผลต่อขนาดเมล็ดโดยตรง ซึ่งส่งผลต่อการนำไปเข้าขบวนการหมักต่อไป แต่ปุ๋ยไม่มีอิทธิพลต่อรสชาติและกลิ่นของช็อกโกแลต

3.2) ร่มเงา โกโก้ที่ปลูกในสภาพร่มเงาน้อย เมื่อนำเมล็ดโกโก้มาหมักแล้วจะได้เมล็ดที่มีกรดต่าง ๆ มากกว่าเมล็ดโกโก้ที่ได้จากโกโก้ที่ปลูกในสภาพร่มเงาพอเหมาะถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลในเยื่อหุ้มเมล็ดมีมากขึ้น

3.3) ความอ่อนแก่ของผลที่เก็บเกี่ยว การเก็บผลผลิตมีผลต่อ เปอร์เซ็นต์ไขมันโดยตรง เนื่องจากไขมันโกโก้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสร้างขึ้นในช่วง 6 อาทิตย์สุดท้ายก่อนผลสุก ดังนั้นหากเก็บผลโกโก้ไม่สุกจะทำให้ได้คุณภาพ เปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง ด้วยผลที่ยังไม่สุกจะมีเยื่อหุ้มเมล็ดน้อยทำให้ขบวนการ

หมักไม่ดีพอ ทำให้ได้เมล็ดมีสีม่วงค่อนข้างมาก ในทางตรงข้าม ถ้าเก็บผลสุกพอเหมาะจะทำให้ขบวนการหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ถ้าเก็บผลที่ไม่สุกมาก ๆ จะยิ่งทำให้ เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ผ่านการหมักแล้วมี เปอร์เซ็นต์ลดลง (ตารางที่ 6.4)

ตารางที่ 6.4 ความอ่อนแก่ของผลโกโก้ที่มีต่อคุณภาพโกโก้

ลักษณะคุณภาพของโกโก้	ผลสุกเกิน (กก.)	ผลสุกพอดี (กก.)	ผลอ่อนเกิน (กก.)
น้ำหนักเมล็ดสดที่หมัก	305	262	270
เปอร์เซ็นต์สูญเสียจากการหมัก	19	18	10
เปอร์เซ็นต์สูญเสียจากการทำแห้ง	37	35	69*
เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้รับหลังจากหมัก	44	47	21*
กลิ่น	ปกติ	ปกติ	กรดจัด
เปอร์เซ็นต์ ไขมัน	ปกติ	ปกติ	สูง
คุณภาพ	ปกติ	ปกติ	ต่ำ
ความแข็งของเปลือกหุ้มเมล็ด	เปราะ หักง่าย	ปกติ	ปกติ

อนึ่งในการเก็บผลควรเก็บผลที่สมบูรณ์ปราศจากการทำลายของโรคแมลง หรือสัตว์ต่าง ๆ เพราะหากเมล็ดค่อนข้างสมบูรณ์มีเยื่อหุ้มเมล็ดย่อมทำให้การหมักดีด้วยเช่นกัน

3.4) การบ่มผลหรือพักผลก่อนแกะเมล็ดออก การบ่มผลหรือเก็บผลไว้สักระยะหนึ่งก่อนทำการแกะเมล็ดเพื่อนำไปหมักต่อไป จากการทดลอง พบว่าควรจะบ่มผลไว้ประมาณ 4-12 วัน จะช่วยให้การหมักดีขึ้น อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นในเวลารวดเร็ว และที่สำคัญหลังจากหมักแล้วมีกรดน้อย ลดความฝาดและลดความขมของรสชาติช็อกโกแลตได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นการบ่มผลสักระยะจะทำให้ได้ผลผลิตหลังจากหมักแล้วมากกว่าที่ไม่มีการบ่มผล โดย Roelofsen (1958) ได้ทดลองบ่มผลไว้ 1 วัน พบว่าจะเพิ่มผลผลิตที่ได้หลังจากการหมักถึง 42.68 เปอร์เซ็นต์ และบ่มผลไว้ 4 วัน จะเพิ่มผลผลิตที่ได้หลังจากการหมักถึง 44.20 เปอร์เซ็นต์

3.5) ลักษณะสภาพทั่วไปในขณะเก็บเกี่ยวผล มีการพบว่าในช่วงฤดูฝน ผลที่เก็บเกี่ยวได้จะมีเยื่อหุ้มเมล็ดมาก การหมักจะดำเนินไปได้ช้า ทำให้เมล็ดมีกรดมาก และในขณะที่ทำการหมักถ้าสภาพแวดล้อมมีอุณภูมิต่ำและมีความชื้นในอากาศสูงจะทำให้ขบวนการหมักชะงักงันได้ เมล็ดที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ

3.6) ปริมาณเมล็ดที่ใช้หมัก ถ้ามีปริมาณเมล็ดที่ใช้หมักมากจะส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดโกโก้เป็นอย่างดี และทำให้ผลผลิตที่ได้หลังการหมักมี เปอร์เซ็นต์สูงกว่าการหมักที่มีปริมาณเมล็ด

3.7) ระยะเวลาในการหมัก การหมักเมล็ดโกโก้นานเกินไปทำให้แบคทีเรียกลุ่มย่อยสลายโปรตีนในสภาพไร้อากาศ (putrefactive bacteria) เจริญได้ มีผลให้เกิดกลิ่นรสของช็อกโกแลตน้อยลง แต่หากระยะเวลาในการหมักสั้นเกินไปเมล็ดโกโก้ที่ได้มีสีม่วงและมีรสฝาดหรือขม (Wood and Lass, 1985) โดยหลักในการพิจารณาถึงการสิ้นสุดของการหมักเมล็ดโกโก้ คือ การใช้ตารางเวลา การผ่าดูสีเมล็ดโกโก้ที่ได้จาก

การหมัก การสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีภายนอกของเมล็ด การสังเกตการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของกองหมัก การลดลงของอุณหภูมิกองหมัก (Forsyth and Quesnel, 1957)

4. การเก็บรักษาเมล็ดโกโก้แห้ง การเก็บรักษาเมล็ดแห้งมีผลต่อคุณภาพของเมล็ด เนื่องจากในช่วงที่เก็บรักษาเมล็ดสามารถดูดซับความชื้น สิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ก่อให้เกิดกลิ่นและรสชาติไม่พึงประสงค์ในการนำไปแปรรูปได้ นอกจากความเสียหายด้วยเหตุเหล่านี้แล้ว หากมีการเก็บรักษาที่ไม่ดีจะส่งผลให้เก็บรักษาเมล็ดโกโก้ไว้ได้ไม่นานเนื่องจากจะมีการเข้าทำลายของเชื้อราและแมลงด้วยเช่นกัน

บทที่ 7
เครื่องจักรกลทางการเกษตร

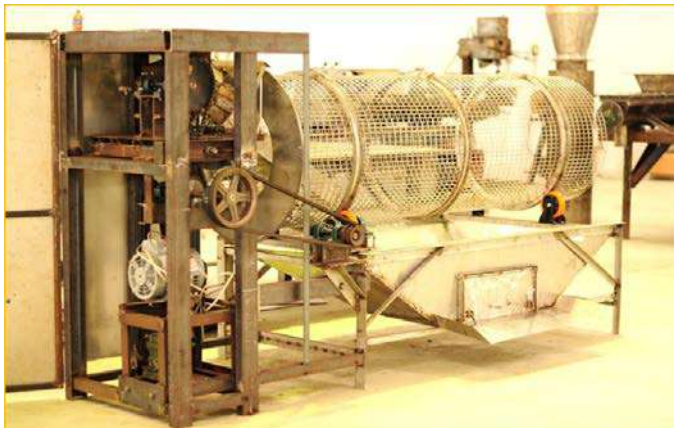
อนุสรณ์ สุวรรณเวียง และบัณฑิต จิตรจำนงค์

การวิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

เมล็ดโกโก้ที่ผลิตได้จะนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเครื่องดื่ม อาหารและขนมหวานหลากหลายชนิด โดยมีผลิตภัณฑ์โกโก้ที่สำคัญ เช่น ผงโกโก้ ไขมันและน้ำมันจากเมล็ดโกโก้ ช็อกโกแลต เป็นต้น การแปรรูปโกโก้ขั้นต้น เริ่มจากการแกะเมล็ดโกโก้ออกจากผลโดยใช้แรงงานคนทั้งหมด ซึ่งในส่วนนี้มีปัญหาเรื่องแรงงานมีความสามารถในการทำงานต่ำและการขาดแคลนแรงงาน จึงเป็นที่มาในการวิจัยและพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลสำหรับลดการใช้แรงงานคนในกระบวนการผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง

คุณลักษณะเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล (ภาพที่ 7.1) มีขนาด (กว้างxยาวxสูง) 1.2 x 3 x 1.8 เมตร ประกอบด้วยชุดผ่าผลโกโก้และชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ ชุดผ่าผลโกโก้ใช้ใบมีดทำจากวัสดุเหล็กชุบแข็ง ขนาดความหนา 1.2 มิลลิเมตร ความกว้าง 25 มิลลิเมตร และยาว 350 มิลลิเมตร มีหลักการทำงานคือ ป้อนผลโกโก้ลงในห้องผ่าผลโกโก้ในแนวตั้งตรง ผลโกโก้จะถูกผลักดันเข้าสู่ใบมีดผ่าด้วยแผ่นสแตนเลสแบบกลไกลชักเพลาลูกเบี้ยว (ภาพที่ 7.2) เมื่อผลโกโก้ถูกผ่าแล้ว จะตกลงสู่ชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ ซึ่งออกแบบเป็นระบบตะแกรงหมุนสแตนเลสทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร ภายในตะแกรงมีใบกวาดสำหรับกวาดหมุนคัดแยกเมล็ดออกจากเศษผลโกโก้ โดยเมล็ดจะลอดช่องตะแกรง (กว้าง 20 มิลลิเมตร ยาว 35 มิลลิเมตร) ตกลงสู่อ่างรับเมล็ดด้านล่าง และเศษผลโกโก้ที่ถูกผ่าจะถูกกวาดลำเลียงออกที่ส่วนปลายของตะแกรงคัด ชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ใช้ต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าร่วมกับชุดผ่าผลโกโก้ขนาด 1 แรงม้า ผ่านชุดส่งกำลังแบบเฟืองโซ่ (ภาพที่ 7.3)



ภาพที่ 7.1 เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล

ภาพที่ 7.2 กลไกการทำงานของชุดผ่าผลโกโก้

ภาพที่ 7.3 รูปแบบการทำงานและการส่งกำลังของชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้

ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบพบว่ากลไกชักเพลาลูกเบี้ยวของชุดผ่าผลโกโก้ที่เหมาะสม 29 ครั้งต่อนาที และความเร็วรอบตะแกรงชุดคัดแยกเมล็ดโกโก้ที่เหมาะสม 45 รอบต่อนาที เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลมีความสามารถในการทำงาน 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สูงกว่าการใช้แรงงานคนซึ่งมีความสามารถในการทำงาน 85 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อคน การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่อง 0.6 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง โดยปริมาณเมล็ดที่ถูกผ่าออกจากผลและคัดแยกได้ไม่แตกต่างจากวิธีการใช้แรงงาน แต่การใช้เครื่องจะมีการสูญเสียและประสิทธิภาพการคัดแยกต่ำกว่าวิธีการใช้แรงงานที่ 0.67 กิโลกรัมและ 94.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7.1)

ตารางที่ 7.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลสด

วิธีการ	เมล็ดโกโก้ผ่านการแยก (กก.)	การสูญเสียเมล็ดโกโก้ (กก.)	ประสิทธิภาพการแยกเมล็ดโกโก้ (เปอร์เซ็นต์)	ความสามารถในการทำงาน (กก./ชั่วโมง)
เครื่องคัดแยกเมล็ดโกโก้	11.92	0.67 b	94.69 b	500 a
แรงงานคน	12.80	0 a	100 a	85 b
t-test		*	*	*

ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า วิธีใช้แรงงานมีต้นทุนค่าใช้จ่าย 86.50 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง ในขณะที่เครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผลมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่าที่ 84 บาทต่อกิโลกรัมเมล็ดแห้ง มีจุดคุ้มทุนในการใช้งาน เมื่อใช้ผ่าและคัดแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล 60.5 ตันผลสดต่อปี (อัตราส่วนน้ำหนักผลโกโก้สด : เมล็ดโกโก้แห้งที่ความชื้นมาตรฐานเปียก 7 เปอร์เซ็นต์ คือ 10:1) มีระยะเวลาคืนทุน 2 ปี ที่อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนของเครื่องแยกเมล็ดโกโก้ออกจากผล 67.75 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

เครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ร่วมกับโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง

เมล็ดโกโก้ตากแห้งเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นที่กลุ่มเกษตรกรทำเองแล้วส่งขายโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป ขั้นตอนการทำเมล็ดโกโก้ตากแห้งเริ่มจากแกะเมล็ดโกโก้ออกจากผล จากนั้นนำมาหมักอีกประมาณ 6 วัน เพื่อให้ได้กลิ่นและรสชาติที่ดีขึ้น เมื่อหมักเสร็จแล้วจะนำเมล็ดโกโก้มาตากให้แห้ง ใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ เพื่อลดความชื้นจาก 60 เปอร์เซ็นต์ ให้เหลือเพียงประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 7.4) เมล็ดโกโก้ที่แห้งแล้วจะถูกนำมารวบรวมบรรจุในกระสอบเพื่อจัดส่งไปยังโรงงาน โดยในขั้นตอนการตากเมล็ดโกโก้ให้แห้งจะมีปัญหาที่สำคัญ คือ สภาพพื้นที่ปลูกโกโก้ในเขตภาคใต้และภาคตะวันออกที่ผลิตโกโก้ส่วนใหญ่มีฝนตกบ่อย ปริมาณน้ำฝนมากและความชื้นสูง ทำให้เกิดปัญหาการตากเมล็ดโกโก้ไม่แห้ง เกิดเชื้อราที่เป็นพิษ ทำลายคุณภาพของเมล็ดโกโก้ซึ่งส่งผลต่อราคาในการจำหน่าย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่โดยผสมผสานการใช้งานร่วมกับโรงตากแบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อทดแทนการตากลาน ซึ่งจะช่วยพัฒนากระบวนการผลิตเมล็ดโกโก้แห้งของเกษตรกรให้ได้คุณภาพมากขึ้น

ภาพที่ 7.4 การตากเมล็ดโกโก้โดยวิธีเกษตรกร

คุณลักษณะของเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ร่วมกับโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์แบบของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ส่วนล่างเป็นห้องสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 6 x 6 x 1.8 เมตร ส่วนบนเป็นหลังคาหน้าจั่วสูง 1.4 เมตร ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตใสเป็นวัสดุคลุม โครงสร้างใช้เหล็กกล่องขนาด 1 x 1 นิ้ว ออกแบบให้สามารถถอดประกอบได้ มีพื้นที่ในการตาก 24 ตารางเมตร (ภาพที่ 7.5)

ภาพที่ 7.5 โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ (ภาพที่ 7.6) มีเงื่อนไขการออกแบบ คือ สามารถอบเมล็ดโกโก้ได้ครั้งละ 350 กิโลกรัม รองรับกับปริมาณการผลิตโกโก้ของกลุ่มเกษตรกร ลักษณะของถังอบเป็นรูปทรงกระบอกสิบสองเหลี่ยมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตร ยาว 1.1 เมตร ปริมาตรของถังอบ 1.25 ลูกบาศก์เมตร ใช้พลังงานความร้อนจากแก๊สหุงต้มในการอบแห้ง โดยใช้ระบบไฟฟ้าในการจุดแก๊ส และควบคุมการเปิด-ปิดแก๊สด้วยโซลินอยด์วาล์ว มีระบบป้องกันแก๊สรั่วสะสมในเครื่องเมื่อไฟดับ มีชุดควบคุมอุณหภูมิ สำหรับตั้งอุณหภูมิในการอบที่เหมาะสมกับเมล็ดโกโก้ นำพาและกระจายความร้อนภายในถังอบด้วยชุดพัดลมแบบหอยโข่งขนาดใบพัด

40 เซนติเมตร ซึ่งใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง มีชุดควบคุมการหมุนของถังอบสามารถตั้งเวลาให้ถังอบหมุนและหยุดหมุนได้เพื่อให้เมล็ดโกโก้แยกออกจากกัน

ภาพที่ 7.6 เครื่องอบแห้งแบบโรตารี่

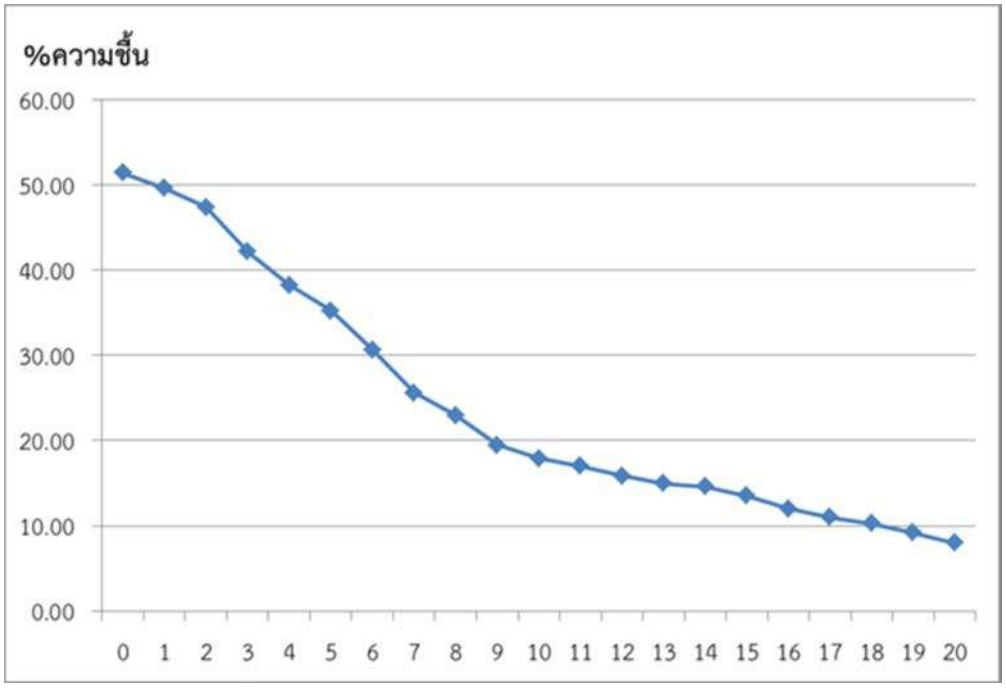
การทดสอบเครื่องอบแห้งเมล็ดโกโก้ทั้ง 3 แบบ ได้แก่

1. การอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่
2. การอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์
3. การอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ร่วมกับโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

1. การทดสอบอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ อุณหภูมิในการอบแห้งที่เหมาะสม 65 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบแห้ง 20 ชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานแก๊สหุงต้ม 1.1 กิโลกรัม/ชั่วโมง น้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนอบแห้ง 320 กิโลกรัม ความชื้นเมล็ดโกโก้ก่อนอบแห้ง 51.4 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก และน้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง 161 กิโลกรัม ความชื้นเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง 7 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก โดยผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 7.2 และเส้นแนวโน้มการลดลงของความชื้นเมล็ดแสดงไว้ในภาพที่ 7.7

ตารางที่ 7.2 การทดสอบอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ
น้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนอบแห้ง (กิโลกรัม)	320
ความชื้นเมล็ดโกโก้ก่อนอบแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	51.4
น้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง (กิโลกรัม)	161
ความชื้นเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	7
เวลาในการอบแห้ง (ชั่วโมง)	20
อัตราการใช้พลังงานแก๊สหุงต้ม (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	1.1



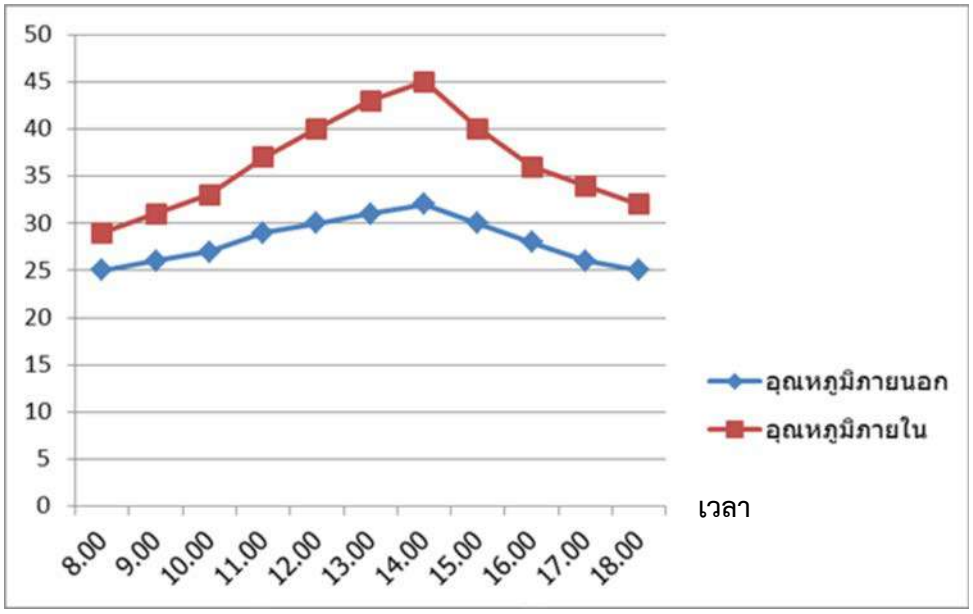
ภาพที่ 7.7 เส้นแนวโน้มการลดลงของความชื้นเมล็ดโกโก้

2. การอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ ภายในโรงตากใช้โต๊ะสาหรับตากเมล็ดโกโก้ขนาด 1.6x2.5 เมตร จานวนทั้งหมด 6 ตัว สามารถตากเมล็ดโกโก้ได้ครั้งละ 240 กิโลกรัม ผลการทดสอบพบว่าใช้เวลาในการตาก 4 วัน สำหรับเมล็ดโกโก้ที่มีความชื้นเริ่มต้น 51.4 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก และน้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง 124 กิโลกรัม ความชื้นเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง 7 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก โดยสามารถลดระยะเวลาในการตากแห้งได้ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับวิธีการตากของเกษตรกรซึ่งใช้เวลา 7 วัน ที่ปริมาณการตากเมล็ดโกโก้เริ่มต้น 240 กิโลกรัม เช่นเดียวกัน โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกโรงตากประมาณ 10-15 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 7.3 และแผนภูมิแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ในภาพที่ 7.8)

ตารางที่ 7.3 การตากแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยวิธีของเกษตรกรและการใช้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	
	การตากของเกษตรกร	การใช้โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์
น้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนอบแห้ง (กิโลกรัม)	240	240
ความชื้นเมล็ดโกโก้ก่อนอบแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	51.4	51.4
น้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง (กิโลกรัม)	126	124
ความชื้นเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	7	7
เวลาในการอบแห้ง (ชั่วโมง)	7	4

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



ภาพที่ 7.8 อุณหภูมิภายในและภายนอกโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 8.00-18.00 น.

3. การอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยการผสมผสานระหว่างเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่และโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ เริ่มต้นจากการอบแห้งเมล็ดโกโก้ซึ่งมีปริมาณและความชื้นเริ่มต้น 320 กิโลกรัม และ 51.4 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่และอบลดความชื้นเมล็ดโกโก้ต่อด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ ผลการทดสอบพบว่าเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่เหมาะสม 65 องศาเซลเซียส เวลาในการอบแห้ง 10 ชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานแก๊สหุงต้ม 1.1 กิโลกรัม/ชั่วโมง ความชื้นเมล็ดโกโก้ลดลงเหลือประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก จากนั้นลดความชื้นเมล็ดโกโก้ต่อภายในโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระยะเวลา 2 วัน เมล็ดโกโก้หลังอบแห้งมีน้ำหนัก 158 กิโลกรัม ความชื้นเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง 7 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก (ตารางที่ 7.4)

ตารางที่ 7.4 การอบแห้งเมล็ดโกโก้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ร่วมกับโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ
น้ำหนักเมล็ดโกโก้ก่อนอบแห้ง (กิโลกรัม)	320
ความชื้นเมล็ดโกโก้ก่อนอบแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	51.4
น้ำหนักเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง (กิโลกรัม)	158
ความชื้นเมล็ดโกโก้หลังอบแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	7
เวลาในการอบแห้ง (เครื่อบอบแบบโรตารี่ + โรงตากแสงอาทิตย์)	10 ชั่วโมง + 2 วัน

ข้อดีของการใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารี่ร่วมกับโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานและได้เมล็ดโกโก้หลังการอบแห้งที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนที่มีแดดน้อย การใช้เครื่องอบแห้งแบบโรตารี่จะช่วยให้สามารถผลิตเมล็ดโกโก้แห้งที่ไม่เกิดความเสียหายจากเชื้อราได้ ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า เครื่องอบแห้งแบบโรตารี่มีจุดคุ้มทุนที่การอบแห้งเมล็ดโกโก้ 3,450 กิโลกรัมต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 2 ปี ส่วนโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์มีจุดคุ้มทุนที่การตากแห้งเมล็ดโกโก้ 1,856 กิโลกรัมต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 1 ปี

บทที่ 8
การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากโกโก้

ปานหทัย นพชินวงศ์ และวิไลวรรณ ทวิชศรี

ผลิตภัณฑ์โกโก้ จำแนกออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. เมล็ดโกโก้แห้ง การผลิตกรรมวิธีดั้งเดิมที่ใช้กันทั่วไปในประเทศผู้ปลูกโกโก้และยังคงใช้กันอยู่รูปแบบนี้เป็นการขายผลิตผลขั้นต้น เหมาะสำหรับระยะที่มีการส่งเสริมการเพาะปลูกใหม่ ๆ เมล็ดที่ผลิตในปีแรก ๆ คุณภาพจะยังด้อยและมีราคาถูก การต่อรองทางการค้าระดับประเทศนั้น จะต้องมีเมล็ดโกโก้แห้งอย่างน้อย 50 ตัน/ฤดูกาล การค้าแบบนี้มีลักษณะของความยืดหยุ่นของผลผลิตต่ำเนื่องจากผลิตได้ตามฤดูกาลเท่านั้นและราคาไม่แน่นอน

2. การผลิตโกโก้ผง (cocoa powder) และเนยโกโก้ (cocoa butter) เป็นการนำเมล็ดแห้งมาผ่านกรรมวิธีแปรรูปได้เป็นโกโก้ผงและเนยโกโก้ สำหรับประเทศกำลังพัฒนานั้น แนวโน้มความนิยมช็อกโกแลต และการพัฒนาการใช้ช็อกโกแลตได้เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น การที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมโกโก้จึงต้องควบคู่ไปกับการส่งเสริมการปลูกโกโก้ด้วย ทั้งนี้จะต้องมีปริมาณการผลิตเมล็ดแห้งอย่างน้อย 5,000 ตัน/ฤดูการผลิต จึงจะคุ้มทุนในทางเศรษฐกิจ เพื่อจะทำการผลิตโกโก้ผงและเนยโกโก้ ในบางประเทศการผลิตอาจจะทำได้โดยการลงทุนทีละขั้น โดยอาจผลิต cocoa liquor ซึ่งเป็นขั้นตอนอีกขั้นหนึ่ง (Intermediate products) ส่งขาย ต่อมาจึงขยายเป็นการผลิตโกโก้ผงและเนยโกโก้ในภายหลัง

โรงงานผลิตผงโกโก้ในประเทศพัฒนาจะเป็นโรงงานขนาดใหญ่ ทันสมัย มีประสิทธิภาพในการผลิตสูง โดยรับซื้อเมล็ดจากประเทศผู้ปลูกหลายแห่ง สำหรับโรงงานในประเทศที่เพิ่งเริ่มโครงการและในประเทศกำลังพัฒนามักเป็นโรงงานขนาดเล็ก (5,000 ตันต่อปี)

ปัจจุบันผงโกโก้มีขายในตลาดสามารถแบ่งได้เป็นสองกลุ่มหลัก ๆ คือ 1. ผงโกโก้แบบธรรมชาติ (Natural Cocoa Powder) สีของผงโกโก้แบบธรรมชาตินั้นเป็นสีน้ำตาลอ่อน ผงโกโก้ชนิดนี้จะมีความเป็นกรดอ่อน มีรสเปรี้ยว เมื่อนำไปเป็นส่วนประกอบของแป้งทำขนมอบ ต้องมีการเติมส่วนประกอบของเบกกิ้งโซดาในการปรับสภาพความเป็นกรด และ 2. ผงโกโก้แบบดัชต์โพรเซส (Dutch-Process Cocoa หรือ Alkalized Cocoa Powder) ในขั้นตอนการผลิตผงโกโก้ชนิดนี้เมล็ดโกโก้จะถูกนำไปลดความเป็นกรดจากการหมักโดยใช้ด่างเพื่อทำให้เมล็ดโกโก้มีค่าเป็นกลาง ผงโกโก้มีสีน้ำตาลเข้ม ละลายได้ง่าย ให้รสขมน้อยกว่าและมีรสชาติที่นุ่มกว่าผงโกโก้แบบธรรมชาติ (ภาพที่ 8.1)

3. การผลิตช็อกโกแลตและผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลต โรงงานผลิตช็อกโกแลตหรือของหวาน (confectionary) ที่ใช้โกโก้เป็นวัตถุดิบมี 3 ขนาด คือ

- โรงงานขนาดเล็ก มักซื้อผงโกโก้จากผู้ผลิตมาเคลือบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออกจำหน่าย

- ขนาดกลาง สามารถผลิตช็อกโกแลตได้เอง แต่เนื่องจากกระบวนการบดละเอียด (conching) ใช้ทุนสูงจึงไม่นิยมผลิตเอง โรงงานขนาดนี้สามารถขยายการผลิตได้มาก แต่ช็อกโกแลตคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร

- โรงงานขนาดใหญ่ ต้นทุนสูง สามารถผลิตสินค้าคุณภาพดีและมีประสิทธิภาพการผลิตสูง

ภาพที่ 8.1 การแปรรูปโกโก้เบื้องต้น

(ที่มา: คุณพรหมวิหาร บำรุงถิ่น, วิสาหกิจชุมชนโกโก้ภูเก็ตและภูเก็ตช็อกโกแลต)

การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลพลอยได้ที่ได้จากการผลิตโกโก้

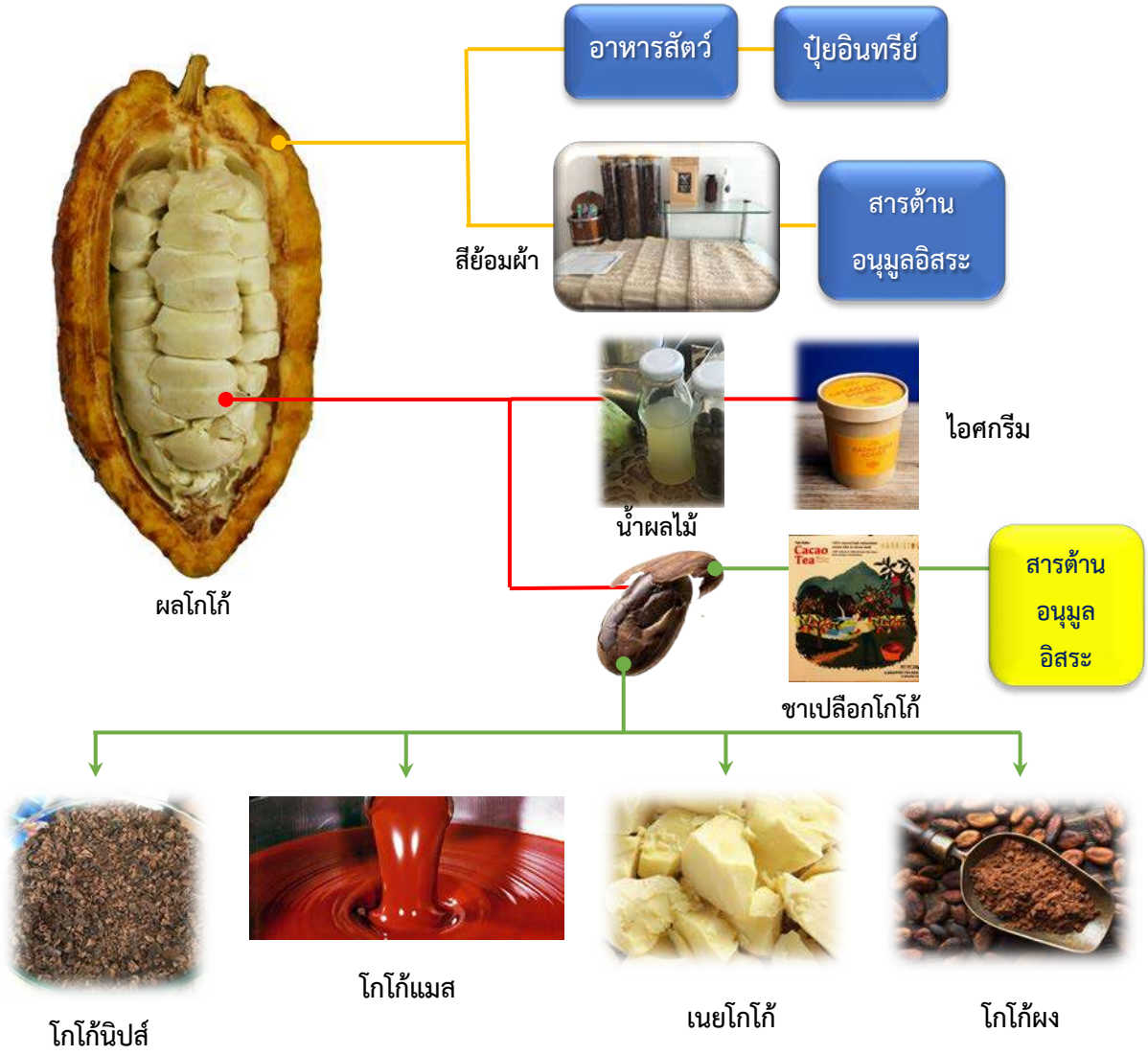
ส่วนประกอบหลักของผลโกโก้ที่ถูกนำมาใช้ คือ ส่วนของเมล็ดที่นำไปหมักและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์โกโก้และช็อกโกแลต แต่ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่แยกได้ก่อนนำเมล็ดสดไปหมัก และส่วนของ เปลือก เนื้อ และเปลือกหุ้มเมล็ดโกโก้หลังจากการคั่วเมล็ดโกโก้นั้นยังมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น

1. เปลือกผลโกโก้ (cacao pod husk) สามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ ปุ๋ยอินทรีย์ใส่บำรุงต้นโกโก้ เป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิตโกโก้ การทำสีย้อมผ้าจากเปลือกโกโก้ นอกจากนี้มีการศึกษาพบว่าสารสกัดจากเปลือกผลโกโก้มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง (Karim et.al., 2014) หากมีการนำเปลือกผลมาสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มได้อย่างมากเนื่องจากโกโก้หนึ่งผลจะเป็นส่วนของเปลือกมากถึง 70-75 เปอร์เซ็นต์

2. เยื่อหุ้มเมล็ด (pulp) ประกอบด้วยน้ำตาล 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ กรดซิตริก 0.4 – 0.8 เปอร์เซ็นต์ และเพคติน เยื่อหุ้มเมล็ดเป็นตัวทำให้เกิดแอลกอฮอล์ และกรดอะซิติก ในกระบวนการหมักจะมีการสูญเสียน้ำหมักไป 5-7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำส่วนที่ออกมาจากกระบวนการหมักที่เรียกว่า Sweeting นี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำเยลลี่ (ปิยนุช และคณะ, 2538 (ก))หรือทำน้ำโกโก้สำหรับดื่มเหมือนเครื่องดื่มทั่ว ๆ ไป

(ปิยนุช และคณะ, 2538 (ข); ปิยนุช, 2539) การนำน้ำโกโก้ไปทำเยลลี่ ทำไอศกรีม ในปัจจุบันผู้ผลิตช็อกโกแลตรายใหญ่ เช่น บริษัทเนสท์เล่ ลินด์ และริตเตอร์สปอร์ตได้ผลิตดาร์กช็อกโกแลตที่นำส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้มาใส่เพื่อเพิ่มความหวานแทนน้ำตาล ซึ่งในผลโกโก้จะมีเยื่อหุ้มเมล็ดประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ช็อกโกแลตนี้มีราคาสูงกว่าดาร์กช็อกโกแลตทั่วไป (วิมาลี, 2021)

3. เปลือกหุ้มเมล็ดโกโก้ (shell/husk) หลังจากคั่วเมล็ดโกโก้แล้ว จะมีการแกะเปลือกหุ้มเมล็ดออกเพื่อนำเนื้อเมล็ดโกโก้ไปแปรรูปต่อไป ซึ่งเมล็ดโกโก้หนึ่งเมล็ด เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดประมาณ 10-12 เปอร์เซ็นต์ โดยในเปลือกหุ้มเมล็ดโกโก้มีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดที่ดีต่อสุขภาพ เช่น พีนอล (phenol) ธีโอโบรมีน (theobromine) คาทีชิน (catechin) เป็นต้น (Hernández- Hernández et.al., 2019; Felice et.al., 2020) ซึ่งสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดโกโก้มีสารต้านอนุมูลอิสระที่มีมูลค่าสูงเป็นที่สนใจสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและยา จึงมีการนำมาแปรรูปเป็นชาเปลือกโกโก้ (cocoa husk tea)



ภาพที่ 8.2 ผลิตภัณฑ์จากโกโก้และผลพลอยได้จากการแปรรูปโกโก้

การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลพลอยได้จากโกโก้ช่วยลดปริมาณของเสีย ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับพืชชนิดนี้ และส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมโกโก้ เป็นการเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรและผู้ประกอบการ เปิดโอกาสให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ขยายกลุ่มของผู้บริโภคให้มีความหลากหลายมากขึ้น โดยสมาคมเปลี่ยนวัตถุดิบอาหารเหลือทิ้งให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ (The Upcycled Food Association) ระบุว่าหากโกโก้สามารถจำหน่ายได้ทั้งเนื้อและเมล็ดโดยการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอาหารที่เหลือทิ้งจะส่งผลดีต่อสภาพแวดล้อมเนื่องจากสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้มากกว่า 20 ล้านตันต่อปี (วิมาลี, 2021)

โดยโกโก้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ (สมศักดิ์, 2532) ได้แก่

1. อุตสาหกรรมผลิตช็อคโกแลตหวานและช็อคโกแลตนม โดยใช้ Chocolate liquor กับน้ำตาล เนยโกโก้และส่วนผสมอื่น ๆ ผสมกันในอัตราส่วนตามสูตรการผลิตของแต่ละแหล่งผลิตช็อคโกแลต

2. อุตสาหกรรมลูกอมและลูกกวาด โดยการใช้ผงโกโก้และ Chocolate liquor ในการปรุงแต่งรสและกลิ่นของลูกอมและลูกกวาด

3. อุตสาหกรรมเครื่องดื่มรสช็อคโกแลต อุตสาหกรรมประเภทนี้จะใช้ผงโกโก้ผสมกับ นม น้ำตาลและสารปรุงแต่งอื่น ๆ เช่น สารให้ความหวาน สารปรุงแต่งรส มาผสมกันเป็นเครื่องดื่มรสช็อคโกแลต

4. อุตสาหกรรมเบเกอรี่ เพื่อปรุงแต่งรสผลิตภัณฑ์ เช่น โดนัท, คุกกี้ ฯลฯ

5. อุตสาหกรรมยา โกโก้ที่ใช้จะเป็นรูปของน้ำเชื่อมโกโก้ ซึ่งเป็นสารผสมเพื่อให้รสทั้งยาเม็ด ยาน้ำและใช้เคลือบยาเม็ด เป็นการลดความขม เช่น ยาควินิน

6. อุตสาหกรรมยาสูบ โดยใช้โกโก้เป็นส่วนผสมในยาสูบ เนื่องจากโกโก้มีกลิ่นหอมกลมกลืนกับกลิ่นใบยา และขณะเกิดการเผาไหม้จะรวมตัวกับน้ำตาล ทำให้กลิ่นหอมชวนสูบมากขึ้น

7. อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง นิยมใช้เนยโกโก้ (cocoa butter) ในการทำลิปสติก เนื่องจากเนยโกโก้ มีคุณสมบัติละลายได้เมื่ออุณภูมิเปลี่ยนแปลงที่ 37 องศาเซลเซียส แต่คงสภาพอยู่ได้ไม่ละลายในสภาพอุณหภูมิปกติ

นอกจากจะโกโก้จะมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกายแล้ว ยังมีคุณค่าทางอาหารสูงอีกด้วย โดยโกโก้ผง 100 กรัม ให้พลังงาน 228 แคลอรี่ ประกอบด้วย

โปรตีน	19.6	กรัม
ไขมันรวม	13.7	กรัม
น้ำ	3	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	57.9	กรัม
ใยอาหาร	37	กรัม
น้ำตาล	1.75	กรัม
แคลเซียม	128	มิลลิกรัม
เหล็ก	13.86	มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	499	มิลลิกรัม

ฟอสฟอรัส	734	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	1,524	มิลลิกรัม
โซเดียม	21	มิลลิกรัม
สังกะสี	6.81	มิลลิกรัม
วิตามินบี	0.08	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.24	มิลลิกรัม
วิตามินบี 6	0.12	มิลลิกรัม
วิตามินอี	0.1	มิลลิกรัม
วิตามินเค	2.5	ไมโครกรัม
ไนอาซิน	2.19	มิลลิกรัม
โฟเลต	32	ไมโครกรัม
กรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด	8.07	กรัม
กรดไขมันรวมไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	4.57	กรัม
กรดไขมันไม่อิ่มตัวรวม	0.44	กรัม
คาเฟอีน	230	มิลลิกรัม

กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกาได้ทำการศึกษาและแสดงข้อมูลองค์ประกอบของโภชนาการที่สำคัญในโกโก้และผลิตภัณฑ์จากโกโก้ ดังนี้

ตารางที่ 8.1 องค์ประกอบทางโภชนาการของโกโก้และผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลต

	ผงโกโก้ผสม (Cocoa Mix Powder)	**ผงโกโก้แบบไม่หวาน (Cocoa Powder, Unsweetened)**	**ช็อกโกแลตนม (Milk Chocolate Bar)**	**ดาร์กช็อกโกแลต (Dark Chocolate)**	**ช็อกโกแลตชิปส์ (Chocolate Chips)**	**Baking Chocolate**
ปริมาณ	1ซอง (28 กรัม/1 ออนซ์)	1 ช้อนโต๊ะ (5 กรัม/0.1 ออนซ์)	1 แท่ง (40 กรัม/1.4 ออนซ์)	1 แท่ง (40 กรัม/1.4 ออนซ์)	1 ช้อนโต๊ะ (15 กรัม/32 ชิ้น)	½ square (14 กรัม/0.5 ออนซ์)
ไขมัน (กรัม)	1.1	0.7	11.9	12.0	4.5	7.3
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	0.7	0.4	5.7	7.1	2.7	4.5
คลอเรสเตอรอล (กรัม)	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 8.1 องค์ประกอบทางโภชนาการของโกโก้และผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลต (ต่อ)

	ผงโกโก้ผสม (Cocoa Mix Powder)	ผงโกโก้แบบไม่หวาน (Cocoa Powder, Unsweetened)	ช็อกโกแลตนม (Milk Chocolate Bar)	ดาร์กช็อกโกแลต (Dark Chocolate)	ช็อกโกแลตชิปส์ (Chocolate Chips)	Baking Chocolate
คาร์โบไฮเดรต (มิลลิกรัม)	23.4	2.7	23.8	5.2	9.5	4.2
ไฟเบอร์ (กรัม)	1.0	1.7	1.4	2.4	0.9	2.3
น้ำตาล (กรัม)	20.2	0.1	20.6	21.8	8.2	0.1
โปรตีน (กรัม)	1.9	1.0	3.1	1.7	0.6	1.8

ที่มา: USDA (2005)

สรรพคุณของโกโก้ที่มีต่อสุขภาพ

1. โกโก้เป็นแหล่งสำคัญของ polyphenol ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ
2. เมล็ดมีสรรพคุณช่วยกระตุ้นประสาท ช่วยบรรเทาภาวะของโรคเครียด โรคซึมเศร้า
3. ช่วยลดระดับไขมันในเลือด
4. ช่วยลดความดันโลหิต
5. ช่วยระดับลดน้ำตาลในเลือด
6. ธีโอโบรมีน (theobromine) เป็นสารอัลคาลอยด์ที่แยกได้จากเมล็ดโกโก้ มีฤทธิ์กระตุ้นหัวใจ ขยายหลอดเลือด นิยมใช้เมื่อมีอาการบวมเกี่ยวกับโรคหัวใจ
7. ช่วยป้องกันฟันผุ
8. ธีโอโบรมีน (theobromine) มีฤทธิ์ขับปัสสาวะ จึงใช้เป็นยาขับปัสสาวะได้
9. ช่วยทำให้กล้ามเนื้อเรียบคลายตัว แก้หอบหืดคล้ายกับฤทธิ์ของ Theophylline แต่บริโภคในปริมาณมากก็อาจทำให้เสพติดได้
10. ช่วยบรรเทาอาการอักเสบ
11. ในประเทศฟิลิปปินส์จะใช้น้ำต้มจากรากโกโก้เป็นยาขับระดูของสตรี
12. ธีโอโบมา ออยล์ (theobroma oil) หรือเนยโกโก้ (cocoa butter) เป็นไขมันที่แยกออกเมื่อนำเมล็ดโกโก้มาคั่ว ธีโอโบมา ออยล์ (theobroma oil) ใช้เป็นยาพื้นในการเตรียมยาเหน็บและเครื่องสำอาง

จะเห็นได้ว่าโกโก้เป็นพืชที่มีประโยชน์มากมาย แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายและสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงได้ การใส่ใจดูแลตั้งแต่ต้นน้ำ เริ่มที่แปลงปลูก การจัดการสวน การเก็บเกี่ยว และแปรรูปเป็นเมล็ดโกโก้แห้งที่มีคุณภาพ ย่อมส่งผลดีไปยังภาคการผลิตกลางน้ำและปลายน้ำ เพื่อให้ได้โกโก้และผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค สมดังชื่อ “*Theobroma cacao*” โกโก้อาหารของเทพเจ้า

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2564. รายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืช. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร-ข้อมูลสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร. แหล่งที่มา: https://production.doae.go.th/service/data-state-product/index, 27 เมษายน 2564.

เกรียงไกร จำเริญมา. 2557. แมลงศัตรูเจาะ. *ใน* แมลงศัตรูไม้ผล. เอกสารวิชาการ, กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 129-139.

จรัสศรี วงศ์กำแหง และไพศาล ศุภางคเสน. 2531. การศึกษาชีววิทยามวนโกโก้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2531 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 119-125.

จรัสศรี วงศ์กำแหง, ไพศาล ศุภางคเสน, ผานิต งานกรณาธิการ และวิทย์ สุวรรณวุธ. 2531. การศึกษานิเวศน์วิทยาของมวนโกโก้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2531 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 98-99.

จรัสศรี วงศ์กำแหง, สุรพล ตรุยานนท์, ผานิต งานกรณาธิการ และวิทย์ สุวรรณวุธ. 2533. การศึกษาชนิดแมลงปีกแข็งกินใบโกโก้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2533. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร กรมวิชาการเกษตร. 184-201.

จรัสศรี วงศ์กำแหง, วิชิต ตรีพันธ์, ผานิต งานกรณาธิการ และอานุภาพ ธีระกุล. 2534. การป้องกันกำจัดด้วงปีกแข็งกินใบโกโก้ด้วยการหยอดสารฆ่าแมลงชนิดเม็ดลงในดิน และการพ่นสารฆ่าแมลงชนิดน้ำลงบนใบ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2534 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 319-347.

จรัสศรี วงศ์กำแหง, วิชิต ตรีพันธ์ และอานุภาพ ธีระกุล. 2535. การศึกษาความเสียหายของผลโกโก้ในระดับการทำลายต่าง ๆ กันของมวนโกโก้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 213-253.

จรัสศรี วงศ์กำแหง, วิชิต ตรีพันธ์ และอานุภาพ ธีระกุล. 2536. การศึกษาความเสียหายของผลโกโก้ในระดับการทำลายต่าง ๆ กัน ของมวนโกโก้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2534 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 81-96.

นิรนาม. 2557. โกโก้ (Cocoa). (ออนไลน์) สืบค้นจาก: http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=7241&s=tblplant. สืบค้น 9 ก.ย. 2562.

ดวงใจ ช่วยสถิตย์. 2535. การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ระหว่างการหมักเมล็ดโกโก้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 127 หน้า.

ดารากร เผ่าชู ประภาพร ฉันทานุมัติ สุนัดดา เชาวลิตร และ ไพรัตน์ ช่วยเต็ม. 2557. ศึกษาโรคและแมลงที่สำคัญสำหรับโกโก้สายพันธุ์ต่างๆที่เหมาะสมสำหรับทำช็อกโกแลต. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

บุสบง มนัสมั่นคง. 2557. แมลงศัตรูลำไยและลิ้นจี่. *ใน* แมลงศัตรูไม้ผล. เอกสารวิชาการ, กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 39-51

ปานหทัย นพชินวงศ์ และเสรี อยู่สถิตย์. 2564. ทดสอบพันธุ์โกโก้ที่เหมาะสมสำหรับทำช็อกโกแลต. (ยังไม่ตีพิมพ์)

ปิยนุช นาคะ. 2537. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวโกโก้. เอกสารประกอบการอบรม การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากน้ำโกโก้. 22 ธันวาคม 2537 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. หน้า 1-12.

ปิยนุช นาคะ. 2539. เอกสารประกอบการปรับระดับ. นักวิชาการเกษตร 7. กรมวิชาการเกษตร.

ปิยนุช นาคะ, จิตสำเริง พยัคฆ์พงษ์, ผานิต งานกรณาธิการ, อานุภาพ ธีระกุล และมลิวัลย์ รัตนพฤกษ์. 2532. เปรียบเทียบการทำให้แห้งของเมล็ดโกโก้โดยการตากแดด อบโดยใช้ความร้อนและพลังงานแสงอาทิตย์. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2532 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 156-175.

ปิยนุช นาคะ, เสรี อยู่สถิตย์, บุญให้ แหลมเพชร และอานุภาพ ธีระกุล. 2538 (ก). การผลิตน้ำโกโก้จากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้และผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดโกโก้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2537-2538 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 156-169.

ปิยนุช นาคะ, เสรี อยู่สถิตย์, บุญให้ แหลมเพชร และอานุภาพ ธีระกุล. 2538 (ข). ศึกษาการทำโกโก้เยลลี่จากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้พันธุ์แนะนำ 3 พันธุ์. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2537-2538 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 170-181.

ผานิต งานกรณาธิการ,รัตนา พลชาติ, จรัสศรี วงศ์กำแหง และอานุภาพ ธีระกุล. 2538. การเปรียบเทียบพันธุ์โกโก้ลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 15 พันธุ์. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2537-2538 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. 102-115.

ผานิต งานกรณาธิการ. 2548 การพัฒนาโกโก้ในประเทศไทย. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 74 หน้า.

ผานิต งานกรณาธิการ อรวินทินี ชูศรี และ ปิยนุช นาคะ. 2558. ทดสอบพันธุ์โกโก้ที่เหมาะสมสำหรับทำช็อกโกแลต. งานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2558, สถาบันวิจัยพืชสวน.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, กนก ติระวัฒน์, ไพศาล วุฒิจำนง, พรชัย ศรีไพบูลย์, เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล, มนัส ชัยสวัสดิ์, สมชาย สุคนธสิงห์, เสริมศักดิ์ ชื่นใน และปิยนุช นาคะ. 2534. โครงการวิจัยและพัฒนากรรมวิธีแปรรูปเมล็ดโกโก้แห้ง. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

ยุพิน กสินเกษมพงษ์, ไพรัตน์ ช่วยเต็ม และอานุภาพ ธีระกุล. 2538. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมการระบาดของโรคผลเน่าดำโกโก้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2534 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 129-136.

ยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ. 2554. สารชีวินทรีย์กำจัดหนู. *ใน* สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด, เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 15: วันที่ 25-29 กรกฎาคม 2554. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 82-91.

วราวุธ ชูธรรมธัช พูลชัย ทีปะปาล ผานิต งานกรณาธิการ และวิทย์ สุวรรณวุธ. 2535. อิทธิพลของ Gas NAA และ Cytokinin ที่มีต่อการติดผลและการลดอัตราการเหี่ยวของผลโกโก้. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. 201-212.

วิจิตร วังใน. 2550. ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. 388 หน้า

วิมาลี วิวัฒนกุลพาณิชย์. 2021. แบรนด์ระดับโลกแห่ใช้ “เนื้อโกโก้” เป็นวัตถุดิบเติมความหวานในอาหารแทนน้ำตาล. SME Thailand: 7 เมษายน 2521. สืบค้นออนไลน์: www.theceomagazine.com/business/innovation-technology/nestle-incoa-chocolate/

วิทย์ สุวรรณวุธ. 2527. การพัฒนาโกโก้ในประเทศไทย รายงานการสัมมนา เรื่อง มะพร้าวและโกโก้. 41–44.

วิทย์ สุวรรณวุธ, ผานิต งานกรณาธิการ, มลิวัลย์ รัตนพฤกษ์ และอานุภาพ ธีระกุล. 2534. การเปรียบเทียบพันธุ์โกโก้ลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 15 พันธุ์. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2534 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. 242-256.

เวียง อากรชี, พิมล วุฒิสินธ์, สุภัทร หนูสวัสดิ์. 2542. การพัฒนาเครื่องอบลดความชื้นกาแฟโรบัสตาแบบถังกลมทรงกระบอกหมุนในแนวนอน. เอกสารรายงานผลการวิจัยฉบับเต็ม, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2563. สถานการณ์การผลิตโกโก้. แหล่งที่มา: https://www.doa.go.th/hort/?page_id=13874, 27 เมษายน 2563.

สมศักดิ์ วรรณศิริ , 2532. สวนโกโก้. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม.

สิริชัย ส่งเสริมพงษ์. 2536. เครื่องมือแปรรูปเมล็ดโกโก้. เครื่องจักรกลเกษตร 2536. กองเกษตรวิศวกรรม. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพ : หน้า 93-96.

ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. 2533. คู่มือการปลูกโกโก้. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 25 หน้า.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรศุลกากร. 2564. สรุป การส่งออก/นำเข้า/ดุลการค้า. แหล่งที่มา: http://tradereport.moc.go.th/TradeThai.aspx, 27 เมษายน 2563

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา และพฤทธิชาติ ปุญวัฒโท. 2563. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันแมลง - สัตว์ศัตรูพืช อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากงานวิจัย. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 230 หน้า.

อรัญ และคณะ, 2541. ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักเมล็ดโกโก้ ใน รายงานโครงการวิจัย เรื่อง การเตรียมเชื้อเริ่มต้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการหมักโกโก้. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 27 หน้า

อัทธ์ พิศาลวานิช. 2561. โกโก้อาเซียน. แหล่งที่มา: https://www.posttoday.com/aec/column/573876, 27 เมษายน 2564.

อาภรณ์ ธรรมเขต วิรัช ชูบำรุง ประเสริฐ เคร่งเปี่ยม และวิทย์ สุวรรณวุธ. 2528. โรคกิ่งแห้งของโกโก้. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2528. 210-216.

อิทธิพล บรรณาการ ศิรินี พูนไชยศรี และสิทธิศิโรดม แก้วสวัสดิ์. 2555. อนุกรมวิธานเพลี้ยไฟวงศ์ย่อย Panchaetothripinae. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555, สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร. 2148-2165.

Adam, S. N. and A. D. Mc Kelvie. 1955. Environmental requirement of cocoa in the gold coast. Rep. Cocoa conf. London 1955. 22-27 pp.

Anshary, A., M. Basir-Cyio, U. Hasanah, Mahfudz, S Saleh, N. Edy and F. Pasaru. 2017. Applications of biological agents and pruning effectively control cocoa pod borer. Asian J. Crop Sci., 9: 125-132.

Afoakwa, E. O. 2014. Cocoa Production and Processing Technology. New York: CRC Press. 329 pp.

Aroyeun, S. O., J. O. Ogunbayo and A. O. Olaiya. 2006. Effect of modified packaging and storage time of cocoa pods on the commercial quality of cocoa beans. Br. Food. J., 108: 141-151.

AusAID. Cocoa Processing Methods for the Production of High Cocoa in Vietnam. 1-18 pp.

Azhar, I .and S. M. Wahi. 1984. Pollination ecology of cocoa in Malaysia. Int. Cocoa Coconut Conf. 1984. Kuala Lumpur.

Azhar, I. and G. E. Long. 1996. Effect of cocoa and pod age on egg distribution and egg parasitism of the cocoa pod borer in Malaysia. Entomologia Experimentalis et Applicata, 81(1), 81-89. doi: 10.1007/BF00187841.

Babin, R. 2018 (a). Pest Management in Organic Cacao. *In* V. Vacante and S. Kreiter (eds.) CAB International Handbook of Pest Management in Organic Farming. 502-518.

Babin, R. 2018 (b). *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae), with a focus on its role as a vector of Cacao Swollen Shoot Virus Disease. ค้นข้อมูลออนไลน์ - https://www.researchgate.net/publication/333784102

Biehl, B., B.M.B. Meyer and R.J. Samarakoddy. 1990. Beans spreading: A method for pulp preconditioning to impair strong nip acidification during cocoa fermentation in Malaysia. J. Sci. Food Agric. 51: 35-45.

CABI. 2021. Cocoa Pod Borer. https://www.cabi.org/isc/datasheet/7017#REF-DDB-183911

Chan, C. L. and S. W. Syed Kamaruddin, 1976. Vascular Streak Dieback (V.S.D.) of Cocoa in Peninsular Malaysia. EMPA Cocoa/Coconut Seminar. Tawau.

Copetti, M. V., B. T. Iamanaka, J. J. Pereira, D. P. Lemes, F. Nakano and M. H. Taniwaki. 2012. Determination of aflatoxins in by-products of industrial processing of cocoa beans. Food Additives & Contaminants: Part A. 29(6): 972-978.

Copetti, M. V., B. T. Iamanaka, J. I. Pitt and M. H. Taniwaki. 2014. Fungi and mycotoxins in cocoa: From farm to chocolate. International Journal of Food Microbiology. 178: 13-20.

Cuatrecasas, J. 1964. Cocoa and its allies. A taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Contrib. U. S. Nat. Herb.* 35, 6: 379-614.

Day, R. 1989. Effect of cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella*, on cocoa yield and quality in Sabah, Malaysia. Crop Protection. 8 (5), 332-339. DOI:10.1016/0261-2194(89)90052-5.

De Zousa, J. T., F. P. Monteiro, M. A. Ferreira and K. Gramacho. 2018. Cocoa diseases: witches' broom. *In* P. Umaharan (ed.) Achieving sustainable cultivation of cocoa. Burleigh Dodds Science Publishing: Cambridge, UK. 1-31 pp.

Duncan, R. J. E., G. Godfrey, T. N. Yap, G. L. Pettiphar and T. Tharumarajah. 1989. Improvement of Malaysian cocoa bean flavor by modification of harvesting, fermentation and drying methods- the Sime Cadbury process. Planter, Kuala Lumpur 65: 157-173.

Egbuta, M. A., C. A. Chilaka, J. Z. Phoku, M. Mwanza and M. F. Dutton. 2013. Co-contamination of Nigerian Cocoa and Cocoa-Based Powder Beverages Destined for Human Consumption by Mycotoxins. Studies on Ethno-Medicine, 7(3): 187-194.

Felice, F., A. Fabiano, M. De Leo, A. M. Piras, D. Beconcini, M. M. Cesare, A. Braca, Y. Zambito and R. Di Stefano. 2020. Antioxidant Effect of Cocoa By-Product and Cherry Polyphenol Extracts: A Comparative Study. Antioxidants 9, 132: 1-14.

Forsyth, W.G.C. and V.C. Quesnel. 1957. Cocoa glycosidase and colour changes during fermentation. J. Sci. Food Agric. 8: 505-509.

Frison, E.A., M. Dlekman and D. Nowell. 1999. FAO/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm. No. 20. Cacao (1st revision). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome/International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Hernández- Hernández, C., A. M. Sillero, J. F. Bolaños, A. B. Oria, A. A. Morales and G. Rodríguez-Gutiérrez. 2019. Cocoa bean husk: industrial source of antioxidant phenolic extract. Journal of the Science of Food and Agriculture 99 (1): 325-333

Humphries, E. C. 1943. Wilt of Cocoa. I. An Investigation into the causes. Ann. Bot. V. VII: 31-44.

John, T. A. and G. K. Maliphant. 1958. Yield variation in tree crop experiments with specific reference to cacao. Nature. 182: 1613-14 pp.

Karim, A. A., A. Azian, A. Ismail, P. Hashim and N. A. Abdullah. 2014. Antioxidants properties of cocoa pods and shells. Malaysian Cocoa J. 8: 49-56.

Khairul Bariah, S., A. Fazilah and A. Y. Tajul. 2017. Effect of Cocoa Pods Storage on the Temperature and Physicochemical Changes during Shallow Box Fermentation. IJISET, 4 (12): 197-203.

Leach, J. R., R. Shepherd and P. D. Turner. 1971. Underplanting coconuts with cacao in Malaysia. Proc. 3rd Int. Cocoa Res. Conf. Accra. 1969. 346 – 355 pp.

Ling, A.H. 1983. Cocoa nutrition and manuring on inland soils in Peninsular Malaysia. Proc. 2nd Nat. Cocoa Cout., Medan. P119-135.

Marelli, J. P., D. I. Guest, B. A. Bailey, H. C. Evans, J. K. Brown, M. Junaid, R. W. Barreto, D. O. Lisboa and A. S. Puig. 2019. Chocolate Under Threat from Old and New Cacao Diseases. Phytopathology, 109(8). https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-18-0477-RVW

Morán-Rosillo, José Luis and Castillo-Carrillo, Pedro Saúl. 2020.The fruit borer and the cacao stem (*Carmenta theobromae*, Lepidoptera: Sesiidae) in theZarumilla, Tumbes, Perú. *Revista Colombiana de Entomología*, *46*(1), e10165. Epub June 30, 2020. https://doi.org/10.25100/socolen.v46i1.10165

Morillo, F., P. Sánchez, B. Herrera, C. Liendo-Barandiaran, W. Muñoz and J. V. Hernández. Pupal development, longevity and behavior of *Carmenta theobormae* (Lepidoptera: Sesiidae). Florida Entomologist 92(2): 355-361.

Mumford. J. D. and S. H. Ho. 1988. Control of the cocoa pod borer (Conopomorpha cramerella). Cocoa Growers' Bulletin, No. 40: 19-29.

Nair, K. P. 2010. Cocoa (*Theobroma cacao* L.) *In* the Agronomy and Ecology of Important Tree Crops of the Developing World. The Hague, Netherlands: Elsevier, Chapter 5, pp. 131-180.

Nair, N. and A. K. Sahoo. 2006. Incidence of *Conopomorpha cramerella* Snellen (Gracillariidae: Lepidoptera): a serious pest of litchi and its control in West Bengal. Environment and Ecology. 24S (Special 3A), 772-775.

Opoku-Ameyaw, K., F. Baah, E. Gyedu-Akoto, V. Anchirinah, H. K. Dzahini-Obiatey, A. R. Cudjoe, S. Aquaye and S. Y. Opoku. 2010. Cocoa Manual: A source book for Sustainable Cocoa Production. Cocoa Research Institute of Ghana.

Ranjeet B., R. Sharma and R. P. Agnihotri. 2000. Incidence, varietal preference and control of fruit borer, *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillariidae) on litchi (Litchi chinensis) in Himachal Pradesh. Indian Journal of Agricultural Sciences. 70 (5), 301-304.

Raters, M., Matissek, R. 2005. Study on distribution of mycotoxins in cocoa beans. *Mycotox Res* **21,** 182–186. https://doi.org/10.1007/BF02959259

Roelofsen, P.A. 1958. Fermentation, drying and storage of cacao beans. Adv. Food Res. 8: 25-296.

Rosmana A. M., A. Taufik, A. Asman, N. J. Jayanti and A. A. Hakkar. 2019. Dynamic of Vascular Streak Dieback Disease Incidence on Susceptible Cacao Treated with Composted Plant Residues and *Trichoderma asperellum* in Field. Agronomy. 9, 650. https://doi.org/10.3390/agronomy9100650.

Sahoo, A. K., Anusmriti Roy, Ray, S. K., 2010. Comparative efficacy of insecticides and neem formulations against Litchi fruit borer, Conopomorpha cramerella Snellen (Gracillariidae: Lepidoptera). The Journal of Plant Protection Sciences, 2(2), 92-94. http://www.aappbckv.org/journal/abs.php?id=57

Sánchez-Harvás, M., J. V. Gil, F. Bisbal, D. Ramón and P. V. Martínez-Culebras. 2008. Mycobiota and mycotoxin producing fungi from cocoa beans. International Journal of Food Microbiology. 125(3): 336-340.

Saripah, B. 2014. Control of Cocoa Pod Borer Using Insecticides and Cocoa Black Ants. Malaysian Cocoa Journal, 8: 14-22.

Saripah, B. and I. Azhar. 2007. Implementation of Cocoa Pod Sleeving in Controlling Cocoa Pod Borer Infestation. In Proceedings 2007 Conference on Plant Plantation Commodities. 3-4 July 2007, Kuala Lumpur, Malaysia. 221-227.

Saripah, B. and I. Azhar. 2012. Five Year of Using Cocoa Black Ants, to Control Cocoa Pod Borer at Farmer Plot – An Epilogue. Malaysian Cocoa Journal, 7: 8-14.

Shahbandeh, M. 2021. Cocoa bean production worldwide 2018/19 & 2020/21, by country. Available source: https://www.statista.com/statistics/263855/cocoa-bean- production-worldwide-by-region/, April 12, 2021.

Swiss Platform for Sustainable Cocoa. 2020. Available source: https://www.kakaoplattform.ch/resources

Taniwaki M.H., Pitt JI, Copetti MV, Teixeira AA, Iamanaka BT. 2019. Understanding Mycotoxin Contamination Across the Food Chain in Brazil: Challenges and Opportunities. *Toxins*. 11(7): 411. https://doi.org/10.3390/toxins11070411

The National Focal Point for the ASEAN COCOA CLUB (ACC) on ASEAN Cooperation and Joint Approaches in Agriculture and Forest Products Promotion Scheme. 2019. Malaysia.

Theobroma L. in GBIF Secretariat. 2021. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset https://doi.org/10.15468/39omei accessed via GBIF.org on 2021-04-30

Thong, K. C. and W. L. Ng. 1978. Growth and nutrient composition of Monocrop cocoa plants of inland Malaysian soils. Proc. Int. Conf. Cocoa Coconuts, Kuala Lumpur, 1978: 262-86.

Toxopeus, H. 1985. Botany, types and populations. *In* G. A. R. Wood and R. A. Lass. (Eds.). 1985. Cocoa. Longman. London and New York. 17-37.

Toxopeus, H. 1987. Botany, types and populations. *In* G. A. R. Wood and R. A. Lass (eds). 1987. *Cocoa, 4th edition-Tropical agriculture series*. Longman Scientific & Technical: Harlow. 11-37 pp.

US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USDA Nutrient Data Laboratory, 2005. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18.

Uthaiah, B.C. and U. V. Sulladmath. 1980. Effect of Boron, Calcium and Magnesium on Cherelle Wilt in Cacao. Journal of Plantation Crops. (180) 8 (1): 24 – 28 pp.

van Himme, M. 1959. Etude du systeme radiculaire du cacaoyer. *Bull. Ageic. Du Congo Belge et du Ruanda-Urndi*. 50, 6: 1541-600.

Walmsley D. 1964. Irrigation and weed control. Ann. Rep. Cacao Res. 1963: 53-58 pp.

Wessel, M. 1970. Fertilizer experiments on farmers cocoa in South Western Nigeria. Cocoa Growers Bulletin, 15: 22-27 pp.

Wintgens, J. N. 1991, Influence of genetic factors and agroclimatic conditions on the quality of cocoa. 2nd International Congress on Cocoa and Chocolate. May 1991 Munich.

Wood, G. A. R. 1980. Cocoa. Tropical Agricultural series. Longman House: Harlow. 50–210 pp.

Wood, G. A. R. 1987. Environment. *In* G. A. R. Wood and R. A. Lass (eds). 1987. Cocoa 4th edition-Tropical agriculture series. Longman Scientific & Technical: Singapore. 38-92 pp.

Wood, G.A.R. and R.A. Lass. 1985. Cocoa, 4th ed. Tropical Agriculture Series. Longman, New York.

Yara. 2021. Iron deficiency – Cocoa. Available online: https://www.yara.com.gh/crop-nutrition/cocoa/nutrient-deficiencies-cocoa/iron-deficiency-cocoa/

ภาคผนวก

แมลงศัตรูโกโก้

แมลงศัตรูโกโก้ในประเทศไทย พบมากกว่า 30 ชนิด (จรัสศรี, 2534) โดยแมลงทุกชนิดที่พบจะทำความเสียหายมากหรือน้อยแตกต่างกันไป แมลงที่สำรวจพบ มีดังนี้

ชนิดของแมลง	ลักษณะการทำลาย
1. Order Orthoptera	
ตั๊กแตนหนวดสั้น	กัดกินใบทำให้ใบโกโก้แหว่งขาด
ตั๊กแตนหนวดยาว	
2. Order Homoptera	
เพลี้ยกระโดดสีขาว *Lawana conspersa*	ดูดน้ำเลี้ยง กิ่งก้าน ผลโกโก้
เพลี้ยจักจั่นเขา	ดูดน้ำเลี้ยงก้านและบนผลโกโก้
เพลี้ยแป้ง *Planococcus citri*	ดูดน้ำเลี้ยงยอดอ่อน ตาใบ ผล กิ่ง ก้าน
Ferrisia virgata	ดูดน้ำเลี้ยงยอดอ่อน ผลโกโก้
เพลี้ยอ่อน *Toxoptera aurantii*	
3. Order Hemiptera	
มวนโกโก้ *Helopeltis* sp.	ดูดน้ำเลี้ยงยอดอ่อน ผลโกโก้ทุกขนาดทำให้สีดำแห้ง
H. collaris (Stal)	ผลเสีย
4. Order Thysanoptera	
Heliothrips haemorrhoidalis	ดูดน้ำเลี้ยงบนใบโกโก้รวมทั้งผลด้วย
Selenothrips rubrocinctus	
5. Order Coleoptera	
ด้วงงวงกินใบ Family Curculionidae	
Sepiomus sp.	ขอบใบหยักเป็นรูปฟันเลื่อย
Astycus lateralis	ขอบใบหยัก ใบเว้าแหว่ง ขาดวิ่น
Hypomeces squamosus	ขอบใบหยัก ใบเว้าแหว่ง ขาดวิ่น
Desimidophorus braviusculus	กินก้านใบ ยอดอ่อน
Phrixopogon sp.	ทำลายใบ รูปร่างไม่แน่นอน
Platytrachelus pisttacinus	ทำลายใบ รูปร่างไม่แน่นอน
Prdoctes sp.	ทำลายใบ รูปร่าง ไม่แน่นอน
ด้วงกินใบ Family Scarabaeidae	
Adoretus sp.	กัดกินใบเป็นรู รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
Apogonia sp.	กัดกินใบเป็นรู รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ชนิดของแมลง	ลักษณะการทำลาย
Microtrichia sp.	กัดกินใบเป็นรู รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
ด้วงกินใบ Family Chrysomelidae	
Aulacophora foveicollis	กัดกินใบ รูปร่างไม่แน่นอน ทั้ง 3 ชนิด
A. similis	
Aulacophora sp.	ระบาดนาน ๆ ครั้ง (accident outbreak)
ด้วงกินใบ Family Anthribidae	กัดกินทำลายใบโกโก้พบเป็นครั้งคราว
Andracerus stuatus	
ด้วงเจาะกิ่ง Family Cerambycidae	พบเป็นบางครั้ง
Coptops polyspila	
มอดเจาะกิ่ง Family Bostrychidae	พบเป็นบางครั้ง
Xylothrips flavipes	
6. Order Lepidoptera	
Family Limacodidae	กินใบโกโก้
Parasa lepida	
Thosea siamica	
T. bipartita	กินใบโกโก้
Darna pallivitta	
D. furva	
Family Lymantriidae	
Dasychira medosa	กินใบและผลโกโก้
D. horsfieldii	
Family Noctuidae	
Spodoptera litura	พบกินใบของต้นกล้าในเรือนเพาะชำ
Family Tortricidae	
Lobesia sp.	กัดกินทำลายใบ ม้วนใบอ่อน
Archips sp.	
Homona sp. (Leaf sticker)	
Family Psychidae (หนอนปลอก bagworm)	
Pagodiella hekmeyeri	หนอนปลอกทำลายใบ
Mahasena sp.	
Clania cramerii.	
C. wallacei	
Family Cossidae	

ชนิดของแมลง	ลักษณะการทำลาย
Zeuzera coffeae	เจาะกิ่งลำต้น
Z. indica	
Family Geometridae	
Hyposidra talaca	กัดกินใบอ่อน
Famiyly Eupterotidae	
Eupterote sp.	กัดกินใบโกโก้

เอกสารวิชาการ: เทคโนโลยีการผลิตโกโก้
Technology of Cacao Production

คณะผู้จัดทำ

- **ที่ปรึกษา:**

นายผานิต งานกรณาธิการ	ข้าราชการบำนาญ
นางสาวจรัสศรี วงศ์กำแหง	ข้าราชการบำนาญ
นายเกริกชัย ธนรักษ์	ข้าราชการบำนาญ
นางปิยนุช นาคะ	ที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตร
นางสาวศิริพร วรกุลดำรงชัย	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชสวน
นางสุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ	ผู้เชี่ยวชาญด้านไม้ผล สถาบันวิจัยพืชสวน

- **คณะทำงาน:**

นางสาวทิพยา ไกรทอง	ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร
นางสาวปานหทัย นพชินวงศ์	ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร
นางสาวสุภาพร ชุมพงษ์	ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร
นายไพรัตน์ ช่วยเต็ม	ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร
นางวิไลวรรณ ทวิชศรี	สถาบันวิจัยพืชสวน
นางสุภาภรณ์ สาชาติ	สถาบันวิจัยพืชสวน
นายทวีศักดิ์ แสงอุดม	สถาบันวิจัยพืชสวน
นางสาวลาวัณย์ จันทร์อัมพร	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย
นายพุทธินันทร์ จารุวัฒน์	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
นายบัณฑิต จิตรจำนง	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
นายอนุสรณ์ สุวรรณเวียง	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
นายยุทธศักดิ์ เจียมไชยศรี	สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
นางสาวบุษบง มนัสมั่นคง	สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

- **การอ้างอิง:** สถาบันวิจัยพืชสวน. 2564. เอกสารวิชาการ การจัดการความรู้ “เทคโนโลยีการผลิตโกโก้”. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 124 หน้า.

50 สถาบันวิจัยพืชสวน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900
โทรศัพท์ 02 579 0583, 02 940 5484–5 โทรสาร 02 561 4667