

การออกดอกของมะกอกน้ำมันกับความเป็นไปได้สำหรับการปลูกในประเทศไทย
Flowering of Olive (*Olea europaea* L.) Trees and Possibility for Growing in Thailand

เสริมสกุล พจนการุณ ^{1/}

Sermsakul Pojanagaroon ^{1/}

เชวง แก้วรักษ์ ^{1/}

Chaweang Kaewrak ^{1/}

ABSTRACT

Flower bud induction and differentiation in the olive (*Olea europaea* L.) is a long lasting process, influenced by 2 main factors namely environmental effects (temperature and light), nutrition and growth regulators to the plant. A two-step induction and differentiation hypothesis eventually lead to the onset of flower bud differentiation, which appears to be started at the end of autumn and bud break in spring. For growing olive in Thailand, only cv. 'Arbequina' showed the best trend because high growth rate and flowering were obtained in many parts of the country. However, the main problem was the only 'parthenocarpic fruits' occurred from their self-sterile. To solve this problem, three main strategies have been suggested as following: collection of the selected thermal adaptive or self-fertile cultivars and the selected growing sites using thermal and flowering date prediction models and suitable plant growth regulators (PGR) application. Therefore, growing olive trees in Thailand either as a fruits or oil would have high possibility to success for hygienic purpose.

Key words : olive, *Olea europaea* L., flowering, trend of growing in Thailand, suggestion

บทคัดย่อ

การชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง สภาพของเซลล์เป็นตาดอกของมะกอกน้ำมัน เป็นกระบวนการที่ยาวนานขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) และอิทธิพลของธาตุอาหารกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สมมติฐานการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เป็นตาดอกมี 2 ขั้นตอน ทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพของเซลล์เป็นตาดอก และแทงช่อดอกในฤดูใบไม้ผลิ สำหรับการปลูกมะกอกน้ำมันในประเทศไทย พบว่าพันธุ์ 'Arbequina' มีแนว

^{1/} ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเลย (สถานีทดลองเกษตรที่สูงภูเรือ) อ.ภูเรือ จ.เลย 42160

^{1/} Phurua Highland Agricultural Experiment Station, Phurua district, Loei province 42160

โน้มปรับตัวได้ดีที่สุด กล่าวคือ การผสมตัวเองไม่ติดทำให้เกิดเป็น 'ผลปลอม' งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทาง 3 ประการ ได้แก่ (1) การรวบรวมพันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสม หรือพันธุ์ที่สามารถผสมตัวเองติด (2) การคัดเลือกพื้นที่ปลูกที่มีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองอุณหภูมิ และแบบจำลองทำนายวันออกดอกประกอบการคัดเลือก (3) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในช่วงที่เหมาะสม โดยใช้ทั้ง 3 แนวทางร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหานี้ ดังนั้นความเป็นไปได้ของการปลูกมะกอกน้ำมันในประเทศไทย สำหรับการบริโภคผลสดและน้ำมันมะกอกเพื่อสุขภาพ น่าจะมีโอกาสประสบความสำเร็จสูง

คำหลัก : มะกอกน้ำมัน มะกอกโอลีฟ การออกดอก ความเป็นไปได้ของการปลูกในประเทศไทย ข้อเสนอแนะ

คำนำ

มะกอกน้ำมัน (olive : *Olea europaea* L.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ได้แก่ อิตาลี กรีซ สเปน โปรตุเกส ตุรกีและตูนิเซีย (Bunker, 1999) โดยประมาณ 2 ใน 3 ของมะกอกน้ำมันทั่วโลกปลูกในเขตนี้ (ศรปราชญ์, 2539) มีถิ่นกำเนิดในเขตเอเชียไมเนอร์และตะวันออกเฉียง และปลูกกันมานานมากกว่า 6,000 ปี โดยมีวิวัฒนาการมาจากมะกอกป่า (*Olea chrysophilla* Lam. หรือ *Olea oleaster* L.) ซึ่งมีถิ่นกำเนิดบริเวณตอนเหนือของอียิปต์ และเขตร้อนของแอฟริกา แล้วแพร่กระจายมาทางตะวันตกเข้าสู่

ทวีปยุโรปบริเวณอิตาลี ฝรั่งเศสและสเปน โดยปกติมะกอกน้ำมันเป็นพืชที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพภูมิอากาศได้ดี เช่น แห้งและร้อนจนถึงหนาวปานกลาง (Renowden, 1999) มะกอกน้ำมันเป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ (evergreen) ผลมะกอกน้ำมันเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผลมะกอกน้ำมัน ได้แก่ น้ำมันมะกอก (olive oil) และผลมะกอกน้ำมันรับประทาน (table olive) ทั้งในรูปผลสดของมะกอกเขียว (green olive) และมะกอกดำ (black olive) หรือผลิตภัณฑ์มะกอกน้ำมันกึ่งแปรรูป-แปรรูปทางโภชนาการถือว่ามะกอกน้ำมันเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีเยี่ยมของโลก เนื่องจากมีส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid) โดยเฉพาะกรดโอเลอิก (oleic acid) สูงถึง 80 % (Fernandes *et al.*, 1997) ขณะที่น้ำมันพืชชนิดอื่นจะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid) สูง โดยปกติโคเลสเตอรอลในกระแสโลหิตมี 2 ประเภท คือ High Density Lipoprotein (HDL) จัดเป็นโคเลสเตอรอลชนิดดีและ Low Density Lipoprotein (LDL) จัดเป็นโคเลสเตอรอลตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดการอุดตันของเส้นเลือด น้ำมันมะกอกมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณ HDL และลดปริมาณ LDL ไปพร้อมกัน นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของสาร cycloarthanol ที่สามารถจับโคเลสเตอรอลในวัฏจักรการดูดซึมไม่ให้เข้าสู่กระแสโลหิต ดังนั้นจึงสามารถลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้ สำหรับน้ำมันมะกอกสดมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงมาก โดยเฉพาะวิตามินอี ส่วนประกอบที่มีฤทธิ์สูงที่สุด

คือ α -tocopherol ที่ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันมะกอก ทำให้สามารถเก็บได้นานโดยไม่เหม็นหืน มีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาของสารพวกอนุมูลอิสระ อันเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง สาร polyphenols พวก oleuropein เป็นสารปฏิชีวนะธรรมชาติที่ทำลายเชื้อไวรัส และแบคทีเรียอันก่อให้เกิดโรค เช่น โรคหวัด โรคผิวหนังพุพอง โรคข้อต่ออักเสบ โรคผิวหนัง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน และโรคเอดส์ นอกจากนี้ยังใช้น้ำมันมะกอกในการรักษาผิวพรรณป้องกันผิวแห้งและใช้สำหรับการนวด (Renowden, 1999) ส่วนไบมะกอกน้ำมันใช้ในการปรุงอาหาร และใช้บำบัดรักษาทางการแพทย์ ขณะที่ส่วนเนื้อและลำต้นใช้ในการทำผลิตภัณฑ์แกะสลัก และผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากเนื้อไม้มีผลดลายสวยงามมาก (ศรปราชญ์, 2539)

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงมีพระราชดำรัสให้เลขาธิการสำนักพระราชวัง (นายแก้วขวัญ วัชโรทัย) ในฐานะผู้อำนวยการโครงการสวนพระองค์ฯสวนจิตรลดา ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนต่างๆ ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมะกอกน้ำมัน โดยมีวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตน้ำมันมะกอกสำหรับบริโภคภายในประเทศ เพื่อสุขภาพของพลชนกรชาวไทย ดังนั้นทางโครงการสวนพระองค์ฯสวนจิตรลดา และกรมวิชาการเกษตร จึงได้ทำการรวบรวมพันธุ์มะกอกน้ำมันจากแหล่งการค้าของโลก 3 แหล่ง ได้แก่ สเปน อิตาลี และอิสราเอล จำนวน 18 พันธุ์ในปี พ.ศ 2540 ปลูกทดสอบ ณ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเลย (สถานีทดลองเกษตรที่สูงภูเรือ)

ต.ปลาป่า อ. ภูเรือ จ. เลย (927 m asl, 17°17'N 101°24'E) ได้แก่ Arbequina, Barnea, Carolea, Cipressino, Coratina, Cornicabra, Hojiblanca, Gordal, Grossa-di-cassano, Itrana, Maiatica, Manzanilla, Moresca, Nabadee, Nocellare-del-belice, Nocellare-messinese, Picual และ Roggianella นอกจากนี้โครงการสวนพระองค์ฯสวนจิตรลดา ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดำเนินการรวบรวมพันธุ์มะกอกน้ำมันจากแหล่งต่างๆทั้งจากประเทศฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา สเปน และอิตาลีโดยปลูก ณ สวนอุไทยธรรม อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี ได้แก่ Lucques de l' herault, Hojiblanca, Picholine, Begentieroise, Dolce di cericnola, Grossa di spagna, Roggianella, Cayon, Picual, Manzanillo, Biancolilla, Cassanese, Carolea, Roffianella, Conservolia, Pendolino, Mele, Leccino, Picholine morocaine, Arbequina, Pnnolca, Nocellara etnea, Nocellara del belice, Frantoio, Carotina, Sant' Agostino, Picudo, Olive de nice และ Haouzia (ปิติชัย, 2547) แล้วจึงแพร่กระจายพันธุ์ไปปลูกทดสอบในพื้นที่ต่างๆของประเทศในความรับผิดชอบของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เช่น สวนอากาศ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม เป็นต้น ต่อมาในปี พ.ศ 2544 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้ทรงมีพระราชดำริให้สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร ปลูกมะกอกน้ำมันที่รวบรวมจากประเทศโครเอเชียเพิ่มเติมอีกจำนวน

6 สายพันธุ์ ได้แก่ Rosulja, Oblitsa, Buza, Pendolino, Leccino และ Istarska Belica มาปลูกทดสอบ เปรียบเทียบ 2 แหล่งปลูก ได้แก่ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.สกลนคร และศูนย์การศึกษาพัฒนาห้วยทราย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี จึงเห็นได้ว่าการรวบรวมพันธุ์มะกอกน้ำมันจากแหล่งปลูกต่างๆจำนวนมาก และปลูกทดสอบในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย และให้ผลผลิตได้ดีมีคุณภาพของน้ำมันมะกอกสูง สำหรับส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อบริโภคผลสด และน้ำมันมะกอกเพื่อสุขภาพภายในประเทศ

1. ขั้นตอนการออกดอกของมะกอกน้ำมัน

1.1 การชักนำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพของเซลล์เป็นตาดอก (Flower induction and differentiation)

สมมติฐานการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพของเซลล์เป็นตาดอก 2 ขั้นตอนในการออกดอกของมะกอกน้ำมัน (two-step induction

and differentiation hypothesis) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน (Fabbri and Benelli, 2000) ดังนี้
 ขั้นตอนที่ 1 กระบวนการชักนำให้สร้างตาดอก (flower bud induction) โดยตาที่ได้รับสภาวะที่เหมาะสมทั้งภายในพืชเอง เช่น ความพร้อมของต้นที่จะเปลี่ยนจาก juvenile period เป็น reproductive period ซึ่งพบสลับพันธุ์ระหว่างลักษณะของการเจริญเติบโตทางกิ่งใบกับเวลาในการออกดอกครั้งแรก (Pritsa *et al.*, 2003) และสภาวะแวดล้อม เช่น ตำแหน่งของตาและยอดแสง การเลี้ยงผลเดิมของต้น สมดุลน้ำ สมดุลของธาตุอาหารภายในต้น และอุณหภูมิแวดล้อม เป็นต้น แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในยอดที่จะกระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างสืบพันธุ์ โดยพืชจะกำหนดศักยภาพการออกดอก (flower potential) นี้ในฤดูร้อน (เดือนกรกฎาคม) (Figure 1a) โดยเริ่มสังเกตเห็นความแตกต่างของตาดอกและตาใบได้ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม ตาใบจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ ขณะที่ตาดอกค่อนข้างคงเดิม (Figure 1b,c)

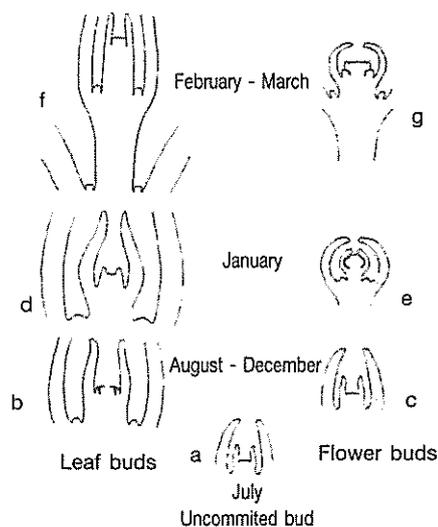


Figure 1. Schematic representation of major changes in bud structure (Fabbri and Alerci, 1999)

ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนสภาพเซลล์เป็นตาดอก (flower bud differentiation) สภาพแวดล้อมในช่วงฤดูใบไม้ร่วงจะเป็นตัวกำหนดหากสภาพแวดล้อมเหมาะสมในช่วงปลายฤดูใบไม้ร่วง (ปลายเดือนธันวาคม) จะเริ่มเกิดการพัฒนารูปของตาดอก (Figure 1e) ช่วงนี้มีการสร้างสารยับยั้งการเจริญเติบโตจากใบพวก chlorogenic acid ที่ทำหน้าที่ลด sensitivity ของตาจากการกระตุ้นของสภาพแวดล้อมในการออกดอก นอกจากนี้ยังพบสาร cinnamic และ salicylic acid ในปริมาณที่สูงขึ้น สารยับยั้งเหล่านี้จะเคลื่อนย้ายไปสะสมที่ตา ทำให้เกิดการพักตัวของตา (bud dormancy) ในระหว่างฤดูหนาวอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมต่อความต้องการความหนาวเย็นของมะกอกน้ำมันที่ยาวนานเพียงพอจะกระตุ้นการสลายตัวของสารยับยั้งการเจริญเติบโตพร้อมกับกระตุ้นการสร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโต ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารคล้ายจิบเบอเรลลิน (Badr and Hartmann, 1972) และมีการพัฒนาตลอดช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม (Figure 1g) หากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมจะเกิดเป็นตาใบแทน

1.2 การแทงช่อดอกหรือแตกตาดอก (bud break) หากตาดอกที่มีการเปลี่ยนแปลงแล้วได้ผ่านความหนาวเย็นในช่วงฤดูหนาวเพียงพอก็จะแทงช่อดอก (แตกตาดอก) ในช่วงต้นฤดูใบไม้ผลิ (ปลายเดือนมีนาคม-ต้นเดือนเมษายน)

2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกดอกและติดผลของมะกอกน้ำมัน

2.1 อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

2.1.1 อุณหภูมิ ตา (buds) เป็นอวัยวะที่ตอบสนองต่อความหนาวเย็นที่จะกระตุ้นให้เกิด

การเปลี่ยนสภาพเซลล์เป็นตาดอก และการแทงช่อดอกหรือแตกตาดอกมากกว่าการชักนำให้สร้างตาดอก (flower induction) มะกอกน้ำมันต้องการอุณหภูมิ 10-13 °ซ นานอย่างน้อยที่สุด 7 สัปดาห์ สำหรับการกระตุ้นการแทงช่อดอก โดยพบว่า ต้นมะกอกน้ำมันพันธุ์ 'Manzanillo' มีจำนวนช่อดอกต่อต้นเพิ่มจาก 80 ช่อ/ต้น เมื่อได้รับการชักนำที่อุณหภูมิ 13 °ซ นาน 8 สัปดาห์ เป็น 110 ช่อ/ต้น (เมื่อได้รับการชักนำนาน 9 สัปดาห์) และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วถึง 420 ช่อ/ต้น เมื่อได้รับการชักนำนาน 10 สัปดาห์ และ 450 ช่อ/ต้น เมื่อได้รับการชักนำนาน 11 สัปดาห์ (Hackett and Hartman, 1967; Portlingis, 1972) สรุปได้ว่า เพื่อให้ดอกออกอย่างเต็มที่ ต้นมะกอกน้ำมันต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า 13 °ซ นานอย่างน้อย 10 สัปดาห์ (Hackett and Hartmann, 1967) หรือได้รับอุณหภูมิต่ำระหว่าง 12.2 - 13.3 °ซ นานอย่างน้อย 10 สัปดาห์ (Denney and MacEachern, 1983) ความต้องการนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์และพันธุ์ที่ปรับตัวกับสภาพฤดูหนาวที่อบอุ่น (warm winter) จะต้องการชั่วโมงความหนาวเย็นน้อย ช่วงอุณหภูมิต่ำสุดที่เหมาะสมต่อการชักนำให้ดอกออกได้ดีที่สุดคือ ช่วง 2 - 15 °ซ นาน 70-80 วัน (Hartmann and Whisler, 1975) และถ้าอุณหภูมิในฤดูหนาวสูงกว่า 20 °ซ นาน 2-3 สัปดาห์ จะยับยั้งการออกจากการพักตัวของตาดอก (Lavee and Harshemesh, 1990) จากการศึกษาผลของช่วงเวลาที่ได้รับอุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 4 13 และ 18 °ซ ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การออกดอกของต้นมะกอกน้ำมันพันธุ์ 'Manzanillo' พบว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 °ซ และสูงกว่า 18 °ซ จะไม่กระตุ้นให้มีการแทงช่อดอก ยกเว้นเพียงที่

อุณหภูมิ 13 °ซ เท่านั้นที่มีเปอร์เซ็นต์ตาดอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 4 % ภายหลังจากได้รับช่วงอุณหภูมิต่ำต่อเนื่องกันยาวนานกว่า 50 วัน เป็น 22 % หลังได้รับช่วงอุณหภูมิต่ำนาน 75 วัน, 33 % เมื่อได้รับการชักนำนาน 100 วัน และ 37 % เมื่อได้รับการชักนำนาน 120 วัน ตามลำดับ (Hackett and Hartmann, 1967) นอกจากนี้จากการรายงานการศึกษาช่วงระยะเวลาที่ได้รับอุณหภูมิต่ำกว่า 7 °ซ พบว่าถ้าจำนวนวัน (จำนวนชั่วโมง) ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 7 °ซ ลดลงจะทำให้จำนวนช่อดอกมะกอกน้ำมันที่ออกลดลงด้วย โดยลดลงอย่างรวดเร็วจากจำนวนช่อดอกต่อต้น 132 ช่อ/ต้น เมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำกว่า 7 °ซ นานถึง 1,650 ชั่วโมง เหลือเพียง 40 ช่อ/ต้น เมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นช่วงเวลานาน 1,300 ชั่วโมง และ 15 ช่อ/ต้น เมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นช่วงเวลานาน 600 ชั่วโมง (Hackett and Hartmann, 1964)

นอกจากนี้ภายหลังจากการแทงช่อดอกพบว่าถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้เวลาในการออกดอก (time to flowering) และช่วงเวลาการออกดอก (flowering periods) ลดลง อุณหภูมิที่สูง (30-35 °ซ) จะยับยั้งการงอกของละอองเกสร (pollen germination) ทำให้การยืดยาวของหลอดละอองเรณูช้าลง (Cuevas *et al.*, 1994) เพิ่มอัตราการเกิด self incompatibility และพบความสัมพันธ์ถดถอย (regression) เชิงลบระหว่างอุณหภูมิต่ำสุด (12-13 °ซ) กับการติดผลของมะกอกน้ำมัน (Bartolini and Guerriero, 1995)

2.1.2 แสง ใบเป็นอวัยวะที่ตอบสนองต่อแสงโดยเฉพาะช่วงความยาววัน (photoperiods) โดยกระตุ้นระบบรงควัตถุรับแสง (phytochrome) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในต้น

หลายประการ โดยเฉพาะระบบฮอร์โมนภายในที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรชีวิตระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบกับการสืบพันธุ์ โดยเปลี่ยนแปลงในวิถี mevalonate ปกติช่วงวันยาวจะกระตุ้นให้พืชสังเคราะห์สารเร่งการเจริญเติบโตจากสารตั้งต้น mevalonate คือ gibberellic acid (GA) กระตุ้นการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ ขณะที่ช่วงวันสั้นจะกระตุ้นให้พืชสังเคราะห์สารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชจากสารตั้งต้น mevalonate คือ abscissic acid (ABA) และ chlorogenic acid ซึ่งจะยับยั้งการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและกระตุ้นให้เกิดการสร้างตาดอก (Renowden, 1999) ซึ่งเทคนิคที่นิยมใช้กันมากคือ defoliation และ shading (Fabbri and Benelli; 2000) ทั้งนี้ความไวต่อช่วงความยาววันสั้นจะกระตุ้นให้ต้นมะกอกน้ำมันพันธุ์ต่างๆถูกชักนำให้สร้างตาดอกแตกต่างกันตามแต่ละสายพันธุ์ (Tombesi, 1984) จนดูเหมือนว่าช่วงความยาววันแทบไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอก (Hackett and Hartmann, 1964)

2.2 ธาตุอาหารและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2.2.1 โฟสเฟอรัส มีอิทธิพลส่งเสริมให้เกิดการออกดอก ทำหน้าที่ในการกระตุ้นให้เกิดการสร้างและควบคุมปริมาณกรดอะมิโน โดยผ่านทางเอนไซม์ pyruvate kinase (Mazuelos *et al.*, 1983) และเปลี่ยนรูปร่างไปกระตุ้นการสร้างเอนไซม์ IAA oxidase ในการสังเคราะห์ IAA ซึ่งเป็นสารเร่งการชักนำให้ออกดอก (Gonzalez-Garcia *et al.*, 1976)

2.2.2 ระดับของกรดฟีนอลิกและโปรตีนพบว่าต้นมะกอกน้ำมันที่ไม่ให้ผลผลิต ('off' year) ในช่วงฤดูร้อนจะมีปริมาณของ bound phenolic

acid และโปรตีน N สูง ขณะที่ปีต่อไปที่ให้ผลผลิต ('on' year) ในฤดูใบไม้ผลิ มี free phenolic acid และ เอนไซม์ IAA oxidase สูง (นั่นคือปริมาณ IAA ต่ำนั่นเอง) แต่มีปริมาณโปรตีน N ต่ำ อาจกล่าวได้ว่าโปรตีนมีอิทธิพลต่อสรีรวิทยาการออกดอกของมะกอกน้ำมันโดยทำให้เกิดการพัฒนาการของช่อดอก ซึ่งเป็น strong sinks สำหรับโปรตีนที่ละลายน้ำได้ (Bouranis *et al.*, 1999)

2.2.3 ระดับคาร์โบไฮเดรต ปริมาณของแป้งในใบและตาจะสูงในต้นมะกอกน้ำมันที่มีผลผลิต (bearing trees) จนกว่าจะเริ่มการเจริญเติบโตของผลในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม สำหรับต้นที่ไม่ให้ผลผลิต จะมีปริมาณแป้งในใบและตาสูงที่สุดในฤดูใบไม้ร่วงซึ่งแป้งในตาจะสะสมในช่วงพักตัวและจะถูกนำมาใช้ในช่วงแตกตาดอก (Lavee, 1973; De La Rosa *et al.*, 2000) ขณะที่แป้งที่อยู่ในรากจะถูกใช้อย่างมากในช่วงสุดท้ายของกระบวนการชักนำให้สร้างตาดอก (ธันวาคมถึงมีนาคม) (Proietti and Tombesi, 1996a)

2.2.4 ปริมาณของ chlorogenic acid ซึ่งเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชโดยลดความไวของตาจากการกระตุ้นของสภาพแวดล้อมที่จะชักนำให้ตาดอกแทงช่อดอกได้ ในต้นมะกอกน้ำมันที่ให้ผลผลิต มีการสะสม chlorogenic acid มาก ขณะที่ในปีที่ไม่ให้ผลผลิต มีปริมาณ chlorogenic acid ต่ำ (Lavee *et al.*, 1984; 1986)

2.2.5 ปริมาณของจิบเบอเรลลิน การออกดอกขึ้นอยู่กับสัญญาณของฮอร์โมนจากผลมะกอกน้ำมันที่กำลังเจริญเติบโต กล่าวคือ

embryos จะสร้างฮอร์โมน GA ซึ่งจะเคลื่อนไปสะสมที่ใบแล้วอาจกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารยับยั้งการชักนำให้ดอกออก คือ chlorogenic acid (Lavee and Avidan, 1994) ซึ่งสามารถแก้ไขให้มีการออกดอกของมะกอกน้ำมันเพิ่มขึ้นโดยการตัดผลออกจากต้น การทำลายเมล็ด และการใช้ anti-GA (Fernandez-Escobar *et al.*, 1992) ปริมาณของ GA ที่สร้างจากเมล็ดในปีที่มีการติดผลมากจะลดการสร้างดอกในปีต่อไป (เกิด alternate bearing) เนื่องจากในปีที่ติดผลมีการชักนำให้เกิดตาดอกต่ำ อย่างไรก็ตามกระบวนการชักนำการออกดอกของมะกอกน้ำมันไม่ถูกยับยั้งโดยตรงจาก GA กล่าวคือการใช้ GA และ anti-GA แก่ต้นมะกอกน้ำมันในช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบน้อยลง (ฤดูร้อนถึงฤดูใบไม้ร่วง) ไม่มีอิทธิพลต่อการชักนำการออกดอก (Sarmiento *et al.*; 1976, Sachs, 1977; Proietti and Tombesi, 1996b)

2.2.6 กรดอะมิโน พบว่ากรดอะมิโน 2 ชนิด คือ glutamine และ asparagine มีประสิทธิภาพสูงมากในการกระตุ้นการชักนำให้เกิดตาดอก (Gonzalez-Garcia and Catalina, 1982; Khurana *et al.*, 1988) โดยเกี่ยวข้องกับกระบวนการชักนำในฐานะตัวส่งสัญญาณ (messengers) ที่สัมพันธ์กับการสะสมอาหารในต้นพืช (Proietti and Tombesi, 1996 b)

3. สภาพการปลูกมะกอกน้ำมันในประเทศไทยกับการให้ผลผลิต

3.1 การออกดอกติดผลของมะกอกน้ำมันในศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเลย (สถานีทดลองเกษตรที่สูงภูเรือ)

สำหรับการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ต่อ

การออกดอก และติดผลของมะกอกน้ำมันที่นำมาปลูกทดสอบ ณ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเลย (สถานีทดลองเกษตรที่สูงภูเรือ) รวม 18 พันธุ์ พบว่ามีเพียง 3 พันธุ์เท่านั้นที่สามารถออกดอกติดผลได้ คือ

(1) พันธุ์ 'Cornicabra' จำนวน 3 ต้น ออกดอกช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 โดยออกดอกเป็นลักษณะดอกเดี่ยวจากตาที่อยู่ปลายยอดของกิ่งและติดผลที่ปลายกิ่ง มีไซ้ดอกที่เกิดจากตาข้างของข้อบนกิ่งดังเช่นที่พบในต่างประเทศ สาเหตุนี้มักพบในกรณีที่ดินมะกอกน้ำมันเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (นิรนาม, 2543)

(2) พันธุ์ 'Arbequina' จำนวน 5 ต้น

(3) พันธุ์ 'Barnea' จำนวน 2 ต้น

มะกอกน้ำมัน 2 พันธุ์หลังออกดอกในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2543 โดยพบช่อดอกบริเวณตาข้างของกิ่งเกิดขึ้นบริเวณซอก (axial) ของใบมะกอกน้ำมัน ซึ่งถือว่าการออกดอกตามธรรมชาติที่สมบูรณ์และสามารถติดผลขนาดเล็กได้ อย่างไรก็ตามการติดผลดังกล่าวมีการหลุดร่วงก่อนถึงกำหนดเก็บเกี่ยว เนื่องจากผลที่เจริญไม่สมบูรณ์ (ผลปลอมที่ไม่ได้รับการผสมเกสร) จึงเหี่ยวแห้งและหลุดร่วงไป อาจอธิบายพฤติกรรมการออกดอกของมะกอกน้ำมันที่รวบรวม และปลูกทดสอบโดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมนิยามวิทยาของสถานีทดลองเกษตรที่สูงภูเรือ พบว่าการออกดอกของมะกอกน้ำมันพันธุ์ 'Arbequina' และ 'Barnea' ที่สมบูรณ์เกิดขึ้นเนื่องจาก มีช่วงอุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 10-13 °ซ นานติดต่อกันตั้งแต่วันที่ 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 ถึง 21 มีนาคม พ.ศ. 2543 ยาวนานถึง 12 สัปดาห์ ซึ่งนับจากช่วงเวลา que อุณหภูมิต่ำสุดเริ่มต่ำกว่า 13 °ซ

ถึงช่วงออกดอกในปลายเดือนมกราคม พ.ศ. 2543 พบว่ายาวนานติดต่อกันเกิน 7 สัปดาห์ จึงสามารถแทงช่อดอกได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hackett and Hartmann (1967) และ Porlingis (1972) ที่รายงานว่ามะกอกน้ำมันต้องการอุณหภูมิต่ำสุดช่วง 10-13 °ซ อย่างน้อยที่สุด 7 สัปดาห์ในการกระตุ้นให้เกิดการแทงช่อดอก นอกจากนี้ยังพบการออกดอกต่อเนื่องมาถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 ซึ่งปกติต้นมะกอกน้ำมันต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า 12.2 - 13.3 °ซ นานอย่างน้อย 10 สัปดาห์ จะแสดงการออกดอกอย่างเต็มที่ (Denney and MacEachern, 1983) ดังนั้นการออกดอกในช่วงมกราคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 จึงเป็นการออกดอกที่สมบูรณ์ เนื่องจากชั่วโมงความหนาวเย็น (chilling period) ยาวนานเพียงพอตนเอง และการที่ออกดอกได้เพียง 2 พันธุ์เท่านั้น อาจเนื่องมาจากเป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวกับสภาพฤดูหนาวที่อบอุ่น (warm winter) มีความต้องการชั่วโมงความหนาวเย็นน้อยกว่าพันธุ์อื่น จึงเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมจากการคัดเลือกขั้นต้นสำหรับการปลูกในสภาพแวดล้อมประเทศไทย สำหรับพันธุ์ 'Cornicabra' ที่ออกดอกช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 นั้น เมื่อพิจารณาจากข้อมูลอุตุนิยมนิยามวิทยาในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2541 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2542 พบว่าเริ่มมีอุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 13.3 °ซ ต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2541 โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วง 14-15 °ซ สลับเล็กน้อย และมีอุณหภูมิต่ำสุดต่ำต่อเนื่องถึงวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2542 รวมแล้วมีอุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 13.3 °ซ นานประมาณ 7 สัปดาห์ และช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542 เกือบทั้งเดือน อุณหภูมิต่ำสุดส่วน

ใหญ่ยังต่ำกว่า 13.3 °ซ อยู่ แต่มีอุณหภูมิต่ำสุด 17.0 °ซ และ 19.5 °ซ สลับเป็นช่วงๆ ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดสูงกว่า 17-18 °ซ จะยับยั้งการพ่นจากการพักตัวของตาดอก (Hackett and Hartmann, 1967; Porlingis, 1972) ทำให้มะกอกน้ำมันที่ปลูกทดสอบไม่เกิดการแทงช่อดอกในทันที ประกอบกับต้นมะกอกน้ำมันที่ปลูกยังอายุน้อย (ไม่ถึง 2 ปี) ดังนั้นมะกอกน้ำมันเกือบทุกพันธุ์จึงไม่ออกดอก ยกเว้นเพียงพันธุ์ 'Cornicabra' เท่านั้นที่สามารถออกดอกได้ แต่เนื่องจากเป็นการออกดอกครั้งแรก และเป็นการออกดอกติดผลที่ปลายยอดซึ่งเป็นการออกดอกที่ผิดปกติ อันเกิดเนื่องมาจากความไม่สมบูรณ์ของต้นหรืออาจกล่าวได้ว่า ยังมีความไม่พร้อมของต้นต่อการออกดอก ทำให้มีการออกดอกล่าช้าไปถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 และอุณหภูมิต่ำสุดช่วงเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน พ.ศ. 2542 โดยเฉลี่ยสูงมากถึงประมาณ 18.0 °ซ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการออกดอก

3.2 การออกดอกติดผลของมะกอกน้ำมันในพื้นที่ทดสอบอื่นของประเทศไทย

สถานการณ์ที่เป็นปัญหาสำคัญที่สุดในปัจจุบันก็คือ การที่ต้นมะกอกน้ำมันไม่สามารถออกดอกติดผลอย่างสม่ำเสมอได้ ซึ่งการที่เรานำต้นมะกอกน้ำมันมาปลูกทดสอบในประเทศไทยที่มีละติจูดต่ำ อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรเป็นการขัดต่อกฎของการปลูกต้นมะกอกน้ำมัน ทั้งนี้การปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สมบูรณ์ต้องปลูกในพื้นที่ที่มีพิกัดละติจูดไม่ต่ำกว่า 30 องศาเหนือ หากปลูกในเขตร้อนชื้น (humid tropics) ต้นมะกอกน้ำมันจะสามารถเจริญเติบโตทางกิ่งใบอย่างเหมาะสมแต่ไม่ให้ผลผลิต (Briccoli-Bati *et al.*,

2002) จากผลงานวิจัยในต่างประเทศซึ่งได้รายงานไว้ว่า ช่วงวันสั้นเป็นสิ่งกระตุ้นชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก (floral induction และ floral initiation) แต่ตาดอกจะเกิดการพักตัวในช่วงฤดูหนาว และต้องการช่วงอุณหภูมิ ต่ำกว่า 12-13 °ซ นานติดต่อกัน 7 สัปดาห์ ในการชักนำให้แทงช่อดอกได้แต่หากต้องการให้ออกดอกสมบูรณ์ต้องได้รับอุณหภูมิต่ำกว่าติดต่อกันนาน 10 สัปดาห์ (อาจเรียกว่าเป็น 'chilling requirement' หรือ 'vernalization temperature' นั้นเอง) และเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงกว่า 18 - 20 °ซ ติดต่อกันนานเกิน 2 สัปดาห์จะทำลายการพ่นจากการพักตัวของตาดอก จึงเห็นได้ว่าจากการศึกษาในประเทศไทย บริเวณพื้นที่สูงภาคเหนือที่สถานีทดลองเกษตรที่สูงเขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สถานีทดลองเกษตรที่สูงภูเรือ จ.เลย) มีอุณหภูมิต่ำดังกล่าวในช่วงตรงตามความต้องการในการแทงช่อดอกได้ในบางปี แต่บางปีก็มีอุณหภูมิสูงสลับเป็นช่วง ๆ ถ้าอธิบายตามสมมติฐานดังกล่าวข้างต้น อาจกล่าวได้ว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถออกดอกได้ในบางปีหรือออกได้ไม่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาในพื้นที่ราบทั้งที่อัญบุรี จ.ปทุมธานี อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี และอ.กำแพงแสน จ.นครปฐม กลับพบว่าอุณหภูมิต่ำดังกล่าวไม่ได้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่แท้จริง เนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำสุดช่วงออกดอกอยู่ระหว่าง 17-20 °ซ เป็นส่วนใหญ่ แต่ก็มีการออกดอกได้ในทุกพื้นที่เพียงพันธุ์เดียวคือ 'Arbequina' โดยที่สวนอุไทยธรรม รังสิต อ.อัญบุรี และสวนอากาศ อ.สัตหีบ ออกดอกติดผลในช่วงพฤษภาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2544 แต่ปี พ.ศ. 2545- 2547 ไม่มีการออกดอกติดผลเลย ขณะที่

สวนอากาศ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี ออกดอกติดผล ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม พ.ศ. 2543, 2544, 2545 และ 2546 โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2546 สามารถติดผลที่มีเมล็ด (aborted seed) โดยผลมีขนาดใหญ่ที่สุดประมาณ 1 ซม. สามารถเปลี่ยนเป็นสีม่วงได้ แต่ร่วงหล่นก่อนที่จะพัฒนาจนสุกแก่พร้อมเก็บเกี่ยว แต่ในปี พ.ศ. 2547 ไม่มีการออกดอกเลย (เชษฐา, 2548, ติดต่อบริษัท) สำหรับที่กำแพงแสนนั้นเพิ่งออกดอกติดผลปีแรก ตั้งแต่ช่วงปลายเดือนธันวาคม พ.ศ. 2544 - สิงหาคม พ.ศ. 2545 โดยมีการออกดอกมากที่สุด ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 (เป็นการออกดอกทยอยต่อเนื่อง) แต่ผลที่ได้เป็น parthenocarpic fruit คือ ไม่มีการผสม เมื่อผ่าดูไม่มีเมล็ด จะมีการพัฒนาได้สูงที่สุดเพียงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-10 มม. เท่านั้น และจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดงและม่วงแก่ แล้วหลุดร่วงไป แต่สำหรับปี พ.ศ. 2546-2547 ไม่มีการออกดอกเลย (ปราโมทย์, 2547, ติดต่อบริษัท) ยกเว้นพื้นที่เดียวที่สามารถออกดอกติดผลได้ทุกปี คือ ศูนย์วิจัยหม่อนไหมนครราชสีมา (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ) คลองไผ่ บริเวณเขื่อนลำตะคอง จ.นครราชสีมา โดยในปี พ.ศ. 2547 มีการออกดอกในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 และติดผลขนาดเล็กจำนวนมากในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 (เชษฐา, 2548, ติดต่อบริษัท) โดยพันธุ์ที่ออกดอกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทยสายพันธุ์เดียว คือพันธุ์ 'Arbequina' ณ จุดนี้คณะผู้ศึกษาขอตั้งสมมติฐาน คือ พันธุ์ 'Arbequina' อาจเป็นพันธุ์เบาที่สามารถออกดอกติดผลได้ง่าย หรืออาจเป็นลักษณะคล้ายลำไยเพชรสารที่สายพันธุ์ที่สามารถออกดอกได้แม้ว่า

อุณหภูมิไม่ต่ำเช่นเดียวกับที่ลำไยพันธุ์ปกติ ต้องการสำหรับชักนำให้เกิดการสร้างตาดอกและแทงช่อดอก หรือในกรณีของมะม่วงที่เป็นพันธุ์ทะวายในเขตร้อนชื้น ก็ได้มีความพยายามในการอธิบายทางสรีรวิทยาว่า เกิดจากการสะสมของสารกระตุ้นการออกดอก (floral stimulants) ที่มีระดับต่ำในแต่ละใบ แต่เมื่อรวมทั้งทรงพุ่มซึ่งมีใบจำนวนมาก อาจทำให้ปริมาณสารกระตุ้นการออกดอกที่สะสมจากแต่ละใบ มีปริมาณมากพอที่จะชักนำให้เกิดการสร้างตาดอกได้ ประกอบกับสภาพความเครียดจากการขาดน้ำในบางช่วง อาจทำให้ apical meristem ที่แห่งนี้มีความไวต่อการถูกกระตุ้นโดยสารกระตุ้นการออกดอกได้ดีกว่าสภาพที่อมน้ำ กล่าวคือ อาจใช้สารกระตุ้นการออกดอกในปริมาณที่เล็กน้อย ก็เพียงพอต่อการชักนำให้เกิดการสร้างตาดอกได้ จึงเป็นสาเหตุที่ทดแทนความต้องการความหนาวเย็น (chilling requirement) ได้ ทำให้มะม่วงทะวายสามารถถูกชักนำให้ออกดอกได้ง่ายในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนชื้น (Schaffer *et al.*, 1994) ดังนั้นต้นมะกอกน้ำมันพันธุ์นี้จึงสามารถออกดอกติดผล (ผลปลอม) ในลักษณะพื้นที่ตั้งแต่ที่ราบลุ่มริมทะเลจนถึงพื้นที่สูง และทยอยออกได้ในช่วงยาว ไม่มีฤดูกาล (ตั้งแต่ธันวาคมถึงสิงหาคม) ซึ่งสังเกตได้จากพันธุ์มะกอกน้ำมันอื่นๆ ไม่สามารถออกได้เลยในประเทศไทย (ยกเว้นพันธุ์ 'Cornicabra' และ 'Barnea' ที่เคยออกดอกติดผลได้ ณ สถานีทดลองเกษตรที่สูงภูเรือในช่วงที่มีอุณหภูมิสอดคล้องกับความต้องการความหนาวเย็น หรือ chilling requirement ดังกล่าวข้างต้น) แต่ดอกที่ออกไม่มีการผสมเกสร เนื่องจากส่วนใหญ่มะกอกน้ำมันจะเป็นลักษณะ self-sterile ต้องมี

คู่ผสมจึงจะเพิ่มการผสมเกสร เพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลได้ (Renowden, 1999) แต่ ณ ขณะนี้มีการออกดอกได้พันธุ์เดียวจึงขาดคู่ผสม ทำให้ผลที่ได้มีลักษณะผลปลอมที่ไม่สามารถเจริญเป็นผลแก่และสุกพร้อมเก็บเกี่ยวได้ สำหรับปี พ.ศ. 2547-2548 นี้ เป็นช่วงเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ จึงทำให้เกือบทุกพื้นที่ทดสอบในประเทศไทยไม่มีการออกดอกติดผล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่ปรากฏในสวนมะกอกน้ำมันใน Azapa valley, อัฟริกาและชิลี ที่มะกอกน้ำมันพันธุ์ 'Azapa' ไม่มีการให้ผลผลิตเลยในช่วงเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญในปี พ.ศ. 2540-2541 เนื่องจากขาดช่วงฤดูหนาวที่หนาวจัด หรืออุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการชักนำให้ออกดอกนั่นเอง (Sotomayor Leon, 2002)

ได้มีงานวิจัยที่ศึกษาพัฒนาการของผลมะกอกน้ำมัน จำนวน 8 พันธุ์ได้แก่ Lucques, Picholine, Olive de Nice, Cayon, Moncita, Belgentieroise, Frantotio และ Cayon-Olive de Cuers ที่ปลูกทั่วไปในสภาพภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียนจากประเทศฝรั่งเศส ซึ่งกำลังเริ่มมีดอกและบางส่วนเริ่มติดผลอ่อนแล้ว (มีการชักนำให้เกิดดอกและเริ่มแทงช่อดอกแล้วจากประเทศฝรั่งเศส)มาปลูกในกระถาง และศึกษาพัฒนาการของผล ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543 พบว่าเมื่อมีการจัดการที่เหมาะสมคือมีการให้น้ำและธาตุอาหารอย่างพอเหมาะรวมทั้งมีการให้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มเติมแล้ว ผลมะกอกน้ำมันจะสามารถเจริญเติบโตอย่างปกติเช่นเดียวกับในต่างประเทศ ทั้งในด้านความยาว และเส้นผ่าศูนย์กลางของผล บางผลมีขนาดใหญ่กว่าเกณฑ์

เฉลี่ยของผลมะกอกน้ำมันในเขตเมดิเตอร์เรเนียนอีกด้วย (นิรนาม, 2543) คณะผู้วิจัยเชื่อมั่นว่า จากพื้นฐานงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ที่ว่ามะกอกน้ำมันที่สามารถติดผลสมบูรณ์ได้ จะมีการพัฒนาการของผลมะกอกน้ำมันจนแก่พร้อมเก็บเกี่ยว โดยมีขนาดของผลไม่แตกต่างจากในเขตเมดิเตอร์เรเนียน แต่อาจประสบปัญหาที่สภาพภูมิอากาศ ช่วงการพัฒนาการของผลแตกต่างกันจากในเขตเมดิเตอร์เรเนียน ที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนแต่แห้งแล้ง และในระยะช่วงที่ผลสุกแก่ ผลมะกอกน้ำมันต้องเผชิญกับอุณหภูมิที่ลดลง ซึ่งน่าจะเอื้ออำนวยให้ผลมีการสะสมน้ำมันและน้ำหนักแห้งได้ดี ผลจึงอาจให้น้ำมันที่มีคุณภาพดี ขณะที่สภาพแวดล้อมของประเทศไทยนั้น ผลมะกอกน้ำมันจะต้องเผชิญกับสภาพความชื้นสูงในช่วงฤดูฝน และระยะผลสุกแก่ก็มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าในเขตเมดิเตอร์เรเนียน ดังนั้นการสะสมน้ำมันและน้ำหนักแห้งจึงอาจแตกต่างกัน อีกทั้งช่วงฤดูฝน สภาพแวดล้อมของประเทศไทยมีปริมาณแสงโดยเฉลี่ยค่อนข้างต่ำกว่าทั้งในเชิงปริมาณ ความเข้มแสง และความยาวนานของแสงในรอบวัน ดังนั้นอาจทำให้คุณภาพน้ำมันมะกอก คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพอื่น ๆ ของผลมะกอกน้ำมันแตกต่างกับในเขตเมดิเตอร์เรเนียนได้ แม้ว่าขนาดของผลจะไม่แตกต่างกันก็ตาม จึงจำเป็นต้องศึกษาอย่างละเอียดในขั้นต่อไปภายหลังจากสามารถชักนำให้มะกอกน้ำมันออกดอกติดผลได้อย่างสมบูรณ์

4. ข้อเสนอแนะในการวางแผนปลูกมะกอกน้ำมันสำหรับบริโภคเพื่อสุขภาพในประเทศไทย

4.1 พันธุ์มะกอกน้ำมันที่ควรนำมาปลูก

4.1.1 ควรรวบรวมสายพันธุ์มะกอก

น้ำมันที่สามารถผสมตัวเองติด (compatibility self-compatibility) และนิยมปลูกพันธุ์เดี่ยวทั้งสวน (monoculture orchards) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศสเปนและกรีซ (แม้ว่าการใช้คู่ผสมสายพันธุ์อื่นผสมข้ามพันธุ์ (cross-pollination) จะให้ผลดีมากกว่าก็ตาม) (Lavee and Datt, 1978; Androulakis and Luopassaki, 1990) หรือสายพันธุ์อิตาลีบางสายพันธุ์ (ส่วนใหญ่สายพันธุ์อิตาลีจะเป็น self-incompatibility) เช่น 'Leccino' (ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด ในตอนกลางของประเทศอิตาลี) มีคุณสมบัติสามารถผสมตัวเองติดเช่นกัน แต่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแต่ละปี (Bartolini and Guerriero, 1995) นอกจากนี้ยังควรมีการรวบรวมพันธุ์ที่มีจุดเด่นบางประการ เช่น มีเปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศสูงมาก ดังกรณีสายพันธุ์ 'Biancolilla' ที่นำเข้ามาปลูก (จากประเทศอิตาลีและตุรกี) และสามารถปรับตัวได้เป็นอย่างดีกับสภาพภูมิอากาศแวดล้อมของกรุง Islamabad ประเทศปากีสถาน โดยสามารถให้เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศสูงถึง 44.20% (Ahmed *et al.*, 2004)

4.1.2 ควรเลือกสายพันธุ์มะกอกน้ำมันที่ได้รับการวิจัยว่าสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมที่มีช่วง-ของ vernalization temperature ไม่เพียงพอ (โดยเฉพาะสายต้นที่สามารถปรับตัวได้แล้วเป็นอย่างดี) เช่นในงานวิจัยที่ทดสอบในพื้นที่ปลูกทะเลทราย Atacama (ละติจูด 28°23' -28°36' S, ความสูงพื้นที่ 429-525 m asl) พบว่าสายพันธุ์ 'Criollo' สามารถปรับตัวได้ดี ขณะที่ในพื้นที่ Caborca ในบริเวณทะเลทราย Altar (ละติจูด 30°41' N, ความสูงพื้นที่ 300 m asl) พบว่าสายพันธุ์ 'Mission' และ 'Manzanillo'

สามารถปรับตัวได้ดี สามารถให้ผลผลิตเชิงพาณิชย์ได้ กล่าวคือ ทั้ง 3 สายพันธุ์สามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแห้งแล้งของ Chaco ที่มีช่วงฤดูหนาวสั้น อบอุ่นและแห้งแล้งในประเทศอาร์เจนตินา (Ayerza and Sibbett, 2001) จึงน่าจะนำเอามะกอกน้ำมัน 3 สายพันธุ์ (สายต้นที่ปรับตัวได้แล้ว) มาปลูกเพื่อเป็นคู่ผสมกับมะกอกน้ำมันพันธุ์ 'Arbequina' เนื่องจากปัจจุบันในทุกพื้นที่ปลูกของประเทศไทยพบว่ามีเพียงพันธุ์ 'Arbequina' พันธุ์เดี่ยวเท่านั้นที่มีแนวโน้มปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศได้ดีที่สุด เนื่องจากมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบดี และสามารถออกดอกติดผลได้ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย แต่ประสบปัญหาหลัก คือ การผสมตัวเองไม่ติด ทำให้ไม่สามารถติดผลที่สมบูรณ์ได้ จึงต้องหาคู่ผสมให้เกิดการผสมข้ามกับพันธุ์ 'Arbequina' เพื่อให้สามารถติดผลที่มีเมล็ดสมบูรณ์ และสามารถพัฒนาผลจนสุกแก่สมบูรณ์พร้อมเก็บเกี่ยวได้

4.2 พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม

ควรเลือกพื้นที่ปลูกบนพื้นที่สูงที่ใช้ระดับความสูงของพื้นที่ทดแทนพิภคละติจูดของพื้นที่ที่ต่ำกว่า 30 องศาเหนือ เพื่อให้มีสภาพภูมิอากาศที่มีความหนาวเย็นใกล้เคียงกับ chilling requirement ของมะกอกน้ำมัน ทั้งนี้สามารถหาพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมโดยการประยุกต์ใช้โมเดลทำนายการออกดอก (flowering date prediction model) ของมะกอกน้ำมัน (ที่ใช้ทำนายพื้นที่ต่างๆของประเทศโปรตุเกส 4 พื้นที่ โดยใช้พันธุ์มะกอกน้ำมัน 15 พันธุ์) ร่วมกับโมเดลอุณหภูมิ (thermal model) โดยอาศัยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเกี่ยวกับอุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด

ในรอบปีมาคำนวณหาค่า accumulation of chilling (U) (Melo-Abreu *et al.*, 2004), Chille unit (C.U.), Growing degree hour (G.D.H.) และ vernalization periods (Denney and McEachern, 1985) เพื่อให้ได้พื้นที่ปลูกที่มีภูมิอากาศเหมาะสมหรือใกล้เคียงกับสภาพที่ต้นมะกอกน้ำมันต้องการในการชักนำให้ออกดอก ทางช่อดอก ติดผลและพัฒนาผลจนแก่สมบูรณ์พร้อมเก็บเกี่ยว

4.3 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อชักนำการสร้างตาออกดอก การพัฒนาช่อดอก การแทงช่อดอกและเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะกอกน้ำมัน

ในต่างประเทศได้มีงานวิจัยที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อการกระตุ้นหรือส่งเสริมการออกดอกและติดผลของมะกอกน้ำมัน เช่น (1) การให้ asparagine (10-5 M) และ glutamine (10-5M) ทางดินกับมะกอกน้ำมันพันธุ์ 'Maurino' ช่วงปลายเดือนธันวาคม สามารถชักนำการออกดอกโดยไม่มีผลต่อจำนวนผลผลิตต่อต้น (Proietti and Tombesi, 1996 b) (2) การให้สารพาโคลบิวทราซอล 500 มก./ต้นกับมะกอกน้ำมันพันธุ์ 'Amphisis' และ 'Chalkidkis' ก่อนออกดอก 25 วัน สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การออกดอกและเปอร์เซ็นต์ติดผล โดยพันธุ์ 'Amphisis' เพิ่มจาก 14.8 เป็น 23.1 % และพันธุ์ 'Chalkidkis' เพิ่มจาก 1.4 % เป็น 12.6 % เนื่องจากสารพาโคลบิวทราซอลชักนำให้ต้นมะกอกน้ำมันมีความทนต่อสภาพอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำในช่วงการติดผล ทำให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงขึ้น แต่ในปีถัดมาปริมาณผลผลิตของต้นที่ได้รับเท่ากับหรือน้อยกว่าตัว

ควบคุมที่อุณหภูมิปกติ (Porlingis and Voyiatzis, 1999) ; (3) ใช้สาร putrescine เข้มข้น 10-4 M ช่วยลดการแท้งของ ovary และเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลในมะกอกน้ำมันพันธุ์ 'Calorea' (Iannotta *et al.*, 1996) (4) การพ่นสาร Sialpton 10I (อนุพันธ์ของกรดอะมิโนจากสัตว์เข้มข้น 500 และ 1000 ppm) กรด boric (50 ppm) 66 F (NAA และวิตามินบีรวม 100 ppm) และ triacotanol (TRIA 100 ppb) กับต้นมะกอกน้ำมันพันธุ์ 'Frantoio' จะเพิ่มการงอกของ pollen จาก 32 % ในต้นที่ไม่ได้พ่นสารเป็น 48 % สำหรับที่พ่นด้วย TRIA และ 42 % สำหรับที่พ่นด้วยกรด boric และ 66 F ขณะที่ Sialpton และ 66 F เพิ่มการติดผลได้จาก 1.6 % (ที่ไม่ได้พ่นสาร) เป็น 3.3 และ 4.3 % ตามลำดับ (Bartolini *et al.*, 1993)

คณะผู้วิจัยขอเสนอให้ใช้แนวทางทั้งสามปัจจัยดังกล่าวร่วมกัน เพื่อให้สัมฤทธิ์ผลในการปลูกมะกอกน้ำมันในประเทศไทย สำหรับการบริโภคน้ำมันเพื่อสุขภาพภายในประเทศ กล่าวคือมีการรวบรวมพันธุ์มะกอกน้ำมันที่มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีกับสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสมต่อการออกดอกเพื่อเป็นคู่ผสมให้กับพันธุ์ 'Abequina' และพันธุ์ที่มีความสามารถผสมตัวเองติด มาปลูกทดสอบในพื้นที่สูงในภาคเหนือที่มีความหนาวเย็นเพียงพอกับ chilling requirement ของมะกอกน้ำมัน ซึ่งสามารถทำนายโดยการใช้แบบจำลองทำนายการออกดอกและแบบจำลองอุณหภูมิ (vernalization periods) ร่วมกับการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชช่วยเสริมให้มีการออกดอก การพัฒนาของดอก การผสมเกสร การติดผลและการพัฒนาของผลจน

แก่สมบุรณ์พร้อมเก็บเกี่ยว แม้จะมีประเด็นข้อโต้แย้งจากนักวิชาการบางฝ่าย เกี่ยวกับการเสนอแนะของผู้วิจัยให้ปลูกในพื้นที่สูงภาคเหนือของประเทศไทยเกี่ยวกับภาคกลาง (สวนอุไทยธรรม อ.ธัญบุรี และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน) ภาคตะวันออก (สวนอาภากร อ.สัตหีบ บริษัท ทีพีโอ จ.ระยอง) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (คลองไผ่ บริเวณเขื่อนลำตะคอง จ.นครราชสีมา) มีความสามารถออกดอกติดผล (ผลปลอม) ได้อย่างต่อเนื่อง บางพื้นที่สามารถออกดอกติดผลได้ทุกปี อย่างไรก็ตามทุกพื้นที่ดังกล่าวมีเพียงพันธุ์ 'Arbequina' เท่านั้นที่สามารถออกดอกได้ ดังนั้นในความเป็นจริง หากต้องการให้มะกอกน้ำมันออกดอกได้หลายพันธุ์ และเป็นคู่ผสมต่อกันหรือเป็นคู่ผสมให้กับพันธุ์ 'Arbequina' เพื่อให้ติดผลมีเมล็ดและพัฒนาจนสุกแก่สมบุรณ์พร้อมเก็บเกี่ยวได้ คณะผู้วิจัยขอเสนอว่าควรจะปลูกต้นมะกอกน้ำมันบนภูเขาสูงในภาคเหนือที่มีอากาศหนาวจัด และมีความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวระหว่างกลางวันและกลางคืนต่ำ เช่น ดอยอินทนนท์ หรือดอยอ่างขาง จ.เชียงใหม่ ทั้งนี้ต้องอาศัยแบบจำลองดังกล่าวในการคัดเลือกพื้นที่ขึ้นเดียวกับที่ "มูลนิธิโครงการหลวง" ประสบความสำเร็จในการปลูกไม้ผลเมืองหนาวอื่นๆ ที่นำพันธุ์เข้ามาปลูกจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก และสามารถจำหน่ายเชิงพาณิชย์ได้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ณ จุดนี้คณะผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่ามีความเป็นไปได้สูงที่จะประสบความสำเร็จ ในการปลูกมะกอกน้ำมัน สำหรับการบริโภคผลมะกอกสด และน้ำมันมะกอกเพื่อสุขภาพภายในประเทศ

สรุป

1. การชักนำการออกดอกของมะกอกน้ำมันเป็นกระบวนการที่ยาวนานขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการ ได้แก่ อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม คือ อุณหภูมิและแสง และอิทธิพลของธาตุอาหารกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สมมติฐานการชักนำการออกดอกและการพัฒนาการของดอกมี 2 ขั้นตอน คือ ทำให้เกิดการพัฒนาของตาดอก และแทงช่อดอกในฤดูใบไม้ผลิ
2. สำหรับการปลูกมะกอกน้ำมันในประเทศไทย พบว่าพันธุ์ 'Arbequina' มีแนวโน้มปรับตัวได้ดีที่สุด กล่าวคือ การผสมตัวเองไม่ติดทำให้เกิดเป็น 'ผลปลอม'
3. งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทาง 3 ประการ ได้แก่ (1) การรวบรวมพันธุ์ที่สามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสมหรือพันธุ์ที่สามารถผสมตัวเองติด (2) การคัดเลือกพื้นที่ปลูกที่มีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองอุณหภูมิและแบบจำลองทำนายวันออกดอกประกอบการคัดเลือก และ (3) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในช่วงที่เหมาะสม โดยใช้ทั้ง 3 แนวทางร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหา

ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ของการปลูกมะกอกน้ำมันในประเทศไทยสำหรับการบริโภคผลสดและน้ำมันมะกอกเพื่อสุขภาพ น่าจะมีโอกาสประสบความสำเร็จสูง

คำขอบคุณ

คณะผู้เขียนขอขอบพระคุณ นายพรชัย จุฑามาศ รองผู้อำนวยการโครงการสวนพระองค์ฯสวนจิตรลดาที่กรุณาให้เอกสารความรู้

เกี่ยวกับมะกอกน้ำมัน อาจารย์ ดร.ปราโมทย์ สฤณีนิรันดร์ อาจารย์ประจำภาควิชาพืชสวน และ นายเชษฐภรณ์ สาธกรกิจ นักศึกษาระดับปริญญาเอก คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการ ทำศนศึกษาเยี่ยมชมแปลงปลูกทดสอบ และให้ ข้อมูลการออกดอกติดผลของต้นมะกอกน้ำมันใน พื้นที่ปลูกทดสอบต่างๆของประเทศ ที่อยู่ใน ความรับผิดชอบของโครงการสวนพระองค์ฯสวน จิตรลดา และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งได้ ใช้เป็นข้อมูลหลักในการวิจารณ์เชิงเปรียบเทียบ และสรุปสถานการณ์การออกดอกติดผลของ มะกอกน้ำมันในประเทศไทยในลักษณะภาพรวม

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2543. การพัฒนาของผลมะกอกโอลีฟ ในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 23 หน้า.

ปิดิชัย พรสรายุทธ. 2547. ความสัมพันธ์ทาง พันธุกรรมของมะกอกโอลีฟ (*Olea europaea* L.) ที่ปลูกในประเทศไทยโดยใช้ AFLP markers. วิทยานิพนธ์วิทยา ศาสตร์มหาบัณฑิต (พันธุศาสตร์). บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 106 หน้า.

ศรปราณี ธโนศวรรยียงกูร. 2539. ว่าด้วยความ รู้เรื่องมะกอก (*Olive, Olea europaea* L.) ในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน. ภาควิชา พฤกษศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 105 หน้า.

Ahmed, M., I. Ahmed, H. Ur-Rahman, K.M. Khokhar and T. Mahmood. 2004.

Studies on floral biology and fruit setting in olive cultivars. *Sarhad Journal of Agriculture* 20(3): 377-379.

Androulakis, I.I. and M.H. Loupassaki. 1990. Studies on the self-fertility of some olive cultivars in the area of crete. *Acta Hort.* 286: 159-162.

Ayerza, R. and G.S. Sibbett. 2001. Thermal adaptability of olive (*Olea europaea* L.) to the arid chaco of argentina. *Agric. Eco. Environ.* 84: 277-285.

Badr, S.A. and H.T. Hartmann. 1972. Flowering Response of the Olive (*Olea eupaea* L.) to certain growth regulators applied under inductive and non inductive environments. *Botanical Gazette* 133: 387-392.

Bartolini, S. and R. Guerriero. 1995. Self-compatibility in several clones of oil olive cv. Leccino. *Adv. Hort. Sci.* 9: 71-74.

Bartolini, S., P. Viti and C. Vitagliano. 1993. Effect of different growth regulators on fruit set in olive. *Acta Hort.* 329: 246-248.

Briccoli Bati, C., B. Filippucci and D. Monardo. 2002. Bioclimatology of olive: effects of climatic conditions on flower biology. *Acta Hort.* 586 : 493-496.

Bouranis, D.L., C.K. Kitsaki, S.N. Chorianopoulou, G. Alvalakis and J.B.

- Drossopoulos. 1999. Nutritional dynamics of olive trees flowers. *J.Plant Nutri.* 22: 245-257.
- Bunker, M.M. 1999. Olive, Pages 273-277. *In* : Jackson, D.I. and N.E. Looney (eds). Temperate and Subtropical Fruit Production. Walling Ford, Oxon.
- Cuevas,J., L. Rollo and H.F. Rapoport. 1994. Initial fruit set at high temperature in Olive, *Olea europaea* L. *J. Hort. Sci.* 69 (4): 665-672.
- De La Rosa, R., L. Rallo and H.F. Rapoport. 2000. Olive floral bud growth and starch content during winter rest and spring bud Break. *Hort. Sci.* 35(7): 1223-1227.
- Denney, J.O. and G.R. McEachern. 1983. An Analysis of several climatic temperature variables dealing with olive reproduction. *J. Amer. Soc. Hort., Sci.* 108: 570.
- Denney, J.O., G.R. McEachern and J.F. Griffiths. 1985. Modelling the thermal adaptability of olive (*Olea europaea* L.) in Texas. *Agric. Meterol.* 35: 309-327.
- Fabbri, A. and L. Alerci. 1999. Anatomical aspects of flower and leaf bud differentiation in *Olea europaea* L. *Acta Hort.* 474: 245-249.
- Fabbri,A. and C. Benelli. 2000. Flower bud induction and differentiation in Olive. *J. Hort. Sci. Biotech.* 75 (2) : 131-141.
- Fernandez, A.G., M.J. Fernandez Diez and D.R. Adams. 1997. Table Olive: Production and processing. Chapman & Hall. London. 495 p.
- Fernandez-Escobar, R., M. Benlloch, C. Navarro and G.C. Martin. 1992. The time of floral induction in the olive. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 117 : 304-307.
- Gonzalez-Garcia, F. and L. Catalina. 1982. Importancia de los factors nutricionales en la floracion y fructificacion del olivar. *Anales de Edafologia y Agrobiologia* 41 : 959-972.
- Gonzalez-Garcia, F., L. Catalina and R. Sarmiento. 1976. Aspectos bioquimicos de la floracion de oliva variedad 'Manzanillo' en relacion con factores nutricionales. Comptes rendus 4eme colloque international controle de l'Alimentation des plantes cultivees, *Gent* 2 : 409-426.
- Hackett, W.P. and H.T. Hartmann. 1964. Inflorescence formation in olive as influenced by low temperature, photoperiod and leaf area. *Botanical Gazette* 125: 65-72.
- Hackett, W.P. and H.T. Hartmann. 1967. The Influence of temperature on floral initiation in the olive. *Physiologia*

- Plantarum* 20: 430-436.
- Hartmann, H.T and J.E. Whisler. 1975. Flower production in olive as influenced by various chilling temperature regimes. *J. Amer.Soc. Hort. Sci.* 100: 670-674.
- Iannotta. N., A.Palopoli and L.Pemi. 1996. Effects of treatments with various compounds on the floral Pages 393 - 397. *In* : Biology of *Olea europaea* L. (cv. *Carolea*). Olivicoltura. Istituto Sperimentale per la Olivicoltura. Cosenza.Italy.
- Khurana, J.P., B.K. Tamot and S.C. Maheshwari. 1988. Floral induction in photoperiodically insensitive duckweed, *Lemna paucicostata* LP 6. *Plant Physiology* 86:904-907.
- Lavee, S. 1973. Dormancy and bud break in warm climates: consideration of growth regulator involvement. *Acta Hort.* 34: 225-233.
- Lavee, S. and H.Harshemesh. 1990. Climatic effect on flower induction in semi-juvenile olive plants (*Olea europaea* L.) *Olea* 17:89.
- Lavee, S. and N. Avidan. 1994. Protein content and composition of leaves and shoot bark in relation to alternate bearing of olive trees (*Olea europaea* L.). *Acta Hort.* 356: 143-147.
- Lavee, S. and Z. Datt. 1978. The necessity of cross-Pollination for fruit set of manzanillo olives. *J. Hort. Sci.* 53: 261-266.
- Lavee, S., H. Hashemesh and N. Avidan. 1986. Phenolic acids-possible involvement in regulating growth and alternate fruiting in olive trees. *Acta Hort.* 179 : 317-328.
- Lavee, S., N. Avidan and H. Harshemesh. 1984. The involvement of phenolic substances in controlling alternate bearing of the olive (*Olea europaea*). Pages 43-44. *In* : Proceedings, Eleventh Annual Meeting, Plant Growth Regulator Society of America, Boston, Massashusetts.
- Mazuelos, C., R. Romero, R. Sarmiento and L. Catalina. 1983. Actividad piruvato quinasa, contenido en potasio y azucares reductores en yames de arboles vegetativos y productivos de *Olea europaea* L. *Anales de Edafologia y Agrobiologia*, 42:279-284.
- Melo-Abreu, J.P.D, D. Barranco, A.M. Cordeiro, J. Tous, B.M. Rogado and F.J. Villalobos. 2004. Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time. *Agric. For. Meteorol.* 125: 117-127.
- Portlingis, I. C. 1972. The effect of fall and winter temperatures on inflorescence and fruit production of several greek olive cultivars (*Olea europaea* L.).

- Annals of the Agricultural and Forestry School, Aristotelian University of Thessaloniki*. 15: 311-328.
- Portlingis, L.C. and D.G. Voyiatzis.1999. Paclobutrazol decreases the harmful effect of high temperature on fruit set in olive trees. *Acta Hort*. 474 : 241-244.
- Pritsa, T. S., D.G. Voyiatzis, C.J. Voyiatzi and M.S. Sotiriou. 2003. Evaluation of vegetative growth traits and their relation to time to first flowering of olive seedlings. *Aust. J. Agri. Res.* 54(4): 371-376.
- Proietti, P and A. Tombesi. 1996a. Translocation of assimilate and source-Sink influences on productivity characteristics of the olive trees. *Adv. Hort. Sci.* 10:11-14.
- Proietti, P. and A. Tombesi.1996b. Effects of gibberellic acid, asparagine and glutamine on flower bud induction in olive. *J. Hort. Sci.* 71(3) : 383 - 388.
- Renowden, G. 1999. The olive book. Canterbury University Press. Canterbury. 146 p.
- Sachs, R.M. 1977. Nutrient diversion; an hypothesis to explain the chemical control of flowering. *HortScience*. 12:220-222.
- Schaffer, B. and A.W. Whiley and J.H. Crane. 1994. Mango. Pages 165-190. In : Schaffer, B. and P.C. Anderson (eds) 1994. Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops Volume II : Sub-tropical and Tropical Crops. CRC Press. Florida.
- Sermiento, R., A. Valpuesta, I. Catalina and F. Gonzalez Garcia. 1976. Variacion de los contenidos de almidon y carbohidratos solubles en hojas y yemas de arboles de *olea europaea* var. manzanillo en relacion con los procesos vegetativo y productivo. *Anales de Edafologia y Agrobiologia*. 35: 683-695.
- Sotomayor Leon, E.M. 2002. Phenology of olive crop (*Olea europaea* cv. *Azapa*) in the azapa valley, Africa Chile. *IDESIA*. 20 (2): 81-90. (In Spanish)
- Tombesi, A. 1984. The influence of shading on differentiation of olive inflorescence. *Olea*. 15: 65-69.