ISBN : 978-616-358-456-4

กรมวิชาการเกษตร

การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย

Technology of Macadamia Production

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

การจัดการความรู้ “เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย”

Technology of Macadamia Production

สถาบันวิจัยพืชสวน
กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ISBN: 978-616-358-456-4

พิมพ์ครั้งที่ 1 : สิงหาคม 2563
จำนวน 100 เล่ม
ลิขสิทธิ์ของกรมวิชาการเกษตร
ห้ามคัดลอกข้อความ หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร
การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย
--พิมพ์ครั้งที่ 1-- กรุงเทพฯ : บริษัท การันตี จำกัด, 2563
100 หน้า
1. เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย
ISBN : 978-616-358-456-4

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/

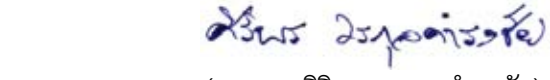
พิมพ์ที่
การันตี Guarantee (นนทบุรี) โทร. 02 982 8035

คำนำ

มะคาเดเมีย เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ใบมีสีเขียวตลอดปี จัดเป็นพืชสวนอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจ และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั่วโลก มีราคาสูง สามารถใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น เนื้อในมะคาเดเมียอบรสชาติต่าง ๆ คุกกี้มะคาเดเมีย มะคาเดเมียเคลือบช็อกโกแลต ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น สบู่ ครีมบำรุงผิว แชมพู และถ่านอัดแท่งจากกะลามะคาเดเมีย เป็นต้น

มะคาเดเมีย เริ่มนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2496 โดยกรมกสิกรรม (เดิม) ในสมัยนั้นและมีการติดต่อนำพันธุ์ กิ่งพันธุ์ และเมล็ดพันธุ์ เข้ามาปลูกศึกษาอย่างต่อเนื่อง และในปี 2527 สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ได้สนับสนุนงบประมาณในการสั่งซื้อพันธุ์เข้ามาให้ทดลองศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งนับเป็นพระมหากรุณาธิคุณที่พระบาทสมเด็จพระมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงประทานให้แก่กรมวิชาการเกษตร และทรงเล็งเห็นความสำคัญของพืชนี้ ซึ่งศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยมาอย่างต่อเนื่อง มีบุคลากรเจ้าหน้าที่ที่มีประสบการณ์และถ่ายทอดองค์ความรู้มาสู่รุ่นต่อรุ่น ประกอบกับในปัจจุบันบุคลากรที่มีองค์ความรู้เกี่ยวกับมะคาเดเมียในด้านต่าง ๆ บางท่านก็เกษียณอายุราชการ บางท่านก็ใกล้เกษียณอายุราชการ ดังนั้น ในปี 2563 สถาบันวิจัยพืชสวน และ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จึงได้เลือกและจัดทำองค์ความรู้เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย และได้เชิญบุคลากรที่ทำงานและมีประสบการณ์เกี่ยวกับมะคาเดเมียทั้งจากอดีตและปัจจุบันมาให้ข้อมูล และร่วมวิเคราะห์กระบวนการในขั้นตอนที่เป็นงานประจำหรือเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่อยู่ในตัวบุคคลและนำมาเรียบเรียงจัดทำเป็นเอกสารวิชาการ การจัดการความรู้ “เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย” ซึ่งเนื้อหาสาระในเอกสารวิชาการดังกล่าว เป็นการรวบรวมสถานการณ์การผลิตและการตลาด ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะคาเดเมีย ประวัติและการพัฒนาพันธุ์ พันธุ์และการพัฒนาพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร เทคโนโลยีการผลิต เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และการแปรรูป จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารวิชาการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร ผู้ประกอบการ นักวิชาการ และผู้ที่สนใจทั่วไปสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการผลิตให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพได้มาตรฐานสร้างความมั่นคงและรายได้เพิ่มขึ้นแก่ทุกภาคส่วน รวมถึงช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

สุดท้ายสถาบันวิจัยพืชสวน ขอขอบพระคุณท่านที่ปรึกษา คณะทำงาน และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องที่ร่วมดำเนินการฯ จนบรรลุผลสำเร็จและจะเป็นประโยชน์ที่ใช้ในการพัฒนาพืชมะคาเดเมียให้ก้าวหน้าอย่างยั่งยืน



(นางสาวศิริพร วรกุลดำรงชัย)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชสวน
สิงหาคม 2563

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญ	1
บทที่ 2 สถานการณ์การผลิตและการตลาด	3
2.1 สถานการณ์การผลิตมะคาเดเมียของโลก	3
2.2 สถานการณ์การผลิตมะคาเดเมียของประเทศไทย	8
2.3 แนวโน้มการตลาดของมะคาเดเมีย	13
บทที่ 3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะคาเดเมีย	16
3.1 การจำแนกชั้นทางพฤกษศาสตร์	16
3.2 ลักษณะทั่วไป และชนิดของมะคาเดเมีย	18
3.3 ระยะการพัฒนาของผลมะคาเดเมีย	27
บทที่ 4 ประวัติและการพัฒนาพันธุ์มะคาเดเมีย	28
บทที่ 5 การปรับปรุงพันธุ์มะคาเดเมียของกรมวิชาการเกษตร	33
บทที่ 6 เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย	42
6.1 ปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของมะคาเดเมีย	42
6.2 การขยายพันธุ์มะคาเดเมีย	43
6.3 วิธีการขยายพันธุ์	46
6.4 การจัดทรงต้นและการตัดแต่งกิ่ง	55
6.5 การจัดการน้ำและเขตกรรม	57
6.6 การจัดการปุ๋ย	59
6.7 ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด	61
บทที่ 7 เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และการแปรรูป	69
7.1 วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว	69
7.2 การแปรรูป	70
7.3 การเก็บรักษาผลผลิต	71
7.4 การขนส่ง	72
7.5 การกำหนดมาตรฐาน	73
7.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคา	78
7.7 เครื่องมือแปรรูปมะคาเดเมีย	78
7.8 การแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า	81
เอกสารอ้างอิง	91
คำขอบคุณ	98

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	พื้นที่ปลูกและปริมาณการผลิตมะคาเดเมียในประเทศต่าง ๆ พ.ศ. 2558-2563	3
ตารางที่ 2	สถานการณ์การเพาะปลูกมะคาเดเมียของแต่ละจังหวัด ปี 2561	9
ตารางที่ 3	การนำเข้ามะคาเดเมียแบบทั้งกะลาและทีมีเฉพาะเมล็ดเนื้อในของประเทศไทย ปี 2562	12
ตารางที่ 4	การส่งออกมะคาเดเมียแบบทั้งกะลาและที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อในของประเทศไทย ปี 2562	13
ตารางที่ 5	ลักษณะของผิวกะลา ผล ใบแก่ ใบอ่อน และสีดอกของ *M. tetraphylla* และ *M. integrifolia*	18
ตารางที่ 6	ลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดหรือกะลาและเนื้อในของมะคาเดเมีย พันธุ์เชียงใหม่ 700 (#741) อายุ 1-8 เดือน (ธันวาคม 2536-กรกฎาคม 2537) ที่ห้วยฮ่องไคร้ และแม่จอนหลวง จ.เชียงใหม่	27
ตารางที่ 7	ลักษณะของพันธุ์เชียงใหม่ 400 พันธุ์เชียงใหม่ 700 และพันธุ์เชียงใหม่ 1000	39

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	สัดส่วนการผลิตมะคาเดเมียของแต่ละประเทศและผลรวมทั้งหมดระหว่างปี ค.ศ. 2003-2019	4
ภาพที่ 2	อัตราการเติบโตของตลาดมะคาเดเมียในทวีปต่าง ๆ	4
ภาพที่ 3	ร้อยละการผลิตผลไม้เปลือกแข็งชนิดต่าง ๆ ของโลก ปี 2562	5
ภาพที่ 4	พื้นที่ปลูกมะคาเดเมียในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ปี พ.ศ. 2562	6
ภาพที่ 5	พื้นที่ปลูกมะคาเดเมียของประเทศไทย ระหว่าง ปี 2557-2561	9
ภาพที่ 6	ผลผลิตมะคาเดเมียที่เก็บเกี่ยวได้ และราคาจำหน่ายเฉลี่ย ปี 2557-2561	10
ภาพที่ 7	ลักษณะผิวกะลา (ก) และ (ข) ผล (ค) และ (ง) ใบอ่อน (จ) และ(ฉ) ใบแก่ (ช) และ (ซ) และสีดอก (ฌ) และ (ญ) ของ *M. tetraphylla* และ *M. integrifolia*	19
ภาพที่ 8	ตำแหน่งที่เกิดช่อดอกของมะคาเดเมีย	20
ภาพที่ 9	ลักษณะช่อดอกและตำแหน่งที่ดอกเริ่มบานบนช่อโดยจะเริ่มบานที่ระดับ 2/3 ของช่อ	21
ภาพที่ 10	ลักษณะการบานของดอกมะคาเดเมีย (ก-ฉ)	22
ภาพที่ 11	ส่วนประกอบของดอกมะคาเดเมีย (ก-ซ)	22
ภาพที่ 12	ลักษณะการออกดอกของมะคาเดเมีย	24
ภาพที่ 13	ส่วนประกอบของผลมะคาเดเมีย	25
ภาพที่ 14	ลักษณะช่อผลของมะคาเดเมีย	26
ภาพที่ 15	ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของ พันธุ์ เชียงรายสายต้นเบอร์ 5 (CR D4-5)	37
ภาพที่ 16	ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของ พันธุ์ เชียงรายสายต้นเบอร์ 7 (CR D4-7)	37
ภาพที่ 17	ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของ พันธุ์ เขาค้อสายต้นเบอร์ 27 (KK D4-27)	37
ภาพที่ 18	ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของ พันธุ์ พันธุ์เชียงใหม่ 1 (A4)	41
ภาพที่ 19	ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของ พันธุ์ เชียงใหม่ 2 (849)	41
ภาพที่ 20	ขั้นตอนการเพาะเมล็ดต้นตอ (ก-ฉ)	45
ภาพที่ 21	การเตรียมฮอร์โมน IBA 6,000 ppm (3,000 มิลลิกรัม/500 มิลลิลิตร) (ก-ง)	47
ภาพที่ 22	การทาบกิ่งแบบเสียบข้าง (Modified veneer side grafting) (ก-ญ)	49
ภาพที่ 23	การปฏิบัติหลังการทาบกิ่ง (ก-ช)	50
ภาพที่ 24	การต่อกิ่งแบบเสียบลิ่ม (Cleft grafting) (ก-ฑ)	55
ภาพที่ 25	การจัดทรงพุ่มต้น (ก-ฉ)	56
ภาพที่ 26	การให้น้ำช่วง อายุ 1-4 ปี แบบพ่นฝอยขนาดเล็กมากหรือหยดน้ำ	57
ภาพที่ 27	การให้น้ำช่วง อายุ 5 ปีขึ้นไป แบบพ่นฝอยขนาดเล็กหรือแบบพ้นเหวี่ยงขนาดเล็ก	58
ภาพที่ 28	ระบบน้ำสำหรับแปลงมะคาเดเมีย	58
ภาพที่ 29	คลุมโคนด้วยฟางช่วยรักษาความชื้นของดินช่วงฤดูแล้ง	59
ภาพที่ 30	วิธีการใส่ปุ๋ยเคมี	60

		หน้า
ภาพที่ 31	สัตว์ฟันแทะในกลุ่มกระรอก (Squirrel family (*Sciuridae*)) ศัตรูมะคาเดเมียที่พบในแปลงทดลองมะคาเดเมีย ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ต.แม่นาจร อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ (ก-ค)	61
ภาพที่ 32	สัตว์ฟันแทะในกลุ่มหนู (Rat and mice family (*Muridae*)) ศัตรูมะคาเดเมียที่พบในแปลงทดลองมะคาเดเมีย ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ต.แม่นาจร อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ (ก-ค)	62
ภาพที่ 33	สัตว์ฟันแทะในกลุ่มอ้น (Mole rat family (*Rhizomyidae*)) ศัตรูมะคาเดเมียที่พบในแปลงทดลองมะคาเดเมีย ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ต.แม่นาจร อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	63
ภาพที่ 34	ลักษณะการเข้าทำลายของสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย	63
ภาพที่ 35	เพลี้ยอ่อนดำส้ม และลักษณะการเข้าทำลาย	65
ภาพที่ 36	ลักษณะการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟในผลมะคาเดเมีย	65
ภาพที่ 37	เพลี้ยแป้ง และลักษณะการเข้าทำลาย	65
ภาพที่ 38	หนอนเจาะผล และลักษณะการเข้าทำลายผลมะคาเดเมีย	66
ภาพที่ 39	ลักษณะอาการใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Neopestalotiopsis clavispora* ในใบมะคาเดเมีย	66
ภาพที่ 40	ลักษณะอาการใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ในใบมะคาเดเมีย	67
ภาพที่ 41	ลักษณะอาการใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora cinnamomi*	68
ภาพที่ 42	การปลูกพืชแซมช่วยในการควบคุมวัชพืช	68
ภาพที่ 43	เก็บผลแก่ที่ร่วงใต้ต้น เพื่อนำไปกะเทาะเปลือกเขียวออก	69
ภาพที่ 44	กะเทาะเปลือกนอก (Dehusking) และผึ่งลมเพื่อลดความชื้น (ก-ง)	70
ภาพที่ 45	ทำการคัดเมล็ด (Sorting nut in shell) (ก-ข)	70
ภาพที่ 46	การลดความชื้นเมล็ด (Drying) (ก-ข)	71
ภาพที่ 47	การอบเพื่อกะเทาะเมล็ด (ก-ง)	72
ภาพที่ 48	เมล็ดทั้งกะลาใส่กระสอบตาข่ายไนล่อนโปร่งเตรียมขนส่ง	72
ภาพที่ 49	เครื่องกะเทาะเปลือกเขียวและหลักการกะเทาะภายในเครื่อง	79
ภาพที่ 50	เครื่องอบเมล็ดมะคาเดเมียแบบกระบะและหลักการสลับลมร้อน	80
ภาพที่ 51	เครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมียระดับเกษตรกร	80
ภาพที่ 52	เครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมียระดับอุตสาหกรรม	81
ภาพที่ 53	มะคาเดเมียอบเกลือ	82
ภาพที่ 54	คุกกี้มะคาเดเมีย	83
ภาพที่ 55	ไอศกรีมมะคาเดเมีย	84
ภาพที่ 56	น้ำมันนวดมะคาเดเมีย	86
ภาพที่ 57	สบู่น้ำมันมะคาเดเมีย	88
ภาพที่ 58	ถ่านกะลามะคาเดเมีย	89
ภาพที่ 59	ถ่านมะคาเดเมียช่วยให้ข้าวหรืออาหารสุกเร็วขึ้น	90

		หน้า
ภาพที่ 60	การนำผงถ่านมะคาเดเมียมาประยุกต์ใช้ลงไปในเส้นใย เพื่อทอเป็นเสื้อผ้าหรือสนับเข่า	90
ภาพที่ 61	ผลิตภัณฑ์จากถ่านมะคาเดเมียเพื่อสุขภาพ	90

บทที่ 1
ที่มาและความสำคัญ

มะคาเดเมีย เป็นไม้ประเภทยืนต้นขนาดใหญ่ ใบมีสีเขียวตลอดปีและไม่ผลัดใบ (evergreen tree) ลักษณะของผลมีเปลือกแข็งและหนา (nut) มีแหล่งกำเนิดในบริเวณใกล้เขตร้อนและฝนตกชุกของรัฐนิวเซาท์เวลส์ และควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย นอกจากนี้ยังมีการนำมาขยายพันธุ์ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก เช่น มลรัฐฮาวายในประเทศสหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐกัวเตมาลา สาธารณรัฐเคนยา สาธารณรัฐซิมบับเว สาธารณรัฐมาลาวี สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ รวมทั้งประเทศไทย (Xavier *et al*., 2016) คุณประโยชน์ของมะคาเดเมียมีหลายประการ อาทิ เนื้อใน (kernel) ของมะคาเดเมียมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณคอเลสเตอรอล ประกอบด้วยวิตามินและเกลือแร่ชนิดต่าง ๆ (Akhtar *et al*., 2008) ส่วนของเนื้อในสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทั้งเพื่อการบริโภคและไม่บริโภค (เหรียญทอง และคณะ, 2556) โดยทั่วไปนิยมนำผลมะคาเดเมียมาบริโภคเป็นอาหารว่าง (snack) ประเภทขบเคี้ยว เนื่องจากมีรสชาติอร่อย จนได้รับการยกย่องให้เป็นราชาแห่งพืชเคี้ยวมัน สามารถนำมาจำหน่ายทั้งในรูปแบบสินค้าเกษตรสำเร็จรูปและแบบกึ่งสำเร็จรูป ประกอบด้วย มะคาเดเมียที่มีกะลา (inshell macadamia nut) ที่ผ่านการอบแห้ง มะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน (macadamia kernel) ที่ยังไม่ผ่านและผ่านการแปรรูป (Angko, 2004) นำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารประเภทต่าง ๆ เช่น ขนมคุกกี้ เบเกอรี่ ชนิดต่าง ๆ ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารคาว หรือนำมาสกัดน้ำมันเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในงานด้านเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง (Cazzola *et al*., 2018) นอกจากนี้กะลาของผลมะคาเดเมียยังสามารถนำมาผลิตเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้พลังงาน เช่น การทำถ่าน เป็นต้น (Xavier *et al*., 2016)

สำหรับประเทศไทย มะคาเดเมียถูกนำเข้ามาใน ปี พ.ศ. 2496 โดย องค์การบริหารวิเทศกิจแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Operation Mission: USOM) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยได้ส่งมอบเมล็ดมะคาเดเมียชนิดผิวเรียบแก่กรมกสิกรรม (ปัจจุบันคือ กรมวิชาการเกษตร) ซึ่งมีการทดลองปลูกในเขตพื้นที่จังหวัดจันทบุรี เชียงใหม่ และตาก (กรมวิชาการเกษตร, 2538) ต่อมาภายหลัง วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2527 พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร และสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีได้ทรงเสด็จพระราชดำเนินและทรงปลูกต้นมะคาเดเมียที่ขุนวาง (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ในปัจจุบัน) (กรมวิชาการเกษตร, 2544) ด้วยพระมหากรุณาธิคุณจึงทำให้กรมวิชาการเกษตรได้เริ่มต้นดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับมะคาเดเมีย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 และยังคงวิจัยต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

นอกจากนี้มะคาเดเมียเป็นพืชที่สามารถนำมาปลูกเพื่อใช้ปรับปรุงสภาพป่าเสื่อมโทรม หรือช่วยรักษาความชุ่มชื้นของแหล่งต้นน้ำ รวมทั้งเป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาปลูกในพื้นที่ที่มีการทำไร่เลื่อนลอยเพื่อสร้างพื้นที่ป่า ในปี พ.ศ. 2561 พื้นที่ปลูกมะคาเดเมียในประเทศไทยมี 10,733 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิต 4,701 ไร่ ซึ่งพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของโครงการพัฒนาดอยตุง โครงการพระราชดำริ เกษตรกรรายย่อย วิสาหกิจชุมชน รวมทั้งผู้ประกอบการเอกชนรายใหญ่และรายย่อย ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เลย เพชรบูรณ์ ตาก ลำปาง เชียงใหม่ พิษณุโลก แม่ฮ่องสอน และชัยภูมิ และพื้นที่ปลูกหลัก ได้แก่ เชียงราย เลย และเพชรบูรณ์ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2562ก) โดยสามารถให้ผลผลิตรวม 1,996,700 กิโลกรัม คิดเป็นผลผลิตต่อไร่จำนวน 927 กิโลกรัม เมล็ดที่มีกะลาราคา 80-100 บาทต่อกิโลกรัม เมล็ดเนื้อในราคา 800-1,200 บาทต่อกิโลกรัม

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ได้ศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมียอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันได้รวบรวมและพัฒนาสายพันธุ์มะคาเดเมีย รวมทั้งถ่ายทอดขยายต้นพันธุ์สู่เกษตรกร ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 400 เชียงใหม่ 700 และ เชียงใหม่ 1000 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ในพื้นที่ปลูกและสภาพอากาศที่แตกต่างกัน อีกทั้งมีการศึกษาและพัฒนาสายพันธุ์ให้สามารถปลูกในพื้นที่ที่มีความหลากหลายจากระดับทะเลที่แตกต่างกัน วิธีการในการขยายพันธุ์ และปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิต เช่น การจัดทรงพุ่มและการตัดแต่งกิ่ง การจัดการระบบน้ำ การจัดการธาตุอาหาร การจัดการวัชพืช แมลง และโรคที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับต้นและผลผลิต เทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว การกำหนดมาตรฐานของผลผลิต การแปรรูปผลผลิตมะคาเดเมียอย่างครบวงจรด้วยเครื่องมือและเครื่องจักรกลขนาดเล็ก รวมถึงการเพิ่มมูลค่ามะคาเดเมียด้วยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย สถาบันวิจัยพืชสวนจึงได้รวบรวมองค์ความรู้ในด้านต่าง ๆ ของการผลิตมะคาเดเมียให้มีผลผลิตสูง และมีคุณภาพได้มาตรฐานมาจัดพิมพ์ ซึ่งจักเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้ประกอบการ เพราะการปลูกมะคาเดเมียซึ่งเป็นไม้ยืนต้นที่ให้ผลผลิตยาวนานจะช่วยพัฒนาความเป็นอยู่ของเกษตรกรที่ปลูกมะคาเดเมียให้มีความมั่นคง สร้างรายได้ที่ยั่งยืนรวมทั้งผู้ประกอบการแปรรูป เนื่องจากตลาดยังเปิดกว้าง มีรายได้เพิ่มขึ้น มีคุณภาพชีวิตที่ดีทำให้ชุมชนเข้มแข็ง และช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยอีกทางหนึ่ง

บทที่ 2
สถานการณ์การผลิตและการตลาด

2.1 สถานการณ์การผลิตมะคาเดเมียของโลก

มะคาเดเมีย มี 2 ชนิด ที่ใช้รับประทานได้ คือ มะคาเดเมียชนิดผิวเรียบ (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) และ ชนิดผิวขรุขระ (*M. tetraphylla* L.) ซึ่งนิยมปลูกเชิงการค้าในประเทศแถบเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน

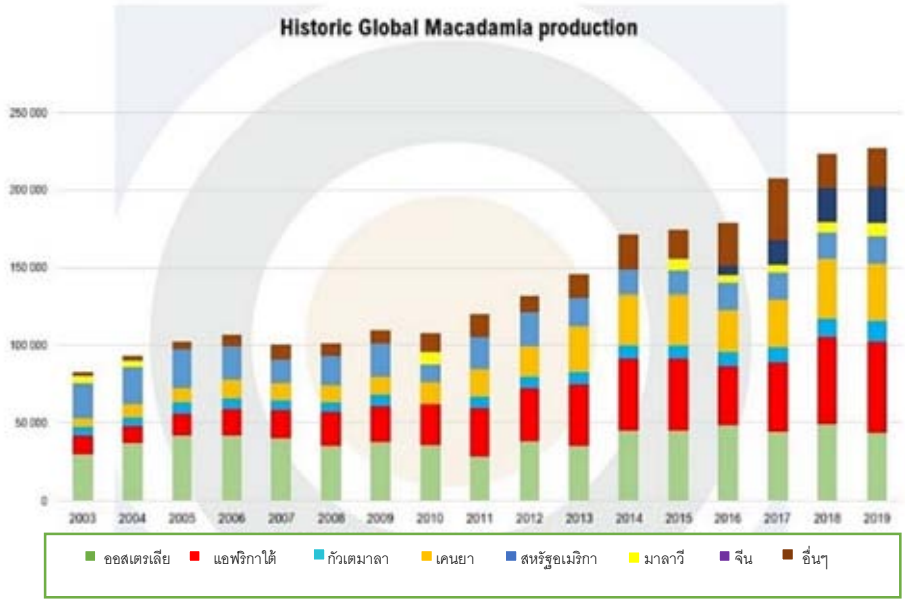
การซื้อ-ขาย มะคาเดเมียสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ มะคาเดเมียแบบเมล็ดทั้งกะลาและมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน จากรายงานการประชุมในปี พ.ศ. 2558 ซึ่งจัดโดย International Nut and Dried Fruit Council พบว่า สาธารณรัฐประชาชนจีน มีพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียมากที่สุดในโลก คือ 406,250 ไร่ และมีพื้นที่ปลูกใหม่ต่อปีมากที่สุด คือ 62,500 ไร่ แต่อย่างไรก็ตามจากการคาดการณ์ ปี พ.ศ. 2563 พบว่า สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ผลิตมะคาเดเมียที่มีเมล็ดทั้งกะลาได้สูงที่สุดในโลกประมาณ 64,800 เมตริกตัน รองลงมาได้แก่ เครือรัฐออสเตรเลียผลิตได้ประมาณ 58,000 เมตริกตัน สาธารณรัฐประชาชนจีนผลิตได้ประมาณ 50,000 เมตริกตัน และ สาธารณรัฐเคนยาปริมาณ 47,000 เมตริกตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกและปริมาณการผลิตมะคาเดเมียของประเทศต่าง ๆ พ.ศ. 2558-2563

ประเทศ	พื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่ปลูกใหม่ (ไร่)	ผลผลิตมะคาเดเมียแบบเมล็ดทั้งกะลา (เมตริกตัน)					
			2558	2559	2560	2561	2562	2563
จีน	406,250	62,500	5,000	8,000	12,000	20,000	30,000	50,000
แอฟริกาใต้	121,875	9,375	46,950	50,500	54,000	57,600	61,200	64,800
ออสเตรเลีย	109,375	6,250	43,945	46,000	50,000	53,000	55,000	58,000
เคนยา	109,375	4,500	24,000	27,500	32,000	36,000	42,000	47,000
กัวเตมาลา	62,500	6,250	8,867	9,050	9,225	9,400	9,575	9,800
สหรัฐอเมริกา	51,000	-	16,500	16,500	16,500	16,500	16,500	16,500
มาลาวี	37,863	1,688	6,559	7,573	6,967	7,803	7,178	8,040
บราซิล	37,500	2,500	6,000	6,300	6,600	6,900	7,200	7,500
เวียดนาม	12,500	12,500	100	500	1,000	2,000	3,000	5,000
โมซัมบิก	6,250	3,125	500	1,000	2,000	5,000	8,000	10,000
รวม	594,488	108,688	158,421	172,923	190,292	214,203	239,653	276,640

ที่มา: SAMAC (2018)

เมื่อพิจารณาข้อมูลสัดส่วนการผลิตมะคาเดเมียของประเทศที่มีการปลูก พบว่า มีแนวโน้มการผลิตมากขึ้นจากปี ค.ศ.2003-2019 (พ.ศ.2546-2562) (ภาพที่ 1)

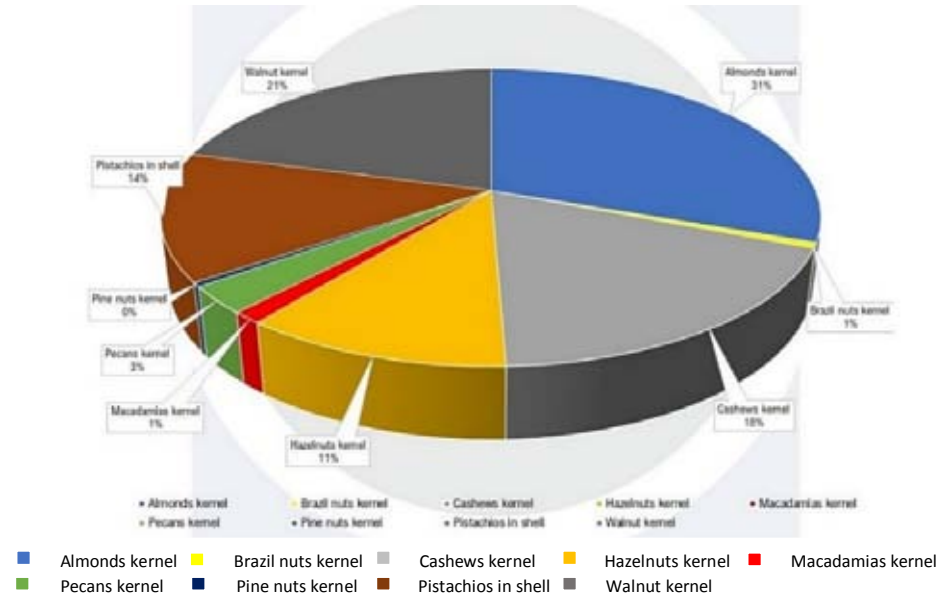


ภาพที่ 1 สัดส่วนการผลิตมะคาเดเมียของแต่ละประเทศและผลรวมทั้งหมดระหว่างปี ค.ศ. 2003-2019 (ที่มา: SAMAC, 2020)

นอกจากนี้ผลผลิตมะคาเดเมียที่ได้ยังมีความสัมพันธ์กับอัตราการเติบโตทางการตลาด ซึ่งพบว่าบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ มีอัตราการเติบโตของตลาดมะคาเดเมียแตกต่างกัน โดยทวีปอเมริกาเหนือ มีอัตราการเติบโตทางการตลาดสูงที่สุด (ภาพที่ 2) เนื่องจากมีการขยายพื้นที่ปลูกใหม่เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ส่วนทวีปอเมริกาใต้ ยุโรป เอเชีย และออสเตรเลีย มีอัตราการเติบโตของตลาดปานกลาง และทวีปแอฟริกามีอัตราการเติบโตของตลาดน้อยที่สุด เนื่องจากเป็นทวีปที่มีการผลิตมะคาเดเมียมาอย่างยาวนาน (Mordor intelligence, 2020)

ภาพที่ 2 อัตราการเติบโตของตลาดมะคาเดเมียในทวีปต่าง ๆ (ที่มา: Mordor intelligence, 2020)

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการผลิตมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อในกับผลไม้เปลือกแข็งชนิดอื่น ๆ พบว่า การผลิตมะคาเดเมียมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 1 ของผลผลิตผลไม้เปลือกแข็งทั้งหมด (ภาพที่ 3) แต่อย่างไรก็ตาม การผลิตมะคาเดเมียมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของตลาด ซึ่งในปี พ.ศ. 2563 ตลาดการส่งออกมะคาเดเมียที่ใหญ่ที่สุด คือ สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ สหรัฐอเมริกา ยุโรป และเอเชีย ตามลำดับ

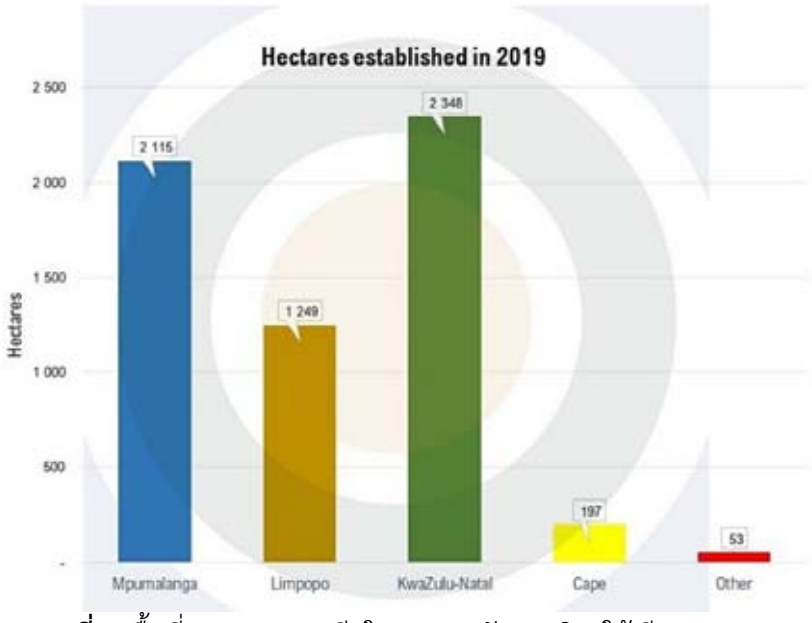


ภาพที่ 3 ร้อยละการผลิตผลไม้เปลือกแข็งชนิดต่าง ๆ ของโลก ปี พ.ศ. 2562
(ที่มา: SAMAC, 2020)

ปัจจุบันตลาดมะคาเดเมียโลกในภาคอุตสาหกรรมประกอบด้วยบริษัทต่าง ๆ เช่น Hamakua Macadamia Nut, MacFarms, Mauna Loa Macadamia Nut Corp, Nambucca Macnuts, Wondaree Macadamia Nuts, Eastern Produce, Golden Macadamias, Ivory Macadamias, Kenya Nut และ Macadamia Processing เป็นต้น เมื่อวิเคราะห์ตลาดการผลิตมะคาเดเมียโดยอ้างอิงจากลักษณะทางภูมิศาสตร์และพื้นที่ปลูก พบว่า มีการมุ่งเน้นตลาดมะคาเดเมียทางเอเชีย มีการจัดกลุ่มตลาดโดยอ้างอิงจากพื้นฐานของโรงงานอุตสาหกรรม ตำแหน่ง ประเภท และการนำไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ยังมีการจัดประเภทของตลาดมะคาเดเมียออกเป็น 3 กลุ่ม ตามรสชาติ ได้แก่ รสชาติดั้งเดิม รสอบเกลือ และรสหวานมัน และยังจัดประเภทตลาดในด้านการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม และอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (Market Wacth, 2020) ประเทศ 5 อันดับแรกของโลกที่มีการผลิต จำหน่าย และนำเข้ามะคาเดเมีย มีดังนี้

1. สาธารณรัฐแอฟริกาใต้

การเพิ่มพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ จากฐานข้อมูลภาคอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2562 พบว่า มีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น 37,263 ไร่ โดยจังหวัด KwaZulu-Natal มีพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียเพิ่มขึ้นสูงสุดติดต่อกันสองปี โดยมีพื้นที่ปลูกใหม่เพิ่มขึ้น 14,675 ไร่ (คิดเป็นร้อยละ 39) รองลงมา คือ จังหวัด Mpumalanga (ร้อยละ 36), Limpopo (ร้อยละ 21), Cape (ร้อยละ 3) และจังหวัดอื่น ๆ (ร้อยละ 1) ตามลำดับ (ภาพที่ 4) พื้นที่ปลูกทั้งหมดในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้มีประมาณ 279,850 ไร่ โดยผลผลิตมะคาเดเมียที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นแบบเท่าตัวและมีอัตราผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับพื้นที่ปลูกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 4 พื้นที่ปลูกมะคาเดเมียในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ปี พ.ศ. 2562
(ที่มา: SAMAC, 2020)

สายพันธุ์มะคาเดเมียที่ได้รับความนิยมในการปลูกอย่างต่อเนื่องจากปี พ.ศ. 2561 คือ สายพันธุ์ Beaumont ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 28 ส่วนในปี พ.ศ. 2563 พบว่า สายพันธุ์ Nelmak ได้รับความนิยมในการปลูกเพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามกับสายพันธุ์ A4 ที่มีความนิยมลดลง นอกจากนี้สายพันธุ์อื่น ๆ ที่นิยมในการปลูกโดยทั่วไป ได้แก่ สายพันธุ์ 816, 814 และ 788

ผลผลิตมะคาเดเมียในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ปี พ.ศ. 2562 แบบทั้งกะลามีปริมาณ 59,050 ตัน (ที่ระดับความชื้นของเมล็ดเนื้อในร้อยละ 1.5) โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2561 จำนวน 2,500 ตัน ซึ่งผลผลิตมะคาเดเมียของแอฟริกาใต้มากกว่าร้อยละ 98 ถูกผลิตเพื่อการส่งออก โดยการส่งออกในปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่าสูงถึง 4.8 พันล้านแรนด์ หรือประมาณ 8.6 พันล้านบาท โดยส่งออกเป็นมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อในปริมาณ 34,556 ตัน หรือประมาณร้อยละ 55 ของการส่งออกมะคาเดเมียทั้งหมด สำหรับภาพรวมการส่งออกเมื่อแยกตลาดเป็นมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน มีปริมาณการส่งออก 11,058 ตัน โดยส่งผลผลิตออกไปยังประเทศแถบอเมริกาเหนือร้อยละ 41 แถบยุโรป รวมทั้งสหราชอาณาจักรร้อยละ 47 แถบเอเชียกลางร้อยละ 7 และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะสาธารณรัฐประชาชนจีนร้อยละ 2 สำหรับมะคาเดเมียแบบทั้งกะลา มีปริมาณการส่งออก 28,056 ตัน หรือประมาณร้อยละ 45 ของผลผลิตเพื่อการส่งออกทั้งหมด ซึ่งตลาดการส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศในแถบเอเชียตะวันออก และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยราคามะคาเดเมียแบบทั้งกะลาจะมีราคา 74.13 แรนด์ หรือประมาณ 130 บาทต่อกิโลกรัม และราคามะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อในจะมีราคา 261.11 แรนด์ หรือประมาณ 480 บาทต่อกิโลกรัม

2. เครือรัฐออสเตรเลีย

มะคาเดเมียที่ปลูกทั่วไปในเครือรัฐออสเตรเลียจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่อต้นมีอายุ 15 ปีขึ้นไป แต่ละต้นสามารถให้ผลผลิตประมาณ 12-20 กิโลกรัมต่อปี ปี พ.ศ. 2561 ผลผลิตมะคาเดเมียในเครือรัฐออสเตรเลียมี 53,000 เมตริกตัน(SAMMAC,2018) โดยพื้นที่ปลูกเริ่มมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 เกิดจากการลงทุนเพื่อให้เกิดความยั่งยืนด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการผลิต ซึ่งส่งผลกระตุ้นให้เกิดการส่งออกผลไม้เปลือกแข็งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 เพิ่มสูงขึ้นเท่าตัว ต่อมาในปี พ.ศ. 2561 มีการขยายพื้นที่ปลูกในทุกภูมิภาค เช่น ภูมิภาค Emerald North ในเมือง Bundaberg, Emerald และ Mackay ในรัฐ

ควีนสแลนด์ และภูมิภาค Yamba south ในเมือง Ballina และ Clarence Valley ในรัฐนิวเซาท์เวลส์ (AgriOrbit, 2018) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการผลิตเชื้อเพลิงด้วยมะคาเดเมียภายในประเทศที่เติบโตเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทางภาคอุตสาหกรรมมีปริมาณการปลูกมะคาเดเมีย 6,000 ล้านต้น ครอบคลุมพื้นที่กว่า 100,000 ไร่ และผู้ปลูกมากกว่า 850 ราย เครือรัฐออสเตรเลียเป็นประเทศที่มีมูลค่าการผลิตมะคาเดเมียของโลกร้อยละ 70 มีการส่งออกมะคาเดเมียไปยังประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก มากกว่า 40 ประเทศ ด้วยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผู้บริโภคที่หันมาให้ความสนใจด้านโภชนาการ และในระดับนานาชาติที่ให้ความสำคัญกับการเติบโตด้านการตลาดของมะคาเดเมีย จึงกลายเป็นสิ่งผลักดันตลาดมะคาเดเมียภายในประเทศอีกด้วย ใน ปี พ.ศ. 2563 เครือรัฐออสเตรเลียยังคงเป็นประเทศอันดับต้น ๆ ในการผลิตมะคาเดเมีย แต่การบริโภคภายในประเทศลดลงเมื่อเทียบกับสหรัฐอเมริกาและสาธารณรัฐประชาชนจีน ผลผลิตมะคาเดเมียที่ได้จากเครือรัฐออสเตรเลียมีร้อยละการส่งออกสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบจากจำนวนผลผลิตภายในประเทศที่มีปริมาณ 12,760 เมตริกตัน โดยแบ่งเป็นการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศเพียง 3,347 เมตริกตัน โดยมีรัฐนิวเซาท์เวลส์ และรัฐควีนสแลนด์ เป็นแหล่งผลิตหลักและกำลังมีการขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้น (Mordor intelligence, 2020; WorldAtlas, 2018)

3. สาธารณรัฐประชาชนจีน

การบริโภคของสาธารณรัฐประชาชนจีน ปี พ.ศ. 2556 มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น 5,843 เมตริกตัน ต่อมาในปี พ.ศ. 2558 มีปริมาณลดลงเหลือ 1,657 เมตริกตัน แต่ปี พ.ศ. 2559 กลับมีการบริโภคเพิ่มขึ้น 4,055 เมตริกตัน สาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นประเทศที่มีการนำเข้าและส่งออกมะคาเดเมียแบบที่ผ่านการแปรรูป ข้อมูลจาก Australian Macadamia Society พบว่า ช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา สาธารณรัฐประชาชนจีนมีการนำเข้ามะคาเดเมียจากตลาดโลกประมาณ 1,294 ตัน จนสิ้นสุดปี พ.ศ. 2559 สาธารณรัฐประชาชนจีนนำเข้ามะคาเดเมียร้อยละ 32 ซึ่งเป็นประเทศที่นำเข้ามะคาเดเมียมากที่สุดของโลก แต่หากมองในภาพรวมของประเทศการนำเข้ามะคาเดเมียของสาธารณรัฐประชาชนจีนมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณการนำเข้า 10,000 เมตริกตัน และลดลงเหลือ 4,500 เมตริกตัน ในปี พ.ศ. 2559 สาธารณรัฐประชาชนจีนต้องการพัฒนาเพื่อกลายเป็นผู้ผลิตมะคาเดเมียและเป็นประเทศผู้ส่งออกรายสำคัญ โดยมณฑลยูนนานเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญของสาธารณรัฐประชาชนจีน ให้ผลผลิตร้อยละ 80 ของผลผลิตทั้งประเทศ มะคาเดเมียได้กลายเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมบนพื้นที่ราบสูงของมณฑลยูนนาน และทำให้จังหวัดหลินชางกลายเป็นศูนย์กลางการซื้อ-ขายมะคาเดเมีย การเตรียมกลยุทธ์ Internet Plus สร้างรูปแบบการค้าออนไลน์มะคาเดเมียโดยเฉพาะ รวมทั้งการเป็นเจ้าภาพจัดประชุมงาน “The 8th International Macadamia Symposium” ระหว่างวันที่ 14-20 ตุลาคม 2561 ที่จังหวัดหลินซาง ภายใต้การผลักดันของรัฐบาลจึงทำให้มณฑลยูนนานได้มีส่วนร่วมในการกำหนดราคามะคาเดเมียในตลาดโลก และช่วยส่งเสริมพัฒนาประสิทธิภาพด้านการปลูกมะคาเดเมียให้ได้มาตรฐาน (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2561; WorldAtlas, 2018)

4. สาธารณรัฐเคนยา

ในปี พ.ศ. 2561 สาธารณรัฐเคนยามีการจำหน่ายผลผลิตมะคาเดเมียปริมาณ 6,435 ตัน โดยความต้องการของตลาดเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 3.93 เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2560 และระหว่างปี พ.ศ. 2558-2561 สาธารณรัฐเคนยามีการส่งออกมะคาเดเมียเพิ่มขึ้นในปริมาณร้อยละ 35.45 และมูลค่ามีการเติบโตเพิ่มขึ้นร้อยละ 159 ในปี พ.ศ. 2561 สร้างรายได้ให้กับประเทศ 87.59 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 2,800 ล้านบาท ซึ่งมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2560 ประมาณร้อยละ 14.24 ที่มีมูลค่าการส่งออก 75.12 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือ ประมาณ 2,400 ล้านบาท เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2560-2561 ในปี พ.ศ. 2561 สาธารณรัฐเคนยามีส่วนแบ่งการตลาดในตลาดโลกร้อยละ 14.8 โดยประเภทของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ มะคาเดเมียผลสดหรือทำให้แห้งแบบทั้งกะลาและที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน (Wamucii, 2020ก) ราคามะคาเดเมียในสาธารณรัฐเคนยาได้มีการปรับเพิ่มสูงขึ้น โดยปี พ.ศ. 2558 มีราคา 10.6 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัม หรือประมาณ 340 บาทต่อกิโลกรัม ปี พ.ศ. 2560 มีราคา 12.15 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัม หรือประมาณ 390 บาทต่อกิโลกรัม และในปี พ.ศ. 2561 ราคาเพิ่มเป็น 13.52 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัม หรือประมาณ 430 บาทต่อกิโลกรัม มีการปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.28 ดังนั้น จึงมีการคาดการณ์ราคามะคาเดเมีย ในปี พ.ศ. 2563 อยู่ระหว่าง 12.15-13.52 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัม หรือประมาณ 390-430 บาทต่อกิโลกรัม (Wamucii, 2020ข)

5. สหรัฐอเมริกา

สหรัฐอเมริกา เป็นประเทศที่มีผู้บริโภคมะคาเดเมียมากที่สุดในโลก โดยมีอัตราการบริโภคอยู่ระหว่าง 8,800-9,800 เมตริกตัน นอกจากนี้สหรัฐอเมริกาเป็นแหล่งผลิตและส่งออกมะคาเดเมียที่สำคัญ และยังมีการนำเข้ามะคาเดเมียมากที่สุดอีกด้วย ผลผลิตจะนำมาบริโภคภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ โดยแหล่งผลิตมะคาเดเมียเพื่อใช้ในการบริโภคภายในประเทศ คือ มลรัฐฮาวาย รองลงมา คือ มลรัฐฟลอริดา และมลรัฐแคลิฟอร์เนีย (WorldAtlas, 2018) สำหรับบริเวณพื้นที่ปลูกที่มีความสมบูรณ์ในมลรัฐฮาวายให้ผลผลิตมะคาเดเมียได้อย่างน้อย 1,255 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ต่ำสามารถให้ผลผลิตได้ประมาณ 933 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตในแปลงปลูกที่มีการจัดการระบบที่ดีของเครือรัฐออสเตรเลีย พบว่า สามารถให้ผลผลิตได้ประมาณ 717-896 กิโลกรัมต่อไร่ (Agricultural marketing resource center, 2017)

2.2 สถานการณ์การผลิตมะคาเดเมียของประเทศไทย

1) พื้นที่ปลูก และผลผลิตมะคาเดเมีย

พื้นที่ปลูกมะคาเดเมียในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2561 มีเนื้อที่ 10,733 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาณ 4,701 ไร่ (ภาพที่ 5) และมีแนวโน้มการขยายพื้นที่ปลูก โดยพื้นที่ปลูกและพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 493 และ 277 ไร่ ตามลำดับ

ภาพที่ 5 พื้นที่ปลูกมะคาเดเมียของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2561
(ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2562ก.)

พื้นที่ปลูกที่อยู่ภายใต้การดูแลของโครงการพัฒนาดอยตุง โครงการพระราชดำริ เกษตรกรรายย่อย วิสาหกิจชุมชน รวมทั้งผู้ประกอบการเอกชนรายใหญ่และรายย่อย ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 9 จังหวัด จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด คือ เชียงราย (อ. แม่สรวย, อ. แม่ฟ้าหลวง) รองลงมา คือ เลย (อ. ภูเรือ, อ. นาแห้ว) เพชรบูรณ์ (อ. เขาค้อ, อ. หล่มสัก, อ. น้ำหนาว) ตาก แม่ฮ่องสอน (อ. เมือง, อ. ปางมะผ้า) ลำปาง เชียงใหม่ (อ. แม่แตง, อ. แม่ริม, อ. จอมทอง, อ. แม่แจ่ม, อ. สะเมิง, อ. แม่วาง) พิษณุโลก (อ. วังทอง) และชัยภูมิ ตามลำดับ สามารถให้ผลผลิตรวม 12,704,721 กิโลกรัม คิดเป็นผลผลิต 2,565 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 2) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2562ก.)

ตารางที่ 2 สถานการณ์การเพาะปลูกมะคาเดเมียของแต่ละจังหวัด ปี พ.ศ. 2561

ที่	จังหวัด	พื้นที่ยืนต้นทั้งหมด (ไร่)			ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ (กิโลกรัม)	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ราคาขายเฉลี่ย (บาท/กิโลกรัม)
		ให้ผลผลิต	ยังไม่ให้ผลผลิต	รวม			
1	เชียงราย	3,852	4,039	7,891	12,323,811	3,199	250.50
2	ตาก	512	-	512	309,000	604	109.48
3	เลย	233	1,053	1,286	60,700	261	80.00
4	เพชรบูรณ์	158	553	711	1,900	12	58.42
5	ลำปาง	107	-	107	8,560	80	100.00
6	เชียงใหม่	42	-	42	-	-	-
7	พิษณุโลก	26	10	36	750	29	100.00
8	แม่ฮ่องสอน	18	123	141	-	-	-
9	ชัยภูมิ	5	2	7	-	-	-
	รวมทั้งหมด	4,953	5,780	10,733	12,704,721	2,565	246.12

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, (2562ก.)

กรมวิชาการเกษตรมีศูนย์วิจัยที่ดำเนินงานวิจัยมะคาเดเมียจำนวน 6 ศูนย์ ได้แก่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (อ. แม่สรวย) มีพื้นที่ปลูก 200 ไร่ ต้นส่วนใหญ่มีอายุประมาณ 30 ปี จำนวน 4,000 ต้น ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย (อ. ภูเรือ) มีพื้นที่ปลูก 50 ไร่ อายุ 5-10 ปี ประมาณ 900 ต้น และอายุ 30 ปี 100 ต้น ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง และขุนวาง) พื้นที่ปลูกรวม 50 ไร่ อายุ 10 ปี จำนวน 100 ต้น

อายุ 20 ปี จำนวน 100 ต้น และ อายุ 30 ปี จำนวน 200 ต้น ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (อ.เขาค้อ) มีพื้นที่ปลูก 20 ไร่ อายุ 10-15 ปี จำนวน 400 ต้น ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก พื้นที่ปลูก 12 ไร่ อายุ 3-5 ปี จำนวน 130 ต้น และ อายุ 30 ปี จำนวน 100 ต้น และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน พื้นที่ปลูก 10 ไร่ อายุ 20-30 ปี จำนวน 200 ต้น สามารถให้ผลผลิตรวม 117,000 กิโลกรัม

ราคาจำหน่ายผลผลิตมะคาเดเมีย

ราคาจำหน่ายผลผลิตมะคาเดเมีย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 พบว่า มะคาเดเมียมีราคา 278.22 บาทต่อกิโลกรัม แต่ลดลงในปี พ.ศ. 2558-2559 และเพิ่มสูงขึ้นในปี พ.ศ. 2560 โดยข้อมูลในปี พ.ศ. 2561 มะคาเดเมียแบบทั้งกะลามีราคา 246.12 บาทต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 6) (พิจิตร, 2558; ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2562ข.)

ภาพที่ 6 ผลผลิตมะคาเดเมียที่เก็บเกี่ยวได้ และราคาจำหน่ายเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2557-2561
(ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2562ข.)

การผลิตมะคาเดเมียในจังหวัดเลย พบว่า มะคาเดเมียแบบทั้งกะลาที่ยังไม่ผ่านการแปรรูปมีราคา 80-100 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งในปี พ.ศ. 2558 และ 2559 มีพื้นที่ปลูกมะคาเดเมีย 1,220 และ 1,210 ไร่ ตามลำดับ ต่อมาในปี พ.ศ. 2560 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นเป็น 1,728 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 759 ไร่ จากเกษตรกร 668 ครัวเรือน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอภูเรือ นาแห้ว และด่านซ้าย ซึ่งอำเภอภูเรือมีการปลูกมากที่สุด และพื้นที่ปลูก 1 ไร่ จะให้ผลผลิตประมาณ 530 กิโลกรัม

ในเขตอำเภอนาแห้ว และภูเรือมีการแปรรูปมะคาเดเมียเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งมีการวางจำหน่ายในร้านขายของฝาก ห้างสรรพสินค้า สนามบิน และมีพ่อค้ากลางทำหน้าที่รับซื้อเพื่อส่งออกจำหน่ายให้กับสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และสาธารณรัฐเกาหลี เป็นต้น การแปรรูปผลผลิตช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่า ซึ่งได้มีการวางแผนเพื่อจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจ โดยมุ่งเน้นการแปรรูป และการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย ปี พ.ศ. 2545 ได้มีการรวบรวมกลุ่มเกษตรกร และจัดตั้งเป็นกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะคาเดเมียต่อเนื่องไปในปี พ.ศ. 2546 ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยนเรศวร และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่มีบทบาทช่วยเหลือในการนำส่วนต่าง ๆ ของมะคาเดเมียมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันประกอบด้วยสมาชิกประมาณ 15-20 คน เมื่อรวมจำนวนเครือข่ายทั้งกลุ่มเกษตรกรและผู้แทนจำหน่ายจะมีทั้งหมด 150 คน โดยมีวิสาหกิจชุมชนบ้านบ่อเหมืองน้อย จังหวัดเลย เป็นตัวแทนในการ

รับประกันราคามะคาเดเมียให้กับเกษตรกรจากจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศที่นำผลผลิตมาจำหน่าย ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และตาก โดยมีการรับซื้อมะคาเดเมียในราคารับประกันสำหรับสมาชิกผลสด (Fresh green macadamia) ราคา 60-75 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับเกษตรกรนอกกลุ่มราคา 45-50 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาแปรรูปผ่านการอบไม่มีการกะเทาะเปลือกออกราคา 450-500 บาทต่อกิโลกรัม และเนื้อในกะเทาะเปลือกออก สามารถแบ่งออกเป็น 3 เกรด คือ เกรด A มีลักษณะผลใหญ่และเมล็ดไม่แตกหักราคา 900 บาทต่อกิโลกรัม เกรด B มีลักษณะผลขนาดเล็กและไม่แตกหักราคา 600 บาทต่อกิโลกรัม และเกรด C มีลักษณะผลแตกราคา 400-300 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนที่เป็นกะลาสามารถนำมาแปรรูปเป็นผงขัดผิว สำหรับผลิตภัณฑ์ของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรบ้านบ่อเหมืองน้อย มีชื่อว่า “เกษตรภูสวนทราย” เนื่องจากเป็นหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติภูสวนทราย และในปัจจุบันมีการรับซื้อผลผลิตมากกว่าปีละ 50 ตัน มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายมากกว่า 20 ชนิด เช่น อบเกลือ อบธรรมชาติ อบทั้งเปลือก เคลือบช็อกโกแลต แปรรูปเป็นเนย น้ำมัน เป็นต้น โดยมีการจำหน่ายราคา 300-1,200 บาทต่อกิโลกรัม จากผลผลิตทั้งหมดในปัจจุบันยังคงไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ในขณะเดียวกันได้มีการเปิดศูนย์การเรียนรู้ด้านการปลูกและการแปรรูป รวมถึงมีการตั้งเป้าหมายขยายพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียให้เพิ่มมากขึ้นไม่ต่ำกว่า 3,000 ต้นต่อปี (ประชาชาติธุรกิจ, 2561)

การปลูกมะคาเดเมียทางภาคเหนือในจังหวัดเชียงราย ได้มีการจัดตั้งวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปมะคาเดเมียดอยช้าง หรือ ลีซอมะคาเดเมีย (Leesoaw Macadamia) โดยมีการจัดจำหน่ายและจัดส่งมะคาเดเมีย รวมทั้งน้ำมันมะคาเดเมีย ซึ่งเป็นการเพาะปลูกในพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงมาจากพื้นที่ปลูกฝิ่นในอดีต ช่วยสร้างอาชีพและรายได้ให้กับเกษตรกร และเป็นการมอบผืนป่ากลับคืนสู่ธรรมชาติอย่างยั่งยืน (วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปมะคาเดเมียดอยช้าง, 2563)

2) การนำเข้าและส่งออกมะคาเดเมีย

การนำเข้า

ในปี พ.ศ. 2558-2563 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าและส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยแบ่งเป็นผลิตภัณฑ์มะคาเดเมียแบบทั้งกะลา และมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเนื้อใน พบว่า ทั้งปริมาณและมูลค่าด้านการนำเข้ามะคาเดเมียทั้งสองแบบมีสถิติที่สูงกว่าการส่งออก สำหรับปี พ.ศ. 2562 มีการนำเข้ามะคาเดเมียแบบทั้งกะลาจากประเทศในทวีปแอฟริกาเท่านั้น คิดเป็นปริมาณ 1,404,820 กิโลกรัม มูลค่า 92,414,307 บาท (ตารางที่ 3) ส่วนมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเนื้อในมีการนำเข้าจากเครือรัฐออสเตรเลีย สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สาธารณรัฐเคนยา สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ และสาธารณรัฐอิสลามอิหร่าน โดยเครือรัฐออสเตรเลียมีปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสูงสุด คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 72.51 (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2563)

ตารางที่ 3 การนำเข้ามะคาเดเมียแบบทั้งกะลาและที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อในของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562

ประเทศ	ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)	สัดส่วน (ร้อยละ)
แบบทั้งกะลา			
ซิมบับเว	896,300	56,521,240	61.16
แทนซาเนีย	458,520	28,293,347	30.62
แอฟริกาใต้	50,000	7,599,720	8.22
รวม	1,404,820	92,414,307	100
แบบที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน			
ออสเตรเลีย	215,017	130,420,950	72.51
เวียดนาม	70,920	43,871,383	24.39
เคนยา	10,671	5,564,161	3.09
แอฟริกาใต้	1	3,261	0
อิหร่าน	5	2,947	0
รวม	296,614	179,862,702	100

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2563)

การส่งออก

การส่งออกมะคาเดเมียของประเทศไทยแบบทั้งกะลาและที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน ปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่าน้อยกว่าการนำเข้าประมาณ 2 เท่า ซึ่งมีการส่งออกมะคาเดเมียแบบทั้งกะลาสูงกว่าการส่งออกมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน โดยส่งออกมะคาเดเมียแบบทั้งกะลาไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีน และสาธารณรัฐสิงคโปร์ ซึ่งสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นตลาดรายใหญ่ที่สุดของไทยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 100 และมีมูลค่าการจำหน่ายให้กับสาธารณรัฐประชาชนจีนเพียงประเทศเดียว 121 ล้านบาท สำหรับการส่งออกมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อในมีการส่งออกไปยังประเทศต่าง ๆ ทั้งหมด 9 ประเทศ โดยสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม คือ ตลาดอันดับหนึ่งสำหรับการส่งออก รองลงมา ได้แก่ เขตบริหารพิเศษฮ่องกง รัฐบาห์เรน และอื่น ๆ (ตารางที่ 4) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2562ข; ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2563)

ตารางที่ 4 การส่งออกมะคาเดเมียแบบทั้งกะลาและที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อในของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562

ประเทศ	ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)	สัดส่วน (ร้อยละ)
แบบทั้งกะลา			
จีน	1,381,968	121,305,852	100.00
รวม	1,381,968	121,305,852	100.00
แบบที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน			
เวียดนาม	23,134	12,489,312	75.89
ฮ่องกง	4,256	3,268,657	19.86
บาห์เรน	1,005	273,360	1.66
อื่น ๆ	1,034	425,660	2.59
รวม	29,429	16,456,989	100.00

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2562ข)

2.3 แนวโน้มการตลาดของมะคาเดเมีย

การจัดกลุ่มตลาดมะคาเดเมียระดับโลก ขึ้นอยู่กับประเทศที่มีปริมาณการผลิตสูงและมีการบริโภคมะคาเดเมียเป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วย แอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา เคนย่า จีน บราซิล เวียดนาม เยอรมัน ญี่ปุ่น และแคนาดา การวิจัยตลาดโลกของมะคาเดเมียใน ปี พ.ศ. 2563 ให้ความสำคัญกับอัตราการเจริญเติบโต เทคโนโลยีการผลิตขั้นสูง และกระบวนการผลิตเพื่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมมะคาเดเมียเป็นหลัก รวมทั้งมีการนำเสนอระบบเพื่อพัฒนาการตลาดมะคาเดเมียทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยได้ตั้งเป้าหมายการเติบโตของ Compound Annual Growth Rate (CARG) ที่ร้อยละ 6.8 ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2563-2568 สิ่งสำคัญที่ทำให้ตลาดมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง มาจากการบริโภคอาหารสุขภาพที่เพิ่มมากขึ้น และผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมรับประทานพืชเคี้ยวมันเพื่อเป็นอาหารขบเคี้ยวในเชิงสุขภาพ ร่วมกับการควบคุมปริมาณอาหารในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้การปลูกมะคาเดเมียอินทรีย์มีแนวโน้มที่ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น จากความต้องการของผู้บริโภคในกลุ่มประเทศแถบยุโรป อุตสาหกรรมมะคาเดเมียเติบโตเพิ่มมากขึ้นในตลาดโลก โดยแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ด้าน อาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกาย ซึ่งเครือรัฐออสเตรเลีย มลรัฐฮาวายในประเทศสหรัฐอเมริกา แอฟริกาใต้ เป็นแหล่งที่มีการผลิตมะคาเดเมียใหญ่ที่สุดของโลก และประเทศแถบลาตินอเมริกาและเอเชียแปซิฟิก มีการผลิตบ้างไม่มากนัก ด้านการเติบโตผลผลิตมะคาเดเมียเริ่มจากการสนับสนุนของภาครัฐในแต่ละประเทศ เนื่องจากมะคาเดเมียเป็นสินค้าที่มีความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นที่ต้องการทั่วโลก แต่ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดโลกได้ จึงทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอุปสงค์และอุปทาน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมและมีส่วนร่วมจากองค์กรภาครัฐ

จากการดำเนินงานของกลุ่ม Australian Macadamia Society ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐเกี่ยวกับการเกษตรกรรม และเป็นหน่วยงานในการดูแลผลผลิตมะคาเดเมียของประเทศออสเตรเลีย ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาระบบ ‘Mactrix’ เป็นระบบที่ช่วยในการควบคุมหนอนเจาะผลมะคาเดเมียซึ่งเป็นการช่วยเหลือในภาคอุตสาหกรรม และทำให้กลายเป็นส่วนที่มีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานได้สูงที่สุด

นอกจากนี้มีการรายงานผลการดำเนินงานวิจัย การจัดการประชุมปรึกษาหารือ และการกระจายข้อมูลเพื่อส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้วิธีการที่ทันสมัยและมีกระบวนการปฏิบัติที่ดีสำหรับการปลูกมะคาเดเมียให้เพิ่มมากขึ้น องค์กร Hawaii Macadamia Nut Association มีการวิจัยเกี่ยวกับหัวข้อดังกล่าวเช่นเดียวกัน ได้แก่ การจัดการธาตุอาหาร การเก็บตัวอย่างใบ การจัดการแมลงศัตรูพืช การ

จัดการพื้นที่สวน การจัดการทรงพุ่ม และการจัดการธาตุอาหารรอง เป็นต้น โดยการให้ปุ๋ยกับมะคาเดเมีย ได้กลายเป็นโครงการหนึ่งที่มีการศึกษาวิจัย ซึ่งรวมถึงการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการให้ปุ๋ย ความสำคัญของดินต่อการปลูกมะคาเดเมีย การตรวจสอบปริมาณธาตุอาหาร และปัจจัยอื่นๆ

ในปี พ.ศ. 2562 Southern African Macadamia Grower's Association (SAMAC) และ South America Association ได้มีการดำเนินการเกี่ยวกับการควบคุมเชื้อรา Phytopthora การตัดแต่งกิ่ง การควบคุมเพลี้ยไฟ และไร สารเคมีและเทคนิคการหาร่องรอยการทำลายของแมลง การเลี้ยงผึ้งกับการผสมเกสร การวิจัยพันธุ์ การจัดการและควบคุมแมลงเจาะผลผลิต การปรับปรุงพันธุ์ การลดการหลุดร่วงของผลผลิตในเดือนพฤศจิกายน และการควบคุมอัตราแมลงศัตรู เป็นต้น (MarketWatch, 2020) และยังมีองค์กรที่ทำงานเกี่ยวข้องกับมะคาเดเมียในตลาดโลกในประเทศต่าง ๆ ประกอบด้วย National Agricultural Marketing Council ในประเทศแอฟริกาใต้ China's National Industry Association (CSNC) ในประเทศจีน และ Brazilian Macadamia Producers Association ในประเทศบราซิล (Mordor Intelligence, 2020)

การขยายตัวในสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ และเครือรัฐออสเตรเลีย พบว่า มีพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียประมาณ 37,500 - 43,750 ไร่ต่อปี ขณะที่สาธารณรัฐประชาชนจีนกำลังขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น และในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามยังคงให้ผลผลิตต่ำ พื้นที่เพาะปลูกใหญ่ที่สุดถูกครอบครองโดยเครือรัฐออสเตรเลีย และสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ซึ่งยังคงมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น โดยปัจจัยดังกล่าวเป็นสิ่งที่ช่วยขับเคลื่อนด้านการตลาด และมีการคาดการณ์ว่าการผลิตและการบริโภคจะเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต นอกจากนี้การวิเคราะห์ตลาดโลกของมะคาเดเมียในปี พ.ศ. 2563-2568 โดยจัดแบ่งตามลักษณะภูมิศาสตร์ ซึ่งประเทศที่เป็นผู้ผลิตและบริโภคมะคาเดเมีย ได้แก่ สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ เครือรัฐออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐเคนยา สาธารณรัฐประชาชนจีน สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ญี่ปุ่น และแคนาดา ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อขยายพื้นที่ปลูก และนำเสนอผลผลิตที่มากขึ้นตามความต้องการของตลาดโลก

ภายใต้การเติบโตของตลาดมะคาเดเมียโลกที่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะในกลุ่มผู้รักสุขภาพในระดับสากล มะคาเดเมียยังเป็นพืชชนิดเดียวที่ไม่ถูกกีดกันทางการค้าจากองค์การค้าโลก (WTO) และกำลังกลายเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ที่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย ปัจจุบันเกษตรกรไทยเริ่มหันมาสนใจปลูกมะคาเดเมียกันอย่างกว้างขวาง ทั้งในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ตาก เพชรบูรณ์ เลย นครราชสีมา อุดรธานี และชัยภูมิ เป็นต้น จากข้อมูลพื้นที่ปลูกของผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูก การดูแลรักษา การแปรรูปหลังการเก็บเกี่ยวมะคาเดเมียอย่างครบวงจร ฯลฯ ปี พ.ศ. 2556 พบว่า พื้นที่ปลูกของเอกชนที่เข้าร่วมอบรมซึ่งได้แจ้งกับศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ มีดังนี้ ไร่สามารถ จังหวัดตาก (อ.พบพระ) มีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 2,200 ไร่ รองลงมาคือ จังหวัดเพชรบูรณ์ (อ.น้ำหนาว และเขาค้อ) มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 754 ไร่ จังหวัดเชียงราย มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 620 ไร่ จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 400 ไร่ จังหวัดเลย (อ.ภูเรือ) มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 130 ไร่ และจังหวัดลำปาง (เมืองปาน) มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 120 ไร่ พันธุ์ที่ปลูกส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1000 เชียงใหม่ 700 เชียงใหม่ 400 344 H2 และ OC มะคาเดเมียมีราคาการรับซื้อ-ขาย อยู่ในระดับมาตรฐานสากล แตกต่างจากพืชเศรษฐกิจชนิดอื่นที่มีราคาการรับซื้อ-ขายเปลี่ยนแปลงและไม่แน่นอน (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2563)

แนวโน้มด้านการผลิตและบริโภคมะคาเดเมียเพิ่มสูงขึ้นเท่าตัวจากอดีต ประเทศที่ยังคงให้ความสนใจอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน และสาธารณรัฐเคนยา ซึ่งได้มีการพัฒนาระบบการ

ผลิตภายในประเทศ ภายในปี พ.ศ. 2573 สาธารณรัฐประชาชนจีน ได้วางแผนเพื่อเป็นตลาดผู้ผลิตมะคาเดเมียรายใหญ่ที่สุด เนื่องจากเกษตรกรในประเทศยอมรับการปลูกพืชชนิดนี้ ด้านการบริโภคคาดว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะการบริโภคเพื่อเป็นอาหารสุขภาพช่วยป้องกันโรคที่เกิดจากลักษณะการใช้ชีวิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น เบาหวาน และการบริโภคน้ำมันสกัดจากมะคาเดเมียยังคงเป็นเรื่องหลัก เนื่องจากได้รับการพิจารณาให้เป็นน้ำมันสกัดจากพืชเคี้ยวมัน ที่ดีที่สุดในโลก (WorldAtlas, 2018)

กรมวิชาการเกษตรมีการวางแผนด้านการผลิตกล้าพันธุ์มะคาเดเมียเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรจำนวน 50,000 ต้นต่อปี แบ่งเป็น ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่จำนวน 15,000 ต้นต่อปี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงรายจำนวน 5,000 ต้นต่อปี ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จำนวน 2,500 ต้นต่อปี ศูนย์วิจัยพืชสวนเลยจำนวน 15,000 ต้นต่อปี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์จำนวน 10,000 ต้นต่อปี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตากจำนวน 2,500 ต้นต่อปี ซึ่งจะสามารถนำไปปลูกได้ในพื้นที่ประมาณ 2,000 ไร่ต่อปี ซึ่งแผนผลิตกล้าพันธุ์มีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียในประเทศมากขึ้นอีกทางหนึ่ง

บทที่ 3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะคาเดเมีย

3.1 การจำแนกชั้นทางพฤกษศาสตร์

ชื่อภาษาอังกฤษ (English name):	macadamia nut, Queensland nut, Australian nut, bopple nut, bush nut, bauple nut, nut oak
ชื่อภาษาไทย (Thai name):	มะคาเดเมีย
ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name):	*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche, *M. tetraphylla* L
อาณาจักร (Kingdom):	Plantae Haeckel, 1866-plants
อาณาจักรย่อย (Subkingdom):	Viridaeplantae Cavalier-Smith, 1981-green plants
ไฟลัม (Phylum):	Tracheophyta Sinnott, 1935 ex Cavalier-Smith, 1998
ไฟลัมย่อย (Subphylum):	Spermatophytina (auct.) Cavalier-Smith, 1998-seed plants
อินฟราไฟลัม (Infraphylum):	Angiospermae auct.
ชั้น (Class):	Magnoliopsida Brongniart, 1843-dicotyledons
ชั้นย่อย (Subclass):	Rosidae Takhtajan, 1967
อันดับ (Order):	Proteales
วงศ์ (Family):	Proteaceae
สกุล (Genus):	*Macadamia*
ชนิด (Species):	*Integrifolia* และ *tetraphylla*

จากการจำแนกลักษณะโดยสถาบัน Global Biodiversity Information Facility (2020) มะคาเดเมียที่พบในปัจจุบันมีประมาณ 22 ชนิด (species) ได้แก่

1. *Macadamia angustifolia* R.Virot
2. *Macadamia claudiensis* C.L.Gross & B.Hyland มีถิ่นกำเนิดที่ภาคเหนือของรัฐควีนส์แลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย
3. *Macadamia erecta* J.A.McDonald & R.Ismail มีถิ่นกำเนิดที่เกาะ Sulawesi ประเทศอินโดนีเซีย
4. *Macadamia francii* (Guillaumin) Sleumer
5. *Macadamia grandis* C.L.Gross & B.Hyland มีถิ่นกำเนิดที่ภาคเหนือของรัฐควีนส์แลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย
6. *Macadamia heyana* (Baill.) Sleum.
7. *Macadamia hildebrandii* van Steenis มีถิ่นกำเนิดที่เกาะ Sulawesi ประเทศอินโดนีเซีย
8. *Macadamia hybrid*
9. *Macadamia integrifolia var. Kampong Maiden & Betche* มีถิ่นกำเนิดที่ภาคเหนือของรัฐนิวเซาท์เวลส์ เครือรัฐออสเตรเลีย
10. *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche มีถิ่นกำเนิดที่ภาคเหนือของรัฐนิวเซาท์เวลส์ เครือรัฐออสเตรเลีย

11. *Macadamia jansenii* C.L. Gross & P.H. Weston มีถิ่นกำเนิดที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐควีนส์แลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย

12. *Macadamia leptophylla* (Guillaumin) R.Virot

13. *Macadamia minor* F.M.Bailey

14. *Macadamia neurophylla* (Guillaumin) R.Virot

15. *Macadamia rousselii* (Vieillard.) Sleumer

16. *Macadamia ternifolia* F.Muell. มีถิ่นกำเนิดที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐควีนส์แลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย

17. *Macadamia tetraphylla* L.A.S.Johnson มีถิ่นกำเนิดที่ภาคเหนือของรัฐนิวเซาท์เวลส์ เครือรัฐออสเตรเลีย

18. Macadamia vieillardii (Brong. & Gris) Sleumer

19. *Macadamia whelanii* (F.M.Bailey) F.M.Bailey มีถิ่นกำเนิดที่ภาคเหนือของรัฐควีนส์แลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย

20**.** *Macadamia praealta* (F.Müll.) F.M.Bailey

21. *Macadamia youngiana* F.Müll. ex Benth.

22. *Macadamia ternifolia* var. *integrifolia* (Maiden & Betche) Maiden & Betche (Global Biodiversity Information Facility, 2020)

โดยมะคาเดเมียทั้ง 22 ชนิด ส่วนใหญ่ไม่สามารถนำมาบริโภคได้ เนื่องจากมีรสขม มีสารพิษ ยกเว้นมะคาเดเมียชนิดผิวเรียบ (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) และ ชนิดผิวขรุขระ (*M. tetraphylla* L.) ซึ่งปลูกเป็นการค้าอยู่ในปัจจุบัน โดยเน้นการผลิตของพันธุ์ชนิดผิวเรียบ (*M. integrifolia)* เป็นหลัก ทั้งนี้ *M. integrifolia* เป็นชนิดกะลาผิวเรียบ (smooth-shelled type) มีส่วนประกอบของน้ำมันร้อยละ 75-79 และน้ำตาล (total sugar) เฉลี่ยร้อยละ 4.57 ส่วน *M. tetraphylla* เป็นชนิดกะลาผิวขรุขระ (rough-shelled type) ซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำมันต่ำ แต่มีน้ำตาลสูงกว่าชนิดกะลาผิวเรียบประมาณร้อยละ 6-8 ซึ่งเมื่อนำชนิดกะลาผิวขรุขระไปทอดแล้ว สี โครงสร้าง และรสชาติของเนื้อในจะเป็นรองชนิดกะลาผิวเรียบ ลักษณะทั่วไปที่สำคัญของมะคาเดเมียทั้ง 2 ชนิด มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 5, ภาพที่ 7) ดังนี้

3.2 ลักษณะทั่วไป และชนิดของมะคาเดเมีย

ตารางที่ 5 ลักษณะของผิวกะลา ผล ใบแก่ ใบอ่อน และสีดอกของ *M. tetraphylla* และ *M. integrifolia*

ลักษณะ	*M. integrifolia*	*M. tetraphylla*
1. ผิวกะลา	ชนิดผิวเรียบ (smooth shell type)	ชนิดผิวขรุขระ (Rough shell type)
2. ผล	กลมหรือค่อนข้างกลม ผิวเรียบหรือค่อนข้างเรียบ	ค่อนข้างยาวรีหรือรูปร่างกลมปลายสองข้างเรียว ผิวขรุขระ
3. ใบแก่	ใน 1 ข้อมี 3 ใบ ยกเว้นขณะยังเป็นต้นอ่อนมี 2 ใบ ส่วนใหญ่มีใบสั้น (10-30 เซนติเมตร) ก้านใบ ยาวประมาณ 1.2 เซนติเมตร ขอบใบมักไม่มีหนามหรือมีหนามน้อยกว่า	ปกติใน 1 ข้อมีใบ 4 ใบ แต่อาจมี 3-5 ใบ ขณะที่ยังเป็นต้นอ่อน มี 2 ใบ ใบมีขนาดใหญ่ และยาว (อาจถึง 60 เซนติเมตร) ไม่มีก้านใบหรือมีแต่สั้นมาก ขอบใบหยักมีหนามมาก
4. ใบอ่อน	สีเขียวอ่อนหรือสีเขียวปนเทา (bronze)	สีม่วงหรือสีแดงเข้ม
5. สีดอก	ขาวครีม	ชมพู

ที่มา: จำรอง (2544ข)

(ก). ผิวกะลา *M. integrifolia* ผิวเรียบ

(ข) ผิวกะลา *M. tetraphylla* ผิวขรุขระ

(ค) ผล *M. integrifolia* รูปร่างกลม

(ง) ผล *M. tetraphylla* รูปร่างค่อนข้างยาวรี

(จ) ใบอ่อน *M. integrifolia* สีเขียว

(ฉ) ใบอ่อน *M. tetraphylla* สีม่วงหรือแดงเข้ม

(ช) ใบแก่ *M. integrifolia* ใบสั้นขอบใบมีหนามน้อย

(ซ) ใบแก่ *M. tetraphylla* ใบมีขนาดใหญ่และยาว ขอบใบหยักมีหนามมาก

(ฌ) สีดอก *M. integrifolia* สีขาวครีม

(ญ) สีดอก *M. tetraphylla* สีชมพู

ภาพที่ 7 ลักษณะผิวกะลา (ก) และ (ข) ช่อผล (ค) และ (ง) ใบอ่อน (จ) และ(ฉ) ใบแก่ (ช) และ (ซ) และสีดอก (ฌ) และ (ญ) ของ *M. integrifolia* และ *M. tetraphylla*

3.2.1 ลักษณะการเจริญเติบโต

ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ไม่ผลัดใบ (evergreen tree) ทรงพุ่มแผ่กว้างถึงตั้งตรง ลำต้นสูง 10-20 เมตร และกว้างประมาณ 8-12 เมตร แตกต่างกันไปตามพันธุ์ ซึ่งรูปร่างทรงพุ่มมีตั้งแต่ทรงปิรามิดถึงทรงกลม ลักษณะทรงพุ่มโปร่งถึงแน่นทึบแล้วแต่พันธุ์

3.2.2 ลำต้น

เปลือกผิวขรุขระ แต่ไม่ย่น หรือเป็นร่อง สีน้ำตาล ความหนาเปลือกประมาณ 7-10 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 18-30 เซนติเมตร ทุกส่วนของต้นไม่มีขน ยกเว้นที่ตา กิ่งอ่อน และส่วนของช่อดอก กิ่งย่อยมีลักษณะกลมและมีจุดเล็ก ๆ กระจายทั่วทั้งกิ่ง ใน 1 ปี มีการผลิใบมากกว่า 3-4 ครั้ง แตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ กิ่งใหม่ที่แตกยาว 20-50 เซนติเมตร มีข้อ 5-10 ข้อ กิ่งแขนงส่วนใหญ่จะไม่เกิดเมื่อยอดกำลังเจริญเติบโตและจะเกิดการผลิใบและแตกกิ่งแขนงที่เหนือข้อ

3.2.3 ราก

มะคาเดเมียเป็นพืชระบบรากแก้ว (tap root system) ซึ่งเป็นรากแรก (primary root) ที่เจริญเติบโตมาจากรากแรกเกิด (radicle) ที่งอกออกจากเมล็ด แล้วพุ่งลงสู่ดิน พัฒนาของรากแขนง (lateral roots) ที่เกิดบนรากแก้ว โดยผิวรอบนอกของรากขนาดใหญ่เป็นชั้นของ epidermis ซึ่งจะมีรากขนอ่อน (root hair) แตกออกมาโดยรอบเพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำและเกลือแร่จากดิน รากขนอ่อนมีอายุสั้นมากเพียงประมาณ 3 เดือนก็จะหลุดออกไป (อุทัย และคณะ, 2551ก)

3.2.4 ใบ

ใบเดี่ยวเกิดที่ข้อบนกิ่งย่อย เรียงตัวแบบฉัตร ทุกข้อมีใบ 3 ใบ และที่ซอกใบทุกใบมีตา 1 ตา ใบรูปไข่หัวกลับ (obovate) ถึงรูปหอกหัวกลับ (oblanceolate) หรือรูปโล่แคบ (narrowly elliptic) ความยาวเฉลี่ย 12.6 เซนติเมตร (8.0-20.0 เซนติเมตร) แผ่นใบกว้างเฉลี่ย 4.4 เซนติเมตร (2.5-8.0 เซนติเมตร) พื้นที่ใบเฉลี่ย 45.4 ตารางเซนติเมตร (23.0-105.0 ตารางเซนติเมตร) ขอบใบมีหนามเล็กน้อยถึงไม่มี ปลายใบมน (obtuse) แหลมสั้น (mucronate) ถึงแหลม (acute) ฐานใบเรียวยาว (cuneate) ถึงป้าน (obtuse) แผ่นใบเป็นคลื่นเล็กน้อยถึงเป็นคลื่นมาก แผ่นใบมักม้วนห่อลง เนื้อใบหนาคล้ายหนัง ผิวใบเป็นมัน ไม่มีขน ใต้ท้องใบเป็นมัน ใบแก่สีเขียวถึงเขียวเข้ม ใบอ่อนที่ผลิใหม่สีเขียวอ่อนถึงสีเขียว แต่บางพันธุ์ในที่อากาศหนาวเย็น สียอดอ่อนจะเป็นสีเขียวออกแดง เช่น พันธุ์ 741 เส้นกลางใบและเส้นใบเห็นชัด ก้านใบหนา 0.19 เซนติเมตร (0.12-0.40 เซนติเมตร) ความยาวเฉลี่ย 1.12 เซนติเมตร (0.5-2.0 เซนติเมตร) (Trochulias *et al.,* 1984)

3.2.5 ช่อดอก

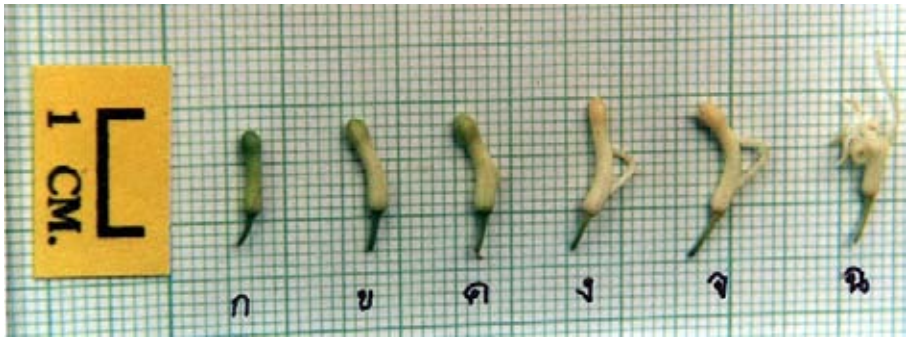
จากการศึกษา พบว่า ช่อดอกเกิดบริเวณซอกใบหรือเหนือรอยแผลที่ใบร่วง (ภาพที่ 8) และเกิดกับกิ่งแขนงที่มีอายุมากกว่า 1 ปี เป็นช่อแบบ raceme ยาวเฉลี่ย 17.9 เซนติเมตร (7.0-30.0 เซนติเมตร) แต่ละช่อมีจำนวนดอกย่อยเฉลี่ย 100-300 ดอกต่อช่อ ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม

ภาพที่ 8 ตำแหน่งที่เกิดช่อดอกของมะคาเดเมีย

3.2.6 ดอก

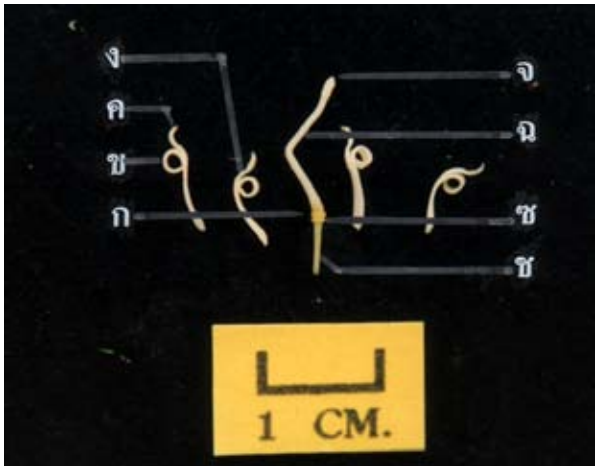
ลักษณะช่อดอกและตำแหน่งที่ดอกเริ่มบานบนช่อโดยจะเริ่มบานที่ระดับ 2/3 ของช่อ โดยบานลงปลายช่อก่อน แล้วถึงบานขึ้นบนช่อ (ภาพที่ 9) แต่ละดอกมีก้านดอกย่อยยาว 0.3 - 0.4 เซนติเมตร ก้านดอกสีเขียวถึงสีเขียวเข้ม ตัวดอกยาว 0.7 - 1.0 เซนติเมตร เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบดอกและกลีบเลี้ยงรวมกันเรียก กลีบรวม (perianth) ทำหน้าที่คล้ายกลีบดอก 4 อัน ติดกันเป็นหลอดสีขาวหรือขาวครีม ยาวประมาณ 0.7 เซนติเมตร กว้าง 1 มิลลิเมตร เกสรตัวผู้ มี 4 อัน แต่ละอันมีอับละอองเกสร 2 พู ยาว 1.8 - 2.0 มิลลิเมตร ก้านเกสรตัวผู้สั้นติดบนส่วนของกลีบรวม เกสรตัวเมีย มียอดเกสรเล็กมาก ที่ผิวหน้าเป็นเส้นมีขนนุ่ม ๆ ปลายก้านชูเกสรตัวเมียเป็นแบบไม่สมมาตร ก้านชูเกสรตัวเมียรูปเรียวยาวคล้ายไม้ขีดไฟ ความยาวรวมของรังไข่และก้านชูเกสรตัวเมีย 1.2-1.7 เซนติเมตร รังไข่มี 1 ช่อง รูปไข่ (ovoid) รังไข่มีขนหนาแน่น เป็นแบบ superior มีไข่อ่อน 2 อัน โดยไข่อ่อนอันใหญ่จะปฏิสนธิและอีกอันหนึ่งจะฝ่อไป (Sedgley, 1981) จานรองดอก ไม่มีขน สูงประมาณ 0.5-0.6 มิลลิเมตร อยู่ใต้ส่วนของรังไข่ (ภาพที่ 10 และ 11)

ภาพที่ 9 ลักษณะช่อดอกและตำแหน่งที่ดอกเริ่มบานบนช่อโดยจะเริ่มบานที่ระดับ 2/3 ของช่อ



ภาพที่ 10 ลักษณะการบานของดอกมะคาเดเมีย (ก-ฉ)
(ที่มา: จำรอง, 2538ก)

ก. ดอกตูมยังมีสีเขียว
ข. เริ่มเปลี่ยนสี
ค. ก้านเกสรตัวเมียเริ่มงอดันกลีบรวมออก
ง. ก้านเกสรตัวเมียดันกลีบรวมโผล่ด้านเดียว
จ. ปลายกลีบรวมเริ่มแตก
ฉ. ขณะดอกบานกลีบรวมจะโค้งงอกลับด้านหลัง



ภาพที่ 11 ส่วนประกอบของดอกมะคาเดเมีย (parts of the flower) (ก-ซ)
(ที่มา: จำรอง, 2538ก)

ก. รังไข่ (ovary)
ข. ส่วนของกลีบรวมงอเข้าด้านหลัง (perianth)
ค. ยอดเกสรตัวผู้ (anther)
ง. ก้านชูเกสรตัวผู้ (filament)
จ. ยอดเกสรตัวเมีย (stigma)
ฉ. ก้านชูเกสรตัวเมีย (style)
ช. ก้านดอก (pedicel)
ซ. จานรองดอก (disk)

การออกดอก

ดอกของมะคาเดเมียชนิดผิวเรียบ (*M. integrifolia)* มีสีขาว หรือสีครีม เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ช่อดอกแบบ raceme คือ ดอกย่อยมีก้านดอกติดอยู่บนก้านช่อดอกเดียวกัน ช่อดอกยาวห้อย คล้ายหางกระรอก มีดอกย่อย 100-300 ดอกต่อช่อ (Urata, 1954) (ภาพที่ 12) จากการประมาณการจำนวนช่อดอกต่อต้นของมะคาเดเมีย อายุ 15 ปี ที่ปลูกในมลรัฐฮาวาย พบว่า มีช่อดอกถึง 10,000 ช่อต่อช่วงฤดูการออกดอก ช่อดอกจะเกิดบริเวณซอกใบ หรือเหนือรอยแผลที่ใบร่วง และเกิดกับกิ่งแขนงที่อายุมากกว่า 1 ปี ตำแหน่งที่ดอกย่อยเริ่มบานบนช่อเกิดช่วงประมาณ 2/3 ของช่อดอก นับจากโคนช่อ ทิศทางการบาน

ไม่แน่นอน จำนวนวันตั้งแต่ดอกเริ่มบานจนถึงบานหมดช่อขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ จากการศึกษา พบว่า ต้นมะคาเดเมียที่ปลูกในสภาพพื้นที่สูง (1,300 เมตรจากระดับทะเล) ใช้เวลาเฉลี่ยนานกว่าในสภาพที่ต่ำ (300-500 เมตรจากระดับทะเล) คือ 6-8 วัน (ดอยแม่จอนหลวง อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่) และ 3-6 วัน (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อ. ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่) ตามลำดับ (จำรอง, 2538ก)

ลักษณะการบานของดอก เริ่มที่ส่วนกลางของก้านเกสรตัวเมียจะยืดตัวโค้งดันกลีบรวม (perianth) ออกด้านข้าง ขณะเดียวกันปลายกลีบรวมจะค่อย ๆ แตกม้วนงอไปด้านหลัง ระยะเวลาตั้งแต่ก้านเกสรตัวเมีย โค้งดันกลีบรวมจนกระทั่งกลีบรวมแตกใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที ดอกของมะคาเดเมีย เป็นแบบ protandrous คือ เกสรตัวผู้แก่และแตกออกก่อนที่เกสรตัวเมียพร้อมที่จะรับการผสม โดยอับเรณูแตกออกและปล่อยละอองเกสรลงบนยอดเกสรตัวเมียภายใน 1-2 วันก่อนดอกบาน (Urata, 1954) ดังนั้นการปลูกมะคาเดเมียควรมีการปลูกหลายพันธุ์ในพื้นที่เดียวกัน จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการปลูกเพียงพันธุ์เดียวร้อยละ 31-90 เนื่องจากมีการผสมข้ามพันธุ์

สำหรับมะคาเดเมียที่ปลูกในประเทศไทย ช่วงเวลาการออกดอกจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และพันธุ์ ในสภาพบนที่สูงที่ระดับ 800-1,300 เมตรเหนือระดับทะเล จะออกดอกมาก 2 ช่วง คือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม และเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ ส่วนในสภาพพื้นที่ต่ำกว่า 800 เมตรเหนือระดับทะเล จะออกดอกครั้งเดียวช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ การติดผลและการพัฒนาของผลจะแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่และช่วงเวลาการออกดอก ในสภาพพื้นที่สูงอากาศหนาวเย็น เช่น แม่จอนหลวง จำนวนผลอ่อนต่อช่อประมาณ 9-12 ผล จากจำนวนดอกย่อยประมาณ 126-134 ดอก และสามารถพัฒนาถึงแก่เก็บเกี่ยวได้ประมาณ 4-5 ผลต่อช่อ มีการติดผลประมาณร้อยละ 3-4 ส่วนในพื้นที่ต่ำกว่า 700 เมตรเหนือระดับทะเล เช่น ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ (350-400 เมตร) เนื่องจากอากาศร้อน จำนวนผลอ่อนต่อช่อน้อย ประมาณ 4-6 ผล จากจำนวนดอกย่อย 134-139 ดอก และแก่เก็บเกี่ยวได้เพียง 1-2 ผล มีการติดผลประมาณร้อยละ 0.83 เนื่องจาก เอธิลีนจะถูกสร้างขึ้นในระยะ 3-4 สัปดาห์หลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะสำคัญที่มีผลต่อการร่วงของผลอ่อน (Nagao and Sakai, 1985; Sakai and Nagao, 1985) และผลที่ร่วงในระยะ 10 สัปดาห์หลังดอกบานไปถึงช่วงระยะผลแก่อายุ 28-30 สัปดาห์ อาจเกิดจากการแก่งแย่งในกระบวนการสังเคราะห์อาหารของผลที่จะเพิ่มน้ำหนักแห้งและการสะสมน้ำมัน (Jones, 1939; Jones and Shaw, 1943)

ในสภาพสวน ระยะวิกฤติของการร่วงของผลอ่อนในระยะการพัฒนาผล ซึ่งมีการเจริญอย่างรวดเร็วในช่วง 3-8 สัปดาห์หลังดอกบาน ในสวนที่ปลูกมะคาเดเมียที่ไม่มีระบบชลประทาน การร่วงของผลค่อนข้างเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (Nagao and Hirae, 1992) โดยเฉพาะพื้นที่ที่ต่ำกว่า 500 เมตรเหนือระดับทะเล ซึ่งมีความชื้นน้อยมักเกิดการขาดน้ำอย่างรุนแรงในช่วงที่เกิดคลื่นความร้อน ความแห้งแล้งและมีลมแรง ระหว่างช่วงวิกฤติในระยะผลกำลังพัฒนา ระยะแรกผลจะร่วงมาก เมื่อสภาพขาดน้ำตามมา ซึ่งอาจไปจำกัดการทำงานของระบบรากเพราะน้ำเป็นวัตถุดิบและตัวกลางของกระบวนการสังเคราะห์แสงและเคลื่อนย้ายสารอาหารไปสู่ส่วนต่าง ๆ (Stephenson and Gallagher, 1987) ถ้าอุณหภูมิสูงและเกิดการขาดน้ำร่วมด้วยบ่อย ๆ จะทำให้เกิดการสลัดผลอ่อน ซึ่งผลกระทบอาจเกิดจากอุณหภูมิและการขาดน้ำ อาจมีส่วนไปขัดขวางการดำเนินกิจกรรมในด้านสรีรวิทยาของพืช เช่น กระบวนการหายใจ และการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตให้กับผล ดังนั้นสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้น จึงมีอิทธิพลต่อการร่วงของผลอ่อน ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นผลอ่อนจะร่วงมากขึ้น โดยเฉพาะถ้าอุณหภูมิกลางวันช่วง 30-35 องศาเซลเซียส จะกระตุ้นให้ผลอ่อนร่วงมากระหว่างช่วง 10 สัปดาห์แรกหลังดอกบาน (Nagao and Hirae, 1992)

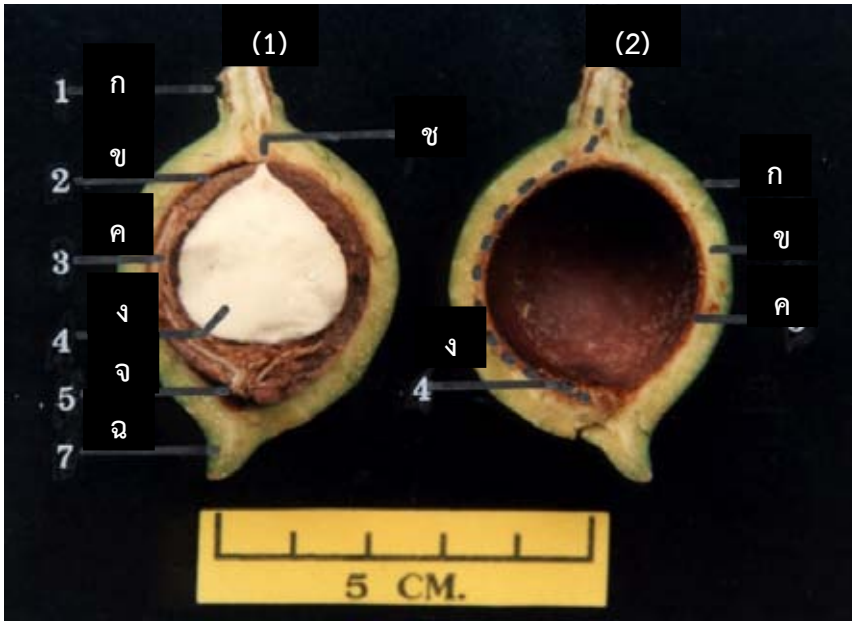
ภาพที่ 12 ลักษณะการออกดอกของมะคาเดเมีย

3.2.7 ผล (nut in husk)

ผลมีลักษณะเปลือกแข็ง เมล็ดเดียว (nut) ผลรูปร่างกลม ปลายผลมนถึงแหลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.38-3.09 เซนติเมตร ยาว 3.08 - 4.40 เซนติเมตร มีเปลือกหุ้มผล (pericarp หรือ husk) หนา 2.86 - 3.60 มิลลิเมตร สีเขียวถึงเขียวเข้ม ซึ่งประกอบด้วยเปลือกชั้นนอกเป็นชั้นผิวมีคลอโรฟิลล์ ชั้นกลางเป็นพาเรนไคมา และท่อน้ำท่ออาหาร ชั้นในเป็นเซลล์ผนังบาง สีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 13) น้ำหนักต่อผล 14.39 - 23.40 กรัม จำนวนผลต่อช่อ 1-17 ผล (ภาพที่ 14) เมื่อแก่เต็มที่และแห้งเปลือกหุ้มผลจะแตกออกเองตามรอยตะเข็บด้านเดียว (Hartung and Storey, 1939; Strochschen, 1986)

3.2.8 เมล็ด (nut in shell)

เมล็ดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.19 - 2.65 เซนติเมตร ยาว 2.33 - 2.78 เซนติเมตร รูปทรงกลมหรือค่อนข้างกลม เมล็ดประกอบด้วยเปลือกหุ้มเมล็ดหรือกะลา (shell) ลักษณะแข็ง ผิวเรียบถึงขรุขระเล็กน้อย สีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม มีจุดประถึงไม่มี กะลาหรือเปลือกหุ้มเมล็ด หนา 1.93 - 2.76 มิลลิเมตร ภายในเปลือกหุ้มเมล็ดมีเนื้อใน (kernel) สีขาวหรือขาวครีม รูปทรงแบนถึงกลม ฐานทรงกลม น้ำหนักสด 1.91 - 3.54 กรัมต่อผล และน้ำหนักแห้ง 1.16 - 2.60 กรัมต่อผล เนื่องจากเมล็ดมะคาเดเมียไม่มีชั้นสะสมอาหาร (endosperm) ดังนั้นอาหารจึงไปสะสมอยู่ในเซลล์ที่เป็นส่วนประกอบของต้นอ่อน ที่เรียกว่าใบเลี้ยง (cotyledon) จะเห็นว่าใบเลี้ยงเป็นส่วนที่เด่นชัดที่สุด และเป็นเนื้อในของเมล็ดนั่นเอง เนื้อในประกอบด้วยใบเลี้ยงขนาดใหญ่ 2 อันประกบกัน และมียอดแรกเกิด (plumule) ลักษณะค่อนข้างกลม สอดอยู่ระหว่างใบเลี้ยงทั้งสอง เนื้อในมีรสชาติ มัน กรอบเมื่ออบสุก เมล็ดมะคาเดเมียจัดเป็นเมล็ดจริง (true seed) ที่กะลาหรือเปลือกหุ้มเมล็ดมี รอยแผลเป็น (hilum) และรู micropyle ขนาดเล็กสีขาว (อุทัย และคณะ, 2551ก)



ภาพที่ 13 ส่วนประกอบของผลมะคาเดเมีย
ที่มา: จำรอง (2538ก)

(1) ผลของมะคาเดเมียรูปผ่าซีกตามยาว

(ก) ก้านผล (peduncle)
(ข) เมล็ด (seed)
(ค) กะลาหรือเปลือกหุ้มเมล็ด (shell or seedcoat)
(ง) เนื้อใน (kernel)
(จ) รอยแผลเป็น (hilum)
(ฉ) รูหายใจ micropyle
(ช) โคนก้านชูเกสรตัวเมีย

(2) เปลือกหุ้มผล (pericarp or husk)

(ก) เปลือกชั้นนอก (exocarp)
(ข) เปลือกชั้นกลาง (mesocarp)
(ค) เปลือกชั้นใน (endocarp)
(ง) แนวท่อน้ำท่ออาหาร (vascular bandle)

ภาพที่ 14 ลักษณะช่อผลของมะคาเดเมีย

3.3 ระยะการพัฒนาของผลมะคาเดเมีย แบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เป็นระยะการพัฒนาอาหารสะสม (Radspinner, 1971) ช่วงระยะนี้เริ่มตั้งแต่หลังดอกบาน และใช้เวลานาน 12-14 สัปดาห์ (Nissen and Stephenson, 1981; Jubert, 1986)

ระยะที่ 2 เป็นระยะการสร้างน้ำมัน (Radspinner, 1971) และเป็นช่วงระหว่างที่น้ำหนักแห้งของคัพภะเพิ่มขึ้น (Jones, 1939; Nissen and Stephenson, 1981) ช่วงนี้เริ่มจากสิ้นสุดระยะที่ 1 และใช้เวลานาน 13-17 สัปดาห์ (Nissen and Stephenson, 1981; Jubert, 1986)

การเจริญเติบโตของผลที่ออกดอกช่วงธันวาคม การพัฒนาผลอยู่ในช่วงฤดูร้อนผ่านถึงฤดูฝน การพัฒนาผลเป็นไปอย่างรวดเร็วช่วง 8-12 สัปดาห์แรก แตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ หลังจากนั้นการพัฒนาของผลเป็นไปอย่างช้า ๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 24 (6 เดือน) ขนาดของผลค่อนข้างคงที่ ส่วนชุดที่ออกดอกเดือนสิงหาคม ดอกบานช่วงปลายฤดูฝน และการพัฒนาของผลอยู่ระหว่างฤดูหนาวผ่านฤดูร้อนถึงฤดูฝน การพัฒนาของผลจึงช้ากว่า ซึ่งเป็นไปอย่างรวดเร็วช่วง 18-20 สัปดาห์แรกหลังดอกบาน หลังจากนั้นการเจริญเป็นไปอย่างช้า ๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 24-28 ขนาดของผลจะคงที่ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภายในของผลมะคาเดเมียระหว่างการเจริญเติบโตของผล จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดหรือกะลา (shell) และ เนื้อใน (endosperm) ของมะคาเดเมีย (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดหรือกะลาและเนื้อในของมะคาเดเมีย พันธุ์เชียงใหม่ 700 (#741) อายุ 1-8 เดือน (ธันวาคม 2536-กรกฎาคม 2537) ที่ห้วยฮ่องไคร้ และแม่จอนหลวง จ.เชียงใหม่

อายุ	ห้วยฮ่องไคร้*			แม่จอนหลวง*		
(เดือน)	เดือน	สภาพกะลา	สภาพเนื้อใน	เดือน	สภาพกะลา	สภาพเนื้อใน
1	มี.ค.	อ่อน สีเขียวอ่อน	เป็นน้ำใส	ธ.ค.	อ่อน สีเขียวอ่อน	เล็กมาก เป็นน้ำใส
2	เม.ย.	อ่อน สีเขียวอ่อน	อ่อน สีขาวใส	ม.ค.	อ่อน สีเขียวอ่อน	ขนาดใหญ่ขึ้น อ่อน สีขาวใส
3	พ.ค.	เริ่มแข็ง สีน้ำตาล	อ่อนเริ่มแข็ง สีขาว	ก.พ.	อ่อน สีเขียวอ่อน	อ่อน สีขาว
4	มิ.ย.	แข็ง สีน้ำตาลเข้ม	แข็ง สีขาว	มี.ค.	เริ่มแข็ง สีน้ำตาลอ่อน	เริ่มแข็ง สีขาว
5	ก.ค.	แข็ง สีน้ำตาลเข้ม	แข็ง สีขาว	เม.ย.	แข็ง สีน้ำตาล	เริมแข็ง สีขาว
6	ส.ค.	แข็งสีน้ำตาลเข้ม	แข็ง สีขาว	พ.ค.	แข็ง สีน้ำตาลเข้ม	แข็ง สีขาว
7				มิ.ย.	แข็ง สีน้ำตาลเข้ม	แข็ง สีขาว
8				ก.ค.	แข็ง สีน้ำตาลเข้ม	แข็ง สีขาว

ที่มา: จำรอง (2538ก)

หมายเหตุ: *- ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ระดับความสูง 350 – 400 เมตร จากระดับทะเล

- ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ระดับความสูง 1,300 เมตรจากระดับทะเล

บทที่ 4
ประวัติและการพัฒนาพันธุ์มะคาเดเมีย

4.1 ประวัติความเป็นมา

มะคาเดเมีย เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดใหญ่ใบมีสีเขียวตลอดปี ไม่ผลัดใบ (evergreen tree) ผลมีเปลือกแข็งและหนา มีเมล็ดเดียว (nut) มีอายุการให้ผลผลิตยาวนาน เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดบริเวณป่าน้ำฝนชายทะเล (coastal rain forest) ทางตอนใต้ของรัฐควีนสแลนด์ และทางเหนือของรัฐนิวเซาท์เวลส์ (Hamilton *et al.,* 1980) ซึ่งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 25 และ 27 องศาใต้ (Trochoulias *et al.,* 1984) ของเครือรัฐออสเตรเลีย

ค.ศ. 1000 พบครั้งแรกโดย ชนเผ่าอะบอริจิน (ชนเผ่าผู้อยู่อาศัยดั้งเดิมของเครือรัฐออสเตรเลีย) โดยรู้จักและเรียกชื่อว่า “Kindal Kindal”

ค.ศ. 1828 มะคาเดเมียถูกพบครั้งแรกโดย Mr. Allan Cunningham นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษ

ค.ศ. 1843 Mr. Friedrich Wilhelm Ludwig Leichhardt นักพฤกษศาสตร์ และนักสำรวจชาวเยอรมัน พบมะคาเดเมียขึ้นที่บริเวณอ่าวมอร์ตัน (Moreton Bay) ใกล้กับเมืองบริสเบน (Brisbane) รัฐควีนสแลนด์ (Queensland) เครือรัฐออสเตรเลีย และได้เก็บตัวอย่างพืชไว้ที่สวนพฤกษศาสตร์เมืองเมลเบิร์น (Melbourne) รัฐวิคตอเรีย (Victoria) เครือรัฐออสเตรเลีย

ค.ศ. 1857 Baron Sir Ferdinand Jacob Heinrich Von Mueller ชาวเยอรมัน ผู้อำนวยการสวนพฤกษศาสตร์แห่งเมืองเมลเบิร์น (Melbourne) ร่วมกับ Mr. Walter Hill ชาวสก็อต ผู้อำนวยการสวนพฤกษศาสตร์คนแรกแห่งเมืองบริสเบน (Brisbane) เครือรัฐออสเตรเลีย ได้สำรวจและเก็บตัวอย่างของพืชนี้ที่บริเวณแม่น้ำไพน์ อ่าวมอร์ตัน รัฐควีนสแลนด์ พบว่าอยู่ในวงศ์ Proteaceae โดยที่ค้นพบขณะนั้นเป็น *Macadamia ternifolia*

ค.ศ. 1858 Mr. Mueller Hill ได้ขอจดทะเบียนเป็นพืชสกุลใหม่ (Genus) คือ *Macadamia* เพื่อให้เกียรติตามนามสกุลของผู้ที่เขานับถือคือ Dr. John Macadam

ค.ศ. 1881 มะคาเดเมียได้ถูกนำเข้าไปปลูกค้นคว้าและพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่เมือง Kukuihaele มลรัฐฮาวาย (Hawaii) โดย Mr. William Herbert Purvis ชาวสก็อต ที่ไปดำเนินธุรกิจโรงงานน้ำตาล โดยซื้อเมล็ดมะคาเดเมียที่เป็น *Macadamia integrifolia*

ค.ศ. 1890 แปลงรวบรวมพันธุ์มะคาเดเมียแปลงแรก อยู่ที่ The Frederickson Estate เมือง Rous Mill รัฐนิวเซาท์เวลส์ เครือรัฐออสเตรเลีย โดยรวบรวมพันธุ์พืชในสกุลมะคาเดเมียไว้จำนวน 250 ต้น

ค.ศ. 1892 Mr. Edward Walter Jordan และ Mr. Robert Alfred Jordan ได้นำมะคาเดเมียไปปลูกที่เกาะโออะฮู (Oahu) มลรัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา

ค.ศ. 1892-1894 คณะกรรมการที่ดินเพื่อการเกษตรและป่าไม้ของรัฐ (The Territorial Board of Agriculture and Forestry) ได้นำมะคาเดเมียแบบผลผิวขรุขระ (*M. tetraphylla*) ปลูกในโครงการปรับปรุงพื้นที่ว่างเปล่าให้มีสภาพเป็นป่า (Reforestation project) บริเวณเทือกเขาแทนทาลัส (Tantalus) หลังเมืองโฮโนลูลู (Honolulu) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยภาคเอกชนที่สนใจปลูกในสภาพป่าจะได้รับการยกเว้นภาษีที่ดินจากรัฐ

Mrs. Lousise Sales แห่งสมาคมผู้รักขุนเขา (Trial and Mountain Club) ได้นำเมล็ดมะคาเดเมียจากสวนของ Mr. Edward Walter Jordan และ Mr. Robert Alfred Jordan ปลูกตามบริเวณดังกล่าว

เจ้าหน้าที่เกษตรของสถานีทดลองเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา ดำเนินการคัดเลือกต้นพันธุ์ดีจากต้นที่ปลูกโดยรัฐและเอกชน จำนวน 80,000-100,000 ต้น สามารถคัดเลือกต้นพันธุ์ดี 13-15 ต้น ได้แก่ พันธุ์ Keauhou, Nuuanu, Kohala, Pohau, Kakea, Ikaika, Wailua, Keaau, Kau, Mauka, Maka, Purvis และ Pahala และพันธุ์ที่คัดเลือกโดยเอกชน 2 พันธุ์ คือ Chong 6 และ Honokaa Special หลังจากนั้นได้มีการขยายพันธุ์แพร่กระจายการปลูกไปตามแหล่งต่าง ๆ ทั่วโลก

ค.ศ. 1922-1925 Mr. Ernest Sheldon Van Tassel เริ่มต้นปลูกเป็นการค้าครั้งแรกจากเมล็ด ซึ่งไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

ค.ศ. 1924 Mr. Walter Pierre Naquin เริ่มปลูกมะคาเดเมียสู่ธุรกิจโดยใช้พันธุ์ดีจากการแนะนำของสถานีทดลองเกษตรและมหาวิทยาลัยฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา

การคัดเลือกพันธุ์มะคาเดเมียได้ดำเนินการโดยสถานีทดลองเกษตรของมลรัฐฮาวาย (Hawaiian Agricultural Experiment Station) ภายใต้การควบคุมของกระทรวงเกษตร และต่อมาปี ค.ศ. 1936 ได้อยู่ในความดูแลของมหาวิทยาลัยฮาวาย โดยคัดเลือกต้นที่ปลูกด้วยเมล็ดจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จากเกาะโออะฮู (Oahu), เกาะคาไว (Kauai), เกาะมาอิ (Maui) และ ฮาวาย (Hawaii)

ค.ศ. 1948 เริ่มปลูกมะคาเดเมียเป็นอุตสาหกรรมอย่างเป็นทางการในมลรัฐฮาวาย โดยได้รับคำแนะนำและใช้พันธุ์จาก Hawaii Agricultural Experiment Station

ค.ศ. 1950 มีการนำมะคาเดเมียจาก มลรัฐฮาวายไปปลูกที่มลรัฐแคลิฟอร์เนีย (California) ประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับปีที่นำเข้าปลูกในมลรัฐฟลอริดา (Florida) ไม่ทราบปีแน่ชัด

ค.ศ. 1975 เริ่มปลูกมะคาเดเมียเป็นอุตสาหกรรมอย่างเป็นทางการในรัฐโอ๊คแลนด์ (Auckland) ประเทศนิวซีแลนด์ โดยนำเข้ามาจากเครือรัฐออสเตรเลีย (ไม่ทราบปีแน่ชัด)

ต่อมามีการปลูกมะคาเดเมียแพร่กระจายไปในประเทศในแถบลาตินอเมริกาและสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ โดยมีมลรัฐฮาวายเป็นแหล่งผลิตและปลูกเป็นการค้าที่ใหญ่ที่สุด คือ มีการผลิตมากกว่าร้อยละ 80 รองลงมา คือ เครือรัฐออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ สาธารณรัฐมาลาวี สาธารณรัฐเคนยา สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ รัฐอิสราเอล สาธารณรัฐคอสตาริกา สาธารณรัฐกัวเตมาลา สาธารณรัฐซิมบับเว สหรัฐเม็กซิโก และสหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล ตามลำดับ และในช่วงต่อมาก็มีการปลูกมะคาเดเมียปลูกในราชอาณาจักรไทย สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐอินโดนีเซีย และ ราชอาณาจักรเนปาล

4.2 การพัฒนาพันธุ์มะคาเดเมียในประเทศไทย

พ.ศ. 2496 เริ่มนำเข้ามาปลูก โดยองค์การบริหารวิเทศกิจแห่งสหรัฐฯ (USOM) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ส่งเมล็ดพันธุ์มะคาเดเมียชนิดผลเปลือกเรียบ (*M. integrifolia*) มาให้กรมกสิกรรม (เดิม) ดำเนินการเพาะเมล็ดที่สถานีกสิกรรมบางกอกน้อย

พ.ศ. 2496 ส่งปลูกที่สถานีกสิกรรมพลิ้ว (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี) จำนวน 4 ต้น

พ.ศ. 2498 ปลูกที่สถานีกสิกรรมฝาง (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่) จำนวน 10 ต้น และสถานีกสิกรรมดอยมูเซอ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก (ดอยมูเซอ)) จำนวน 8 ต้น

พ.ศ. 2499 ปลูกที่สถานีกสิกรรมแม่โจ้ (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่) จำนวน 3 ต้น

พ.ศ. 2511 นายประสิทธิ์ พุ่มชูศรี เจ้าของสวนชาระมิงค์ ที่ อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่ ติดต่อขอกิ่งพันธุ์ จากทางมหาวิทยาลัยฮาวาย ผ่านศูนย์ศึกษาและวัฒนธรรมตะวันออก-ตะวันตก (East-West Center) ม.ร.ว. จักรทอง ทองใหญ่ ซึ่งขณะนั้นดำรงตำแหน่งเป็นปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เมื่อเดินทางไปราชการที่มลรัฐฮาวาย ได้เจรจากับนายบารอน โกโต้ เพื่อขอพันธุ์มะคาเดเมีย จากมหาวิทยาลัยฮาวายให้แก่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งในขณะนั้นกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกาห้ามนำมะคาเดเมียออกนอกประเทศ แต่ในที่สุดก็ได้รับการอนุญาตโดย Mr. E.T. Fukunaga เป็นผู้มอบกิ่งพันธุ์จำนวน 3 พันธุ์ คือ #246 #333 และ #508

พ.ศ. 2515 นายไพโรจน์ ผลประสิทธิ์ แห่งกองค้นคว้าและทดลองกสิกรรม (เดิม) ได้ติดต่อขอพันธุ์ชนิดเสียบกิ่งแล้ว จากมหาวิทยาลัยฮาวาย 4 พันธุ์ และทดลองปลูกที่สถานีกสิกรรมฝาง (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่) ได้แก่ พันธุ์ #246 #333 #508 และ #660 และเริ่มให้ผลผลิตเมื่อปี พ.ศ. 2520 แต่การจดบันทึกไม่แน่นอน

พ.ศ. 2526 เมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2526 นายดำเกิง ชาลีจันทร์ ซึ่งขณะนั้นดำรงตำแหน่งหัวหน้าสำนักงานการเกษตรที่สูง (ปัจจุบันมรณภาพ) สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ได้รับมอบหมายให้เป็นหัวหน้าโครงการวิจัยและพัฒนามะคาเดเมีย ได้ติดต่อกับทางเครือรัฐออสเตรเลียผ่านบริษัทเอกชน คือ บริษัท JFB โดยนายอวยชัย วีรวรรณ เพื่อสั่งซื้อพันธุ์และเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ดีโฟร์ (D4) จำนวน 200 กิโลกรัม ให้กรมวิชาการเกษตร จำนวน 150 กิโลกรัม และนายประพัฒน์ สิทธิสังข์ เจ้าของสวนมะม่วง จ.เชียงใหม่ จำนวน 50 กิโลกรัม

เมื่อวันที่ 17 กันยายน 2526 กรมวิชาการเกษตรได้สั่งซื้อต้นพันธุ์ดีทาบกิ่ง จำนวน 500 ต้น แบ่งเป็นพันธุ์ #741 จำนวน 300 ต้น และพันธุ์ #800 จำนวน 200 ต้น ซึ่งต้นพันธุ์มีการเจริญเติบโตช้า เพราะส่งมาแบบล้างราก (Bare root) แต่ละพันธุ์มีการตายร้อยละ 10-15 ต้นพันธุ์ที่เหลือแบ่งปลูกที่สวนวังน้ำค้างของ อ.พันธุ์เลิศ บูรณะศิลปิน พันธุ์ละ 20 ต้น ที่เหลือทั้งหมดปลูกที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

พ.ศ. 2527 เมื่อเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน 2527 กรมวิชาการเกษตรติดต่อขอผู้เชี่ยวชาญมะคาเดเมียจากรัฐนิวเซาท์เวลส์ เครือรัฐออสเตรเลีย คือ Mr. Tim Trochoulias เพื่อให้คำแนะนำและสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมะคาเดเมียในประเทศไทยเป็นเวลา 3 สัปดาห์ (14 กรกฎาคม ถึง 7 สิงหาคม 2527) และสั่งซื้อพันธุ์สำหรับทดลอง 8 พันธุ์ คือ พันธุ์ #246 #333 #344 #508 #660 #741 #800 และ เฮซทู (H2) รวม 1,200 ต้น โดยใช้เงินจาก

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ซึ่งนับว่าเป็นพระมหากรุณาธิคุณที่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตรทรงประทานให้แก่กรมวิชาการเกษตรและทรงเล็งเห็นความสำคัญของพืชนี้ในอนาคต

พ.ศ. 2528 กรมวิชาการเกษตรสั่งพันธุ์เพิ่มเติม 2 พันธุ์ คือ โอซี (OC=Own Choice) และ เอชวาย (HY=Rankine) พร้อมทั้งดำเนินการทดลองปลูกเปรียบเทียบพันธุ์จำนวน 10 พันธุ์ ในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ 15 แห่ง

พ.ศ. 2528-2538 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (สำนักงานการเกษตรที่สูงเดิม) สถาบันวิจัยพืชสวนได้ดำเนินการศึกษาการเจริญเติบโต การออกดอกติดผล ผลผลิตและคุณภาพ พบว่ามะคาเดเมียเริ่มให้ผลผลิตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 โดยพันธุ์ #344 #508 #660 และ #741 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและคุณภาพอยู่ในมาตรฐานสากลที่กำหนด เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูกในแต่ละระดับแตกต่างกัน

พ.ศ. 2539 เสนอคณะอนุกรรมการวิจัยปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร ให้เป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร และผ่านคณะอนุกรรมการ เมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2539 ให้เป็นพันธุ์แนะนำแก่เกษตรกร จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 400 (#660) พันธุ์เชียงใหม่ 700 (#741) และพันธุ์เชียงใหม่ 1000 (#508)

พ.ศ.2540-2544 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวนได้ดำเนินการศึกษาการผสมเกสรแบบพบกันหมดของมะคาเดเมียสายพันธุ์คัด 6 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ #508 #660 #741 #344 #246 และ H2 พบว่า มะคาเดเมียแทบทุกพันธุ์ที่ศึกษาผสมข้ามได้ดีกว่าผสมตัวเอง ยกเว้นพันธุ์ #246 และ H2 ที่สามารถผสมตัวเองได้ และพันธุ์ที่เป็นคู่ผสมได้ดี คือ พันธุ์ #246 H2 และ #508

พ.ศ.2535-2546 คัดเลือกจากต้นเพาะเมล็ด D4 H2 และ OC ชุดที่ 1 ทดสอบและเปรียบเทียบพันธุ์ 8 สายพันธุ์ ได้แก่ WW1, KW86, KK27, MCL20, MCL82, FNG21, FNG77, MS2 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวางและแม่จอนหลวง) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก (ดอยมูเซอ) ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) และศูนย์วิจัยพืชสวนเลย (ภูเรือ)

พ.ศ.2539-2552 คัดเลือกต้นมะคาเดเมียจากต้นเพาะเมล็ดพันธุ์ D4 และคัดเลือกพันธุ์มะคาเดเมียที่นำเข้าจากต่างประเทศ ปลูกทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์ 15 สายพันธุ์ จากมลรัฐฮาวาย ได้แก่ #508 #741 #788 #791 #792 #849 #294 และจากเครือรัฐออสเตรเลีย ได้แก่ Daddow, A4 และ A16 และพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกในประเทศไทย ได้แก่ CHR1 WW3 KK6 KK7 KK8 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี)

พ.ศ.2548-2553 คัดเลือกพันธุ์มะคาเดเมียจากต้นเพาะเมล็ดชุดที่ 2 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรตาก (ดอยมูเซอ) ปี พ.ศ. 2548-2552 คัดเลือกพันธุ์มะคาเดเมียจากต้นเพาะเมล็ดชุดที่ 3 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน

	(ท่าโป่งแดง) และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง)
พ.ศ.2555-2558	ดำเนินการทดลองเรื่อง การอนุรักษ์และศึกษาเชื้อพันธุกรรมมะคาเดเมีย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเชียงราย
พ.ศ. 2563	อยู่ในขั้นตอนการเสนอให้พิจารณาเป็นพันธุ์แนะนำ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เชียงใหม่ 1 (A4) และ พันธุ์เชียงใหม่ 2 (849)
พ.ศ.2563-2564	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน ดำเนินการศึกษาและปรับปรุงพันธุ์มะคาเดเมียอย่างต่อเนื่อง และคาดว่าจะได้มะคาเดเมียพันธุ์ใหม่ที่เหมาะสมกับพื้นที่ต่ำกว่า 700 เมตรจากระดับทะเล เพื่อเสนอขอรับรองพันธุ์กับกรมวิชาการเกษตรต่อไป (อุทัย และคณะ, 2551ก)

บทที่ 5
การปรับปรุงพันธุ์มะคาเดเมียของกรมวิชาการเกษตร

ประเทศไทย ได้นำพันธุ์มะคาเดเมียจากต่างประเทศเข้ามาปลูกเป็นการค้าในประเทศ เป็นพันธุ์ที่คัดเลือกและแนะนำโดยมหาวิทยาลัยฮาวาย ซึ่งจะใช้ชื่อเป็นภาษาท้องถิ่นฮาวาย แต่บุคคลทั่วไปจะนิยมเรียกชื่อเป็นตัวเลข ในออสเตรเลียมีพันธุ์ปลูกที่เริ่มแพร่หลายมากขึ้นแต่มีบางพันธุ์ที่ยังไม่ได้นำเข้ามาทดสอบปลูกในประเทศไทย

5.1 แหล่งพันธุ์จากต่างประเทศ

กรมวิชาการเกษตร โดยโครงการอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมมะคาเดเมีย ได้รวบรวมพันธุ์มะคาเดเมียจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย จำนวน 59 สายพันธุ์ และพันธุ์ที่ได้จากต้นเพาะเมล็ดของพันธุ์ OC D4 และ H2 จำนวน 26 สายต้น พันธุ์มะคาเดเมียที่นิยมปลูกสามารถแยกได้ตามแหล่งที่คัดเลือก ดังนี้

พันธุ์ที่คัดเลือกจากสหรัฐอเมริกา ได้แก่

พันธุ์ Keauhou (HAES 246), Purvis (HAES 294), Ikaika (HAES 333), Kau (HAES 344), Kakea (HAES 508), Keaau (HAES 660), Mauka (HAES 741), Pahala (HAES 788), Makai (HAES 800), HAES 814, 816, 842, 849, 856, 888, 889, 892, 894, 895, 896, 920 ฯลฯ แต่ที่ใช้ปลูกเป็นการค้าในฮาวายมี 8 พันธุ์ ได้แก่ Keauhou (HAES 246), Kau (HAES 344), Kakea (HAES 508), Keaau (HAES 660), Mauka (HAES 741), Makai (HAES 800), Purvis, Pahala และ Dennison

พันธุ์ที่คัดเลือกจากออสเตรเลีย ได้แก่

พันธุ์ Hinde (H2), Own choice (OC), Daddow, Heilscher, Elimbab, Prabert-2 Hidden Valley (A4) และ Hidden Valley (A16) และพันธุ์ที่แนะนำให้ปลูกในออสเตรเลียมีหลายสายพันธุ์รวมทั้งพันธุ์ปลูกเดิมที่คัดเลือกจากฮาวายได้แก่ พันธุ์ Daddow, A4, A16, Heilscher, Kau, Keaau, Makai, Keauhou และ Mauka (อุทัย และคณะ, 2551ก)

5.1.1 ลักษณะประจำพันธุ์ของมะคาเดเมียพันธุ์ทั่วไป ที่ได้รวบรวมจากต่างประเทศ ได้แก่

พันธุ์เบอร์ 246 (Keauhou)

ทรงต้นพุ่มกลม กิ่งก้านแผ่กว้าง ใบเขียวเป็นคลื่น มีหนามมาก ปลายใบมน ดอกสีขาว ใบอ่อนสีเขียว ขนาดผลใหญ่ (140 ผลต่อกิโลกรัม) ทนทานต่อโรคแอนแทรคโนส ทนแล้งแต่ไม่ทนลม โค่นล้มง่าย เป็นตัวให้ละอองเรณูแก่พันธุ์อื่นเพื่อช่วยให้ติดผลได้ดี ข้อจำกัด คือ ไม่ทนต่อโรคผลจุด ผลแตกง่าย เมื่อได้รับความชื้นทำให้งอกง่าย ทำให้จำหน่ายไม่ได้ เหมาะในพื้นที่ระดับละติจูด 19.8 องศาเหนือขึ้นไป ไม่มีลมแรง (อุทัย และคณะ, 2560ข)

พันธุ์เบอร์ 294 (Purvis)

เป็นพันธุ์ที่มหาวิทยาลัยฮาวายคัดเลือกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2479 แต่มาตั้งชื่อในปี พ.ศ. 2524 เพื่อให้เป็นเกียรติแก่นายวิลเลี่ยม เพอร์วิส ซึ่งเป็นผู้ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้นำมะคาเดเมียมาปลูกเป็นคนแรกในมลรัฐฮาวาย เพราะเมื่อปลูกทดสอบตามแหล่งต่าง ๆ มักแสดงอาการขาดธาตุอาหารให้เห็นเสมอ พันธุ์ #294 ติดผลดก ขนาดผลใหญ่ เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อในสูง 37-41 เปอร์เซ็นต์

พันธุ์เบอร์ 333 (Ikaika)

เริ่มต้นคัดเลือกในปี พ.ศ. 2479 และได้รับการตั้งชื่อพันธุ์ในปี พ.ศ. 2495 ทรงพุ่มใหญ่ มีการเจริญเติบโตดี ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีมาก ใบใหญ่สีเขียวเข้ม ขอบใบมีหนามแหลมจำนวนมาก (Hamilton *et al.,* 1952) ติดผลดกเป็นพวง ขนาดผลเล็ก ประมาณ 174 ผลต่อกิโลกรัม กะลาค่อนข้างหนา มีเนื้อในหลังกะเทาะร้อยละ 31-35 การติดผลสูง แต่คุณภาพไม่แน่นอน บางปีเปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (kernel recovery) ลดลงต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ จึงไม่แนะนำให้ปลูกต่อไป พันธุ์ #333 อ่อนแอต่ออาการที่เรียกว่า Quick decline คือ แห้งตายอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุต้นมากขึ้นโดยเฉพาะในมลรัฐฮาวาย (Nagao and Hirae, 1992) รวมทั้งในประเทศไทย

พันธุ์เบอร์ 344 (Kau)

ทรงต้นคล้ายสนฉัตร ใบสีเขียว ปลายใบแหลม เป็นคลื่นเล็กน้อย ใบเขียวตลอดปี แม้ปลูกในที่ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ กะลาผิวเรียบและขรุขระเล็กน้อย ดอกสีขาว ขนาดผลใหญ่ กะลาหนาเล็กน้อย (130-150 ผลต่อกิโลกรัม) ข้อจำกัด คือ ให้ผลผลิตช้ากว่าพันธุ์อื่น ๆ แต่เมื่ออายุมากขึ้นจะให้ผลผลิตสูง ถ้าปลูกในพื้นที่ต่ำกว่า 700 เมตรจากระดับทะเล และมีความชื้นต่ำจะมีกะลาหนา อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะผลและกิ่ง และเพลี้ยหอย เหมาะสำหรับพื้นที่ระดับ 800 เมตรจากระดับทะเลขึ้นไป และควรปลูกร่วมกับพันธุ์เชียงใหม่ 400 และเชียงใหม่ 700 (อุทัย และคณะ, 2560ข)

พันธุ์เบอร์ 800 (Makai)

เริ่มคัดเลือกเมื่อปี พ.ศ. 2510 และตั้งชื่อพันธุ์เป็น มาคาอิ หรือ มาไค (Makai) ในปี พ.ศ. 2520 พร้อมกับพันธุ์ #741 ซึ่งเป็นภาษาพื้นเมืองแปลว่าใกล้ทะเล คัดเลือกมาจากต้นเพาะเมล็ดของพันธุ์ #246 ลักษณะทรงพุ่มและใบคล้ายคลึงกับ #246 คือ ทรงพุ่มค่อนข้างกลม ใบเขียว มีหนามที่ขอบใบแหลมคม ขนาดผลใหญ่กว่าพันธุ์อื่น ๆ เนื้อในมีคุณภาพดีเยี่ยม รูปร่างและสีสวย จึงใช้เป็นพันธุ์มาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์ใหม่อื่น ๆ เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (kernel recovery) 38-42 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ (เปอร์เซ็นต์เกรด 1) 97-100 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเมล็ดเนื้อในเฉลี่ย 2.4–3.2 กรัม

พันธุ์เอชทู (H2 หรือ Hinde)

นิสัยการเจริญเติบโตทรงต้นตั้งตรง ทรงพุ่มกลมโปร่ง แผ่กว้าง ใบเขียวเป็นคลื่น ไร้หนาม ปลายใบกลมมน ดอกสีขาว ใบอ่อนสีเขียว กะลาเรียบแต่ขรุขระเล็กน้อย ขนาดผลปานกลาง กะลาหนาเล็กน้อย (142 ผลต่อกิโลกรัม) ผลมีรอยบุ๋มหรือลักยิ้มที่ตรงขั้วของผล เจริญเติบโตทางลำต้นได้ดีทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื้อในค่อนข้างแบนเล็กน้อย เปอร์เซ็นต์เนื้อในต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย เป็นตัวให้ละอองเรณูแก่พันธุ์อื่นเพื่อช่วยการติดผล เหมาะสำหรับใช้เป็นต้นตอ (อุทัย และคณะ, 2560ข)

พันธุ์โอซี (Own Choice)

คัดเลือกโดยสวนเอกชน โดยนายเอ็น เกรเบอร์ (Mr. N. Greber) เมืองเบียร์วาห์ (Beerwah) รัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย ลักษณะทรงต้นตั้งตรงเป็นพุ่มขนาดกลาง แตกกิ่งแขนงมาก เป็นพันธุ์เบา ออกดอกง่ายและดก ผลผลิตค่อนข้างสูง ที่ปลูกที่บริเวณกลาสเฮาส์ เมาน์เทน (Glasshouse Mountain) ได้ผลผลิตถึง 26 กิโลกรัมต่อต้น เมื่ออายุ 10 ปี ขนาดผลใหญ่กว่า เอชทู เฉลี่ย 129 ผลต่อกิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน 33-37 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ (เปอร์เซ็นต์เกรด 1) 95-100 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเนื้อใน 2.7-3.0 กรัมต่อเมล็ด เนื้อในค่อนข้างใหญ่ สีและคุณภาพดี มีข้อเสีย คือ ผลไม่หล่นลงพื้นเมื่อแก่ (stick tight) ซึ่งต้องใช้แรงงานขึ้นเก็บต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น กะลาบางและแตกหักง่ายเมื่ออากาศร้อนทำให้งอก ทำให้เนื้อในมีรสขม อีกทั้งทรงพุ่มแน่นทึบ ต้องตัดแต่งกิ่งอยู่เสมอ (อุทัย และคณะ, 2551ก)

พันธุ์แดดโด (Daddow)

เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพและผลผลิตสูงอีกพันธุ์หนึ่งของเครือรัฐออสเตรเลีย ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ #246 #333 และ #660 ของมลรัฐฮาวาย เมื่อปลูกเปรียบเทียบกันในเครือรัฐออสเตรเลีย (Winks *et al*., 1987) มีเปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อในประมาณ 39 เปอร์เซ็นต์ (อุทัย และคณะ, 2551ก)

5.1.2 ลักษณะประจำพันธุ์ของมะคาเดเมียพันธุ์ที่ได้จากการคัดเมล็ด ได้แก่

พันธุ์แม่จอนหลวงสายต้นเบอร์ 829 (MCL D4-829)

เป็นพันธุ์ที่ได้จากการคัดเมล็ดชุดที่ 2 (เมล็ด D4) เมื่อปี พ.ศ. 2548 ทำการคัดเลือกจากต้นเพาะเมล็ด D4 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 1300 เมตรจากระดับน้ำทะเล ทรงต้นรูปร่างกลม (round shape) กิ่งก้านแผ่กว้าง จึงต้องใช้ระยะปลูกกว้างขึ้น ใบรูปหอกหัวกลับ ปลายใบมนมีหนามน้อย ใบเรียบเป็นคลื่น ดอกสีขาวครีม ลักษณะตำแหน่งใบบนกิ่งลู่ขึ้น กิ่งไม่เลื้อย มีขนาดผลใหญ่ประมาณ 123 ผลต่อกิโลกรัม น้ำหนักเนื้อใน 2.41-3.07 กรัม เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ) 78-82 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery) เท่ากับ 30.01 เปอร์เซ็นต์ ออกดอกเฉลี่ย 198.90 ดอกต่อช่อ ความยาวช่อดอกเฉลี่ยเท่ากับ 18.87 เซนติเมตร

พันธุ์เชียงรายสายต้นเบอร์ 5 (CR D4-5)

เริ่มการคัดเลือกพันธุ์มะคาเดเมียจากต้นเพาะเมล็ดชุดที่ 2 เมื่อปี พ.ศ. 2548 ทำการคัดเลือกจากต้นเพาะเมล็ด D4 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ที่ระดับความสูง 400 เมตรจากระดับน้ำทะเล เป็นพันธุ์พี่น้องกับพันธุ์เชียงรายสายต้นเบอร์ 7 ทรงต้นตั้งตรง ใบรูปหอกหัวกลับ ปลายใบแหลม ใบมีหนามมาก ขนาดผลประมาณ 180 ผลต่อกิโลกรัม เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery) เฉลี่ย 28 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เกรด 1 (เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ) 90 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเนื้อใน 1.7-2.3 กรัม ออกดอกเฉลี่ย 212 ดอกต่อช่อ ข้อดี คือ สามารถปรับตัวได้ในสภาพพื้นที่ของประเทศไทยตั้งแต่ 400 เมตรจากระดับน้ำทะเลขึ้นไป ข้อเสีย คือ เมื่อผลแก่จะคาอยู่บนต้นไม่ร่วงหล่นเหมือนพันธุ์อื่น ๆ (ภาพที่ 15)

พันธุ์เชียงรายสายต้นเบอร์ 7 (CR D4-7)

เริ่มการคัดเลือกพันธุ์มะคาเดเมียจากต้นเพาะเมล็ดชุดที่ 2 (เมล็ด D4) เมื่อปี พ.ศ. 2548 ทรงต้นรูปร่างกลม (round shape) กิ่งก้านแผ่กว้าง จึงต้องใช้ระยะปลูกกว้างขึ้น ใบรูปหอกหัวกลับ ปลายใบมนมีหนามน้อย ใบเรียบเป็นคลื่น ดอกสีขาวครีม ลักษณะตำแหน่งใบบนกิ่งลู่ขึ้น กิ่งไม่เลื้อย ขนาดผลปานกลางประมาณ 156 ผลต่อกิโลกรัม เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery) เฉลี่ย 41.03 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เกรด 1 (เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ) 97 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเนื้อใน 2.5-2.8 กรัม ออกดอกเฉลี่ย 216 ดอกต่อช่อ ข้อดี คือ สามารถปรับตัวได้ในสภาพพื้นที่ของประเทศไทยตั้งแต่ 400 เมตรจากระดับน้ำทะเลขึ้นไปข้อเสียเมื่อผลแก่จะติดอยู่บนต้นไม่ร่วงหล่นเหมือนพันธุ์อื่น ๆ (ภาพที่ 16)

พันธุ์เขาค้อสายต้นเบอร์ 27 (KK D4-27)

เริ่มคัดเลือกพันธุ์เมื่อปี พ.ศ. 2548 ทำการคัดเลือกจากต้นเพาะเมล็ดชุดที่ 2 (เมล็ด D4) ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) ระดับความสูง 800 เมตรจากระดับทะเล ทรงต้นเป็นแบบตั้งตรง ใบเขียวเข้ม ใบรูปหอกหัวกลับ ปลายใบมนมีหนามเล็กมาก ดอกสีขาวครีม ลักษณะตำแหน่งใบบนกิ่งลู่ขึ้น กิ่งไม่เลื้อย ลักษณะเด่น มีขนาดผลใหญ่ประมาณ 137 ผลต่อกิโลกรัม น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย 2.48-2.86 กรัม เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ) 75-78 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery) 25.50 เปอร์เซ็นต์ ข้อจำกัด คือ ควรปลูกในสภาพพื้นที่ของประเทศไทยตั้งแต่ 800 เมตรจากระดับทะเลขึ้นไป (ภาพที่ 17) (มานพ, 2554ก.; พิจิตร และคณะ, 2552)

พันธุ์แม่ฮ่องสอนสายต้นเบอร์ 74 (MHS D4-74)

เป็นพันธุ์ที่ได้จากต้นเพาะเมล็ด (เมล็ด D4) เมื่อปี พ.ศ. 2548 ทำการคัดจากทั้งหมด 120 สายต้น ทรงต้นรูปร่างกลม (round shape) กิ่งก้านแผ่กว้าง ปลายใบมนมีหนามน้อย ดอกสีขาวครีม ใบบนกิ่งลู่ขึ้นเลื้อย ลักษณะเด่น ขนาดผลปานกลางประมาณ 164 ผลต่อกิโลกรัม น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย 2.22-2.72 กรัม เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ) 98 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery) 35.36 เปอร์เซ็นต์

พันธุ์วาวีสายต้นเบอร์ 6 (WW D4/H2-6)

เป็นพันธุ์ที่ได้จากต้นเพาะเมล็ด (เมล็ด D4/H2) เมื่อปี พ.ศ. 2548 ทำการคัดจากทั้งหมด 34 สายต้น ทรงต้นตั้งตรง ใบรูปหอกหัวกลับ ปลายใบมนไม่มีหนาม ดอกสีขาวครีม ใบบนกิ่งลู่ขึ้น เลื้อย ลักษณะเด่น มีขนาดผลใหญ่ประมาณ 148 ผลต่อกิโลกรัม น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย 2.10-2.53 กรัม เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ) 90.76 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery) 30.24 เปอร์เซ็นต์ ออกดอกเฉลี่ย 177 ดอกต่อช่อ ความยาวช่อดอกเฉลี่ยเท่ากับ 16.93 เซนติเมตร (มานพ, 2554ข.)

ภาพที่ 15 ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของพันธุ์เชียงรายสายต้นเบอร์ 5 (CR D4-5)

ภาพที่ 16 ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของพันธุ์เชียงรายสายต้นเบอร์ 7 (CR D4-7)

ภาพที่ 17 ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของพันธุ์เขาค้อสายต้นเบอร์ 27 (KK D4-27)

****หมายเหตุ : พันธุ์เหล่านี้อยู่ในระยะการทดสอบพันธุ์ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับทะเลที่แตกต่างกันของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คาดว่าจะสามารถเสนอเป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตรในอนาคต**

5.2 การปรับปรุงพันธุ์มะคาเดเมียของกรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตรได้คัดเลือกคัดสายต้น ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง ระดับความสูง 1,300 เมตรจากระดับทะเล) จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCL D4-829 และ MCL D4-856 ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (ระดับความสูง 400 เมตรจากระดับทะเล) จำนวน 11 สายต้น ได้แก่ CR D4-5, CR D4-7, CR D4-8, CR D4-9, CR D4-10, CR D4-12, CR D4-39, CR D4-72, CR D4-78, CR D4-91 และ CR D4-108 ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) (ระดับความสูง 800 เมตรจากระดับทะเล) จำนวน 2 ต้น ได้แก่ KK D4-27และ KK D4-71 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน (ท่าโป่งแดง) จำนวน 8 ต้น ได้แก่ MHS D4-9, MHS D4-24, MHS D4-45, MHS D4-74, MHS D4-86, MHS D4-91, MHS D4-99 และ MHS D4-117 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) (ระดับความสูง 1,300 เมตรจากระดับทะเล) จำนวน 7 ต้น ได้แก่ WW D4/OC-1, WW D4/OC-11, WW D4/H2-5, WW D4/H2-6, WW D4/H2-12, WW D4/660-11 และ WW D4/800-2 และพันธุ์ที่ได้จากงานวิจัยทดสอบพันธุ์ จำนวน 15 สายต้น ได้แก่ #294, #508, #741, #788, #791, #849, #792, A4, A16, CHR#1, Daddow, KK#6, KK#7, WW#3 และ KK#8 โดยปัจจุบันได้รวบรวมไว้ในแปลงรวบรวมอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมทั้ง 4 แห่ง คือ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) จำนวน 35 สายพันธุ์ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จำนวน 15 สายพันธุ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย (วาวี) จำนวน 15 สายพันธุ์ และศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) จำนวน 15 สายพันธุ์ เพื่อใช้สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป (พิจิตร และคณะ, 2552; สุพัฒธนกิจ, 2563)

5.2.1 ลักษณะประจำพันธุ์ของมะคาเดเมียพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร

พันธุ์เชียงใหม่ 400 (Keaau หรือ HAES 660)

ทรงต้นตั้งตรง คล้ายปิรามิด ใบเขียวเข้ม มีหนามเล็กน้อย พุ่มเล็ก เป็นพันธุ์เบา ออกดอกดก ใช้ปลูกร่วมกับพันธุ์อื่นเพื่อช่วยผสมเกสรยกเว้น พันธุ์ #344 และ พันธุ์เชียงใหม่ 700 อายุเก็บเกี่ยวสั้น (180-210 วัน) เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน 34-42 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ 93-100 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเนื้อใน 1.5-2.7 กรัม ขนาดผลเล็ก กะลาบาง (175-190 ผลต่อกิโลกรัม) ข้อจำกัด คือ ต้นอายุมากขึ้น ผลผลิตอาจลดลง เหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่อากาศเย็นในที่สูงระดับ 500 เมตรเหนือระดับทะเลขึ้นไป หรือหากต้องการปลูกในระดับ 400 เมตร พื้นที่ปลูกควรอยู่ในเขตเส้นละติจูด 19.8 องศาเหนือขึ้นไป (ตารางที่ 7)

พันธุ์เชียงใหม่ 700 (Mauka หรือ HAES 741)

ทรงต้นตั้งตรง คล้ายปิรามิด แผ่ข้างเล็กน้อย ใบเขียวเป็นคลื่น ม้วนห่อลง ปลายใบแหลมมีหนามมากกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 400 และ #344 เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน 32-39 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ 98 เปอร์เซ็นต์ เนื้อในหนัก 2.8 กรัม ผลใหญ่ กะลาบางปานกลาง (135-150 ผลต่อกิโลกรัม) ปรับตัวได้ดี ข้อจำกัด คือ ไม่ควรปลูกในพื้นที่ต่ำกว่า 700 เมตรจากระดับทะเล เพราะคุณภาพเนื้อในจะลดลง ไม่ควรปลูกในพื้นที่ขาดน้ำ และความชื้นในดินต่ำเพราะผลจะร่วงง่าย และมีขนาดผลเล็ก (ตารางที่ 7)

พันธุ์เชียงใหม่ 1000 (Makea หรือ HAES 508)

ทรงต้นตั้งตรง ทรงกลม แผ่กว้าง ใบสีเขียวอ่อน เป็นคลื่น ปลายใบแหลมสั้น มีหนามน้อยกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 700 ขนาดผลปานกลาง กะลาหนาเล็กน้อย (148-170 ผลต่อกิโลกรัม) เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน 34-38 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ 84-100 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเนื้อใน 1.7-2.5 กรัม เจริญเติบโตและผลผลิตดีกว่าทุกพันธุ์ในที่สูงกว่าระดับทะเล 1,000 เมตรขึ้นไป (ชอบอากาศเย็น) ทนแล้ง ข้อจำกัด คือ ไม่ทนร้อน ทำให้กิ่งเลื้อย ใบไหม้ ต้นแคระแกร็น (เมื่อปลูกในพื้นที่ต่ำกว่า 1,000 เมตรจากระดับทะเล) ถ้าพื้นที่ปลูกขาดน้ำและความชื้นในดินต่ำ ผลจะร่วง และมีขนาดผลเล็ก และควรปลูกร่วมกับพันธุ์เชียงใหม่ 400 เพื่อช่วยในการผสมเกสร (ตารางที่ 7) (อุทัย และคณะ,2560ข)

ตารางที่ 7 ลักษณะของพันธุ์เชียงใหม่ 400 พันธุ์เชียงใหม่ 700 และพันธุ์เชียงใหม่ 1000

ลักษณะ	พันธุ์		
	เชียงใหม่ 400 (HAES 660)	เชียงใหม่ 700 (HAES 741)	เชียงใหม่ 1000 (HEAS 508)
1.ความสูงต้น (เมตร)	15-20	15-20	15-20
2.ความกว้างทรงพุ่ม (เมตร)	10-15	10-15	10-15
3.น้ำหนักเมล็ด			
1.น้ำหนักทั้งกะลา (กรัม)	6.4-7.9	4.6-7.6	5.2-7.4
2.น้ำหนักเนื้อใน	1.5-2.7	2.0-2.9	1.7-2.5
4.ความหนากะลา	บาง	บาง	บาง
(มิลลิเมตร)	1.93	2.28	2.30
5.จำนวนผลต่อกิโลกรัม	175-190	135-150	148-170
6.จำนวนผลอ่อนต่อช่อ	10-20	10-20	10-25
7.จำนวนผลแก่ต่อช่อ	5-12	3-8	5-12
8.คุณภาพผลผลิต			
8.1 เปอร์เซ็นต์เนื้อใน หลังกะเทาะ	34-42	32-39	32-39
8.2 เปอร์เซ็นต์เนื้อใน เกรด 1 (เปอร์เซ็นต์ลอยน้ำ)	93-100	88-99	84-100
8.3 เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery)	35-41	31-37	30-38
9.อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	180-210	180-240	180-240

ที่มา: จำรอง (2538ก)

หมายเหตุ:

- มะคาเดเมีย ทั้ง 3 พันธุ์ เป็นชนิดผิวเรียบ (smooth shell type) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macadamia integrifolia* Maiden and Betche

- เปอร์เซ็นต์เนื้อในหลังกะเทาะ (เปอร์เซ็นต์ kernel) = $\frac{\text{น้ำหนักเนื้อใน} \times 100}{\text{น้ำหนักทั้งเมล็ด}}$

- เปอร์เซ็นต์เนื้อในเกรด 1 (เปอร์เซ็นต์ floating) ได้จาก นำเนื้อใน จำนวน 100 เมล็ดต่อพันธุ์ต่อซ้ำ ลอยน้ำสะอาด เนื้อในที่ลอยถือว่ามีเปอร์เซ็นต์น้ำมันเกิน 72 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นเกรด 1

- เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery)

$$= \frac{\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อในหลังกะเทาะ} \times \text{เปอร์เซ็นต์เนื้อในลอยน้ำ}}{100}$$

5.2.2 ลักษณะประจำพันธุ์ของมะคาเดเมียที่กำลังดำเนินการเสนอขอเป็นพันธุ์แนะนำพันธุ์ใหม่ ได้แก่

พันธุ์เชียงใหม่ 1 (A4)

เริ่มทดสอบพันธุ์เมื่อปี พ.ศ. 2540 ทรงต้นรูปร่างกลม (round shape) กิ่งก้านแผ่กว้าง มีลักษณะเด่น คือ สามารถปรับตัวได้ในสภาพพื้นที่ของประเทศไทย ตั้งแต่ 400 เมตรจากระดับน้ำทะเลขึ้นไป ตั้งแต่ 400 (ละติจูด 19.8 องศาเหนือ) ถึง 1,300 เมตรจากระดับทะเล เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery) เฉลี่ย 32 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าทุกพันธุ์ น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย 3 กรัม และสม่ำเสมอ ขนาดผลใหญ่เฉลี่ย 123 ผลต่อกิโลกรัม (ทั้งกะลา) และมีกะลาบางเฉลี่ย 0.25 มิลลิเมตร ออกดอกดกเฉลี่ย 196 ดอกต่อช่อ ให้ผลผลิตปีแรกหลังปลูก 0.80 กิโลกรัมต่อต้น ข้อจำกัด คือ ไม่ทนลมแรง ถึงทนลมปานกลาง ควรปลูกร่วมกับไม้บังลม และ ควรมีการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม-เมษายน) เพื่อช่วยในการติดผล (ภาพที่ 18)

พันธุ์เชียงใหม่ 2 (849)

เริ่มทดสอบพันธุ์เมื่อปี พ.ศ.2540 ทรงต้นเป็นแบบตั้งตรง ใบรูปหอกหัวกลับ ปลายใบมน มีหนามเล็กน้อย ใบเรียบเป็นคลื่น มีลักษณะเด่น คือ เปอร์เซ็นต์เกรด 1 เนื้อใน (เปอร์เซ็นต์ recovery) เฉลี่ย 29 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าพันธุ์แนะนำเดิม ได้แก่ เชียงใหม่ 700 (#741) และ เชียงใหม่ 1000 (#508) คือ 27 เปอร์เซ็นต์ และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขนาดผลปานกลางเฉลี่ย 151 ผลกิโลกรัม (ทั้งกะลา) และมีกะลาบางเฉลี่ย 0.26 มิลลิเมตร ออกดอกดกปานกลางเฉลี่ย 142 ดอกต่อช่อ ให้ผลผลิตปีแรกหลังปลูก 0.65 กิโลกรัมต่อต้น ข้อจำกัด คือควรปลูกในสภาพพื้นที่ของประเทศไทยตั้งแต่ 700 เมตร จากระดับทะเลขึ้นไป (ภาพที่ 19)

พันธุ์ที่อยู่ในระหว่างดำเนินการเสนอขอเป็นพันธุ์แนะนำใหม่ ซึ่งปรับปรุงพันธุ์โดยศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ได้แก่ พันธุ์ KK#27 CR#7 และ CR#5 โดยที่พันธุ์ KK#27 และ CR#7 เป็นพันธุ์ที่มีแนวโน้มในการเจริญเติบโตด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และขนาดเส้นรอบวงโคนต้นได้ดี ในพื้นที่ระดับความสูงที่แตกต่างกัน 4 แหล่ง ได้แก่ 1) ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ที่ระดับความสูง 1,300-1,400 เมตรจากระดับทะเล 2) ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ที่ระดับความสูง 900 เมตรจากระดับทะเล โดยพันธุ์ KK#27 ให้ผลผลิตปีแรกหลังปลูก 0.5 กิโลกรัมต่อต้น และพันธุ์ CR#7 ให้ผลผลิตปีแรกหลังปลูก 0.48 กิโลกรัมต่อต้น 3) ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) ที่ระดับความสูง 800 เมตรจากระดับทะเล และ 4) ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ที่ระดับความสูง 400 เมตรจากระดับทะเล ส่วนพันธุ์ CR#5 เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และขนาดเส้นรอบวงโคนต้นได้ดี ให้ผลผลิตปีแรกหลังปลูก 0.4 กิโลกรัมต่อต้น ในแปลงเกษตรกร อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ที่ระดับความสูง 400 เมตรจากระดับทะเล ซึ่งจะเสนอเป็นพันธุ์แนะนำใหม่ของกรมวิชาการต่อไป (อนันต์, 2563)

ภาพที่ 18 ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของพันธุ์เชียงใหม่ 1 (A4)

ภาพที่ 19 ลักษณะทรงพุ่ม ดอก และผลของพันธุ์เชียงใหม่ 2 (849)

บทที่ 6
เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย

6.1 ปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของมะคาเดเมีย

จากการศึกษาการปลูกมะคาเดเมียตั้งแต่ระยะเริ่มแรกจนถึงปัจจุบันและจากรายงานการวิจัยของต่างประเทศสามารถสรุปปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะคาเดเมีย ดังนี้

6.1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการปลูกมะคาเดเมีย จากการศึกษาระดับอุณหภูมิบริเวณเมือง Kona เกาะฮาวาย ซึ่งเป็นแหล่งที่มีผลผลิตต่อพื้นที่สูงที่สุดในปัจจุบัน พบว่า มีช่วงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ระหว่าง 32 องศาเซลเซียส และ 9 องศาเซลเซียส อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส (Trochoulias and Lahav, 1983) และถ้าหากอุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส จะทำให้การสังเคราะห์แสงลดลงและมะคาเดเมียบางพันธุ์ เช่น พันธุ์ #508 จะแสดงอาการใบไหม้เนื่องมาจากสภาพอากาศร้อน (heat stress) โดยใบอ่อนเหลืองซีดและปลายใบมีอาการไหม้ (Allan, 1983) นอกจากนี้อุณหภูมิกลางคืนยังมีอิทธิพลต่อการกำเนิดตาดอกของมะคาเดเมีย พบว่า ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดตาดอกได้ดีที่สุด และหากได้รับอุณหภูมิระดับนี้นานเกิน 30 วัน จะทำให้ตาดอกมีการพัฒนาเป็นช่อดอกได้ดี แต่ถ้าอุณหภูมิลดลงเป็น 12 องศาเซลเซียส หรือเพิ่มขึ้นเป็น 21 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ตาดอกลดลง (Nakata, 1976)

ในสภาพแวดล้อมของเครือรัฐออสเตรเลีย การพัฒนาของตาดอกเกิดขึ้นประมาณต้นเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงเวลาที่กลางวันสั้นและอุณหภูมิกลางคืนต่ำระหว่าง 11-15 องศาเซลเซียส โดยเริ่มจากตาดอกหยุดพักตัว แล้วขยายเป็นช่อดอกใน 50-60 วัน ช่วงตั้งแต่กำเนิดช่อดอกจนถึงดอกบาน และได้รับการผสมแล้วใช้เวลา 137-153 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสถานที่ (Moncur *et al.,* 1985) อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิกลางคืน 20 องศาเซลเซียส จะส่งเสริมให้เกิดการสะสมคาร์โบไฮเดรต หรือปรับสมดุลของสารควบคุมการเจริญของตาดอก มีผลทำให้ต้นมะคาเดเมียสร้างช่อดอกขึ้นมาใหม่เพื่อทดแทนช่อดอกแรก ๆ ที่สูญเสียไปก่อนการผสมเกสร (Jackson and Sweet, 1972; Nakata, 1976; Stephenson and Gallagher, 1986a) ในช่วงการพัฒนาของผลถ้าอุณหภูมิสูงมากจะทำให้กะลาแข็งตัวเร็ว เนื้อในขยายไม่ได้ทำให้ผลมีขนาดเล็ก กล่าวโดยสรุป คือ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตควรอยู่ในช่วง 10-30 องศาเซลเซียส (Trochulias *et al*., 1984) และช่วงฤดูออกดอกควรอยู่ในช่วง 18-20 องศาเซลเซียส และช่วงที่ผลกำลังเจริญเติบโตควรมีอุณหภูมิระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส และไม่ควรเกิน 30 องศาเซลเซียส (Stephenson and Gallagher, 1986b)

6.1.2 ปริมาณน้ำฝนและความชื้น

ในแหล่งปลูกมะคาเดเมีย ควรมีปริมาณน้ำฝนอย่างน้อย 1,000 มิลลิเมตรต่อปี และตกกระจายตลอดปี (Storey, 1969) แต่ส่วนใหญ่ปริมาณน้ำฝนในแหล่งปลูกของประเทศไทยจะมีปัญหาไม่กระจายตลอดปี ปริมาณน้ำฝนจะอยู่ในช่วง 1,200-2,500 มิลลิเมตรต่อปี มีจำนวนเดือนที่ฝนตก 6-7 เดือน และมีช่วงแล้ง 5-6 เดือน แล้วแต่พื้นที่ ช่วงแล้งจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน ซึ่งเป็นช่วงเข้าฤดูหนาว อากาศหนาวเย็นกระตุ้นให้มะคาเดเมียออกดอกติดผลและช่วงการติดผลจะผ่านตลอดช่วงฤดูร้อน ถ้าไม่มีการให้น้ำช่วงนี้ผลจะร่วงและผลเล็ก ดังนั้นการปลูกมะคาเดเมียในประเทศไทยจะต้องมีการให้น้ำช่วงฤดูแล้ง (ดำเกิง, 2534) ในพื้นที่ที่มีความสูง 800-1,300 เมตรจากระดับทะเล ในรอบ 1 ปี มะคาเดเมียจะออกดอก 2 ช่วงใหญ่ ๆ คือ ช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม และ เดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ ซึ่งในขณะออกดอกและ

ติดผลในฤดูแล้งโดยเฉพาะช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำประมาณร้อยละ 50 จึงควรให้น้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้สูงขึ้นประมาณร้อยละ 70-75 จะช่วยให้ช่อดอกมีการติดผลมากขึ้น อย่างไรก็ตามช่วงฤดูฝนในพื้นที่ที่มีฝนตกมาก ในช่วงออกดอกจะมีปัญหาเกี่ยวกับความชื้นสูง มีผลต่อการแพร่กระจายของละอองเกสรในการผสมพันธุ์

6.1.3 แสง

จากการศึกษาของ Radspinner (1971) ในมลรัฐฮาวาย พบว่า หากฝนตกมากช่วง 2 เดือนก่อนออกดอก ส่งผลให้ขนาดผลเล็กลง เนื่องจากมีปริมาณแสงน้อย ซึ่งจะไปลดกระบวนการสังเคราะห์แสงและสร้างคาร์โบไฮเดรตสำหรับการเจริญเติบโตของส่วนต่าง ๆ ของต้น ทำให้การสะสมคาร์โบไฮเดรตลดลงและไม่สามารถไปสนับสนุนการเจริญเติบโตของผล พื้นที่ที่เหมาะสมควรมีช่วงแสงนาน 8-10 ชั่วโมงต่อวัน อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญกว่าแสงในการออกดอกของมะคาเดเมีย

6.1.4 ดิน

สภาพพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียควรมีการระบายน้ำดี หากเป็นดินเหนียวจะเป็นปัญหาที่สำคัญ ทำให้รากมะคาเดเมียที่มีบางส่วนฟูเหมือนรังบวบ (proteoid roots) ไม่เจริญเติบโต ดังนั้น ควรเลือกดินที่มีชั้นดินลึกอย่างน้อย 50 เมตร ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 โดยทั่วไปดินในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นกรดถึงกรดจัด จึงต้องวิเคราะห์ดินและปรับสภาพดินให้เหมาะสม ในระยะที่ปลูกพืชอายุ 1-2 ปี หากดินมีสภาพเป็นกรด ควรใส่ปูนขาวต้นละ 0.5 กิโลกรัม เมื่ออายุ 4-5 ปีขึ้นไป เพิ่มเป็นต้นละ 1-2 กิโลกรัม (อุทัย และคณะ, 2551ก)

6.1.5 ไม้บังลม

ไม้บังลมนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะต้องพิจารณาในการเลือกพื้นที่สร้างสวนมะคาเดเมีย เนื่องจากมะคาเดเมียเป็นไม้เนื้อแข็งแต่เปราะหักง่าย ถ้ามีพายุ ลมจะทำให้ต้นโค่นล้ม กิ่งฉีก กิ่งหักเสียหายได้ ถ้าปลูกไม้บังลมก่อนจะทำให้มะคาเดเมียเจริญเติบโตเร็ว เพราะต้นไม่ถูกลมโยก ไม้บังลม ได้แก่ ทองหลางใบมนจากฮาวาย (Wili wili; *Erythrina lithosperma*) สนอินเดีย (Silver oak or silky oak; *Grevillea robusta*) เสม็ดฮาวาย (Paper bark; *Melaleuca leucadendron* L.) สนฉัตร (Norfolka pine; *Araucaria excelsa*) หว้า (Jambolan; *Eugeinea cumini* Druce.) ไผ่ตง และไผ่รวกต่าง ๆ

โดยสรุปจะเห็นได้ว่าปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของมะคาเดเมีย ซึ่งเป็นพืชที่ต้องการอุณหภูมิเย็นพอสมควร สำหรับประเทศไทย พื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดต่อผลผลิตและคุณภาพจะอยู่ที่ระดับความสูง 800-1,000 เมตรจากระดับทะเล ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง แพร่ น่าน ตาก เพชรบูรณ์ และเลย หากต้องการปลูกในพื้นที่ที่มีความสูง 400-800 เมตรจากระดับทะเล พื้นที่นั้นควรอยู่เหนือเส้นรุ้งที่ 19.8 องศาเหนือขึ้นไป (อุทัย และคณะ, 2551ก)

6.2 การขยายพันธุ์มะคาเดเมีย

การขยายพันธุ์มะคาเดเมียมีหลายวิธีแต่ที่นิยมโดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ การทาบกิ่ง และการเสียบยอด การจะเลือกใช้วิธีไหนขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ความชำนาญ และความต้องการของผู้ปลูก ซึ่งจะมีทั้งข้อดี ข้อเสีย แตกต่างกันไป การขยายพันธุ์ทั้ง 2 วิธี จะต้องใช้ต้นตอที่เพาะจากเมล็ด

ชนิดของมะคาเดเมียที่ใช้ทำต้นตอในต่างประเทศ เดิมเป็น *Macadamia tetraphylla* หรือมะคาเดเมียชนิดเมล็ดผิวขรุขระ (rough shell type) ซึ่งมีการเจริญเติบโตเร็ว แข็งแรง ต้นตอสามารถใช้ทาบกิ่งได้เร็วกว่าต้นตอ *M. integrifolia* ที่เป็นชนิดเมล็ดผิวเรียบ (smooth shell type) ถึง 6 เดือน หลังจากเสียบยอดแล้ว ต้นจะเจริญอย่างรวดเร็วและสามารถให้ผลเร็วกว่าต้นตอ *M. integrifolia* ถึง 2 ปี รากต้นตอชนิดผิวขรุขระมีประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุเหล็กได้ดีกว่า อ่อนแอเพียงเล็กน้อยต่อเชื้อรา

Phytophthora cinnamomi ที่เป็นสาเหตุของโรครากและโคนต้นเน่า และเชื้อรา *Dethiorella gregaria* ซึ่งเป็นสาเหตุโรคแคงเกอร์กับกิ่งมะคาเดเมีย (Storey, 1948) การปลูกมะคาเดเมียในสภาพไร่ของมลรัฐฮาวาย และเครือรัฐออสเตรเลีย อดีตใช้ต้นตอ *M. tetraphylla* (ชนิดผิวขรุขระ) รอยต่อเข้ากันไม่ได้ ต้นพันธุ์ดีเจริญเร็วกว่าต้นตอ (Hamilton, 1988; Bittenbender and Hirae, 1990) เป็นสาเหตุให้เกิดรอยแตกหักหรือเปลือกฉีกตรงบริเวณเหนือและใต้รอยต่อเมื่ออายุมากขึ้น ทำให้รูปทรงต้นไม่สม่ำเสมอ ปัจจุบันใช้พันธุ์ Hinde (H2) หรือ Renown (D4) เป็นต้นตอจากเมล็ดมะคาเดเมียชนิดผิวเรียบ ซึ่งเป็นชนิดที่ปลูกเป็นการค้าสำหรับพันธุ์ที่ใช้เป็นต้นตอ

ในประเทศไทยใช้ต้นตอที่ได้จาก พันธุ์ H2 #344 OC และเชียงใหม่ 700 (#741) เนื่องจากระบบรากมีการเจริญเติบโตดี และแผ่กว้าง แต่ปัจจุบันใช้พันธุ์ H2 เป็นหลักในการผลิตต้นตอ

6.2.1 การเตรียมต้นตอ มีขั้นตอนตั้งแต่การเพาะเมล็ด ดังนี้

1) เลือกพื้นที่ที่น้ำไม่ท่วมถึง ขุดเป็นร่อง กว้าง 1-1.5 เมตร ความยาวแล้วแต่พื้นที่ ลึกประมาณ 50 เซนติเมตร แยกหน้าดินไว้หรืออาจก่อด้วยอิฐบล็อกให้สูงประมาณ 30-40 เซนติเมตร
2) เตรียมวัสดุเพาะ ได้แก่ แกลบเก่า ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก หน้าดิน อัตราส่วน 1:1:1 ตามปริมาตรของแปลงเพาะ
3) ใส่วัสดุเพาะลงร่องที่ขุดหรือในกระบะ โดยการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก แกลบเก่า และหน้าดินตามลำดับคลุกเคล้าให้เข้ากัน วัสดุเพาะจะต้องสูงพอดีกับขอบกระบะ เมื่อรดน้ำจะต่ำกว่าขอบกระบะประมาณ 5 เซนติเมตร ส่วนในร่องดินให้ผสมสูงกว่าขอบร่องประมาณ 16-20 เซนติเมตร
4) การคัดเมล็ดที่เพาะ เมล็ดที่จะนำมาเพาะควรเป็นเมล็ดสดและใหม่ จะมีร้อยละความงอกดีกว่าเมล็ดเก่า เพราะเมล็ดมะคาเดเมียมีระยะการพักตัวสั้น ถ้าเก็บไว้นานเกิน 3 เดือน ร้อยละความงอกจะลดลง
5) แช่เมล็ดทั้งกะลา (nut in shell) ในน้ำ แยกเมล็ดลอยออกทิ้ง ส่วนเมล็ดที่จมจะเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์สำหรับนำไปเพาะ
6) นำเมล็ดแช่ไว้ในสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช แมนโคเซบ (mancozeb) 80% ดับเบิลยูพี อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร แช่ประมาณ 1 คืน
7) ทำแนวแถวเพาะห่างกัน 5 นิ้ว ลึก 1 นิ้ว วางเมล็ดตามแนวให้ห่างกันประมาณ 2½-3 นิ้ว พื้นที่ 1 ตารางเมตร จะได้ประมาณ 100-125 ต้น การวางเมล็ดควรหันเมล็ดด้านที่มีรู (micropyle) และแนวรอยแตก (suture) ขนานกับพื้น เพื่อให้รากแทงลงพื้นโดยตรง ถ้าวางหงายขึ้นหรือหันข้างรากแก้วจะโค้งงอ
8) กลบด้วยดินผสมหนาประมาณ 1 นิ้ว รดน้ำและราดสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช แมนโคเซบ 80% ดับเบิลยูพี หลังจากนั้นประมาณ 25-30 วัน เมล็ดจะงอกและมีใบเลี้ยง ให้ถอนต้นกล้าลงถุงขนาด 6x12 นิ้ว ถึง 6x16 นิ้ว เป็นต้นตอสำหรับการเสียบยอด ในส่วนของต้นตอสำหรับการทาบกิ่งเลี้ยงไว้ในกระบะเพาะให้มีอายุประมาณ 6-12 เดือน (ภาพที่ 20)

(ก) แช่เมล็ดในน้ำ คัดแยกเมล็ดลอยทิ้ง เมล็ดจมนำไปเพาะ

(ข) ทำแนวแถวเพาะห่างกัน 5 นิ้ว ลึก 1 นิ้ว

(ค) การวางเมล็ดควรหันเมล็ดด้านที่มีรู และแนวรอยแตกขนานกับพื้น

(ง) วางเมล็ดตามแนวให้ห่างกันประมาณ 2½-3 นิ้ว

(จ) กลบด้วยดินผสมหนาประมาณ 1 นิ้ว

(ฉ) รดน้ำและราดสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช

ภาพที่ 20 ขั้นตอนการเพาะเมล็ดต้นตอ (ก-ฉ)

6.2.2 การดูแลรักษาต้นกล้า

หลังจากต้นกล้าต้นตอตั้งตัวดีแล้วประมาณ 3 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตราต้นละประมาณ 1 ช้อนชา หรือตารางเมตรละ 200-300 กรัม ในกรณีเพาะและดูแลรักษาในแปลง ใส่ปุ๋ย 2-3 เดือนครั้ง การเสียบยอดในแปลงเพาะเหมาะสำหรับการส่งจำหน่ายไปปลูกแบบล้างรากในพื้นที่ห่างไกลหรือต่างประเทศ รดน้ำเช้า-เย็น เมื่ออายุ 6-12 เดือน หรือต้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.0 เซนติเมตร นำขึ้นทาบได้ หรือเสียบยอดในแปลงได้

6.3 วิธีการขยายพันธุ์

6.3.1 การขยายพันธุ์มะคาเดเมียโดยการทาบกิ่ง

สำหรับวิธีการทาบกิ่ง ทำได้หลายวิธี ได้แก่ การทาบกิ่งแบบปาด (spliced approach grafting) การทาบกิ่งแบบเสียบข้าง (modified veneer side grafting) การทาบกิ่งจะใช้กับต้นตอที่อายุน้อย ในการทาบกิ่ง จะมีข้อเสีย คือ จะได้รากแก้วที่ไม่ใช่รากแรก เนื่องจากต้องตัดออกให้สั้น เพื่อใส่ถุงอัดขุยมะพร้าว (ตุ้ม) ขึ้นทาบถ้าจะให้ได้ระบบรากแก้วที่สมบูรณ์ และลึกอาจปลูกต้นตอลงในสวนก่อน สำหรับในสวนที่มีความพร้อมทั้งด้านบุคลากรและกิ่งพันธุ์ เมื่อต้นอายุประมาณ 10-12 เดือน ทำการเสียบยอดในแปลงเลยเนื่องจากมะคาเดเมียเป็นไม้เนื้อแข็ง และไม่ผลัดใบ เทคนิคที่จะทำให้ร้อยละการติดสูงก่อนจะนำกิ่งพันธุ์ดีมาเสียบควรทำการควั่นกิ่งพันธุ์ดีก่อน (girdle) ประมาณ 6-8 สัปดาห์ เพื่อตัดท่อส่งอาหารและทำให้มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตภายในกิ่งพันธุ์ดี ส่วนที่จะนำมาเสียบควรมีใบสีเขียวออกเทาซึ่งจะทำให้การเสียบยอดประสบความสำเร็จมากกว่าใช้กิ่งอ่อน และควรทาบกิ่งมะคาเดเมียในช่วงเดือนพฤษภาคม และเดือนพฤศจิกายน

การเตรียมต้นตอสำหรับการทาบกิ่งมะคาเดเมีย

1) นำต้นตอมะคาเดเมียที่เตรียมไว้สำหรับเป็นต้นตอที่มีระบบรากดี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.0 เซนติเมตร อายุ 6-12 เดือน เตรียมต้นตอ โดยการขุดถอนทั้งรากนั้นจากกระบะเพาะกล้าต้นตอ
2) ตัดแต่งใบออก ตัดแต่งรากฝอยที่ยาวเกินออกไป ตัดส่วนรากแก้วให้เหลือจากโคนต้นถึงปลายรากประมาณ 4 เซนติเมตร
3) การเตรียมขุยมะพร้าว ต้องเป็นขุยมะพร้าวที่ใหม่ เติมน้ำสะอาดจนขุยมะพร้าวชุ่มน้ำ
4) นำต้นตอที่เตรียมตัดแต่งรากแก้ว นำไปแช่ในฮอร์โมน Indole-3-butyric acid (IBA) ความเข้มข้น 6,000 ppm ที่เตรียมไว้นาน 10 วินาที (ภาพที่ 21)
5) นำใส่ถุงพลาสติก ขนาด 4x6 เซนติเมตร เจาะรูด้านข้างถุง 1 รู เพื่อเป็นที่ระบายน้ำ ใส่ขุยมะพร้าวลงก้นถุง ประมาณ 2 เซนติเมตร ใส่ต้นตอมะคาเดเมีย อัดขุยมะพร้าวให้แน่น ใช้เชือกฟางมัดปากถุงให้แน่น ใช้เชือกฟางอีกเส้นยาวประมาณ 35-40 เซนติเมตร มัดระหว่างกลางถุง โดยปล่อยปลายเชือกฟางไว้ 2 ข้าง เผื่อมัดกิ่งหลังจากการทาบกิ่ง

การทาบกิ่งแบบปาด (Spliced approach grafting)

1) เลือกกิ่งพันธุ์ดีขนาดเท่ากับต้นตอ และเป็นกิ่งแก่ที่อายุหลายปี ถ้าเป็นกิ่งใหม่ร้อยละการติดจะต่ำกว่า
2) เฉือนกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอเป็นรูปโล่ยาว 1½-2 นิ้ว เท่ากับต้นตอ ไม่ต้องตัดยอดออก
3) ประกบแผลต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีให้เยื่อเจริญ (Cambium) ตรงกัน
4) พันผ้าพลาสติกให้แน่น 2 รอบ จากบนลงล่างและจากล่างขึ้นบน
5) ผูกเชือกปากถุงต้นตอยึดกับกิ่งพันธุ์ดีให้แน่น
6) ประมาณ 30-45 วัน รอยแผลติดสนิทแล้ว หรือสังเกตรากของต้นตอ เจริญดีแสดงว่ารอยทาบติดดี ตัดยอดต้นตอทิ้ง
7) ควั่นกิ่งพันธุ์ดีใต้รอยทาบ หลังจากนั้นอีกประมาณ 2 สัปดาห์ ตัดลงจากต้นได้และนำลงชำในโรงเรือน ควบคุมความชื้น

การทาบกิ่งแบบเสียบข้าง (Modified veneer side grafting)

1) เลือกกิ่งพันธุ์ดีขนาดเท่าหรือใหญ่กว่าต้นตอเล็กน้อย และเป็นกิ่งอายุหลายปีซึ่งจะให้ร้อยละการติดสูงกว่ากิ่งอ่อน
2) เฉือนกิ่งพันธุ์ดีเฉียงเข้าเนื้อไม้เล็กน้อย ยาว 1½ -2 นิ้ว และเฉือนด้านบนเฉียง 45 องศา ทำเป็นลิ้น
3) เฉือนต้นตอเป็นปากฉลามยาวเท่ากับรอยแผลกิ่งพันธุ์ดี และเฉือนด้านหลังเล็กน้อย
4) สอดต้นตอเข้ากับแผลกิ่งพันธุ์ดี ให้แนวเยื่อเจริญตรงกัน ด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน
5) พันผ้าพลาสติกให้แน่น 2 รอบ จากบนลงล่างและพันจากล่างขึ้นบนอีกรอบหนึ่ง
6) ผูกเชือกปากถุงยึดกับกิ่งให้แน่น
7) ประมาณ 30-40 วัน แผลติดกันดีแล้ว หรือสังเกตดูรากของต้นตอเจริญดี แสดงว่ารอยแผลติดดี ตัดยอดต้นตอทิ้ง

ข้อดี: ของการทาบกิ่งแบบนี้ คือ ทำได้รวดเร็ว รอยต่อแข็งแรง (ภาพที่ 22)

(ก) ชั่งสารบริสุทธิ์ IBA 3,000 มิลลิกรัม

(ข) ทำละลายสาร IBA ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 30 มิลลิลิตร

(ค) ผสมสารละลาย IBA ด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ได้สารละลาย IBA 6,000 ppm

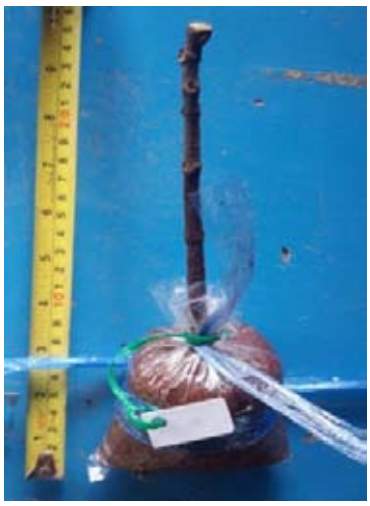
(ง) การเก็บสารละลาย ควรเก็บไว้ให้พ้นแสงแดด

ภาพที่ 21 การเตรียมฮอร์โมน IBA 6,000 ppm (3,000 มิลลิกรัม ต่อ 500 มิลลิลิตร) (ก-ง)

(ก) ถอนต้นตอในกระบะเพาะ อายุ 6-12 เดือน สูงประมาณ 45-50 เซนติเมตร

(ข) ตัดแต่งรากฝอยที่ยาวเกินออกไปให้เหลือความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร

(ค) จุ่มฮอร์โมน IBA 6,000 ppm



(ง) นำต้นตอมาอัดตุ้ม

(จ) เฉือนกิ่งพันธุ์ดีเฉียงเข้าไปในเนื้อไม้เล็กน้อย ยาว 1½-2 นิ้ว และเฉือนด้านบนทำเป็นลิ่ม

(ฉ) เฉือนต้นตอเป็นปากฉลาม ยาว 1½ -2 นิ้ว

(ช) สอดต้นตอเข้ารอยแผลกิ่งพันธุ์ดีให้แนวเยื่อเจริญตรงกันด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้ง 2 ด้าน

(ซ) พันผ้าพลาสติกให้แน่นจากบนลงล่างและพันจากล่างขึ้นบน

(ฌ) ผูกเชือกยึดเก็บกิ่งให้แน่น

(ญ) สังเกตการเจริญของระบบราก

ภาพที่ 22 การทาบกิ่งแบบเสียบข้าง (Modified veneer side grafting) (ก-ญ)

การปฏิบัติหลังการทาบกิ่ง

1) ตัดกิ่งพันธุ์ดีเมื่อรอยแผลติดกันสนิท และรากต้นตอเจริญดี จากนั้นทำการตัดกิ่ง และแกะถุงออก แล้วจุ่มน้ำยาเร่งราก
2) นำต้นกล้าลงถุงเพาะขนาด 4x12 นิ้ว วัสดุที่ใช้เพาะชำกล้า ดินดำ (หน้าดิน): แกลบเก่า หรือขุยมะพร้าว: แกลบเผา: ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก อัตรา 1: 1: 1: 1 ในส่วนผสม 1 ลูกบาศก์ตารางเมตร ผสมกับโดโลไมต์ 1 กิโลกรัม
3) ไม้หลักค้ำกันต้นล้ม ใช้ไม้ไผ่ผ่าซีกยาวประมาณ 50-60 เซนติเมตร ปักตรงกลางระหว่างถุงระหว่างต้นกล้าที่ชำ ผูกลำต้นกล้าที่ชำลงถุงกับไม้ค้ำเพื่อป้องกันการโค่นล้มของต้นกล้าจากกิ่งทาบ
4) นำต้นกล้ามาเลี้ยงดูในโรงเรือนพลาสติกควบคุมความชื้น ประมาณ 2-3 เดือน ให้ระบบรากเจริญได้ดีและแตกใบใหม่
5) นำกล้ามะคาเดเมียพร้อมปลูก ความสูง 60-80 เซนติเมตร ออกมาเลี้ยงดูในโรงเรือนพรางแสงร้อยละ 70-80 ประมาณ 5-6 เดือน เพื่อให้ปรับตัวกับสภาพอากาศก่อนนำลงปลูกหรือจำหน่าย (ภาพที่ 23)

(ก) ตัดถุงพันธุ์ดีทาบ

(ข) นำกิ่งพันธุ์ดีแช่น้ำยาเร่งราก

(ค) นำกิ่งพันธุ์ดีลงถุงดำ

(ง) จากนั้นนำไม้มาปักผูกด้วยเชือกฟาง เพื่อป้องกันลำต้นโค่นล้ม

(จ) นำต้นพันธุ์ดีเข้าโรงเรือนพลาสติกควบคุมความชื้น ประมาณ 2-3 เดือน

(ฉ) หลังจากนั้นนำเข้าโรงเรือนพรางแสงร้อยละ 70-80 ประมาณ 5-6 เดือน

(ช) ต้นพันธุ์ดีอายุ 1 ปีครึ่ง ถึง 2 ปี พร้อมลงปลูกหรือจำหน่าย

ภาพที่ 23 การปฏิบัติหลังการทาบกิ่ง (ก-ช)

6.3.2 การขยายพันธุ์มะคาเดเมียโดยการเสียบกิ่ง นิยมขยายพันธุ์ในต้นที่มีอายุมากแล้ว

การเสียบกิ่งเป็นการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ โดยการนำกิ่งพืช 2 ชนิด มาเชื่อมต่อกันให้เจริญเป็นต้นเดียวกัน ส่วนของพืชที่เจริญเป็นราก เรียกว่า ต้นตอ (rootstock) หรือ stock และส่วนที่นำมาต่ออยู่บนต้นตอเป็นส่วนที่เจริญเป็นกิ่งก้าน ออกดอกติดผลต่อไป เรียกว่า กิ่งพันธุ์ดี (scion) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกิ่งพืชที่มีตามากกว่าหนึ่งตาขึ้นไป มาเชื่อมต่อกับต้นตอ

การเสียบกิ่งมะคาเดเมียจะประสบความสำเร็จได้นั้น ต้องมีการเชื่อมต่อระหว่างเนื้อเยื่อต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี การลำเลียงน้ำและอาหารสามารถผ่านรอยต่อได้ เนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อ (graft union) เกิดจากเนื้อเยื่อของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีมาเรียงตัวอยู่ด้วยกัน โดยไม่มีการรวมตัวของเซลล์ระหว่างพืชทั้งสองชนิด เนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นถูกสร้างขึ้นมาสมานเป็นแผล เซลล์พาเรนไคมาจำนวนมากประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อแคลลัส (callus) เกิดขึ้นภายใน 2-3 วัน รอยแผลที่เกิดจากการเฉือนกิ่งจะมีส่วนที่ตายไปและมีการสร้างสาร Nicrotic เพื่อรักษาแผล และสารนี้จะหายไปเมื่อเนื้อเยื่อเกิดการเชื่อมต่อกันแล้ว หรือยังอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ก็ได้ อาจพบเห็นเซลล์ที่ตายและเป็นจากเนื้อเยื่อ การเกิดรอยต่อได้นั้นต้องวางให้เนื้อเยื่อแคมเบียม ต้นตอ และกิ่งพันธุ์ดีอยู่แนบหรือใกล้กันมากที่สุด แล้วจะมีการสร้างแคลลัส (callus) ใหม่ขึ้นจากทั้งสองส่วนจนเติมช่องว่างระหว่างกันเรียกว่า Callus bridge ซึ่งจะมีการพัฒนาเป็นเนื้อเยื่อเจริญ Vascular cambium ภายใน 2-3 สัปดาห์ และมีการสร้างท่อน้ำ (xylem) และท่ออาหาร (ploem) เชื่อมกันต่อไป

การปรับสภาพแวดล้อมภายนอกให้เหมาะสมเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเสียบกิ่ง อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการแบ่งเซลล์บริเวณรอยต่ออยู่ระหว่าง 12.8-32.0 องศาเซลเซียส เมื่อเกิดเนื้อเยื่อเจริญแคลลัส (callus) ขึ้น ต้องควบคุมความชื้นบริเวณรอยต่อให้เหมาะสม เนื่องจากเซลล์มีผนังบางและเต่ง จึงแห้งตายได้ง่าย จำเป็นต้องพันด้วยพลาสติกหรือใช้ถุงพลาสติกคุมทับ และเป็นการป้องกันแผลไม่ให้มีการติดเชื้อที่ทำให้เน่าตายได้เช่นกัน นอกจากนั้นความสัมพันธ์ของระยะการเจริญเติบโตของตาบนกิ่งพันธุ์ดีจะต้องพอเหมาะกับการพัฒนาของเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อด้วย คือ ขั้นตอนการเสริมท่อน้ำ ท่ออาหารต้องเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะมีใบใหม่เจริญจากกิ่งพันธุ์ดี มิฉะนั้นจะเกิดการแห้งตายของตาได้

การเข้ากันได้ (compatibility) ของพืชทั้งสองชนิดมีส่วนต่อความสำเร็จในการต่อกิ่ง การเลือกใช้ต้นตอ และกิ่งพันธุ์ที่มีความใกล้ชิดกันทางพฤกษศาสตร์จะต่อกันได้ดี และรอยต่อเจริญเหมือนเป็นต้นเดียวกัน (สุรินทร์, 2547)

ทักษะและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานมีส่วนสำคัญ เช่น มีดที่ใช้เฉือนกิ่งต้องคมสามารถเฉือนกิ่งได้โดยไม่ทำให้เนื้อเยื่อชอกช้ำหรือเสียหาย การเลือกใช้วิธีเสียบกิ่งกับต้นพืชที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโต ลอกเปลือกได้หรือระยะพักตัว และการดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิดภายหลังการปฏิบัติงานมีส่วนต่อความสำเร็จของงานด้วย

ต้นตอจากการเพาะเมล็ด (seedling rootstock) นิยมใช้ต้นตอจากเมล็ดชนิดผิวเรียบ ในประเทศไทยใช้ต้นตอพันธุ์ H2, #344, OC และพันธุ์เชียงใหม่ 700 (#741) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีระบบรากเจริญเติบโตดีและแผ่กว้าง ปัจจุบันนิยมใช้ต้นตอจากพันธุ์ H2 เป็นหลัก

การควั่นกิ่ง เป็นการเตรียมกิ่งพันธุ์สำหรับการเสียบกิ่ง เนื่องจากการควั่นกิ่งหรือใช้ลวดรัดกิ่งเป็นการตัดท่ออาหาร (phloem) ของพืชทำให้อาหารที่ถูกสร้างจากใบและกิ่งส่วนบนไม่สามารถส่งไปยังส่วนล่าง จึงเกิดการสะสมอาหารและฮอร์โมนที่กิ่งและใบในส่วนบน ทำให้กิ่งควั่นเป็นกิ่งพันธุ์ดีที่เหมาะสมสำหรับการเสียบกิ่ง

การเตรียมต้อตอสำหรับการเสียบกิ่งมะคาเดเมีย

1) หลังจากเพาะเมล็ดประมาณ 25-30 วัน เมล็ดจะงอก และมีใบเลี้ยงให้ถอนลงถุงเพาะขนาด 6x12 นิ้ว ถึง 6x16 นิ้ว
2) วางถุงเพาะในโรงเรือนพลางแสงประมาณร้อยละ 50 เรียง 4-5 ถุง เว้นร่องทางเดินประมาณ 50 เซนติเมตร
3) การดูแลรักษาต้นกล้าเมื่อต้นกล้าตั้งตัวดีแล้วประมาณ 3 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตราต้นละ 1 ช้อนชา หรือตารางเมตรละ 200-300 กรัม ใส่ปุ๋ย 2-3 เดือนต่อครั้ง ใส่ปุ๋ย 46-0-0 ประมาณ 50 กรัม ผสมน้ำ 1 บัว (5 ลิตร) รดสลับกับปุ๋ย 15-0-0+โบรอน ก่อนที่จะเตรียมเสียบยอด 2-3 เดือนต่อครั้ง และพ่นธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมทางใบ และสารป้องกันกำจัดโรคและแมลง เพื่อให้ต้นตอมีความสมบูรณ์ เลี้ยงต้นตอมีความสูงประมาณ 60-80 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1 เซนติเมตร อายุประมาณ 12-18 เดือน ก่อนที่จะเสียบยอดประมาณ 15 วัน ให้ตัดปลายยอดมะคาเดเมีย จากปลายลงมาประมาณ 10-15 เซนติเมตร

การเตรียมกิ่งพันธุ์สำหรับการเสียบกิ่งมะคาเดเมีย

1) การดูแลการเตรียมกิ่งพันธุ์ที่จะใช้สำหรับการเสียบกิ่ง ต้องคัดเลือกต้นพันธุ์ที่เป็นพันธุ์ดีที่ได้รับการแนะนำ ต้นพันธุ์ต้องมีความสมบูรณ์ มีการบำรุงรักษา การใส่ปุ๋ย รดน้ำ ให้ได้กิ่งที่สมบูรณ์
2) การคัดเลือกกิ่งกระโดงที่มีความสมบูรณ์ กิ่งกึ่งอ่อนมีสีน้ำตาลอ่อน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร ใบยอดอยู่ในช่วงระยะเพสลาด
3) การควั่นกิ่ง เหมือนกับการตอนกิ่ง โดยการควั่นเปลือกผิวกิ่งบนและล่างห่างกันประมาณ 1.5 เซนติเมตร เอาเปลือกออกและขูดเพื่อให้เยื่อที่ผิวลอกออก โดยควั่นทิ้งไว้ 1 เดือนครึ่ง ถึง 2 เดือน เพื่อให้กิ่งสะสมอาหารเพียงพอ
4) การเตรียมกิ่งพันธุ์ที่ตัดจากต้นพันธุ์ ต้องเก็บด้วยความระมัดระวัง หลังจากตัดลงมาจากต้นพันธุ์ ต้องตัดแต่งใบออก แล้วพันกิ่งด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ หรือผ้าฝ้ายชุบน้ำใส่ถุงพลาสติกขนาด 20x30 นิ้ว นำกิ่งพันธุ์ใส่ตู้เย็นอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-3 วัน
5) นำกิ่งพันธุ์แช่ด้วยสารป้องกันกำจัดโรค ฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม 80% ดับเบิลยูจี (fosetyl-aluminium) อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ประมาณ 30 นาที และโมโนไนโตรฟีนอล (Mono-nitrophenol) อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ประมาณ 15 นาที

การต่อกิ่งแบบเสียบลิ่ม (Cleft grafting)

1) ก่อนนำกิ่งพันธุ์ดีมาเสียบต้องควั่นกิ่งพันธุ์ดีทิ้งไว้ 6-8 สัปดาห์
2) ตัดต้นตอสูงจากดินประมาณ 25-30 เซนติเมตร กรณีต้นตอเพาะในถุงและสูงประมาณ 15-20 เซนติเมตร ตัดให้ตรงตั้งฉากกับกิ่ง
3) ผ่าต้นตอให้ลึก 1-2 นิ้ว ไม่ควรผ่ากลางลำต้นให้ผ่าห่างจากกกลางลำต้นเล็กน้อย
4) ตัดกิ่งพันธุ์ดียาว 7-10 เซนติเมตร หรือมีข้อ 3-4 ข้อ พันพาราฟิล์มจนถึงปลายยอด พัน 2 รอบ เน้นบริเวณข้อพันให้แนบสนิท เฉือนโคนกิ่งให้เป็นรูปลิ่มยาวเท่ารอยผ่าต้นตอ รอยเฉือนกิ่งพันธุ์ดีต้องเรียบ
5) สอดกิ่งพันธุ์ดีให้แนวเยื่อเจริญตรงกัน ถ้าต้นตอใหญ่ให้วางชิดด้านใดด้านหนึ่งของต้นตอ
6) พันผ้าพลาสติก หรือเชือกฟางให้แน่น หุ้มรอยแผลให้มิด พันจากข้างบนลงล่างแล้วพันกลับขึ้นบนอีกที พันให้แน่นและปิดสนิทเพื่อป้องกันน้ำและเชื้อราเข้าแผล หุ้มด้วยถุงพลาสติกเพื่อรักษาความชื้น และป้องกันน้ำฝน และหุ้มกระดาษนอกถุงเพื่อป้องกันแดด

7) การดูแลต้นกล้าที่เสียบกิ่งแล้ว ช่วง 1-4 สัปดาห์ การรดน้ำต้องระวังไม่ให้ถูกแผลและกิ่ง สังเกตแตกยอดกิ่งพันธุ์ดีจะแทงทะลุพาราฟิล์มออกมา คอยปลิดกิ่งที่แทงจากต้นตอออกให้หมด เลี้ยงกิ่งยอดพันธุ์ดีให้สมบูรณ์และเหลือไว้เพียง 1 กิ่ง (ภาพที่ 24)

(ก) อุปกรณ์ในการเสียบกิ่ง

(ข) ต้นกล้าหลังเพาะเมล็ดประมาณ 25-30 วัน

(ค) ถอนลงถุงเพาะขนาด 6x12 นิ้ว ถึง 6x16 นิ้ว

(ง) ต้นตออายุประมาณ 12-18 เดือน

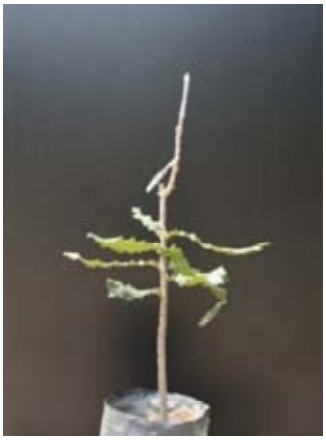
(จ) ตัดต้นตอสูงประมาณ 20-30 เซนติเมตร

(ฉ) ผ่าตรงกลางต้นตอลึก 2.5-5 เซนติเมตร

(ช) เตรียมกิ่งพันธุ์ดีที่ควั่นทิ้งไว้ 6-8 สัปดาห์ พันพาราฟิล์มจนถึงปลายยอด

(ช) การเฉือนกิ่งพันธุ์ 2 ด้านเป็นรูปลิ่ม

(ฌ) สอดกิ่งพันธุ์ดีให้แนวเนื้อเยื่อตรงกัน พันพลาสติกบริเวณแผลเสียบกิ่ง



(ญ) ต้นพันธุ์ดีหลังเสียบกิ่ง

(ฎ) ต้นพันธุ์ดีหลังเสียบกิ่ง 1 เดือนครึ่ง

(ฏ) ต้นพันธุ์ดีหลังเสียบกิ่ง 3 เดือน

(ฐ) ต้นพันธุ์ดีหลังเสียบกิ่ง 6 เดือน

(ฑ) ต้นพันธุ์ดีหลังเสียบกิ่ง 1 ปีครึ่ง

ภาพที่ 24 การต่อกิ่งแบบเสียบลิ่ม (Cleft grafting) (ก-ฑ)

การปฏิบัติหลังการเสียบกิ่ง

1) ดูแลในโรงเรือนสภาพปรกติพรางแสงร้อยละ 70-80 รดน้ำเช้าเย็น ไม่ควรรดน้ำให้โดนบริเวณแผลเสียบกิ่งโดยตรง
2) ตัดแต่งต้นพันธุ์ดี โดยให้เหลือกิ่งหรือลำต้นประธานเพียง 1 ต้น จนต้นสูงจากโคนต้นประมาณ 70-80 เซนติเมตร ให้เลี้ยงแตกกิ่งแขนงออก 2-3 กิ่ง
3) พ่นสารเคมีป้องกันเชื้อรา ทุก ๆ 1 เดือนต่อครั้ง
4) ต้นพันธุ์ดีอายุประมาณ 2 ปี นับตั้งแต่การเพาะเมล็ด พร้อมลงปลูกจำหน่ายหรือจำหน่าย
5) หลังจากนำต้นพันธุ์ดีลงปลูกให้ต้นพันธุ์เจริญเติบโตประมาณ 3 เดือน ให้กรีดพลาสติกบริเวณจุดเสียบกิ่งออก

6.4 การจัดทรงต้นและการตัดแต่งกิ่ง

6.4.1 การจัดทรงต้น

การจัดทรงต้นในระยะแรกหลังการปลูก มีความจำเป็นอย่างมากเพื่อที่จะได้ทรงพุ่มที่ลักษณะตรงตามความต้องการและมีทรงต้นที่ดีต่อไปในอนาคต ซึ่งปกติจะเริ่มจัดทรงต้นในช่วง 6-12 เดือนแรก เนื่องจากต้นยังมีขนาดเล็กและอายุยังน้อยอยู่ หากเราทำการตัดแต่งกิ่งเพื่อบังคับทรงต้นให้เป็นไปตามความต้องการช้าเท่าไหร่ ก็จะยิ่งทำได้ลำบากและทำให้พืชโตช้าเท่านั้น

6.4.2 การตัดแต่งกิ่ง

การจัดทรงต้นในระยะแรกหลังการปลูก จะต้องบังคับให้มีกิ่งหรือลำต้นประธานเพียง 1 กิ่งเท่านั้น กิ่งแขนงอื่น ๆ ควรตัดออก และเมื่อกิ่งประธานสูง 80-100 เซนติเมตร และยังไม่แตกกิ่งข้างให้ตัดยอดประธานออกเพื่อให้แตกยอดใหม่และให้มีกิ่งข้างออกอย่างน้อย 3 กิ่ง กิ่งที่แตกยอดใหม่เลือกไว้เป็นกิ่งประธานที่จะขึ้นตรงต่อไป และเลือกกิ่งข้างหรือกิ่งแนวที่ทำมุมกว้างกับลำต้นไว้ประมาณ 2 กิ่ง กิ่งอื่นที่ทำมุมแคบจะต้องเด็ดหรือตัดออก (ภาพที่ 25)

การตัดแต่งระยะที่ให้ผลผลิตแล้วจะตัดเฉพาะกิ่งที่เป็นโรค ทำมุมแคบ กิ่งหัก และกิ่งที่ทรงพุ่มชนกันหรือทับซ้อนกันด้านนอกเท่านั้น หรือตัดเพื่อควบคุมทรงพุ่มด้านนอก โดยตัดแต่งกิ่งในรูปแบบทรงปิรามิดเนื่องจากการตัดแต่งกิ่งในรูปทรงนี้ สามารถฟื้นฟูต้นมะคาเดเมียที่มีอายุมาก ต้นทรุดโทรมให้ต้นสมบูรณ์ มีปริมาณผลผลิตที่ได้คุณภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น

(ก) ตัดยอดสูงจากพื้นดิน 80 เซนติเมตร เพื่อกระตุ้นให้แตกกิ่ง และตัดกิ่งที่อยู่สูงระดับเข่าทิ้ง

(ข) หลังตัดยอด มีกิ่งเกิดมากเลือกกิ่งข้างไว้ 2-3 กิ่ง และกิ่งกลาง 1 กิ่งที่เหลือให้ตัดทิ้ง

(ค) ลักษณะต้นหลังตัดครั้งแรก

(ง) เกิดกิ่งใหม่ที่ปลายกิ่งกลางเหนือฉัตรแรก เลือกกิ่งทำมุมกว้างไว้ 2 กิ่ง และกิ่งกลางตั้งตรงขึ้นไป

(จ) กิ่งที่ทำมุมแคบกับลำต้นควรตัดออก

(ฉ) ตัดกิ่งกระโดงหรือกิ่งที่เกิดจากต้นตอระดับดินและกิ่งที่เกิดโคนลำต้นออก

ภาพที่ 25 การจัดทรงพุ่มต้น (ก-ฉ)

6.5 การจัดการน้ำและเขตกรรม

6.5.1 การจัดการน้ำ

การวางระบบน้ำจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงอายุ โดยช่วงแรก อายุ 1-4 ปี ให้แบบพ่นฝอยขนาดเล็กมาก หรือน้ำหยด (ภาพที่ 26) ช่วงที่สอง อายุ 5 ปีขึ้นไป ให้แบบพ่นฝอยขนาดเล็ก หรือแบบข้อเหวี่ยงขนาดเล็ก (ภาพที่ 27) โดยต้นมะคาเดเมียแต่ละช่วงอายุมีความต้องการน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังนี้

ต้นมะคาเดเมียอายุ 2 เดือนแรก ควรได้รับน้ำต้นละ 20-30 ลิตรต่อสัปดาห์
ต้นมะคาเดเมียอายุ 1-3 ปี ควรได้รับน้ำต้นละ 130-150 ลิตรต่อสัปดาห์
ต้นมะคาเดเมียอายุ 4-7 ปี ควรได้รับน้ำต้นละ 200 ลิตรต่อสัปดาห์
ต้นมะคาเดเมียอายุ 7 ปีขึ้นไป ควรได้รับน้ำต้นละ 800 ลิตรต่อสัปดาห์

ช่วงการออกดอกและติดผลระยะแรกบนที่สูงของประเทศไทย จะเป็นช่วงฤดูหนาว จนถึงเข้าฤดูร้อน เดือนเมษายน ควรมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ ส่วนช่วงการพัฒนาของผล เดือนพฤษภาคม จนถึง เดือนสิงหาคม เป็นช่วงฤดูฝนไม่จำเป็นต้องให้น้ำ ยกเว้นกรณีที่สภาพอากาศมีความแห้งแล้ง

ภาพที่ 26 การให้น้ำช่วง อายุ 1-4 ปี แบบพ่นฝอยขนาดเล็กมากหรือน้ำหยด

ภาพที่ 27 การให้น้ำช่วง อายุ 5 ปีขึ้นไป แบบพ่นฝอยขนาดเล็กหรือแบบพ้นเหวี่ยงขนาดเล็ก

ภาพที่ 28 ระบบน้ำสำหรับแปลงมะคาเดเมีย

6.5.2 การคลุมโคน

การคลุมโคนจะเป็นประโยชน์ ในฤดูแล้งช่วยรักษาความชื้นของดิน ป้องกันการพังทลายของดิน ถ้าปลูกในพื้นที่ลาดเอียงในสวนที่ระยะปลูกชิด จะมีใบร่วงคลุมดินอยู่มาก และใบแห้งที่สะสมอยู่ใต้ต้นยังคงสภาพได้นานไม่ย่อยสลายง่าย ในการตัดแต่งกิ่งประจำปีแล้วนำใบหรือกิ่งขนาดเล็ก ๆ มาบดหรือย่อย แล้วคลุมทับใบแห้งที่ร่วงอยู่ก่อนแล้วให้หนา 2-5 เซนติเมตร จะช่วยป้องกันการชะล้างหน้าดินได้ (ภาพที่ 29) (อุทัย และคณะ, 2551ก)

ภาพที่ 29 คลุมโคนด้วยฟางช่วยรักษาความชื้นของดินช่วงฤดูแล้ง

6.6 การจัดการปุ๋ย

มะคาเดเมียเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารใช้ในการเจริญเติบโตและติดดอกออกผลในปริมาณมาก ปริมาณที่ใส่ควรคำนึงถึงธาตุอาหารในแปลงปลูก ลักษณะดิน อายุต้นและความสมบูรณ์ของต้น ธาตุอาหารหรือปุ๋ยที่จำเป็นมี 2 ประเภท คือ

6.6.1 ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตของพืช ผลิตจากวัสดุอินทรีย์ เช่น มูลวัว มูลไก่ มูลค้างคาว ปุ๋ยหมักเศษใบไม้

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์มะคาเดเมีย ในช่วงอายุ 1-3 ปี ควรใส่ปุ๋ยคอก ปีละ 10-20 กิโลกรัมต่อต้น อายุ 4 ปีขึ้นไปควรเพิ่มปริมาณเป็น 30-50 กิโลกรัมต่อต้น และคลุมดินใต้ทรงพุ่มห่างจากโคนต้น 30 เซนติเมตร ด้วยฟางข้าว เศษหญ้า หรือปุ๋ยหมัก เพื่อรักษาความชื้น เพิ่มธาตุอาหารแก่รากบริเวณผิวดิน และเพิ่มปริมาณรากขนอ่อน

6.6.2 ปุ๋ยเคมี

ปีที่ 1 ใช้ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 600 กรัมต่อต้นต่อปี ผสมปุ๋ยยูเรีย 120 กรัม
ปีที่ 2 ใช้ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 1,200 กรัมต่อต้นต่อปี ผสมปุ๋ยยูเรีย 240 กรัม
ปีที่ 3 ใช้ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 1,800 กรัมต่อต้นต่อปี ผสมปุ๋ยยูเรีย 360 กรัม
ปีที่ 4 ใช้ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 2,400 กรัมต่อต้นต่อปี ผสมปุ๋ยยูเรีย 480 กรัม
ปีที่ 5 ใช้ปุ๋ย 12-12-17-2 (Mg) อัตรา 3,000 กรัมต่อต้นต่อปี ผสมปุ๋ยยูเรีย 600 กรัม

หลังจาก 5 ปีขึ้นไป ให้เพิ่มขึ้นปีละ 500-600 กรัมต่อต้น และเพิ่มแม่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ในสัดส่วน 2:1:2 โดยใช้ 46-0-0 อัตรา 18 กิโลกรัม 18-46-0 อัตรา 9.5 กิโลกรัม และ 0-0-60 อัตรา 13.5 กิโลกรัม ผสมกันรวมน้ำหนักปุ๋ยที่ใส่ 41 กิโลกรัมต่อไร่ (จิตอาภา และคณะ, 2562)

แบ่งใส่ 4 ครั้งต่อปี คือ

ครั้งที่ 1 ปลายตุลาคม ถึง ต้นพฤศจิกายน

ครั้งที่ 2 เดือนมกราคม ถึง กุมภาพันธ์

ครั้งที่ 3 เดือนพฤษภาคม ถึง มิถุนายน

ครั้งที่ 4 เดือนสิงหาคม ถึง กันยายน

อัตราปุ๋ยที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาพดินซึ่งจะต้องวิเคราะห์ดินอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือร่วมกับการวิเคราะห์ใบพืชประกอบด้วยเพื่อเพิ่มความแม่นยำ (ภาพที่ 30)

ภาพที่ 30 วิธีการใส่ปุ๋ยเคมี

6.7 ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด

ศัตรูพืช (Pest) ได้แก่ สัตว์ศัตรู (Animal pest) โรคพืช (Plant disease) แมลงศัตรู (Insect pest) และวัชพืช (Weed) จัดว่าเป็นปัญหาสำคัญของการทำการเกษตร เนื่องจากสร้างความเสียหายให้กับพืช ผลผลิตและคุณภาพลดลง ทำให้ต้นพืชอ่อนแอลง โทรมลง และอาจตายในที่สุด ทำให้ต้องหาแนวทางและวิธีการต่าง ๆ เพื่อควบคุมศัตรูพืชให้มีปริมาณลดลง จนไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจต่อพืช ในแต่ละปีเกษตรต้องสูญเสียทั้งเงิน เวลา และความรู้ต่าง ๆ ในการควบคุมศัตรูพืชเป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับศัตรูพืช และวิธีการควบคุม เพื่อใช้เป็นพื้นฐานของการจัดการศัตรูพืชในการผลิตพืชให้ได้ผลผลิตตามศักยภาพของพันธุกรรมพืช

6.7.1 สัตว์ศัตรูและการป้องกันกำจัด

กลุ่มกระรอก (Squirrel family; Sciuridae) ได้แก่ กระรอกดินข้างลาย (*Menetes berdmori*), กระรอกหลากสี (Variable Squirrel, *Collosciurus finlaysoni*) และ กระเล็น (Himalayan striped squirrel, *Tamiops macclelend*) (ภาพที่ 31)

(ก) กระรอกดินข้างลาย (*Menetes berdmori*)

(ข) กระรอกหลากสี (*Collosciurus finlaysoni*)

(ค) กระเล็น (*Tamiops macclelend*)

ภาพที่ 31 สัตว์ฟันแทะในกลุ่มกระรอก (Squirrel family; Sciuridae) ศัตรูมะคาเดเมียที่พบในแปลงทดลองมะคาเดเมีย ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ต.แม่นาจร อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ (ก-ค)

กลุ่มหนู (Rat and mice family; Muridae) ได้แก่ หนูฟานเหลือง (*Maxomys surifer*), หนูป่าอินโดจีน (Indochinese forest rat, *Rattus andamanensis*) หนูขนเสี้ยน (Spiny rats, *Niviventer* sp.) หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*) และ หนูหริ่งป่าเล็กขนเสี้ยน (*Mus pahari*) (ภาพที่ 32)

(ก) หนูฟานเหลือง (*Maxomys surifer*)

(ข) หนูขนเสี้ยน (*Niviventer fulvescens*)

(ค) หนูหริ่งป่าเล็กขนเสี้ยน (*Mus pahari*)

ภาพที่ 32 สัตว์ฟันแทะในกลุ่มหนู (Rat and mice family; Muridae) ศัตรูมะคาเดเมียที่พบในแปลงทดลองมะคาเดเมีย ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ต.แม่นาจร อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ (ก-ค)

กลุ่มอ้น (Mole rat family; Rhizomyidae) ได้แก่ อ้นใหญ่ (*Rhizomys sumatrensis*)

ลักษณะการทำลาย จะเริ่มทำลายผลมะคาเดเมีย เมื่อผลแก่ใกล้เก็บเกี่ยว และยังนำเอาผลไปกินในรังหรือที่อื่น ๆ ทำให้ผลผลิตเสียหาย ผลผลิต และคุณภาพลดลง (ภาพที่ 33)

การป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะในมะคาเดเมียโดยวิธีผสมผสาน กรณีกระรอก วางกรงดักที่มีกล้วยหรือขนุนเป็นเหยื่อล่อ มัดติดกับกิ่งไม้ในทรงพุ่มบนต้น หรือบริเวณคาคบ และในกรณีหนู วางกรงดักที่มีข้าวโพดหรือผลมะคาเดเมียเป็นเหยื่อล่อโดยวางที่โคนต้น รอยทางวิ่งหนู หรือบริเวณที่พบรอยกัดทำลาย การใช้สารกำจัดหนูประเภทออกฤทธิ์ช้า ได้แก่ โบรไดฟาคูม (brodifacoum 0.005 เปอร์เซ็นต์) หรือโฟลคูมาเฟน (flocoumafen 0.005 เปอร์เซ็นต์) ชนิดก้อนขี้ผึ้ง หนักก้อนละ 5 กรัม โดยวางใส่ท่อพีวีซีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 9 เซนติเมตร ยาวประมาณ 50 เซนติเมตร หรือผูกแขวนด้วยลวดมัดติดกับกิ่งไม้ในทรงพุ่มบนต้น และวางบริเวณโคนต้น หรือบริเวณที่พบร่องรอยของสัตว์ฟันแทะ จุดละ 3 ก้อน ให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด เริ่มวางสารกำจัดหนูตั้งแต่มะคาเดเมียเริ่มออกดอก จนกระทั่งเก็บเกี่ยวหรือเมื่อพบว่าประชากรสัตว์ฟันแทะเริ่มสูงขึ้นและพบรอยกัดทำลายมากขึ้น โดยแต่ละครั้งวางสารกำจัดหนูห่างกัน 3-4 สัปดาห์ จำนวนครั้งในการวางขึ้นอยู่กับประชากรสัตว์ฟันแทะขณะนั้น จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผล (วิชาญ และคณะ, 2562)

อ้นใหญ่ (*Rhizomys sumatrensis*)

ภาพที่ 33 สัตว์ฟันแทะในกลุ่มอ้น (Mole rat family; Rhizomyidae) ศัตรูมะคาเดเมียที่พบในแปลงทดลองมะคาเดเมีย ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ต. แม่นาจร อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่

ภาพที่ 34 ลักษณะการเข้าทำลายของสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย

6.7.2 แมลงศัตรูและการป้องกันกำจัด

เพลี้ยอ่อนดำส้ม (black citrus aphid: *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe))

ลักษณะการทำลาย ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อนจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอด ใบอ่อน และช่อดอกตูม ส่วนของพืชที่ถูกทำลายจะบิดงอ และเกิดราดำจากน้ำหวานที่เพลี้ยอ่อนผลิตออกมา

การป้องกันกำจัด

1) ตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง ลดความทึบของทรงพุ่ม เพื่อลดการสะสมของแมลง
2) หมั่นสำรวจยอด ใบอ่อน และช่อดอกอยู่เสมอ
3) เมื่อพบการเข้าทำลาย ให้ตัดส่วนที่พบเพลี้ยอ่อนออกไปทำลายนอกแปลง

เพลี้ยไฟ พบ 4 ชนิด คือ เพลี้ยไฟหลากสี (color thrips: *Thrips coloratus* Schmutz) เพลี้ยไฟพริก (chili thrips: *Scirtothrips dorsalis* Hood) เพลี้ยไฟมะละกอ (papaya thrips: *Thrips parvispinus* Karny) และ เพลี้ยไฟดอกถั่ว (flower bean thrips: *Megalurothrips usitatus* Bagnall)

ลักษณะการทำลาย ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณยอดอ่อน ใบอ่อน ช่อดอก และผลอ่อน พบมากช่วงดอกบาน การทำลายทำให้ใบบิดงอ ดอกแห้งและร่วง ผลเป็นแผลขี้กลากสีน้ำตาล

การป้องกันกำจัด

1) หมั่นสำรวจยอด ใบอ่อน ดอก และผลอ่อน
2) หากพบการระบาด พ่นด้วยสารฆ่าแมลง ฟิโพรนิล 5% เอสซี อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ อิมิดาโคลพริด 70% ดับเบิลยูจี อัตรา 3 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ สไปนีโทแรม 12% เอสซี อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ คาร์บาริล 85% ดับเบิลยูพี อัตรา 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร อย่างใดอย่างหนึ่ง

เพลี้ยแป้งแปซิฟิก (Pacific mealybug : *Planococcus minor* (Maskell))

ลักษณะการทำลาย ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงบนยอด ใบ กิ่ง และขั้วผล มักพบอยู่เป็นกลุ่มร่วมกับมด ส่วนของพืชที่ถูกทำลายมักพบราดำจากน้ำหวานที่เพลี้ยแป้งผลิตออกมา

การป้องกันกำจัด

1) ตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง ลดความทึบของทรงพุ่ม เพื่อลดการสะสมของแมลง
2) หมั่นสำรวจยอด ใบ กิ่ง และผล อยู่เสมอ หากพบเพลี้ยแป้งให้ตัดส่วนที่พบออกไปทำลายนอกแปลง

เพลี้ยหอยเกล็ด (lesser snow scale : *Pinnaspis buxi* (Bouché))

ลักษณะการทำลาย ดูดกินน้ำเลี้ยงจากกิ่ง ก้าน ใบ ผล และลำต้น

การป้องกันกำจัด

1) ตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง ลดความทึบของทรงพุ่ม เพื่อลดการสะสมของแมลง
2) หมั่นสำรวจกิ่ง ก้าน ใบ และผล อยู่เสมอ หากพบเพลี้ยหอยให้ตัดส่วนที่พบออกไปทำลายนอกแปลง

หนอนเจาะผล พบ 2 ชนิด คือ หนอนเจาะผลเงาะ (rambutan fruit borer : *Deudoric epijarbas* (Moore)) และ หนอนเจาะผล (yellow peach moth : *Conogethes punctiferalis* (Guenée))

ลักษณะการทำลาย หนอนเจาะเข้าไปกัดกินอยู่ภายในผล ทำให้ผลผลิตเสียหาย ร่วงหล่น

การป้องกันกำจัด

1) ตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง ลดความทึบของทรงพุ่ม เพื่อลดการสะสมของแมลง
2) ระยะผลหมั่นสำรวจ หากพบการเข้าทำลาย ให้เก็บผลที่ถูกทำลายออกไปทิ้งนอกแปลง (บุษบง และคณะ, 2561)

ภาพที่ 35 เพลี้ยอ่อนดำส้ม และลักษณะการเข้าทำลาย

ภาพที่ 36 ลักษณะการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟในผลมะคาเดเมีย

ภาพที่ 37 เพลี้ยแป้ง และลักษณะการเข้าทำลาย

ภาพที่ 38 หนอนเจาะผล และลักษณะการเข้าทำลายผลมะคาเดเมีย

6.7.3 โรคและการป้องกันกำจัด

โรคใบไหม้ (leaf blight) เกิดจากเชื้อรา *Neopestalotiopsis clavispora*

ลักษณะอาการ อาการเริ่มจากเป็นจุดแผลขนาดเล็ก สีน้ำตาล ขอบแผลมีสีเหลือง กระจายทั่วใบ และเมื่ออาการรุนแรงจุดแผลจะขยายรวมกัน ทำให้เกิดเป็นใบไหม้ (ภาพที่ 39)

การป้องกันกำจัด

1) ทำลายส่วนที่เป็นโรค โดยการนำไปเผาทิ้งนอกแปลงปลูก
2) ตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง ลดความทึบของทรงพุ่ม เพื่อลดการสะสมของโรค

ภาพที่ 39 ลักษณะอาการใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Neopestalotiopsis clavispora* ในใบมะคาเดเมีย

โรคใบจุด (leaf spot หรือ anthracnose) เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

ลักษณะอาการ อาการเริ่มจากเป็นจุดแผลขนาดเล็ก สีน้ำตาล จากนั้นจะขยายใหญ่ขึ้นเป็นจุดกลม ขอบแผลมีสีน้ำตาลแดง กระจายทั่วใบ และเมื่ออาการรุนแรงจุดแผลจะขยายรวมกัน ทำให้ใบแห้งตาย แสดงอาการทั้งบนใบอ่อน ใบแก่ เปลือกผล และทำลายผลที่ใกล้จะแก่ด้วย ทำให้ผลแห้งแข็ง คาเปลือก และผลห้อยติดอยู่กับต้น (ภาพที่ 40)

การป้องกันกำจัด

1) ทำลายส่วนที่เป็นโรค โดยการนำไปเผาทิ้งนอกแปลงปลูก
2) ตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง ลดความทึบของทรงพุ่ม เพื่อลดการสะสมของโรค

ภาพที่ 40 ลักษณะอาการใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ในใบมะคาเดเมีย

โรคโคนเน่าหรือเปลือกผุ (Phytophthora trunk and stem canker) เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora cinnamomi*

ลักษณะอาการ ระยะต้นกล้า จะเกิดเป็นแผลช้ำบริเวณโคนต้นในระดับดิน ทำให้โคนต้นคอดลง ต้นเหี่ยวแห้งและตายอย่างรวดเร็ว ในระยะต้นโต สีของเนื้อไม้บริเวณโคนต้นจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้น ต้องเอาเปลือกไม้ด้านนอกออกจึงสังเกตเห็นอาการ อาการสามารถลุกลามจากโคนต้นขึ้นไปยังส่วนของกิ่งได้ (ภาพที่ 41)

การป้องกันกำจัด

1) ใช้ต้นกล้าที่มาจากแหล่งที่ปลอดโรค
2) จัดทำร่องระบายน้ำในบริเวณสวนที่มีพื้นที่ต่ำ เพื่อไม่ให้มีน้ำท่วมขัง
3) ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา รองก้นหลุม โดยคลุกเคล้าเชื้อสดปริมาณ 150–300 กรัม กับดินในหลุมก่อนนำกล้าพืชลงปลูก

ภาพที่ 41 ลักษณะอาการใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora cinnamomi* (ที่มา: Plant Village, 2015)

6.7.4 วัชพืชและการป้องกันกำจัด

วัชพืชที่พบมีทั้งชนิดใบแคบและใบกว้าง ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้าตีนกา หญ้านกสีชมพู หญ้าปากควาย หญ้าคา กระดุมใบเล็ก สาบแร้งสาบกา ผักปลาบ หญ้ายาง ลูกใต้ใบ และตีนตุ๊กแก

การกำจัดวัชพืชในมะคาเดเมีย

1) ปลูกพืชคลุมดินตระกูลถั่ว
2) ปลูกพืชแซม
3) ใช้รถหรือเครื่องตัดวัชพืชระหว่างแถวปลูก
4) การใช้สารกำจัดวัชพืช

*** ไม่ควรใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูมะคาเดเมีย และวัชพืชโดยไม่จำเป็น**

6.7.5 การควบคุมวัชพืช

1) ในการปลูกมะคาเดเมียระยะแรกที่ต้นยังเล็ก บริเวณใต้ทรงพุ่มจะต้องกำจัดวัชพืชด้วยการใช้จอบถาง หรือถอนด้วยมือ และคลุมดินด้วยหญ้าแห้ง เปลือกถั่วหรือวัสดุอื่น หรือใช้สารเคมี
2) การกำจัดวัชพืชในระหว่างแถวปลูก ควรใช้วิธีผสมผสานโดยการใช้วิธีกล เช่น ปลูกถั่วคลุมดินหรือพืชแซมร่วมกับการใช้สารเคมีบ้างเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมและสร้างรายได้เพิ่มระยะที่มะคาเดเมียยังไม่ให้ผลผลิตหรือให้ผลผลิตแล้วก็ตามแต่ทรงพุ่มยังไม่ชนกัน (ภาพที่ 43) (อุทัย และคณะ, 2551ก)

ภาพที่ 42 การปลูกพืชแซมช่วยในการควบคุมวัชพืช

บทที่ 7
เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และการแปรรูป

7.1 วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวและการแปรรูป มีผลโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์มะคาเดเมีย ทั้งด้านคุณภาพผลผลิต การลดความสูญเสียผลผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และการเพิ่มมูลค่าสินค้า ดังนั้นจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเพื่อให้ได้คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดี การเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะทำให้ได้คุณภาพและปริมาณผลผลิตที่ดี การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายช่วยเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคและเพิ่มมูลค่าสินค้า อีกทั้งยังลดปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่า สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร และผู้ประกอบการได้อีกทางหนึ่ง การเก็บเกี่ยวและการแปรรูปจึงมีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

7.1.1 การเตรียมการเก็บเกี่ยว

1) พื้นที่ส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้เครื่องจักรได้ต้องใช้แรงงานคนเก็บและเตรียมถุงหรือภาชนะสำหรับเก็บผล
2) เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์การกะเทาะให้พร้อม
3) ทำความสะอาดโรงปฏิบัติงาน และโรงเก็บเมล็ด

7.1.2 การเก็บเกี่ยว

1) ใช้แรงงานคนเก็บผลแก่ที่ร่วงใต้ดิน และต้องกะเทาะเปลือกเขียวออกภายใน 24 ชั่วโมง เนื่องจากจะมีผลทำให้คุณภาพเนื้อในลดลง
2) การเก็บผลที่ร่วงบนพื้นดินทุก ควรทำทุก 3-4 วัน ในฤดูฝน เพราะถ้าปล่อยทิ้งไว้นานเชื้อรา อาจเข้าทำลายผล ส่วนในฤดูแล้งหากผลถูกแสงอาทิตย์โดยตรงนาน ๆ ผลจะแตกทำให้เนื้อในเหม็นหืนได้ (rancidity) (อุทัย และคณะ, 2551ก)

ภาพที่ 43 เก็บผลแก่ที่ร่วงใต้ต้น เพื่อนำไปกะเทาะเปลือกเขียวออก

7.2 การแปรรูป

7.2.1 กะเทาะเปลือกนอก (Dehusking)

1) ควรกะเทาะภายใน 24 ชั่วโมง
2) หลังกะเทาะเปลือกนอกออก ต้องนำไปผึ่งในที่มีลมพัดผ่านหรือวางบนตะแกรงเป็นชั้น ๆ และใช้พัดลมเป่าเพื่อลดความชื้น ไม่ควรวางซ้อนทับกันมากเกินไป (อุทัย และคณะ, 2551ก)

(ก) มะคาเดเมียที่ไม่ได้กะเทาะเปลือก

(ข) นำมะคาเดเมียมากะเทาะเปลือกนอกออก

(ค) เมล็ดมะคาเดเมียหลังกะเทาะเปลือกออก

(ง) ผึ่งลมหลังกะเทาะเปลือก

ภาพที่ 44 กะเทาะเปลือกนอก (Dehusking) และผึ่งลมเพื่อลดความชื้น (ก-ง)

7.2.2 การคัดเมล็ด (Sorting nut in shell)

1) แช่เมล็ดที่กะเทาะเปลือกนอกออก คัดเมล็ดที่ลอยน้ำทิ้ง
2) ใช้เครื่องคัดขนาดเมล็ด ถ้าเมล็ดมีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 1.8 เซนติเมตร ให้คัดทิ้ง เพราะมีคุณภาพต่ำ (อุทัย และคณะ, 2551ก)

(ก) แช่เมล็ด

(ข) คัดเมล็ดที่ลอยน้ำทิ้ง

ภาพที่ 45 การคัดเมล็ด (Sorting nut in shell) (ก-ข)

7.2.3 การลดความชื้นเมล็ด (Drying)

ผึ่งเมล็ดในพื้นที่ที่มีลมพัดผ่านสะดวกประมาณ 3-7 วัน ความชื้นจะลดลงเหลือประมาณร้อยละ 10-15 ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและฤดูกาล

(ก) มะคาเดเมียที่ผ่านการคัดเมล็ด

(ข) ผึ่งเมล็ดเพื่อลดความชื้น

ภาพที่ 46 การลดความชื้นเมล็ด (Drying) (ก-ข)

7.3 การเก็บรักษาผลผลิต

7.3.1 เมล็ดทั้งกะลา (Nut in shell)

1) ลดความชื้นให้เหลือประมาณร้อยละ 10 สามารถเก็บไว้ได้นานถึง 1 เดือน เพื่อรอการกะเทาะหรือขาย โดยการควบคุมและรักษาระบบการหมุนเวียนของอากาศ
2) ถ้าเมล็ดมีไม่มากนักอาจเก็บโดยการเทเมล็ดบนชั้นลวดตาข่าย เกลี่ยเมล็ดหนา 10-15 เซนติเมตร ตั้งในที่ร่ม มีการถ่ายเทอากาศดี เมล็ดสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 6-12 เดือน ซึ่งแตกต่างไปตามสภาพอากาศ (อุทัย และคณะ, 2551ก)

7.3.2 การอบเพื่อกะเทาะเมล็ด

1) เมล็ดทั้งกะลาสดมีความชื้นร้อยละ 20-25 หลังจากผึ่งเมล็ด 3-7 วัน ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 10-15 นำเข้าเครื่องอบความร้อนใช้อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส 3 วัน และ 51 องศาเซลเซียส อีก 3 วัน หรือเมื่อเขย่าเมล็ดดูจะคลอนแสดงว่าเนื้อในล่อนไม่ติดกะลา นำมากะเทาะกะลาออก (อุทัย และคณะ, 2551ก)

(ก) เครื่องอบความร้อน

(ข) นำเมล็ดทั้งกะลาเข้าเครื่องอบความร้อน

(ค) กะเทาะกะลาออก

(ง) มะคาเดเมียหลังทำการกะเทาะกะลาออก

ภาพที่ 47 การอบเพื่อกะเทาะเมล็ด (ก-ง)

7.4 การขนส่ง

เมล็ดทั้งกะลา ถ้าขนส่งภายในประเทศ ใส่กระสอบตาข่ายไนล่อนโปร่งหรือลังพลาสติก และระยะทางขนส่งไม่เกิน 3 วัน (อุทัย และคณะ, 2551ก)

ภาพที่ 48 เมล็ดทั้งกะลาใส่กระสอบตาข่ายไนล่อนโปร่งเตรียมขนส่ง

7.5 การกำหนดมาตรฐาน

มะคาเดเมีย จัดเป็นพืชสวนอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจ และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั่วโลก มีราคาสูง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง สามารถใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิด จึงทำให้การผลิตมะคาเดเมียของประเทศไทยมีการเพิ่มขึ้นในแต่ละปี เนื่องจากผู้บริโภคในประเทศไทยมีความต้องการผลผลิตเพื่อใช้บริโภคสูง ดังนั้นคุณภาพของเมล็ดมะคาเดเมียแบบทั้งกะลา และแบบเนื้อในจึงเป็นสิ่งสำคัญที่เกษตรกร และผู้ประกอบการแปรรูปมะคาเดเมีย ต้องคำนึงถึงในการผลิตมะคาเดเมียให้ได้คุณภาพ และมาตรฐาน เนื่องจากคุณภาพจะเป็นตัวกำหนดราคาในการซื้อขายให้ได้ราคาสูงหรือต่ำ การกำหนดมาตรฐานมะคาเดเมียแบบทั้งกะลา และที่มีเฉพาะเนื้อใน ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดโดย United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) Standard DDP-22 และ DDP-23 ดังนี้

7.5.1 การควบคุมคุณภาพขั้นต่ำ

1) การควบคุมคุณภาพขั้นต่ำสำหรับมะคาเดเมียแบบทั้งกะลา

คุณภาพของกะลา	คุณภาพของเมล็ดเนื้อใน	คุณภาพผลผลิตโดยรวม
- ปราศจากการแตกหัก - สะอาด - ปราศจากข้อตำหนิสีที่ไม่สม่ำเสมอ หรือเป็นรอยด่าง - ปราศจากความเสียหาย - ปราศจากเส้นใยราที่มองเห็นได้ - มีรูปทรงที่ดี	- ปราศจากกลิ่นเหม็นหืน - เมล็ดมีการเจริญเต็มที่ - ปราศจากข้อตำหนิสีที่ไม่สม่ำเสมอ หรือเป็นรอยด่าง	- เมล็ดสมบูรณ์ - ปราศจากเส้นใยเชื้อราที่มองเห็นได้ - ปราศจากแมลงศัตรูพืช - ปราศจากรอยสัตว์กัดแทะ - ลักษณะภายนอกไม่มีความบกพร่องที่เกิดจากความชื้น - ปราศจากกลิ่นหรือรสชาติผิดปกติ

ที่มา: International Nut and Dried Fruit Council (2018)

2) การควบคุมคุณภาพขั้นต่ำสำหรับมะคาเดเมียแบบเฉพาะเมล็ดเนื้อใน

- ปราศจากการแตกหัก
- เมล็ดสมบูรณ์
- สะอาด
- เมล็ดมีการเจริญเต็มที่
- ปราศจากข้อตำหนิ สีที่ไม่สม่ำเสมอ หรือเป็นรอยด่าง
- มีรูปทรงที่ดี
- ปราศจากแมลงศัตรูพืช
- ปราศจากรอยสัตว์กัดแทะ
- ปราศจากเส้นใยราที่มองเห็นได้
- ปราศจากกลิ่นเหม็นหืน
- ลักษณะภายนอกไม่มีข้อบกพร่องที่เกิดจากความชื้น
- ปราศจากกลิ่นหรือรสชาติผิดปกติ

3) ปัจจัยด้านองค์ประกอบทางเคมีและเชื้อจุลินทรีย์

ปัจจัย	Australian Macadamia Society (AMS)	Southern African Macadamia Growers' Association (SAMAC)	Brazilian Macadamia Association (ABM)
1) องค์ประกอบทางเคมี			
ความชื้น	< 1.8%	ไม่เกิน 2%	1.5% ± 0.3%
ปราศจากไขมันอิ่มตัว	≤0.5%	≤0.5%	≤1.0%
ระดับสาร peroxide	≤2 meq/kg (2 years shelf life); 2< x <3 meq/kg (1 year shelf life)	≤3 meq/kg	≤3 meq/kg or ≤5 meq/kg (some markets)
2) เชื้อจุลินทรีย์			
ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด	< 30,000 cfu/g	< 20,000 cfu/g	< 30,000 cfu/g
ปริมาณยีสต์และรา	< 20,000 cfu/g	< 20,000 cfu/g	< 20,000 cfu/g
ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์ม	-	< 300 cfu/g	< 350 cfu/g
ปริมาณเชื้อ *E. coli*	< 3/g (AS 2013.15-2006 test method)	ไม่พบ (BS 5763 method)	< 3 cfu/g
ปริมาณเชื้อ *Salmonella*	ไม่พบเชื้อในปริมาณน้ำหนัก 250 กรัม (AS 2013.10-2009 test method)	ไม่พบ (ISO 6579 or BAM method)	ไม่พบเชื้อในปริมาณน้ำหนัก 250 กรัม

ที่มา: International Nut and Dried Fruit Council (2018)

4) การควบคุมการปนเปื้อน โดยควบคุมปริมาณการปนเปื้อนของสารอะฟลาท็อกซินเป็นหลัก

ประเทศ	Aflatoxin B1 (ppb)	Total Aflatoxin (B1-B2-G1-G2) (ppb)
ออสเตรเลีย	-	15
บราซิล	-	10
สหภาพยุโรป	2	4
อินเดีย	-	10
สหรัฐอเมริกา	-	20

ที่มา: International Nut and Dried Fruit Council (2018)

5) การควบคุมคุณภาพด้านความเชื่อมั่น

5.1) มีมาตรการปฏิบัติด้านการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices: GAP)

5.2) มีมาตรฐานการปฏิบัติด้านการผลิตอาหารที่ดี (Good Manufacturing Practices: GMP)

5.3) มีมาตรการปฏิบัติด้านการเก็บรักษาผลผลิตที่ดี

5.4) มีแนวทางการวิเคราะห์จุดวิกฤตที่ต้องมีการควบคุม

7.5.2 มาตรฐานและการคัดเกรดมะคาเดเมีย

มาตรฐานและการคัดเกรดมะคาเดเมีย ได้มีการกำหนดเกณฑ์คุณภาพด้วยการจัดจำแนกมะคาเดเมียแบบทั้งกะลาและที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน ในสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่เจริญมาจากสปีชีส์ *Macadamia integrifolia*, *M. tetraphylla*, *M. ternifolia* และพันธุ์ลูกผสม โดยมะคาเดเมียแบบทั้งกะลาและที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อในจะถูกจัดแบ่งประเภทตามพื้นฐานความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผลผลิต

1) คุณภาพ

เปลือกของมะคาเดเมียจะต้องไม่มีความเสียหาย สมบูรณ์ แข็งแรง ปราศจากข้อตำหนิและเส้นใยเชื้อราที่มองเห็นได้ มีรูปทรงที่ดีไม่ผิดปกติ สำหรับเมล็ดเนื้อใน เมล็ดจะต้องปราศจากกลิ่นเหม็นหืน มีการเจริญเต็มที่ ปราศจากข้อตำหนิ ไม่ปรากฏสีที่ไม่สม่ำเสมอหรือเป็นรอยด่างที่เด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณส่วนที่เหลือของเมล็ด

กลิ่นด้านผลผลิตโดยรวม (แบบทั้งกะลาและที่มีเฉพาะเนื้อใน) จะต้องมีความสมบูรณ์และปราศจากเส้นใยเชื้อราที่มองเห็นได้ ปราศจากศัตรูพืช รอยสัตว์กัดแทะ ลักษณะภายนอกไม่มีข้อบกพร่องที่เกิดจากความชื้น ปราศจากหรือรสชาติที่ผิดปกติ

2) การจัดประเภทมะคาเดเมีย

การจัดจำแนกใช้เกณฑ์ข้อบกพร่องที่ยอมรับได้

2.1) การจัดประเภทมะคาเดเมียแบบทั้งกะลา

ข้อบกพร่องที่ยอมรับได้	ระดับการรับได้*	
	ประเภท 1	ประเภท 2
(1) การยอมรับได้สำหรับกะลาที่ไม่ผ่านข้อกำหนดขั้นต่ำสุด จะต้องไม่เกิน	5	7
กะลามีเศษวัตถุอื่น ๆ เกาะติด	1	2
มีรอยสัตว์กัดแทะ	2	3
มีโรคแมลงศัตรูพืช	0	0
(2) การยอมรับได้โดยรวมสำหรับเมล็ดเนื้อในที่ไม่ผ่านข้อกำหนดขั้นต่ำสุด จะต้องไม่เกิน	7	10
มีเชื้อรา	0.5	1
มีรสชาติหรือกลิ่นผิดปกติ	2	3
เมล็ดเนื้อในหดตัว	2	3
มีเนื้อเหนียวหรือมีจุดสีน้ำตาล	2	3
เมล็ดเนื้อในไม่สมบูรณ์ และสายพันธุ์แตกต่างกัน	2	3
เสื่อมสภาพ และถูกทำลายจากสัตว์	3	5
(3) การยอมรับได้ด้านขนาด		
มะคาเดเมียแบบทั้งกะลาที่ไม่เข้าเกณฑ์ขั้นต่ำสุดที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15.87 มม. (5/8 นิ้ว)	0	0
ไม่ผ่านการรับรองด้านขนาด	10	10
(4) การยอมรับได้จากข้อบกพร่องอื่น ๆ		
มีการปนเปื้อนจากวัสดุแปลกปลอม	1	2

* ร้อยละของข้อบกพร่องบนเปลือกกะลามะคาเดเมีย โดยเปรียบเทียบจากปริมาณหรือน้ำหนัก

2.2) การจัดประเภทมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน

ข้อบกพร่องที่ยอมรับได้	ระดับการยอมรับได้*	
	ประเภท 1	ประเภท 2
(1) การยอมรับได้สำหรับเมล็ดเนื้อในที่ไม่ผ่านข้อกำหนดขั้นต่ำสุดจะต้องไม่เกิน	7	10
เมล็ดเจริญไม่เต็มที่ เนื้อในไม่สมบูรณ์	3	5
มีเชื้อรา	1	1
มีกลิ่นเหม็นหืน หรือถูกทำลายจากสัตว์ มีการเน่า หรือเสื่อมสภาพ	1	2
ไม่มีกลิ่นหรือรสชาติ	0	0
มีโรคแมลงศัตรูพืช	0	0
(2) การยอมรับได้ด้านขนาด		
ขนาดผลผลิตที่ได้ไม่เป็นไปตามที่กำหนด	7	7
(3) การยอมรับได้ด้านข้อบกพร่องอื่น ๆ		
มีการปนของมะคาเดเมียพันธุ์อื่น หรือชนิดพันธุ์ไม่ตรงตามเกณฑ์ทางการค้า	10	10
มีการปนเปื้อนจากวัสดุแปลกปลอม มีการแตกหัก เป็นผง	0.25	0.25

*ร้อยละของข้อบกพร่องของเมล็ดเนื้อในมะคาเดเมีย โดยเปรียบเทียบจากปริมาณหรือน้ำหนัก

ที่มา: International Nut and Dried Fruit Council (2018)

3) ข้อกำหนดด้านขนาด

ข้อกำหนดด้านขนาดของมะคาเดเมียจะถูกนำมาพิจารณาร่วมกับการจัดประเภทของมะคาเดเมียดังนี้

- มะคาเดเมียแบบทั้งกะลา จะใช้เกณฑ์จากการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระยะสั้นที่สุดของเปลือกกะลา (มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร หรือ นิ้ว)
- มะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน จะใช้เกณฑ์จากการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระยะกว้างที่สุด ร่วมกับข้อกำหนดด้านขนาดที่กำหนดไว้

3.1) ข้อกำหนดด้านขนาดของมะคาเดเมียแบบทั้งกะลา

ขนาดที่กำหนด	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (นิ้ว)
ใหญ่ (พิเศษ)	ใหญ่กว่าหรือเท่ากับ 28 มิลลิเมตร	ใหญ่กว่าหรือเท่ากับ 1.1 นิ้ว
ใหญ่	23-28 มิลลิเมตร	0.9-1.1 นิ้ว
กลาง	18-23 มิลลิเมตร	0.7-0.9 นิ้ว
เล็ก	16-18 มิลลิเมตร	0.6-0.7 นิ้ว
ต่ำกว่ากำหนด	เล็กกว่า 16 มิลลิเมตร	เล็กกว่า 0.6 นิ้ว

ที่มา: International Nut and Dried Fruit Council (2018)

3.2) ข้อกำหนดด้านขนาดของมะคาเดเมียที่มีเฉพาะเมล็ดเนื้อใน

ชนิด	ลักษณะ	ขนาด	
0	เมล็ดเต็ม (wholes): ควรประกอบด้วยเมล็ดที่สมบูรณ์ไม่มีการแตกหักอย่างน้อยร้อยละ 95	เมล็ดผ่านตารางขนาด 6.25 มิลลิเมตร หรือ 0.25 นิ้ว น้อยกว่าร้อยละ 1	
1	เมล็ดเต็ม (wholes): ควรประกอบด้วยเมล็ดที่สมบูรณ์ไม่มีการแตกหักอย่างน้อยร้อยละ 90	เมล็ดผ่านตารางขนาด 6.25 มิลลิเมตร หรือ 0.25 นิ้ว น้อยกว่าร้อยละ 1	
2	เมล็ดเต็ม และซีกใหญ่ (wholes and halves): ควรประกอบด้วยเมล็ดที่สมบูรณ์ไม่มีการแตกหักอย่างน้อยร้อยละ 50	เมล็ดผ่านตารางขนาด 7.8 มิลลิเมตร หรือ 0.3125 นิ้ว น้อยกว่าร้อยละ 2	
3	เมล็ดซีกใหญ่และหักครึ่ง (cocktail): ควรประกอบด้วย - เมล็ดที่แตกหักครึ่งหนึ่งหรือยังมีเมล็ดเนื้อในส่วนใหญ่อย่างน้อยร้อยละ 90 - เมล็ดที่สมบูรณ์ไม่มีการแตกหักอย่างน้อยร้อยละ 15	เมล็ดผ่านตารางขนาด 6.25 มิลลิเมตร หรือ 0.25 นิ้ว น้อยกว่าร้อยละ 2	
4	เมล็ดหักครึ่ง (halves and pieces): ควรประกอบด้วย - เมล็ดที่แตกหักครึ่งหนึ่งอย่างน้อยร้อยละ 50 - เมล็ดที่ยังมีเนื้อในส่วนใหญ่จะต้องไม่เกินร้อยละ 5 ของเมล็ดที่แตกหักครึ่งหนึ่ง	เกรด L: เมล็ดขนาดใหญ่กว่า 16 มิลลิเมตร เกรด M: เมล็ดมีขนาดอยู่ระหว่าง 14-16 มิลลิเมตร เกรด S: เมล็ดมีขนาดอยู่ระหว่าง 10-14 มิลลิเมตร	
5	เมล็ดซีกเล็ก (large diced): ควรประกอบด้วยเนื้อในที่มีขนาดเล็กกว่าเมล็ดที่แตกหักครึ่งหนึ่ง	- เมล็ดผ่านตารางขนาด 7.8 มิลลิเมตร x 25 มิลลิเมตร น้อยกว่าร้อยละ 5 - เมล็ดผ่านตารางขนาด 2.34 มิลลิเมตร หรือ 0.09 นิ้ว น้อยกว่าร้อยละ 2	

ชนิด	ลักษณะ	ขนาด	
6	เมล็ดแตกหักเป็นชิ้นเล็ก (chips): ควรประกอบด้วยเนื้อในขนาดเล็ก	- เมล็ดผ่านตารางขนาด 7.8 x 25 มิลลิเมตร หรือ 0.3125 x 1 นิ้ว อย่างน้อยร้อยละ 95 - เมล็ดผ่านตารางขนาด 2.34 มิลลิเมตร หรือ 0.09 นิ้ว น้อยกว่าร้อยละ 2	
7	เมล็ดแตกหักเป็นเกล็ด (bits and diced): ควรประกอบด้วยเนื้อในขนาดเล็ก	- เมล็ดขนาดเล็กกว่าเมล็ดที่แตกหักไปแล้วครึ่งหนึ่ง คือ - เมล็ดผ่านตารางขนาด 7.8 มิลลิเมตร หรือ 0.3125 นิ้ว อย่างน้อยร้อยละ 95 - เมล็ดผ่านตารางขนาด 2.34 มิลลิเมตร หรือ 0.09 นิ้ว มากกว่าร้อยละ 10	
8	เมล็ดแตกหักละเอียด (fines): ควรประกอบด้วยเนื้อในที่แตกหักมีขนาดเล็ก หรือถูกสับ	- เมล็ดทั้งหมดจะต้องผ่านตารางขนาด 6.25 หรือ 0.25 นิ้ว - เมล็ดส่วนมากจะต้องผ่านตารางขนาด 2.34 มิลลิเมตร. หรือ 0.09 นิ้ว	

ที่มา: International Nut and Dried Fruit Council (2018)

7.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคา

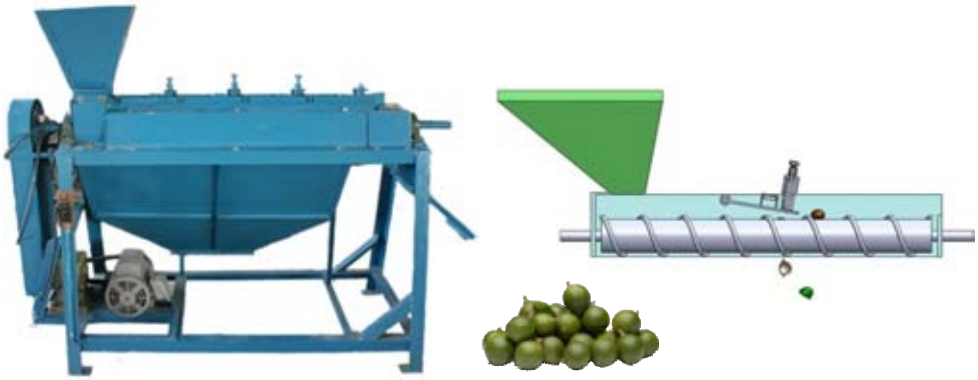
1) ปริมาณไขมัน เพื่อให้ได้มะคาเดเมียที่มีรสชาติที่ดีที่สุด ควรเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงที่มีปริมาณน้ำมันสูงสุด
2) สีของเนื้อใน โดยทั่วไปเป็นสีขาวครีมสม่ำเสมอ ถ้าสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำแสดงถึงการที่เนื้อในมีอายุการเก็บรักษานานและเหม็นหืน
3) ขนาดของเนื้อใน เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการประเมินคุณภาพ ถ้าขนาดเนื้อในเพิ่มขึ้น ค่าจัดการจะลดลง ขนาดเนื้อในควรมีขนาดใหญ่และสมบูรณ์ ไม่มีการแตกหัก ไม่มีสิ่งปนเปื้อน

7.7 เครื่องมือแปรรูปมะคาเดเมีย

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนสนับสนุนการวิจัยกรมวิชาการเกษตร ได้วิจัยและพัฒนาชุดเครื่องมือแปรรูปมะคาเดเมีย 4 เครื่อง ได้แก่ เครื่องกะเทาะเปลือกเขียว เครื่องอบลดความชื้น เครื่องกะเทาะกะลาระดับอุตสาหกรรม และเครื่องกะเทาะกะลาระดับเกษตรกรรม ซึ่งสามารถแปรรูปได้ครบวงจรและลดต้นทุนจากการนำเข้าเครื่องมือราคาแพงจากต่างประเทศ ดังนี้

7.7.1 เครื่องกะเทาะเปลือกเขียวมะคาเดเมีย

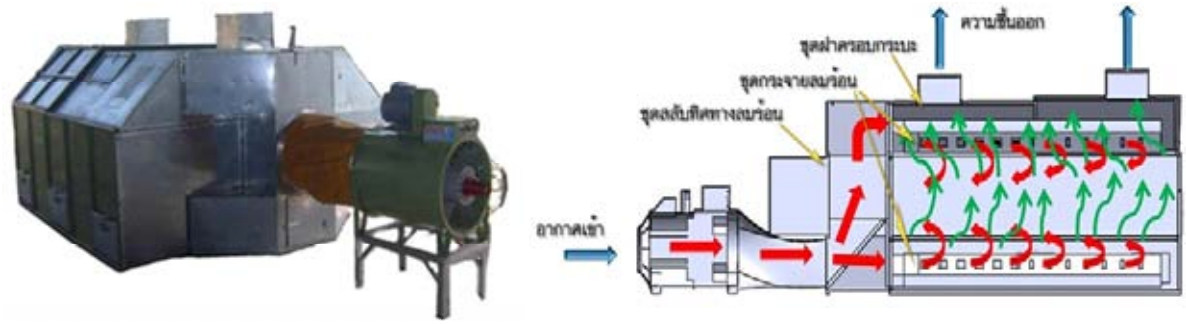
เครื่องกะเทาะเปลือกเขียวมะคาเดเมียนี้ได้พัฒนามาจากเครื่องกะเทาะเปลือกเขียวของเครือรัฐออสเตรเลีย หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากการป้อนผลมะคาเดเมียใส่ในช่องป้อน ผลมะคาเดเมียจะถูกลำเลียงเข้ามาในเครื่องกะเทาะ โดยในเครื่องมีชุดเกลียวกะเทาะยาว 1,150 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร ชุดเกลียวกะเทาะมีระยะพิตช์ 68 มิลลิเมตร ชุดถ่ายทอดกำลังโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังขับผ่านเกียร์ทดสอบอัตราทดที่ใช้ 1:10 โดยส่งกำลังด้วยเฟืองโซ่ขนาด 8 นิ้ว ไปขับเฟืองโซ่ขนาด 6 นิ้ว ความเร็วรอบ 330 รอบต่อนาที เกลียวกะเทาะทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ ทำหน้าที่ลำเลียงผลมะคาเดเมียพร้อมกับกะเทาะเปลือก มีชุดแผ่นกดผลมะคาเดเมียอัดติดกับชุดเกลียวลำเลียง เมื่อโดนแรงแผ่นกดเมล็ดมะคาเดเมียได้อัดกับเกลียวกะเทาะทำให้เปลือกแตกร่วงลงด้านล่าง ส่วนผลมะคาเดเมียซึ่งมีขนาดโตกว่าช่องทางออกเปลือกจะถูกลำเลียงออกยังด้านท้ายของเครื่อง ความสามารถในการกะเทาะเปลือก 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสามารถกะเทาะเปลือกออกได้ร้อยละ 99.5 เครื่องที่วิจัยและพัฒนาใช้วัสดุที่มีอยู่ภายในประเทศไทย มีระบบการทำงานที่ไม่ซับซ้อน เกษตรกรสามารถใช้งานง่าย การดูแลรักษาง่ายและซ่อมแซมได้ง่าย มีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 5,181 กิโลกรัมต่อปี ที่อายุการใช้งาน 5 ปี ราคาเครื่อง 30,000 บาท (ภาพที่ 49) โดยมีการถ่ายทอดต้นแบบเครื่องกะเทาะให้ภาคเอกชนนำไปผลิตเป็นเชิงการค้า (สนอง และคณะ, 2553ก)



ภาพที่ 49 เครื่องกะเทาะเปลือกเขียวและหลักการกะเทาะภายในเครื่อง
(ที่มา: สนอง และคณะ, 2553ก)

7.7.2 เครื่องอบเมล็ดมะคาเดเมีย

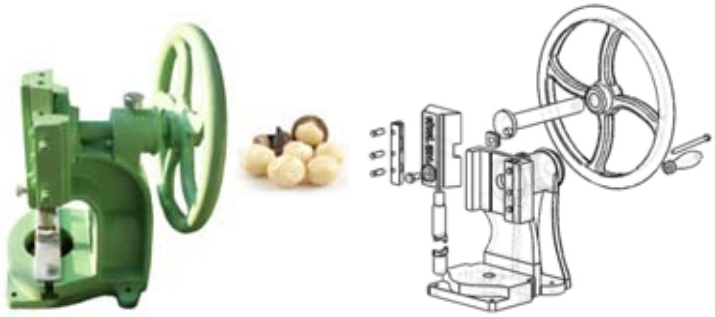
โดยนำเครื่องอบลำไยทั้งเปลือกแบบสลับทิศทางลมร้อนขนาดบรรจุลำไย 2 ตัน มาพัฒนาอบเมล็ดมะคาเดเมีย เครื่องอบประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ ตัวเครื่องอบกระบะ ชุดสลับทิศทางลมร้อน ชุดท่อกระจายลมร้อน และชุดฝาครอบกระบะรวมทั้งดัดแปลงเพิ่มช่องทางเปิด-ปิดระบายอากาศร้อนชื้นออกทางด้านล่างของกระบะขนาดเครื่องอบ 2.4x2.4x0.9 เมตร ชุดสลับทิศทางลมร้อนอยู่ด้านหน้าเครื่องอบต่อจากหัวพัดลมเป่าแบบไหลตามแกน ปริมาตรลม 1.27 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ภายในมีแผ่นวาล์วปีกผีเสื้อ ขนาด 50x50 เซนติเมตร ใช้โยกเปิด-ปิดเพื่อสลับทิศทางไหลของอากาศร้อนให้ไหลผ่านท่อกระจายลมทางด้านบนและล่างของกระบะช่วยให้ลมร้อนกระจายทั่วเตาชุดท่อกระจายลมร้อนเป็นปล่องลมเจาะรูรอบปล่อง 3 ด้าน ขนาด 5 เซนติเมตร ด้านละ 13 รู โดยปล่องลมมี 4 ท่อ ติดตั้งด้านบน 2 ท่อ ด้านล่าง 2 ท่อ ชุดฝาครอบกระบะแบบปิดกระบะให้อากาศร้อนไหลวนอยู่ภายในได้ มีช่องทางเปิด-ปิดได้สำหรับระบายความชื้นออกทางด้านบน สามารถอบแห้งกะลามะคาเดเมียได้มากสุดครั้งละ 2,000 กิโลกรัม (ภาพที่ 50) (สนอง และคณะ, 2553ก)



ภาพที่ 50 เครื่องอบเมล็ดมะคาเดเมียแบบกระบะและหลักการสลับลมร้อน
(ที่มา: สนอง และคณะ, 2553ก)

7.7.3 เครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมียระดับเกษตรกร

เครื่องกะเทาะแบบใช้แรงคนในการทำงานโดยการจับหมุนพวงมาลัยที่มีน้ำหนักสมดุลกับตุ้มน้ำหนักหน้าซึ่งมีใบมีดบน ทำให้การทำงานไม่ต้องออกแรงมาก ใบมีดบนเคลื่อนลงด้วยความเร่งเล็กน้อยกระแทกตรงแนวร้าวของเมล็ดซึ่งวางอยู่กับใบมีดล่างทำให้กะลามะคาเดเมียแตกออกเป็น 2 ซีก เหมือนการผ่าครึ่งกะลา เนื้อในเมล็ดสะอาดไม่มีเศษกะลาฝังเนื้อ ความสามารถในการกะเทาะ ได้เนื้อในเต็มเมล็ดสูงกว่าร้อยละ 90 จุดเด่นของเครื่องกะเทาะระดับเกษตรกร คือ ใช้แรงน้อยในการทำงาน ทำงานได้ต่อเนื่องไม่เมื่อยล้า กะเทาะได้เนื้อในเต็มเมล็ดสูงกว่าเครื่องกะเทาะแบบอื่น ๆ ทั้งแบบใช้ต้นกำลังและใช้แรงคน มีความสามารถในการทำงาน 5.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2,852 กิโลกรัมต่อปี ที่อายุการใช้งาน 5 ปี โดยมีการถ่ายทอดต้นแบบเครื่องกะเทาะให้ภาคเอกชนนำไปผลิตเป็นเชิงการค้า (ภาพที่ 51) (สนอง และคณะ, 2553ข)



ภาพที่ 51 เครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมียระดับเกษตรกร
(ที่มา: สนอง และคณะ, 2553ข)

7.7.4 เครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมียระดับอุตสาหกรรม

เครื่องต้นแบบที่พัฒนาหลักการทำงานจากเครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมียของโรงงานแปรรูปมะคาเดเมีย โครงการพระราชดำริดอยตุง ส่วนประกอบหลักมี 3 ส่วน คือ โครงเครื่อง ชุดใบมีดเคลื่อนที่และชุดใบมีดอยู่กับที่ นอกจากนี้ยังมีชุดประกอบแยกอีก 2 ส่วน คือ ชุดเกลียวลำเลียงเมล็ด และชุดคัดขนาดเมล็ดหลักการทำงานใช้การเบียดอัดและเฉือนเมล็ดระหว่างชุดใบมีดเคลื่อนที่กับชุดใบมีดอยู่กับที่กะเทาะได้เมล็ดเนื้อในเต็มเฉลี่ยร้อยละ 61.68 เมล็ดแตกร้อยละ 11.97 กะเทาะบางส่วนร้อยละ 11.64 ไม่ถูกกะเทาะร้อยละ 4.99 ความสามารถในการทำงาน 191.87 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2,334 กิโลกรัมต่อปี ที่อายุการใช้งาน 5 ปี โดยมีการถ่ายทอดต้นแบบเครื่องกะเทาะให้ภาคเอกชนนำไปผลิตเป็นเชิงการค้า (ภาพที่ 52) (สนอง และคณะ, 2553ก)

ภาพที่ 52 เครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมียระดับอุตสาหกรรม
(ที่มา: สนอง และคณะ, 2553ก)

7.8 การแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า

ปัจจุบันมีการพัฒนาการแปรรูปมะคาเดเมียเป็นผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้า และเป็นการขยายตลาดและกลุ่มลูกค้า ทั้งมะคาเดเมียสำหรับการบริโภคที่มีทั้งแบบดั้งเดิม คือ มะคาเดเมียอบเกลือ และแบบที่เอาใจกลุ่มวัยรุ่นและผู้รักสุขภาพ เช่น มะคาเดเมียอบสมุนไพร มะคาเดเมียเคลือบช็อกโกแลตและไวท์ช็อก และแมคบอล (มะคาเดเมียผสมตะไคร้) รวมทั้งการแปรรูปมะคาเดเมียเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง อาทิ น้ำมันมะคาเดเมีย โลชัน ครีมบำรุงผิว เป็นต้น นอกจากนี้ภาคเอกชนได้นำมะคาเดเมียมาแปรรูปผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์เนยถั่วมะคาเดเมีย น้ำผึ้งจากดอกมะคาเดเมีย มะคาเดเมียกระจก มะคาเดเมียบอลรสขิง มะคาเดเมียอบรสต่าง ๆ แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น มะคาเดเมีย มอยส์เจอไรซิง โลชัน คาเดเมีย บัตเตอร์ ครีม เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายเหล่านี้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้า ซึ่งจะช่วยสร้างโอกาสทางการตลาด และเพิ่มรายได้ให้กับผู้ประกอบการ ทำให้สามารถแข่งขันในตลาดไทยและตลาดโลกได้

กรมวิชาการเกษตร ได้ดำเนินการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะคาเดเมียสำหรับบริโภค ได้แก่ มะคาเดเมียอบเกลือ คุกกี้เนยสด (ผสมมะคาเดเมีย) ไอศกรีมมะคาเดเมีย ผลิตภัณฑ์มะคาเดเมียสำหรับเครื่องสำอาง ได้แก่ โลชันมะคาเดเมีย น้ำมันนวดมะคาเดเมีย แชมพูน้ำมันมะคาเดเมีย สบู่น้ำมันมะคาเดเมีย และผลิตภัณฑ์มะคาเดเมียสำหรับใช้ในครัวเรือน ได้แก่ ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะคาเดเมีย ดังนี้

7.8.1 การแปรรูปมะคาเดเมียอบเกลือ

อุปกรณ์

ลำดับ	อุปกรณ์
1	เครื่องคัดขนาดเมล็ดกะลามะคาเดเมีย
2	ตู้อบลดความชื้น
3	เครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมีย
4	เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ
5	ถุงบรรจุแบบสุญญากาศ ขนาด 100 กรัม
6	ตาชั่ง
7	เกลือป่น

วิธีทำ

1) นำเมล็ดมะคาเดเมียคัดขนาดด้วยเครื่องคัด
2) ลดความชื้นด้วยวิธีการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน
3) กะเทาะเมล็ดและคัดแยกเนื้อในจากกะลามะคาเดเมีย
4) คัดแยกเนื้อใน แบ่งเป็น 3 เกรด คือ เมล็ดเต็ม เมล็ดแตก และเมล็ดเน่าเสีย
5) ล้างทำความสะอาดเนื้อใน และทิ้งไว้ให้พอหมาด
6) ชั่งน้ำหนักเนื้อในและเกลือ อัตราส่วน เนื้อใน 1 กิโลกรัมต่อเกลือ 4 กรัม
7) นำเนื้อในคลุกเคล้ากับเกลือให้เข้ากัน
8) อบด้วยตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน
9) บรรจุถุงแบบสุญญากาศ สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ปี

ภาพที่ 53 มะคาเดเมียอบเกลือ

7.8.2 คุกกี้เนยสด (ผสมมะคาเดเมีย)

ส่วนประกอบและสูตร

ลำดับ	ส่วนผสม	ปริมาณ	หน่วย
1	แป้งสาลีอเนกประสงค์ (ตราบัวแดง)	400	กรัม
2	ผงฟู	1	ช้อนชา
3	เกลือป่น	½	ช้อนชา
4	เนยสด (ชนิดเค็ม)	300	กรัม
5	น้ำตาลทรายป่น	230	กรัม
6	ไข่ไก่	1	ฟอง
7	วานิลลา	1	ช้อนชา
8	มะคาเดเมีย	100	กรัม

วิธีทำ

1) ร่อนแป้ง ผงฟู เข้าด้วยกัน 1-2 ครั้ง แล้วพักไว้
2) ตีเนย เกลือ ให้เป็นครีม ค่อย ๆ ใส่น้ำตาลทีละน้อยจนหมด
3) ใส่ไข่ไก่ลงไป ตีผสมให้เข้ากันดี ใส่วานิลลา
4) ผสมแป้งสาลี โดยแบ่งแป้งเป็น 2-3 ส่วน ใส่ทีละส่วนผสมมะคาเดเมีย และผสมให้เข้ากัน (อย่าผสมนานจะทำให้แป้งเหนียว) พักแป้งไว้ประมาณ 10-15 นาที
5) ช้อนตักส่วนผสมใส่ถาดที่ทาเนยขาว ใช้ช้อนส้อมกดให้เป็นรูปทรง นำเข้าอบอุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส ประมาณ 20-25 นาที หรือจนกระทั่งขนมมีสีเหลืองทองสวย

ภาพที่ 54 คุกกี้มะคาเดเมีย

7.8.3 ไอศกรีมมะคาเดเมีย

ส่วนประกอบและสูตร

ลำดับ	ส่วนผสม	ปริมาณ	หน่วย
1	นมสด	400	กรัม
2	วิปปิ้งครีม	600	กรัม
3	วานิลลา	2 ½	ช้อนชา
4	ไข่ไก่ (เฉพาะไข่แดง)	4	ฟอง
5	น้ำตาลทราย	150	กรัม
6	เกลือ	¼	ช้อนชา
7	มะคาเดเมีย	100	กรัม

วิธีทำ

1) ผสมไข่แดง น้ำตาลทราย เกลือป่น และวานิลลาเข้าด้วยกัน
2) ผสมนมสด และวิปปิ้งครีมเข้ากัน
3) นำส่วนผสมในข้อที่ 2 ค่อย ๆ เทลงไปในส่วนผสมข้อที่ 1 คนไปเรื่อย ๆ จนเป็นเนื้อเดียวกัน
4) นำส่วนผสมที่ได้จากข้อที่ 3 ไปตั้งไฟ ประมาณ 30 นาที หรือให้ได้ อุณหภูมิ 82-90 องศาเซลเซียส
5) นำส่วนผสมที่ตั้งไฟแล้วไปกรอกลงในถังปั่นไอศกรีม
6) เครื่องจะทำการปั่นไอศกรีม ประมาณ 30-45 นาที หลังจากนั้นเติมเมล็ดมะคาเดเมียที่แตกหักเป็นชิ้นเล็ก (chips) ลงไป ปั่นจนเป็นไอศกรีมใช้เวลารวมประมาณ 60 นาที
7) นำไอศกรีมบรรจุลงกล่องพลาสติก แล้วนำไปแช่จนแข็ง 24-48 ชั่วโมง
8) เสิร์ฟไอศกรีม โรยหน้าด้วยมะคาเดเมีย (chips)

ภาพที่ 55 ไอศกรีมมะคาเดเมีย

7.8.4 โลชันมะคาเดเมีย

ส่วนประกอบและสูตร

ลำดับ	สารเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)	คุณสมบัติของสาร
1	น้ำ	67.0	ใช้ทำละลาย
2	Propylene glycol	2.0	สารให้ความชุ่มชื้น
3	2% carbopol 934 solution	20.0	สารเพิ่มความข้น
4	Stearic acid	3.0	ให้ความชุ่มชื้น
5	น้ำมันมะคาเดเมีย	3.0	ให้ความชุ่มชื้น
6	Cremophor A25	2.0	สารที่ช่วยให้น้ำกับน้ำมันเข้ากันได้
7	Triethanolamine	1.2	สารเพิ่มความข้น
8	Phenoxy ethanol	0.4	สารกันเสีย
9	Paraben conc.	1.0	สารกันเสีย
10	น้ำหอม	qs	ให้กลิ่นหอม
	รวม	100	

ที่มา: เหรียญทอง และคณะ (2556)

หมายเหตุ: ปริมาณที่แสดงในตารางสำหรับการทำโลชันมะคาเดเมีย 100 กรัม หากเพิ่มปริมาณ สามารถเพิ่มตามสัดส่วนข้างต้น

qs คือ ใส่ในปริมาณที่เหมาะสม

วิธีทำ

1) นำน้ำมาละลายกับ Propylene glycol และ 2% carbopol 934 solution ได้ของเหลวข้น นำไปต้มจนได้อุณหภูมิประมาณ 75 องศาเซลเซียส
2) นำ Stearic acid, น้ำมันมะคาเดเมีย และ Cremophor A25 มาชั่งรวมกัน นำไปต้มจนได้อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส
3) ค่อย ๆ เทส่วนผสมข้อ 2 ลงในข้อ 1 แล้วค่อย ๆ กวนจนเข้ากัน
4) นำ Triethanolamine ค่อย ๆ เติมลงข้อ 3 กวนให้เข้ากัน จะได้ของเหลวที่มีความเข้มข้นมากขึ้น
5) ลดอุณหภูมิของโลชันโดยนำภาชนะไปแช่น้ำแล้วกวนไปด้วยพร้อม ๆ กัน จนเหลืออุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส
6) นำ Phenoxy ethanol Paraben conc. และ น้ำหอม เติมลงไปให้ข้อ 5 แล้วกวนให้เข้ากันอีกครั้ง จะได้โลชันมะคาเดเมียสีขาวทึบ (เหรียญทอง และคณะ, 2556)

7.8.5 น้ำมันนวดมะคาเดเมีย

ส่วนประกอบและสูตร

ลำดับ	สารเคมี	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)	คุณสมบัติของสาร
1	Mineral oil	9	ให้ความชุ่มชื้น
2	Macadamia oil	60	ให้ความชุ่มชื้นและบำรุงผิว
3	Rice bran oil	30	ให้ความชุ่มชื้นและบำรุงผิว
4	Essential oil	1	ให้กลิ่นที่ผ่อนคลาย
	รวม	100	

ที่มา: เหรียญทอง และคณะ (2556)

หมายเหตุ: ปริมาณที่แสดงในตารางสำหรับการทำ 100 กรัม หากเพิ่มปริมาณ สามารถเพิ่มตามสัดส่วนข้างต้น

วิธีทำ

1) นำสาร Mineral oil, Macadamia oil และ Rice bran oil ชั่งรวมกัน กวนให้เข้ากันได้ของเหลวใสสีเหลือง
2) แต่งกลิ่นโดยเติม Essential oil ลงไปกวนให้เข้ากัน ได้น้ำมันนวดตัว สีเหลืองใส มีกลิ่นหอม

ภาพที่ 56 น้ำมันนวดมะคาเดเมีย

7.8.6 แชมพูน้ำมันมะคาเดเมีย

ส่วนประกอบและสูตร

ลำดับ	สารเคมี	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)	คุณสมบัติของสาร
1	น้ำ	73.4	ใช้ทำละลาย
2	Propylene glycol	2.0	สารให้ความชุ่มชื้น
3	Texapon-8000	15.0	สารชำระล้าง
4	Comperlan KD	5.0	สารให้ฟอง
5	Cocamidopropyl Betain (KT)	3.0	สารเพิ่มความคงตัวให้ฟอง
6	Cremophor RH-40	0.5	ช่วยละลายน้ำมันให้เข้ากับน้ำ
7	น้ำมันมะคาเดเมีย	0.1	ให้ความชุ่มชื้น
8	น้ำหอม	qs	ให้กลิ่นหอม
9	Paraben conc.	1.0	สารกันเสีย
10	สี	qs	ให้ความสวยงาม
	รวม	100	

ที่มา: เหรียญทอง และคณะ (2556)

หมายเหตุ: ปริมาณที่แสดงในตารางสำหรับการทำ 100 กรัม หากเพิ่มปริมาณ สามารถเพิ่มตามสัดส่วนข้างต้น
qs คือ ใส่ในปริมาณที่เหมาะสม

วิธีทำ

1) นำน้ำ มาละลายกับ Propylene glycol จนได้ของเหลวใส
2) นำ Texapon-8000, Comperlan KD และ Cocamidopropyl Betain (KT) มาชั่งรวมกัน ค่อย ๆ กวนให้เข้ากันจะได้ของเหลวที่มีความข้นเหนียว
3) ค่อย ๆ เทส่วนผสมข้อ 1 ลงข้อ 2 แล้วค่อย ๆ กวนจนเข้ากัน จะได้ของเหลวที่มีความข้นและ ใส
4) นำ Cremophor RH-40, น้ำมันมะคาเดเมีย และ น้ำหอม ผสมให้เข้ากัน แล้วค่อย ๆ เติมลงข้อ 3 กวนให้เข้ากัน จะได้ของเหลวที่มีความข้น ขุ่นมัวเล็กน้อย ไม่ใส
5) นำ Paraben conc. และ สีเติมลงไปในข้อที่ 4 แล้วกวนให้เข้ากันอีกครั้ง จะได้แชมพูที่มีความข้น ขุ่นมัวเล็กน้อย ไม่ใส

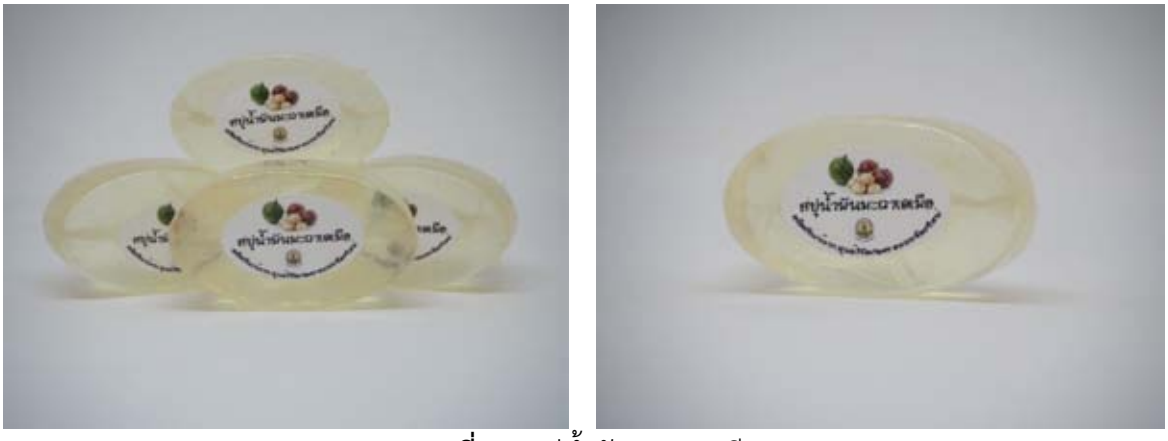
7.8.7 สบู่น้ำมันมะคาเดเมีย

ส่วนประกอบและสูตร

ลำดับ	ส่วนผสม	ปริมาณ	หน่วย
1	เบสสบู่กลีเซอรีน	1	กิโลกรัม
2	กลีเซอรีนเหลว	40	มิลลิลิตร
3	น้ำผึ้ง	10	มิลลิลิตร
4	น้ำมันมะคาเดเมีย	10	มิลลิลิตร
5	หัวน้ำหอม	4	มิลลิลิตร

วิธีทำ

1) หั่นเบสสบู่กลีเซอรีนให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ
2) นำไปนึ่งด้วยหม้อสองชั้น หรือ ตั้งไฟอ่อน ๆ ให้เบสสบู่กลีเซอรีนละลาย
3) ปิดไฟ เติมน้ำผึ้ง และกลีเซอรีนเหลว คนให้เข้ากัน
4) เติมน้ำหอม คนให้เข้ากัน
5) เทส่วนผสมทั้งหมด ลงในพิมพ์สบู่ ตั้งทิ้งไว้ให้สบู่แข็งตัว
6) แกะสบู่ออกจากพิมพ์ ตกแต่งขอบสบู่ให้สวยงาม
7) ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกใส และติดฉลากให้เรียบร้อย



ภาพที่ 57 สบู่น้ำมันมะคาเดเมีย

7.8.8 การทำถ่านอัดแท่งจากเปลือกกะลามะคาเดเมีย

ประโยชน์ของการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะคาเดเมีย ได้แก่ ใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนฟืนและถ่านในการให้ความร้อนสำหรับใช้ในครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม เป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุและผลผลิตทางการเกษตร ลดค่าใช้จ่าย ประหยัดเงิน เวลา และแรงงาน ช่วยนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพสูงสุด ลดปริมาณขยะ ลดการบุกรุก ทำลายป่าไม้ ช่วยในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และลดภาวะโลกร้อน

ถ่านอัดแท่งจากเปลือกกะลามะคาเดเมีย โดยนำเอากะลาที่ผ่านการกะเทาะเปลือกออกแล้วไปแปรรูปให้เป็นถ่านโดยการเผา จากนั้นจึงทำการอัดแท่ง โดยเลือกใช้วิธีการอัดแท่งแบบเย็น ซึ่งเป็นการอัดวัสดุที่เผาเป็นถ่านมาแล้ว จากนั้นนำมาผสมกับตัวประสาน คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งด้วยวิธีนี้ คือ ก่อให้เกิดควันน้อยลง ค่าความชื้นลดลง แต่มีค่าความร้อนสูงขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมของวัสดุและตัวประสาน (ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกคุณภาพสินค้า OTOP, 2563) ถ่านอัดแท่งหนึ่งก้อนจะให้ความร้อนได้นานประมาณ 2 ชั่งโมง

ภาพที่ 58 ถ่านกะลามะคาเดเมีย

วิธีทำถ่านอัดแท่งจากเปลือกกะลามะคาเดเมีย (พิจิตร, 2556)

1) นำเปลือกที่กะเทาะจากเมล็ดมะคาเดเมียผสมร่วมกับแกลบ ในอัตราส่วน 1: 1 จากนั้นนำไปใส่ภาชนะเพื่อเผาที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นลง
2) นำถ่านที่ได้มาบดด้วยเครื่องบดถ่านให้มีลักษณะเป็นผงละเอียดมากขึ้น
3) นำผงถ่านที่ได้ไปผสมร่วมกับแป้งมันและน้ำ ในอัตราส่วน 1: 0.5: 0.075 คลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้กลายเป็นเนื้อเดียวกัน
4) นำส่วนผสมที่ได้ใส่ลงไปในเครื่องอัดถ่านแท่งแบบเย็น
5) นำไปตากแดดให้แห้ง เป็นระยะเวลา 24 ชั่งโมง
6) นำถ่านอัดแท่งเก็บใส่รักษาไว้ภาชนะที่เหมาะสม

7.8.9 การทำถ่านมะคาเดเมียเพื่อสุขภาพ

ด้วยคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะคาเดเมีย ที่สามารถดูดซับกลิ่นและความชื้นได้ดี และสามารถปล่อยประจุลบและแผ่รังสีช่วงคลื่นสั้น จึงมีประโยชน์ต่อสุขภาพโดยกระตุ้นระบบการไหลเวียนโลหิตในร่างกาย อย่างไรก็ตามถ่านมะคาเดเมียที่มีอายุการใช้งานประมาณ 6 เดือน หลังจากนั้นสามารถจะนำไปเผาเพื่อทำอาหารปิ้งย่างได้อีก เพราะให้ความร้อนสูง มีขี้เถ้าน้อย ไม่แตกสะเก็ดไฟระหว่างเผาไหม้ และไม่มีก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพระเหยออกมา หรือจะนำไปวางไว้ใต้ต้นไม้ก็จะสามารถช่วยเพิ่มแร่ธาตุในดินได้ นอกจากนี้ถ่านมะคาเดเมียยังมีอิเล็กตรอนอิสระที่จับกับอนุมูลอิสระ เช่น ซูเปอร์ออกไซด์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ และยังสามารถแผ่รังสีอินฟราเรดไกล หรือ ฟาร์อินฟราเรด (FIR) ซึ่งมีความยาวคลื่น 6 - 14 ไมโครเมตร เป็นรังสีความร้อนที่มีพลังในการทะลุทะลวงสูง การนำถ่านมะคาเดเมียนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาหาร สามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้เสร็จก็นำมาตากให้แห้งแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก ประมาณ 1 เดือน แร่ธาตุในถ่านจะหมดไป

นอกจากประโยชน์ในการดูดกลิ่นอับชื้นและสารพิษของถ่านมะคาเดเมียแล้ว ยังสามารถใช้ทำน้ำแร่สำหรับดื่ม หรืออาบได้ด้วย โดยนำถ่านมะคาเดเมียไปต้มในน้ำเดือดประมาณ 10-20 นาที เพื่อฆ่าเชื้อ จากนั้นนำไปแช่ในน้ำดื่มซึ่งจะช่วยดูดคลอรีน ขณะเดียวกันก็ปล่อยแร่ธาตุอื่น ๆ ออกมาแทนที่ สำหรับการอาบน้ำไม่จำเป็นต้องฆ่าเชื้อก่อน ซึ่งใช้ได้นาน 3 เดือน (จิตต์ลัดดา, 2554)

สำหรับการเผาถ่านจากเปลือกมะคาเดเมียเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงในการดูดกลิ่นและใช้ในการทำน้ำแร่สำหรับดื่มและอาบ มีวิธีผลิตคือ เผาที่อุณหภูมิต่ำนาน 4 ชั่วโมง และค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิจนได้

ความร้อนถึง 1,000 องศาเซลเซียส นาน 1 วัน พบว่า ถ่านมะคาเดเมีย 1 กรัม ประกอบด้วย รูพรุนประมาณ 350 ตารางเมตร (จิตต์ลัดดา, 2554)

ภาพที่ 59 ถ่านมะคาเดเมียช่วยให้ข้าวหรืออาหารสุกเร็วขึ้น (จิตต์ลัดดา, 2554)

ในการนำถ่านมะคาเดเมียมาใช้ในผลิตภัณฑ์สิ่งทอ โดยผสมถ่านมะคาเดเมียลงไปในเส้นใยเพื่อทอเป็นเสื้อผ้า สนับเข่า สนับข้อแขน เสื้อกั๊ก ถุงน่อง ถุงเท้า โดยประยุกต์ใช้เพื่อช่วยขยายหลอดเลือด ชะลอการสะสมไขมันในหลอดเลือดและบรรเทาอาการบวมคั่งของน้ำหล่อเลี้ยงตรงไขข้อ ลดการบวมของกล้ามเนื้อ

ภาพที่ 60 การนำผงถ่านมะคาเดเมียมาประยุกต์ใช้ลงไปในเส้นใย เพื่อทอเป็นเสื้อผ้าหรือสนับเข่า (ที่มา: จิตต์ลัดดา, 2554)

ภาพที่ 61 ผลิตภัณฑ์จากถ่านมะคาเดเมียเพื่อสุขภาพ (ที่มา: จิตต์ลัดดา, 2554)

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2538. มะคาเดเมีย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 62 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2544. มะคาเดเมีย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 71 หน้า.

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 2561. เมืองหลินชางเตรียมสร้างศูนย์กลางการซื้อ-ขาย แมคคาเดเมีย ในมณฑลยูนนาน. กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. เข้าถึงได้จาก : https://www.ditp.go.th/contents_attach/212109/212109.pdf. (11 ก.พ. 63)

จิตต์ลัดดา ศักดาภิพาณิชย์. 2554. ถ่านแมคคาเพื่อสุขภาพ. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล วิทยาเขตศาลายา มหาวิทยาลัยมหิดล. เข้าถึงได้จาก: https://old.mahidol.ac.th/th/research_innovation/2554/magca_coal/Macca_coal.pdf (25 เม.ย. 63)

จิตอาภา จิจุบาล กุลธิดา ดอนอยู่ไพร ธัญพร งามงอน และเยาวภา เต้าชัยภูมิ. 2562. การทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะคาเดเมีย โดยการใช้ปุ๋ยแบบเกษตรกรมีส่วนร่วมในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์. ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

จำรอง ดาวเรือง. 2538ก. ลักษณะสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของมะคาเดเมียในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 172 หน้า.

จำรอง ดาวเรือง. 2544ข. มะคาเดเมีย (MACADAMIA NUTS). เอกสารวิชาการมะคาเดเมียประจำปี 2544 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 71 หน้า

จำรอง ดาวเรือง มานพ หาญเทวี สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ ประสงค์ มั่นสลุง กำพล เมืองโคมพัส เสงี่ยม แจ่มจำรูญ วิวัฒน์ ภานุอำไพ มนตรี ทศานนท์ ธวัชชัย ศศิผลิน และอุทัย นพคุณวงศ์. 2543. การทดลองเปรียบเทียบพันธุ์มะคาเดเมียที่ใช้ปลูกเพื่อเป็นการค้าตามแหล่งต่างๆ ที่คัดเลือกแล้ว. เอกสารการประชุมวิชาการประจำปี 2543 สถาบันวิจัยพืชสวน ระหว่างวันที่ 28 ก.พ. ถึง 3 มี.ค. 2543 ณ. โรงแรมธรรมรินทร์ธนา จังหวัดตรัง.

ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกคุณภาพสินค้า OTOP. 2563. การพัฒนาคุณภาพถ่านอัดแท่ง. เข้าถึงได้จาก: http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/344-2019-12-24-03-18- 08?showall=1&limitstart= (14 กันยายน 2563)

ดำเกิง ชาลีจันทร์. 2534. มะคาเดเมีย: พืชสู่อนาคต. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 53 หน้า.

เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2563. ปลูกมะคาเดเมีย เจาะตลาดคนรักสุขภาพ ไม่ต้องห่วงเรื่องผลผลิตล้นตลาด ราคาซื้อขายในระดับมาตรฐานสากล. เข้าถึงได้จาก: https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_24234 (9 เม.ย. 63)

บุษบง มนัสมั่นคง สุนัดดา เชาวลิต สุเมธ พากเพียร และฉัตต์นภา ข่มอาวุธ. 2561. ชนิดและฤดูกาลระบาดของแมลงศัตรูมะคาเดเมีย. กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

ประชาชาติธุรกิจ. 2561. “เมืองเลย” เร่งเพิ่มมูลค่า “แมคาเดเมีย” เสริมรายได้. เข้าถึงได้จาก : https://www.prachachat.net/local-economy/news-101942 (6 ก.พ. 63)

พิจิตร ศรีปินตา. 2556. การทำถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะคาเดเมีย. หน้า 1. ใน รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการ ถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูก การดูแลรักษา การแปรรูปหลังการเก็บเกี่ยวมะคาเดเมีย

อย่างครบวงจรและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและไม่ใช่อาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 73 หน้า.

พิจิตร ศรีปินตา มานพ หาญเทวี ฉัตรนภา ข่มอาวุธ มนตรี ทศานนท์ จิตอาภา ชมเชย จันทร์เพ็ญ แสนพรหม นัด ไชยมงคล จำรอง ดาวเรือง อุทัย นพคุณวงศ์ สากล มีสุข เกษม ทองขาว บัณฑิต จันทร์งาม ประสงค์ มั่นสลุง และปิยะนุช นาคะ. 2552. การปรับปรุงพันธุ์มะคาเดเมีย. รายงานความก้าวหน้าโครงการ. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1.กรมวิชาการเกษตร.

พิจิตร ศรีปินตา. 2558. การปรับปรุงพันธุ์มะคาเดเมีย. รายงานโครงการวิจัย กรมวิชาการเกษตร. 61 หน้า.

มานพ หาญเทวี. 2554ก. การคัดเลือกพันธุ์มะคาเดเมียจากต้นเพาะเมล็ดชุดที่ 2. เอกสารวิชาการฉบับเต็ม.ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1.กรมวิชาการเกษตร.

มานพ หาญเทวี. 2554ข. การคัดเลือกพันธุ์มะคาเดเมียจากต้นเพาะเมล็ดชุดที่ 3. เอกสารวิชาการฉบับเต็ม.ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1. กรมวิชาการเกษตร.

วิชาญ วรรธนะไกวัล ปราสาททอง พรหมเกิด ทรงทัพ แก้วตา พิจิตร ศรีปินตา เกษม ทองขาว วณิชญา ฉิมนาค จิตอาภา จิจุบาล กฤชพร ศรีสังข์ และอนุ สุวรรณโฉม. 2562. ทดสอบเทคโนโลยีการจัดการการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียโดยวิธีผสมผสาน. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปมะคาเดเมียดอยช้าง. 2563. มะคาเดเมีย “ราชาพืชเคี้ยวมัน” เข้าถึงได้จาก: https://leesoaw.com (1 พ.ค. 63)

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2562ก. มะคาเดเมีย: ปีเพาะปลูก 2561. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2562ข. รายงานสถิติการนำเข้าส่งออกมะคาเดเมียประจำปี 2562. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร.เข้าถึงได้จาก: http://www.customs.go.th/statistic_report.php?ini_content=statistics_report&ini_menu=nmenu_esevice&left_menu=nmenu_esevice_007&lang=th&left_menu=nmenu_esevice_007 (28 ก.พ. 63)

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2563. รายงานสถิติการนำเข้าส่งออกมะคาเดเมียประจำปี 2563. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร.เข้าถึงได้จาก: http://www.customs.go.th/statistic_report.php?ini_content=statistics_report&ini_menu=nmenu_esevice&left_menu=nmenu_esevice_007&lang=th&left_menu=nmenu_esevice_007 (30 ก.พ. 63)

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2562ก. ข้อมูลผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ “การถ่ายถอดเทคโนโลยีการปลูก การดูแลรักษา การแปรรูปหลังการเก็บเกี่ยวมะคาเดเมียอย่างครบวงจร ฯลฯ”. ประชุมจัดทำร่างยุทธศาสตร์มะคาเดเมีย ปี 2564-2569 วันที่ 2 พ.ค. 62 ณ ห้องประชุม 1 สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2562ข. รายงานการผลิตกล้าพันธุ์มะคาเดเมียของกรมวิชาการเกษตรประจำปี 2562. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สุพัฒธนกิจ โพธิ์สว่าง. 2563. การอนุรักษ์และศึกษาเชื้อพันธุกรรมมะคาเดเมีย. รายงานความก้าวหน้ารอบ 6 เดือน ประจำปี 2563 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. หน้า 21-46.

สุวัฒน์ กาใจ. มปป. Macadamia nut: โรคและแมลง. เข้าถึงได้จาก: https://sites.google.com/site/extension5701222068/rokh-laea-maelng (13 เม.ย. 63)

สุรินทร์ นิลสำราญจิต. 2547. การขยายพันธุ์พืชไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 92 หน้า.

สนอง อมฤกษ์ ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์ สถิตพงศ์ รัตนคำ ประพัฒน์ ทองจันทร์ สมเดช ไทยแท้ และปรีชา ชมเชียงคำ. 2553ก. เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตเมล็ดมะคาเดเมียระดับอุตสาหกรรม. ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. เข้าถึงได้จาก: http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=929. (12 ก.พ. 63)

สนอง อมฤกษ์ ประพัฒน์ ทองจันทร์ และวุฒิพล จันทร์สระคู. 2553ข. โครงการออกแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดมะคาเดเมียระดับเกษตรกร. ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร เข้าถึงได้จาก: http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=930. (12 ก.พ. 63)

เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์ อัษฎางค์ พลนอก ทรงวุฒิ ทิอ่อน อุทัย นพคุณวงศ์ จำรอง ดาวเรือง พิจิตร ศรีปินตา จันทร์เพ็ญ แสนพรหม และฉัตต์นภา ข่มอาวุธ. 2556. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูก การดูแลรักษา การแปรรูปหลังการเก็บเกี่ยวมะคาเดเมียอย่างครบวงจรและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและไม่ใช่อาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 73 หน้า.

อุทัย นพคุณวงศ์ จำรอง ดาวเรือง และฉัตต์นภา ข่มอาวุธ. 2551ก. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ด้านการเกษตรจากสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว หลักสูตร “Farm Management on Upland Crops”ระหว่างวันที่ 30 มิ.ย.-30ก.ค. 2551. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร. 275 หน้า.

อุทัย นพคุณวงศ์ จำรอง ดาวเรือง พิจิตร ศรีปินตา ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ อนันต์ ปัญญาเพิ่ม และศิริภรณ์ จรินทร. 2560ข. มะคาเดเมีย Macadamia. แผ่นพับเอกสารวิชาการมะคาเดเมีย. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อุทัย นพคุณวงศ์ จำรอง ดาวเรือง รจเร นพคุณวงศ์ และเหรียญชัย เกิดพงษ์. 2543ค. อิทธิพลของธาตุโบรอนและแคลเซียมต่อผลผลิตและคุณภาพของมะคาเดเมีย. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543–2544. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. หน้า 139-149.

อนันต์ ปัญญาเพิ่ม. 2563. การทดสอบมะคาเดเมียในภาคอีสานและภาคเหนือตอนล่าง. รายงานความก้าวหน้ารอบ 6 เดือน ประจำปี 2563. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.หน้า 5-20.

Agricultural marketing resource center. 2017. Macadamia Nuts. Available: https://www.agmrc.org/commodities-products/nuts/macadamia-nuts (5 ก.พ. 63)

AgriOrbit. 2018. More and more macadamia produced globally. Available: https://www.agriorbit.com/more-and-more-macadamia-produced-globally-world-nut-conference/ (5 ก.พ. 63)

Akhtar N., M. Ahmad, A. Madni and M.S. Bakhsh. 2008. Evaluation of basic properties of macadamia nut oil. Gomal University Journal of Research 22: 21-27.

Allan P. 1983. Physiological and quality responses of macadamia to environmental conditions. Proceedings of the First Australian Macadamia Research Workshop 3(1): 1-15.

Allan P. 2013. Evaluation and identification of old and new macadamia cultivars and selections at Pietermaritzburg. South African Journal of Plant and Soil 24(2): 124-129.

Angkor. 2004. Macadamia Nuts. Available: http://3w.doae.go.th/webboard/view/asp?room=2&ID=4558 (24 พ.ย. 59)

Bittenbender H.C. and H.H. Hirae. 1990. Common Problems of Macadamia Nut in Hawaii Research Extension Series 112. College of Tropical Agriculture and Human Resources, HITAHR, University of Hawaii. p. 112.

Cavaletto C.G. 1980. Macadamia nuts. In Nagy S. and Show P.E. (eds). Tropical and subtropical fruits: composition, properties and uses. AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut. p. 542-561.

Cazzola R., M. Garziano, M.D. Porta, L. Loreggian and B. Cestaro. 2018. First insights of macadamia nut oil as dietary fat, potential health benefits. Agro Food Industry Hi Tech 29(6): 18-20.

Global Biodiversity Information Facility. 2020. Macadamia. Available: https://www.gbif.org/search?q=maca damia (26 มี.ค. 63).

Hamilton R.A., W. Yee and P. Ito. 1980. Macadamia: Hawaii's desert nut. College of Tropical Agriculture and Human Resource. 10 p.

Hamilton R.A. 1988. Problems encountered in using rough shell macadamia *M. tetraphylla* as a rootstock for macadamia. Hawaii Macadamia Nut Association 28th Annual Proceeding: p. 22.

Hamilton R.A. and M. Nakamura. 1971. “Kau” a promising new macadamia variety. The 11th annual meeting proceeding, Hawaii Macadamia Producers Association. p. 29-32.

Hamiltion R.A., A.L. Radspinner and P. Ito. 1975. A study of variation in percent kernel and grade 1 kernels at several locations in Hawaii. California Macadamia Society Yearbook 21: 61-63.

Hartung M.E. and W.B. Storey. 1939. The development of the fruit of *Macadamia ternifolia*. Journal Agriculture Research 59: 395.

Hamilton R.A., W.B. Store and E.T. Fukunaga. 1952. Two new macadamia nut varieties and an appraisal of the HAES named varieties. University of Hawaii Agriculture Experiment Station. 9 p.

International Nut and Dried Fruit Council. 2018. Macadamia. Available: https://www.nutfruit.org/files/tech/1538547474_Technical_Information_Kit_Macadamias_20181001.pdf (7 พ.ค. 63)

Ito P. and R.A. Hamilton. 1985. Macadamia orchards in foreign countries. Proceedings of the 25th Annual Meeting, Hilo, Macadamia Nut Association. p. 30-36.

Jackson D.I. and G.B. Sweet. 1972. Flower initiation in temperate woody plants. A review based largely on the literature of conifers and deciduous fruit trees. Horticultural Abstracts 42: 9-24.

Jones W.W. 1939. A study of developmental changes in composition of the macadamia. Plant Physiology. 14: 755-767.

Jones W.W and L. Shaw. 1943. The process of oil formation and accumulation in the macadamia. Plant Physiology 18: 1-7.

Jubert A.J. 1986. Macadamia. CRC Handbook of Fruit Set and Development. Editor by Shaul, P. Monselise. Boca Raton, Florida. p. 247-252.

MarketWatch. 2020. Macadamia market insights and global outlook during 2020 to 2025. Available:https://www.marketwatch.com/press-release/macadamia-market-insights-and-global-outlook-during-2020-to-2025-2020-0720?mod=mw_more_headlines&tesla=y. (11 September 2020)

Moncur N.W., R.A. Stephenson and T. Trochoulias. 1985. Floral development of *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche under Australian conditions. Scientia Horticulturae 27: 87-96.

Mordor Intelligence. 2020. Macadamia market–growth, trends and forecasts (2020-2025). Available:https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-acadamia-market. (11 September 2020)

Nagao M.A. and H.H. Hirae. 1992. Macadamia: cultivation and physiology. Critical Review in Plant Sciences 10(5): 441-470.

Nagao M.A. and W.S. Sakai. 1985. Effects of growth regulators on abscission of young macadamia fruit. Journal of the American Society for Horticultural Science 110-654.

Nakata S. 1976. Progress report on flowering, nut setting and harvesting, with special reference to the effects of night temperature and growth regulators. Proceedings of the Hawaiian Macadamia Producers' Association 16: 31–36.

Nissen R.J. and R.A. Stephenson. 1981. Macadamia nut growth studies, Calif. Macadamia Society Year Book 27: 101.

Peace C.P., P. Allan, V. Vithanage, C.N. Turnbull and B.J. Carroll. 2013. Genetic relationships amongst macadamia varieties grown in South Africa as assessed by RAF markers, South African. Journal of Plant and Soil 22(2): 71-75.

Plant village. 2015. Macadamia Available: ttps://plantvillage.psu.edu/topics/macadamia/infos (15 เม.ย. 63).

Prasannath K., V.J. Galea and O.A. Akinsanmi. 2020. Characterisation of leaf spots caused by *Neopestalotiopsis clavispora* and *Colletotrichum siamense* in macadamia in Australia. European Journal of Plant Pathology 156: 1219–1225.

Radspinner A.L. 1971. A Study of variability of *Macadamia integrifolia.* Ph.D. Thesis, University of Hawaii.

Sakai W.S.and M.A Nagao. 1985. Fruit growth and abscission in *Macadamia integrifolia*. Plant Physiology 64: 455.

SAMAC. 2018. Industry statistic on the southern Africa macadamia industry. Macadamias South Africa NPC. Available: https://www.samac.org.za/old/industry-statistics-southern-african-macadamia-industry/ (15 ก.พ. 63).

SAMAC. 2020. Statistics on the Southern African Macadamia Industry. Available: https://www.samac.org.za/ industry-statistics/ (22 เม.ย. 63).

Sedgley M. 1981. Early development of the macadamia ovary. Australian Journal of Botany 29: 185.

Sedgley M., F.D.H. Bell, D. Bell, C.W. Winks, S.J. Pattisan and T.W. Hancock. 1990. Self- and cross-compatibility of macadamia cultivars. Journal of Horticultural Science 65(2): 205-213.

Stephenson R.A. and E.C. Gallagher. 1986a. Effects of temperature during latter stages of nut development on growth and quality of macadamia nuts. Scientia Horticulturae 30: 219-225.

Stephenson R.A. and E.C. Gallagher. 1986b. Effects of temperature on premature nut drop in macadamia. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences 43(2): 97-100.

Stephenson R.A. and E.C. Gallagher. 1987. Effects of temperature, tree water status and relative humidity on premature nut drop from macadamia. Scientia Horticulturae 33: 113-121.

Stimpson K., H. Luke and D. Lloyd. 2018. Understanding grower demographics, motivations and management practices to improve engagement, extension and industry resilience: a case study of the macadamia industry in the Northern Rivers, Australia. Australian Geographer 50: 69–90.

Storey W.B. 1948. Varieties of the macadamia nut for planting in Hawaii. Hawaii Agriculture Experiment Station. Progress Note 51.

Storey W.B. 1969. Macadamia. In Handbook of North American Nut Trees. North Nut Growers Association, Knoxville. p. 321-335.

Strochschen B. 1986. Contribution to the biology of useful plants. IV. Anatomical studies of fruit development and fruit classification of the macadamia nut (*Macadamia integrifolia* Maiden and Betche). Angewandte Botanik 60: 239.

Trochoulias T. and E. Lahav. 1983. The effects of temperature on growth and dry-matter production of macadamia. Scientia Horticulture 19: 167-176.

Trochoulias T., F.C. Chalker and M.R. Loebel. 1984. Macadamia Culture. Department of Agriculture, New South Wales. p. 1-11.

Urata U. 1954. Pollination requirements of macadamia. Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii No. 22.

Wasilwa L., A. Nyaga, G. Watani, M. Kasina, V. Ochieng, J.N.S. Muriuki, N. Ondabu, L. Gitonga, P. Kiuru, H. Muli and B. Waitiki. 2019. Macadamia Nut Propagation. Kenya Agricultural & Livestock Research Organization.

Winks C.W., E.C. Gallagher and T.E. Lanhana. 1987. Regional macadamia varietal trials. Proceedings of the Second Australian Macadamia Research Workshop, Bangalaw, New South Wales, Australia. Session 2-2, p. 31-36.

WorldAtlas. 2018. Top macadamia consuming countries. Available: https://www.worldatlas.com/articles/top-macadamia-consuming-countries.html. (22 พ.ย. 63)

Xavier T.P., T.S. Lira, J.M.A. Schettino and M.A.S. Barrozo. 2016. A study of pyrolysis of macadamia nut shell: parametric sensitivity analysis of the IPR model. Brazilian Journal of Chemical Engineering 33(1): 115-122.

คำขอบคุณ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ นายสนอง อมฤกษ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ นางสาวบุษบง มนัสมั่นคง นักกีฏวิทยาชำนาญการ และ นายวิชาญ วรรธนะไกวัล นักสัตววิทยาชำนาญการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช นายสัจจะ ประสงค์ทรัพย์ นักวิชาการเกษตรชำนาญการ นายเกษมศักดิ์ ผลากร นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ และ นางวิไลวรรณ ทวิชศรี นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ สถาบันวิจัยพืชสวน รวมถึง นายสุเมธ พากเพียร นักวิชาการเกษตรชำนาญการ นายสุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ นายอนุ สุวรรณโฉม นักวิชาการเกษตรชำนาญการ นางจันทร์เพ็ญ แสนพรหม เจ้าพนักงานการเกษตรชำนาญการ นางสาวนาราญ์ โชติอิ่มอุดม นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ และ นางสาวศิริภรณ์ จรินทร นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ที่ช่วยเรียบเรียงข้อมูล ตรวจสอบแก้ไข ให้คำแนะนำเพิ่มเติมข้อมูลวิจัย จนทำให้เอกสารวิชาการ การจัดการความรู้ “เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย” สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

คณะผู้จัดทำ
สิงหาคม 2563

เอกสารวิชาการ: **เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย**
Technology of Macadamia Production

คณะผู้จัดทำที่ปรึกษา:

อุทัย นพคุณวงศ์	ข้าราชการบำนาญ
จำรอง ดาวเรือง	ข้าราชการบำนาญ
นายสนอง จรินทร	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชสวน
สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ	ผู้เชี่ยวชาญด้านไม้ผล

คณะทำงาน:

พิจิตร ศรีปินตา	ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
ฉัตต์นภา ข่มอาวุธ	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
อนันต์ ปัญญาเพิ่ม	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
อรทัย วงค์เมธา	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
จิตอาภา จิจุบาล	ศูนย์วิจัยพืชสวนเพชรบูรณ์
อนุวัฒน์ รัตนชัย	สถาบันวิจัยพืชสวน
ทวีศักดิ์ แสงอุดม	สถาบันวิจัยพืชสวน
สุภาภรณ์ สาชาติ	สถาบันวิจัยพืชสวน
ลาวัณย์ จันทร์อัมพร	สถาบันวิจัยพืชสวน

พิมพ์ครั้งที่ 1: สิงหาคม 2563

จัดพิมพ์: สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0 2579 0583, 0 2940 5484-5 โทรสาร. 0 2561 4667
Email: hort@doa.in.th เว็บไซต์: http://www.doa.go.th/hort/

พิมพ์ที่: การันตี Guarantee (นนทบุรี)
โทร. 0 2 982 8035

การอ้างอิง: สถาบันวิจัยพืชสวน. 2563. เอกสารวิชาการ การจัดการความรู้ “เทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย” สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 100 หน้า.

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