รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **แผนงานวิจัย** : ระบุชื่อแผนงานวิจัยตามแบบ ว1-ก ที่ผ่านการอนุมัติ

2. **โครงการวิจัย** : ศึกษาและทดสอบพันธุ์มะกอกน้ำมัน (ระยะที่ 2)
   กิจกรรม : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกมะกอกน้ำมัน
   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ศึกษารวบรวมและคัดเลือกพันธุ์มะกอกน้ำมันจากอียิปต์(ระยะที่ 2)
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) :

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
   หัวหน้าการทดลอง : นางสุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ สังกัด สถาบันวิจัยพืชสวน
   ผู้ร่วมงาน : นางสาวฉัตต์นภา ข่มอาวุธ สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
   นายยุทธศักดิ์ เจียมไชยศรี สังกัด สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช
   นางสาวธารทิพย์ ภาสบุตร สังกัด สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช
   นางสาวพรอนันต์ แข็งขันธ์ สังกัด สถาบันวิจัยพืชสวน

5. **บทคัดย่อ** :

ตามที่สาธารณรัฐอาหรับอียิปต์มอบพันธุ์ จำนวน 10 พันธุ์ 133 ต้น ได้แก่ พันธุ์ Toffahi, Aggizi, Maraki, Picual, Manzanillo, Coratina, Arbequina, Koroneiki, Giza 52 และ Giza 91 โดยปลูกในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จังหวัดเชียงใหม่ มีความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 1,300 เมตร ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย เนื้อดินหยาบ สีน้ำตาล แปลงปลูกเป็นขั้นบันไดเชิงเขา พบว่า มะกอกน้ำมันพันธุ์ Koroneiki เริ่มออกดอกและติดผล เมื่อต้นมีอายุประมาณ 2 ปี และจะออกดอกทุกปี (ปี

พ.ศ. 2552- 2558) โดยเริ่มแทงช่อดอกในช่วงเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ ดอกออกเป็นช่อ (raceme) บริเวณซอกใบ ดอกบานช่วงเดือนกุมภาพันธ์ (1-2 สัปดาห์) เป็นดอกสมบูรณ์เพศ และจะเริ่มติดผลหลังจากดอกบานประมาณ 2-3 สัปดาห์ และผลจะสุกแก่ช่วงเดือนกรกฎาคม (3-4 เดือนหลังดอกบาน) โดยผลจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงดำและมีแวกซ์เคลือบที่ผิวผล ขนาดผลเฉลี่ยประมาณ 1.35 กรัม ผลกว้างเฉลี่ย 18.48 มิลลิเมตร ผลยาวเฉลี่ย 24.61 มิลลิเมตร โดยปริมาณการออกดอกและติดผลเพิ่มขึ้นทุกปีตามอายุและขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น ส่วนพันธุ์อื่นๆที่ออกดอกซึ่งออกดอกในช่วงเวลาเดียวกัน และติดผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ ได้แก่ พันธุ์ Picual ขนาดผลเฉลี่ยประมาณ 3.71 กรัม ผลกว้างเฉลี่ย 11.21 มิลลิเมตร ผลยาวเฉลี่ย 18.02 มิลลิเมตร

According to the Arab Republic of Egypt who have given 10 species, 133 plants; Toffahi, Aggizi, Maraki, Picual, Manzanillo, Coratina, Arbequina, Koroneiki, Giza 52 and Giza 91. They were grown in December, B.E.2550 at Chiang Mai Royal Agricultural Research Center in Chiangmai Province, located at 1,300 meters height above sea level. The soil was described as sandy loam soil and brown in colour. Olive oil; Koroneiki; was flowering during January-February. The olive flowers are “raceme” panicle, at the axil of the leaves on the branch during February (1-2 weeks). The olive flowers are perfect flower and the fruit form after blossoming about 2-3 weeks. The fruit set were harvested around July (3-4 months after blossom). The green fruit will turn to dark purple colour. Average fruit size is about 1.35 gram, 18.48 millimeter width, 24.61 millimeter length. The amount of flowering and fruiting increased in every year upto ages of the trees. Other specie were flowering and developing until harvesting picking up fruits at the same time which was Picual. Its average fruit size is about 3.71 gram, 11.21 millimeters width, 18.02 millimeter length.

6. คำนำ

มะกอกน้ำมันเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในแถบเมดิเตอร์เรเนียน และในแถบเขตร้อนชื้นและตอนกลางของทวีปเอเชีย จนกระทั่งถึงทวีปแอฟริกา (http://www.crfg.org/pubs/ff/olive.html) โดยมีพันธุ์การค้าจะมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Olea europaea* L. อยู่ในวงศ์ Oleacea ซึ่งมีพืชหลายชนิดที่อยู่ในสกุลเดียวกัน ได้แก่ มะลิ Jusminum (jasmine), Phillyrea, Ligustrum (privet), Syringa (lilac), Fraxinus (ash) (http://www.rspg.thaigov.net/experimental_project/olive/olive12.htm)

ในปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจในเรื่องคุณภาพกันมากขึ้น ดังนั้นตลาดผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (Neutraceutical) จึงอยู่ในช่วงของการเจริญเติบโตพัฒนาอย่างต่อเนื่องปีละ 40 – 50 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์จากมะกอกน้ำมันเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Functional Food) ชนิดหนึ่ง เพราะมีคุณสมบัติช่วยในการลดคลอเลสเตอรอล ลดอัตราการเสี่ยงของโรคหัวใจ และมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ได้มีการศึกษาและสำรวจแล้วว่าประชากรในแถบเมดิเตอร์เรเนียนซึ่งเป็นแหล่งปลูกมะกอกน้ำมันที่สำคัญ นิยมบริโภคน้ำมันมะกอกในปริมาณสูง เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้พวกเขามีปัญหาด้านสุขภาพในเรื่องดังกล่าวน้อยกว่าในชาวอเมริกันหลายเท่าตัว จึงเป็นเหตุให้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้มีพระราชปรารภกับหลายหน่วยงาน รวมทั้งโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ โครงการ กปร. ได้มีการศึกษาและทดลองปลูกมะกอกน้ำมันในประเทศไทย โดยในช่วงแรกได้มีการนำพันธุ์เข้ามาจากประเทศต่างๆ ได้แก่ อิตาลี สเปน ฝรั่งเศส โมรอคโค และโครเอเชียเข้ามาปลูก โดยมีการปลูกทดสอบในบริเวณตั้งแต่ชายฝั่งทะเลในภาคตะวันออก ภาคกลาง ในเขตที่สูงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย ผลการทดสอบพบว่าพันธุ์มะกอกน้ำมันที่สามารถปรับตัวออกดอกติดผลได้ในสภาพการปลูกในพื้นที่ภาคกลางและในพื้นที่สูง ได้แก่พันธุ์ Arbequina จากประเทศสเปน แต่การติดผลไม่สมบูรณ์เนื่องจากไม่ได้รับการผสมเกสร ผลจึงมีขนาดเล็กและหลุดร่วงไปก่อนแก่ นอกจากนั้นมีพันธุ์ที่ออกดอกเพียงครั้งเดียวจำนวน 3 ต้น ในเดือนกรกฎาคม 2542 แต่เป็นการออกดอกติดผลที่ปลายกิ่ง ได้แก่พันธุ์ Cornicarba จากประเทศสเปน และพันธุ์ Barnea จำนวน 2 ต้น ออกดอกในเดือนมกราคม 2543 ซึ่งการที่มะกอกน้ำมันพันธุ์ดังกล่าวออกดอกได้เนื่องจากในสภาพก่อนออกดอกมีอุณหภูมิต่ำสุดต่ำกว่า 10-13 องศาเซลเซียส นานติดต่อกัน เกิน 7 สัปดาห์

มะกอกน้ำมันบางพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีในอียิปต์ ตูนีเซีย และอิสราเอล จะเห็นได้ว่าสามารถออกดอกและติดผลได้ดีในสภาพที่อากาศไม่หนาวเย็นมาก ในขณะที่พันธุ์อื่นๆต้องการช่วงอุณหภูมิต่ำในการชักนำให้เกิดการพัฒนาตาดอก เนื่องจากมะกอกน้ำมันเป็นไม้ไม่ผลัดใบ จึงไม่ค่อยสามารถมีความทนทานต่อสภาพที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งได้มากนัก ตาใบและตาดอกจะถูกทำลายเมื่อกระทบกับสภาพอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส กิ่งก้านสาขาและลำต้นจะถูกทำลาย

ดังนั้นในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีความต้องการช่วงอากาศหนาวเย็นในระยะสั้นจากแหล่งที่พันธุ์ได้มีการปรับตัวแล้วนำมาปลูกในไทย จึงควรมีโอกาสในการประสบความสำเร็จในคัดเลือกพันธุ์มะกอกน้ำมันที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของไทย จากการรวบรวมพันธุ์มะกอกน้ำมันทั่วโลก โดยคัดเลือกพันธุ์ที่ต้องการความหนาวเย็นต่ำ และจากแหล่งพันธุ์ที่มีสภาพภูมิอากาศที่ไม่หนาวเย็นมากนัก ได้ดำเนินการรวบรวมไว้มากกว่า 40 พันธุ์ และปลูกคัดเลือกพันธุ์ที่สาธารณรัฐอาหรับอียิปต์ ในที่สุดจึงคัดเลือกพันธุ์ที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของอียิปต์ได้ 10 พันธุ์ (Sari El Deen, 2009)

มะกอกน้ำมันเป็นพืชที่มีระบบรากตื้น รากสามารถลงได้ลึกประมาณ 10.15 – 80 เซนติเมตร มีการเจริญเติบโตในแนวกว้างของพืชจะเป็น 2-3 เท่าของรัศมีของส่วนยอดสุด ใบของมะกอกน้ำมันมีขนาดเล็กหนา มีขนเล็กๆเพื่อป้องกันคิวติเคิลเพื่อช่วยควบคุมในการคายน้ำ มีการเรียงตัวเป็นคู่ตรงข้าม โดยการเรียงตัวของใบจะมีความแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ตาดอกและตาใบจะอยู่ในบริเวณหูใบ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม ตาใบจะพัฒนาเป็นตาดอก โดยการออกดอกจะเกิดในกิ่งอายุ 1 ปี ดอกจะออกเป็นช่อดอก (paniculate inflorescence) ในแต่ละช่อดอกจะมีประมาณ 15-30 ดอกขึ้นกับอายุ ความสมบูรณ์ของต้น และพันธุ์ ดอกมะกอกน้ำมันจะมีสีขาวอมเหลือง ก้านดอกสั้น (Sari El Deen, 2009) มะกอกน้ำมันเป็นพืชไม่ผลัดใบ (evergreen) จะมีความต้องการชั่วโมงความหนาวเย็นแตกต่างจากในไม้ผลเมืองหนาวทั่วไปที่ต้องการชั่วโมงความหนาวเย็น 150 – 400 ชั่วโมง ตามแต่ชนิดพันธุ์และชนิดพืช แต่ในมะกอกน้ำมันอุณหภูมิที่เหมาะสมในการชักนำให้ออกดอกคืออุณหภูมิกลางวัน 16-22 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางคืน 4–6 องศาเซลเซียส มะกอกน้ำมันเป็นพืชที่มีระบบรากตื้น รากสามารถลงได้ลึกประมาณ 10.15–80 เซนติเมตร มีการเจริญเติบโตในแนวกว้างของพืชจะเป็น 2-3 เท่าของรัศมีของส่วนยอดสุด ใบของมะกอกน้ำมันมีขนาดเล็ก หนา มีขนเล็กๆ เพื่อป้องกันคิวติเคิลเพื่อช่วยควบคุมในการคายน้ำ มีการเรียงตัวเป็นคู่ตรงข้าม โดยการเรียงตัวของใบจะมีความแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ตาดอกและตาใบจะอยู่ในบริเวณหูใบ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม ตาใบจะพัฒนาเป็นตาดอก โดยการออกดอกจะเกิดในกิ่งอายุ 1 ปี ดอกจะออกเป็นช่อดอก (paniculate inflorescence) ในแต่ละช่อดอกจะมีประมาณ 15-30 ดอก ขึ้นกับอายุ ความสมบูรณ์ของต้น และพันธุ์ ดอกมะกอกน้ำมันจะมีสีขาวอมเหลือง ก้านดอกสั้น (Sari El Deen, 2009)

Bignami *et al*., (1994) ศึกษา การเจริญเติบโตของต้นและผลมะกอกน้ำมันพันธุ์ Canino, Leccino, Maurino และ Pendolino ที่ปลูกในสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน 2 แห่งในตอนกลางของอิตาลี พบว่าสภาพอุณหภูมิอากาศ มีผลต่อการการเจริญเติบโตของแต่ละพันธุ์ โดยพันธุ์พื้นเมือง Canino เจริญเติบโตช้าที่สุด Bartolini and Fabbri (1994) ได้ศึกษาการปรับตัวของมะกอกน้ำมัน 12 พันธุ์จากอิตาลีที่ สามารถแยกพันธุ์ต่างๆ ออกได้เป็น 4 กลุ่ม พันธุ์ที่มีช่วงระยะการเจริญเติบโตทางกิ่งใบยาวนานจะให้การเจริญเติบโตของยอดโดยรวมสูงกว่าพันธุ์อื่น เช่นพันธุ์ Carolea, Picholine, Pendolino, Coratina และ Frantoio จะเห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต

มะกอกน้ำมัน 8 พันธุ์ จากแหล่งปลูก สเปน อิตาลี และอิสราเอล ปลูกเมื่อปี 2540 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มการเจริญเติบโตเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเจริญเติบโตปานกลางถึงดี และเจริญเติบโตไม่ดี มีเพียงพันธุ์ Arbequina และ Barnea ที่สามารถออกดอกและติดผลในช่วงเดือนมกราคม 2543 มีเพียงพันธุ์ Cornicabra ออกดอกและติดผลที่ปลายกิ่ง ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2549 พันธุ์ Arbequina แสดง

การเจริญเติบโตได้ดีที่สุดภายใต้สภาพแวดล้อมของไทย โดยออกดอกและติดผล แต่เป็นการติดผลแบบ parthenocarpic (Pojanagaroon และ Kaewrak, 2003)

7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์

1. ต้นพันธุ์มะกอกน้ำมัน

2. วัสดุการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี (สูตร 15-15-15 และสูตร 13-13-21) ปูนขาว โดโลไมท์ ขี้เถ้าแกลบ ฟางข้าว สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง

3. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ กล้องถ่ายรูป

4. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ หมึกพิมพ์ เครื่องพิมพ์

- วิธีการ

1) รวบรวมพันธุ์และศึกษาพันธุ์มะกอกน้ำมันจากประเทศอียิปต์ จำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ Taffahi , Aggizi , Maraki , Picual , Manzanillo , Coratina , Arbequina , Koroneiki ,Giza 52 และ Giza 91 และพันธุ์ Unknown ซึ่งขยายพันธุ์มาจากต้นมะกอกน้ำมันที่ประเทศตุรกีมอบให้ในการจัดงานมหกรรมพืชสวนโลก 2549

2) จัดเตรียมแปลงปลูก โดยปรับปรุงดินแปลงปลูกโดยใช้ปูนขาว เพื่อปรับระดับความเป็นกรด – ด่างของดิน

3) ปลูกมะกอกน้ำมันที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แปลงขุนวาง) ระยะปลูก 3x3 เมตร

4) จัดทำร่องระบายน้ำ เพื่อลดปัญหาน้ำท่วมขังบริเวณหลุมปลูกและแปลงปลูก และคลุมบริเวณโคนต้นด้วยพลาสติก

5) ตัดแต่งกิ่งบังคับทรงพุ่มให้เป็นลำต้นเดี่ยว ไว้กิ่งประมาณ 3-4 กิ่งที่ระดับความสูงจากพื้นดินประมาณ 60 เซนติเมตร จัดแต่งกิ่งให้ทรงพุ่มโปร่ง

6) การป้องกันกำจัดศัตรูพืชดำเนินการตามความจำเป็น

7) วางแผนการให้น้ำในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต โดยเฉพาะช่วงที่มีการพัฒนาจากตาใบเป็นตาดอก ช่วงการออกดอก และช่วงพัฒนาผล

8) เก็บข้อมูล: ลักษณะประจำพันธุ์ บันทึกการเจริญเติบโต การออกดอกและติดผล การเจริญเติบโต โดยวัดขนาดเส้นรอบวงโคนต้น การเข้าทำลายของโรค แมลง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน บันทึกการปฏิบัติดูแลรักษา การให้น้ำ การให้ปุ๋ย การเก็บเกี่ยว

กรมวิชาการเกษตรได้รับมอบพันธุ์มะกอกน้ำมันที่ประเทศอียิปต์ได้ทูลเกล้าถวายพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเนื่องในวโรกาสเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา ในเดือนเมษายน 2550 จำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ Taffahi, Aggizi, Maraki, Picual, Manzanillo, Coratina, Arbequina, Koroneiki, Giza 52 และ Giza 91

ทั้งหมดจำนวน 180 ต้น และพันธุ์ Unknown ซึ่งได้จากสวนตุรกี ที่ประเทศตุรกีมอบให้ประเทศไทย จำนวน 1 พันธุ์ ลักษณะต้นที่ได้รับเป็นกิ่งปักชำ โดยได้นำไปปลูกที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แปลงขุนวาง) ซึ่งมีลักษณะดินร่วนปนทราย เนื้อดินหยาบ สีน้ำตาลแดง แปลงปลูกเป็นขั้นบันไดเชิงเขา อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 12 – 23 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน 1,600 มิลลิเมตรต่อปี ลงปลูก ธันวาคม 2550

- เวลาและสถานที่ - เริ่มต้น2559 - สิ้นสุด 2561
  - สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และสถาบันวิจัยพืชสวน

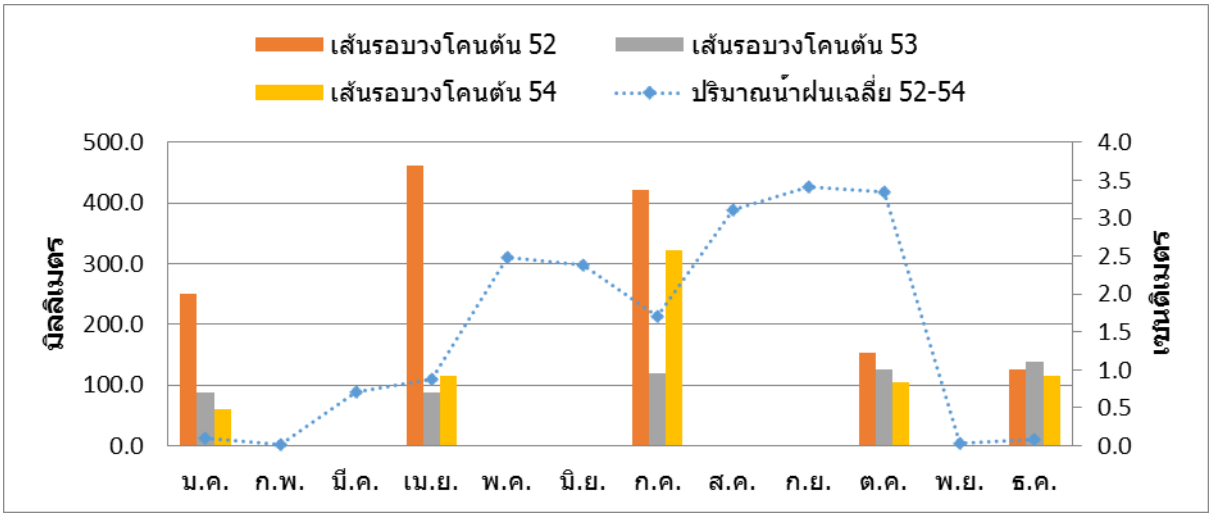
8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโต จากการทดลองปลูกมะกอกน้ำมันเมื่อเดือนธันวาคม 2550 พบว่าพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตดีและสม่ำเสมอ คือ พันธุ์ Koroneikei ซึ่งในการเจริญเติบโตทางลำต้นของมะกอกน้ำมันนั้น สามารถเจริญเติบโตได้ตลอดรอบปี อัตราการเจริญเติบโตขึ้นกับปัจจัยอุณหภูมิ การให้น้ำ และsolar radiation โดยทั่วไปการเจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิต่ำจะมีผลต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งการให้น้ำโดยการอาศัยน้ำฝนอย่างเดียว พบว่าการให้น้ำจะช่วยให้การเจริญเติบโตทางยอดและการเจริญทางใบในช่วงฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูใบไม้ร่วง จะเห็นได้ว่าจะมีช่วงการแตกยอดใหม่สองช่วงในช่วงฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูใบไม้ร่วง (Conner and Fereres, 2005) และที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่พบว่าช่วงที่มีอัตราการเจริญเติบโตของเส้นรอบวงโคนต้นในช่วงในช่วงปี 2552-2554 มีอัตราการเจริญเติบโตที่ตอบสนองต่อปัจจัยสภาพแวดล้อม โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงเดือนมกราคม-ธันวาคมเฉลี่ยต่อเดือน 12.9, 3.3, 88.8, 109.7, 310.5, 297.5, 213.5, 388.4, 426.2, 418.0, 4.1 และ 10.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 85, 65, 72, 75, 87, 91.7, 91, 93.7, 94.7, 95.3, 90 และ 89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมะกอกน้ำมันพันธุ์ Koroneikei พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.39, 1.77, 2.30, 1.03 และ 1.01 มิลลิเมตร ในช่วงเดือนมกราคม- ธันวาคม

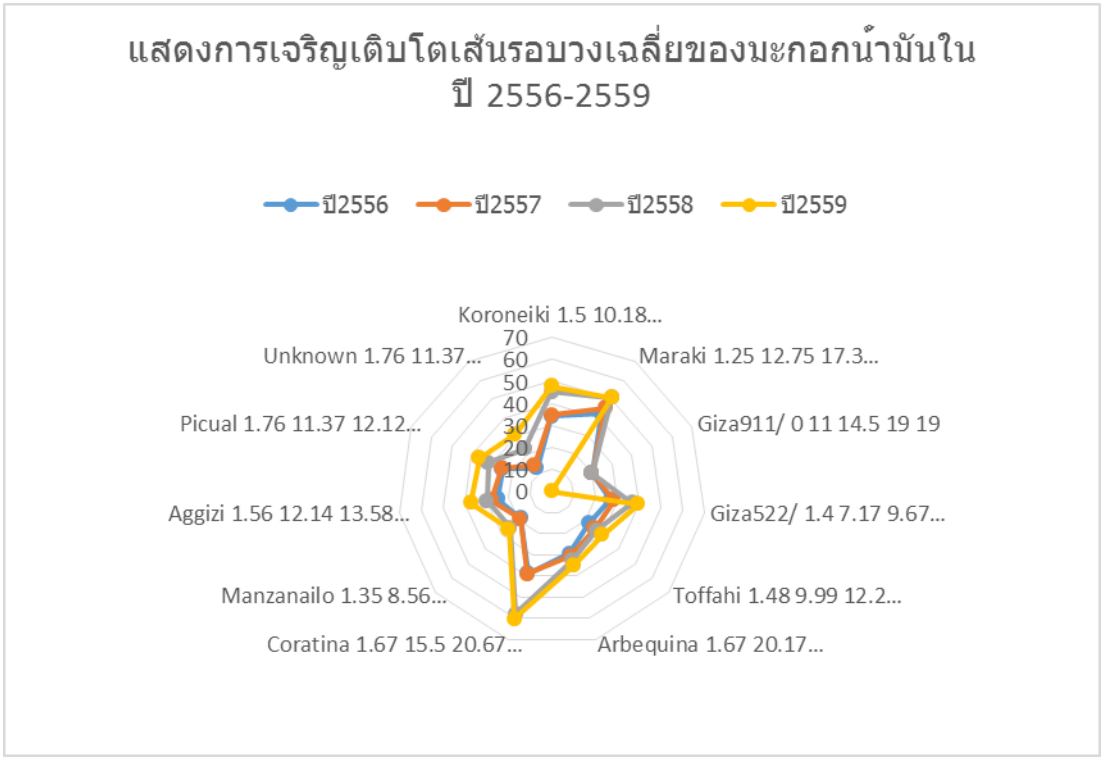
ตารางที่ 1 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของเส้นรอบวงโคนต้นมะกอกน้ำมันพันธุ์ Koroneikei ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ในปี 2552-2554

ปี/เดือน	มค.	เมย..	กค.	ตค.	ธค.
2552	0.00	3.70	3.37	1.23	1.00
2553	0.70	0.70	0.96	1.01	1.11
2554	0.48	0.92	2.58	0.84	0.92

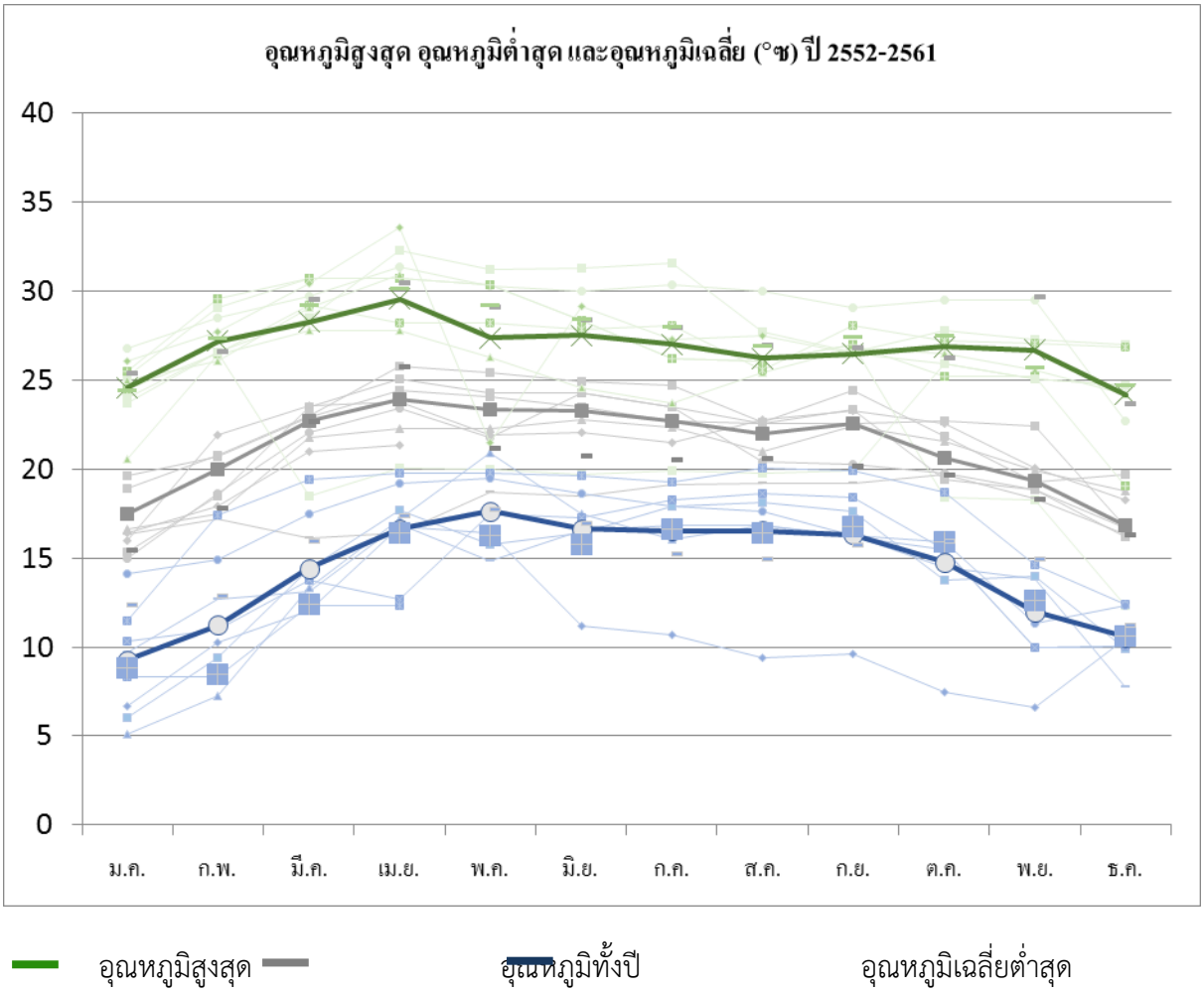
ค่าเฉลี่ย	0.39	1.77	2.30	1.03	1.01
SD	0.36	1.68	1.23	0.20	0.09



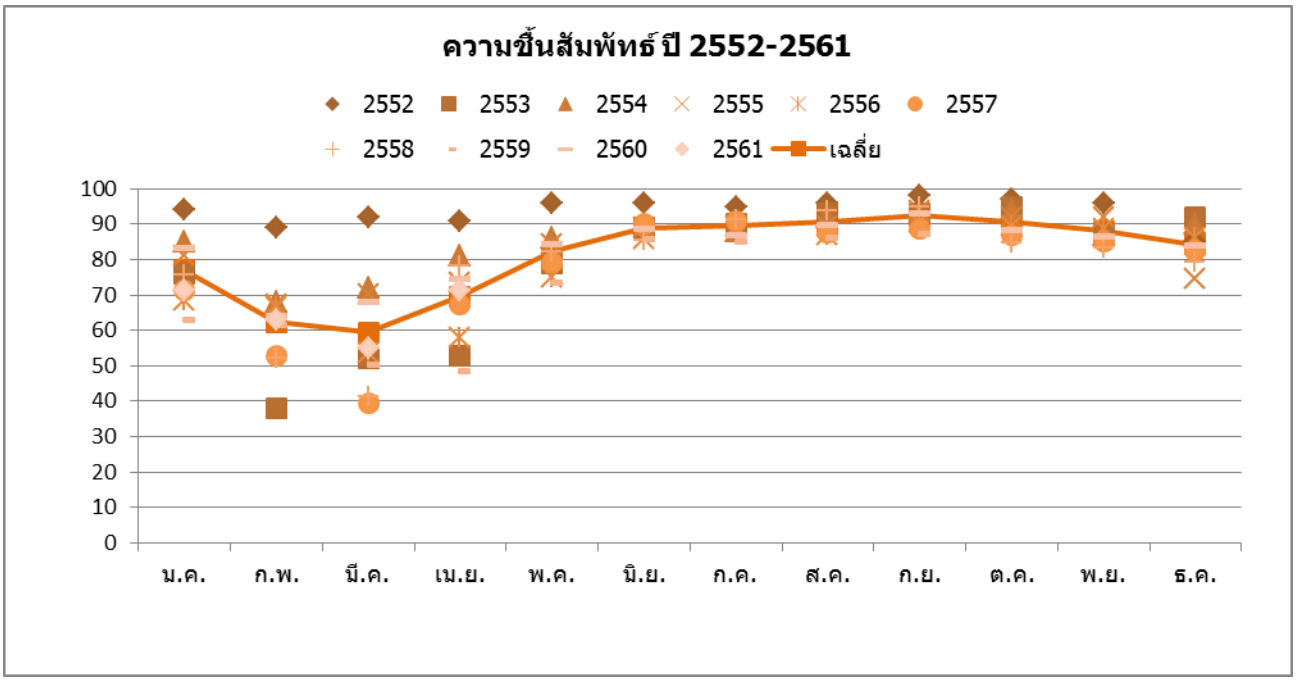
ภาพที่ 1 แสดงการเจริญเติบโตเส้นรอบวงโคนต้นมะกอกน้ำมันพันธุ์ Koroneikei ในปี 2552-2554 เทียบกับปริมาณน้ำฝน



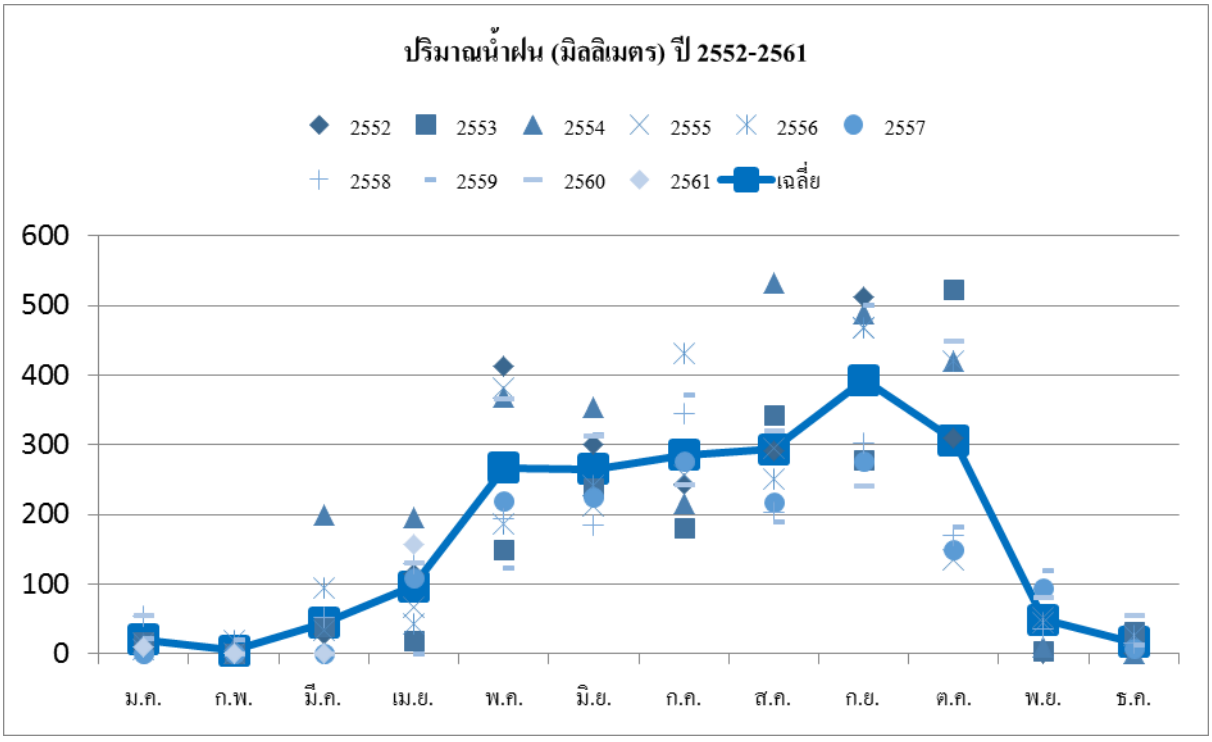
ภาพที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตเส้นรอบวงเฉลี่ยของมะกอกน้ำมัน 11 พันธุ์ปลูกที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2556-2559



ภาพที่ 3 แสดงอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย (°ซ) ปี 2552-2561ของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่



ภาพที่ 4 แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ปี 2552-2561 ของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่



ภาพที่ 5 แสดงปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ปี 2552-2561 ของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

มะกอกน้ำมันซึ่งเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดแถบเมดิเตอร์เรเนียน มีการปลูกเป็นการค้าในพื้นที่ช่วงละติจูด 30-45 องศาเหนือ และใต้ โดยทั่วไปมีลักษณะภูมิอากาศร้อน ปริมาณน้ำฝนน้อยในช่วงฤดูร้อน ส่วนในช่วงฤดูหนาวมีอากาศไม่หนาวเย็นมากนัก (Conner and Fereres, 2005) มะกอกน้ำมันเป็นพืชที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงวัน (day-neutral plant) โดยที่ในช่วงที่มีการพัฒนาให้เกิดการชักนำให้ตาดอกพัฒนาบนกิ่งอายุ 1 ปี ในขณะเดียวกันปฏิสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมปัจจัยภายนอก และสภาพทางสรีรวิทยาภายในพืชตอบสนองต่อการทำงานการพัฒนาตาดอกจากช่วงฤดูร้อนจนถึงฤดูใบไม่ผลิ Moriana et.al. (2003) พบว่าการเจริญเติบโตของลำต้นในสภาพที่ขาดน้ำจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโตในช่วงแล้ง ทำให้การเจริญเติบโตของเส้นรอบวงมะกอกน้ำมันพันธุ์ Koroneikei ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ชะลอการเจริญเติบโตในช่วงที่อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.77- 1.03 เซนติเมตรในช่วงเดือนเมษายน-ตุลาคม ในช่วงปี 2552-2554 (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

ในเมดิเตอร์เรเนียนการเจริญเติบโตทางกิ่งจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงปลายฤดูใบไม้ร่วง (Fermandez and Moreno, 1999) ในการศึกษาการพัฒนาของมะกอกน้ำมันได้มีรายงานว่ามีสองช่วงของการพัฒนาในระยะ vegetative growth (Zigarevic, 1959; Pansiot and Rebour, 1961) ในระยะแรกคือช่วงฤดูใบไม้ผลิก่อนการบานของดอก (Bignami et. al.,1993) ในขณะที่ระยะที่สองเกิดขึ้นในช่วงฤดูใบไม้ร่วงเมื่ออุณหภูมิลดลงในเวลากลางวัน (Lavee, 1997) อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยหลักในการพัฒนาการเจริญเติบโต ตลอดจนความแตกต่างเรื่องเวลาและอัตราการเจริญเติบโตขึ้นกับตำแหน่งสถานที่และรอบปี สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันมากจะมีผลมากกว่าอิทธิพลจากพันธุกรรมซึ่งจะเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดความแตกต่างในทางชีวภาพ ในการเร่งการเจริญเติบโตและการชะลอการเจริญเติบโตในระยะใดก็ตามจะมีผลต่อคุณภาพ (Rollo, 1998) ในการศึกษาพบว่าพันธุ์มะกอกน้ำมันที่มีการเจริญเติบโตที่เส้นรอบวงโคนต้น คือ Coratina, Maraki, Koroneikei, Giza52, Aggizi , Picual, Arbequina, Unknown, Toffahi, Manzanailo และ Giza91 โดยมีขนาด 60.25, 50.75, 47.8, 39.5, 37, 36.33, 35.0, 30.88, 30.33, 26 และ 0 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วน Giza 52 ในปี 2559 ต้นตาย โดยจะเจริญเติบโตเร็วในช่วงเดือนมกราคม-กรกฎาคม ส่วนเดือนตุลาคมจะมีอัตราการเจริญเติบโบลดลง เนื่องจากอยู่ระหว่างการพัฒนาด้าน reproductive

ในการเจริญเติบโตของมะกอกน้ำมันเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวภาพ (biological process) ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่าง biennial cycle โดยมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศและผลผลิต (Climato et.al.,1990; Bandido and Dettori, 2001) ในพืชที่โตเต็มที่แล้วการเจริญเติบโตในปีปัจจุบันเป็นฐานของการเจริญเติบโตในปีถัดไป ได้แก่ การออกดอกและการให้ผลผลิต ดังนั้นการที่รักษาให้มีผลผลิตดีต่อเนื่องทุกปีมีความจำเป็นต่อ การเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (vegetative growth) ในทุกปี (Michelakis, 2000) แต่ในพืชที่อายุไม่มากนักพลวัต (dynamics) ของการเจริญเติบโตและการติดผลยังไม่มีข้อมูลมากนัก

2. การออกดอก จากการศึกษาพบว่า มะกอกน้ำมันที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ เมื่อเดือนธันวาคม 2550 โดยใช้ต้นพันธุ์จากประเทศอียิปต์ โดยวิธีการปักชำ พบว่าเริ่มมีการออกดอกครั้งแรกหลังปลูกไปแล้วเมื่ออายุ 1 ปี 2 เดือน ช่อดอกของมะกอกน้ำมันเป็นแบบ paniculate จะออกที่ซอกใบด้านตรงข้ามกับใบ ซึ่งจะเกิดบนกิ่งเล็กๆ ที่มีอายุประมาณ 1 ปี ในแต่ละช่อดอกควรมีดอกย่อยประมาณ 15 – 30 ดอกต่อช่อ ทั้งนี้ขึ้นกับพันธุ์และการพัฒนาในช่วงปี ดอกมะกอกน้ำมันจะมีสี เหลือง – ขาว ก้านดอกสั้น มี 4 กลีบ ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพัฒนาตาดอกจะอยู่ในช่วง อุณหภูมิสูงสุด 16 – 22 องศาเซลเซียสในเวลากลางวัน และ ช่วงอุณหภูมิ 4 – 6 องศาเซลเซียสในเวลากลางคืน และหากว่าอุณหภูมิกลางคืนเกิน 7.5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียสในเวลากลางวันก็จะไม่ออกดอก ทั้งนี้ในแต่ละพันธุ์มีความต้องการชั่วโมงความหนาวเย็นแตกต่างกัน และบางพันธุ์สามารถออกดอกและติดผลได้เมื่อได้รับช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมไม่นานมาก (Seif el Deen , 2553) ในปี 2552 พบว่าในพันธุ์ Arbequina 4 ต้น Koroneiki 2 ต้น Taffahi 1 ต้น ออกดอก ซึ่งในเบื้องต้นแสดงถึงความพร้อมของพันธุ์ในการออกดอก แต่ลักษณะดอกที่ออกเป็นดอกที่ไม่สมบูรณ์

พันธุ์มะกอกน้ำมันที่ออกดอก ได้แก่ พันธุ์ Koroneiki, Arbequina, Taffahi, Picual, Coratina, Maraki, Aggizi, Giza 91, Giza 92 และ Unknown (ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ขยายพันธุ์จากต้นที่ประเทศตุรกีมอบให้ในการสร้างสวนตุรกีระหว่างการจัดงานพืชสวนโลก 2549) ส่วนพันธุ์ Manzanillo ไม่มีการออกดอก ทั้งนี้มีเพียงบางพันธุ์เท่านั้นที่สามารถพัฒนาผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ได้แก่พันธุ์ Koroneikei, Coratina, Arbequina, Taffahi, Picual และ Maraki (ตารางที่ 2 และ 3) ดอกมะกอกน้ำมันเริ่มแทงช่อดอกในช่วงเดือนพฤศจิกายน เนื่องจากในระหว่างการได้รับอุณหภูมิต่ำจะมีการสร้างสารฮอร์โมนที่จะช่วยกระตุ้นในการแตกตา แต่ในการแบ่งเซลล์ก็มีความต้องการอุณหภูมิสูงซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงกลางวัน แต่ในปี 2554 และ 2555 มะกอกน้ำมันออกดอกในช่วงเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม มีสาเหตุจากในเดือนพฤศจิกายน 2554 มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 12.6 องศาเซลเซียส แล้วดอกเริ่มแทงช่อเดือนพฤศจิกายน แล้วมีระยะเวลาในการแทงช่อดอกค่อนข้างยาวคือจนถึงวันที่ 25 มกราคม 2555 แต่ส่วนใหญ่ดอกบาน ในช่วงปลายเดือนมกราคม– เดือนกุมภาพันธ์ ในปี 2555 ซึ่งได้รับอิทธิพลจากได้รับอุณหภูมิต่ำในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม 2554 โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2554 ดังนี้ 15.9, 12.6 และ 10.6 องศาเซลเซียส และในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2555 มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 12.4 และ 12.9 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2554 ดังนี้ 94, 87 และ 90 เปอร์เซ็นต์และในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2555 มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 81.1 และ 67.3 เปอร์เซ็นต์ ในการกระตุ้นในการแตกตาดอก ซึ่งตาดอกและตาใบ ได้มีการพัฒนาในช่วงปีที่มาแล้วยังอยู่ในช่วงการพักตัว และได้รับการกระตุ้นโดยอุณหภูมิต่ำให้มีการแทงช่อดอก ซึ่งในระดับอุณหภูมิต่ำสามารถใช้อุณหภูมิสะสมได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปลี่ยนตาใบเป็นตาดอกคือ ช่วงอุณหภูมิ 7-8 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืน และช่วงอุณหภูมิ

20-21 องศาเซลเซียส ในเวลากลางวัน และความแตกต่างกันของช่วงอุณหภูมิในเวลากลางวันและเวลากลางคืนมีอิทธิพลอย่างมากในการเปลี่ยนตาใบเป็นตาดอก (Seif el Deen , 2553)

Hartmann 1953; Hartmann and Porlingis 1958; Hackett and Hartmann 1967; Hartmann and Whisler 1975 ได้ศึกษาบทบาทพื้นฐานของอุณหภูมิ รวมทั้งการต้องการช่วงความหนาวเย็น (chilling) ในการตอบสนองการออกดอก Denney and McEachern (1983) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ควบคุมการออกดอกที่ระดับ 2-4 องศาเซลเซียส และ 15.5-19 องศาเซลเซียส พืชจะเจริญเติบโตไม่มากนักที่ระดับอุณหภูมิคงที่ 7 องศาเซลเซียส ถ้าการออกดอกผันผวนตามระดับอุณหภูมิซึ่งจะหมายความว่าในระดับที่ความสมดุลของอุณหภูมิระหว่าง chilling signal (vernalization) จะปลดปล่อยให้เกิดการชักนำตาสำหรับในการพัฒนาต่อไป และในสภาพที่ระดับอุณหภูมิสูงขึ้นจะสนับสนุนในการเจริญเติบโตด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้องโดยปราศจากผลกระทบการย้อนกลับของ chilling effect (vernalization) เป็นที่ทราบกันว่ารูปแบบนี้จะสามารถปรับใช้ได้หรือหากระดับอุณหภูมิหรือระยะเวลาที่แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ เป็นที่ทราบกันว่าอย่างไรก็ตามความต้องการความหนาวเย็น (chilling requirement) ไม่ใช่คำตอบสมบูรณ์นักของการออกดอกในมะกอกน้ำมัน เนื่องจากการออกดอกของมะกอกน้ำมันและการติดผลในพื้นที่เขตกึ่งร้อนอื่นๆที่ซึ่งต้องการ vernalization ยังไม่พบ

Rallo และ Cuevas (2008) พบว่าตาดอกถูกชักนำในปีที่ผ่านมา หากได้รับอุณหภูมิต่ำเพียงพอในการชักนำการออกดอก จะทำให้กายวิภาคของตาดอกพัฒนา และการสะสมอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้ตาแตก Malik และ Perez (2011) พบว่าในการสะสมชั่วโมงความหนาวเย็นเพื่อการออกดอก และอุณหภูมิที่สูงขึ้นในระหว่างช่วงฤดูหนาวนั้น มีผลกระทบทางตรงข้ามต่อการแตกตาดอก ทำให้จำนวนชั่วโมงความหนาวเย็นน้อยและการแตกตาดอกน้อย ดังนั้น การออกดอกและติดผลจะลดลงเมื่อจำนวนชั่วโมงความหนาวเย็นไม่เพียงพอในระดับที่ละติจูดต่ำกว่า 30

ตารางที่ 2 แสดงวันออกดอกและติดผลของมะกอกน้ำมันที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ปี 2552-2560

	Koroneikei	Coratina	Arbequina	Maraki	Taffahi	Picual	Aggizzi	Giza 91	Giza 52	Unknown
วันเริ่มแทงช่อดอก	มค.-กพ.	มค.-กพ.	มค.-กพ.	กพ.	กพ.	กพ.	กพ.	กพ.	กพ.	มค.-กพ.

วันแทงตาดอกถึงวันดอกบาน	6.8	5.8	6.5	6.5	5.67	6	5.67	6.33	6.33	6
วันดอกบาน	38	37	36.83	37.5	31.67	42	37.67	35	35	31.5
วันเริ่มติดผล-เก็บเกี่ยว	150.6	145	121	139	126.67	ผลร่วง	140	140	140	ผลร่วง

Cimato et.al. (2001) กล่าวว่ามะกอกน้ำมันต้องการรูปแบบช่วงอุณหภูมิเฉพาะสำหรับการพัฒนาการเจริญเติบโตที่เหมาะสม ระดับอุณหภูมิที่ต้องการต่ำสุด 2-4 องศาเซลเซียส สูงสุด 14-18 องศาเซลเซียส สำหรับการติดผล 25-28 องศาเซลเซียสเหมาะสมกับการสังเคราะห์แสงในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง ส่วนในช่วงฤดูหนาวไม่ควรต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 32 องศาเซลเซียสพืชจะหยุดการเจริญเติบโต เซลล์จะเสียหาย (cellular damage) จะสังเกตได้ชัดเจนเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 44 องศาเซลเซียส (Mancuso and Azzarello, 2002) 15-30 องศาเซลเซียสจะเป็นช่วงที่เหมาะสมในการสังเคราะห์แสง Krueger (1994) พบว่าการหายใจซึ่งถูกกระตุ้นโดยเอนไซม์จะตอบสนองต่ออุณหภูมิมากที่ระดับ 10-30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ระดับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงทุก 10 องศาเซลเซียส เอนไซม์จะมีการเปลี่ยนแปลงไปทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสองเท่าทุกระดับ 10 องศาเซลเซียสที่เพิ่มขึ้น มีนักวิจัยหลายรายรายงานว่าระดับอุณหภูมิที่จำกัดการพัฒนาทาง reproduction ที่ระดับ 30-35 องศาเซลเซียส ได้แก่ การออกดอก การผสมเกสร การติดผล หากอุณหภูมิสูงจะมีผลกระทบเสียหายเมื่ออุณหภูมิสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากสภาพแวดล้อมแห้งและลมแรง ละอองเกสรของมะกอกน้ำมันจะงอกได้ดีอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส หากสูงกว่านี้จะมีผลต่อการงอกของละอองเกสร (Cuevas, 1994; Koubouris

et.al., 2009) จากที่กล่าวเป็นการยืนยันได้ว่าช่วงอุณหภูมิที่ 15-30 องศาเซลเซียส เหมาะสมในการสังเคราะห์แสงและปฏิกิริยาต่างๆในพืช (Krueger, 1994) จากสาเหตุสภาพอากาศที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ มีช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงปี 2552-2561 ต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม เฉลี่ยประมาณ 9.3- 10.5 องศาเซลเซียส โดยมีช่วงต่ำสุดในปี 2557-2559 อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมที่ระดับเฉลี่ยประมาณ 5.12-6.66 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าช่วงอุณหภูมิสูงกว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในระหว่างการพัฒนาตาดอก พบว่าในวันที่มีการสะสมอุณหภูมิความหนาวเย็นที่เหมาะสม (adequate chilling hour accumulation) แต่ระดับอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในช่วงปี 2552-2561 พบว่า ประมาณ 24.2-28.5 องศาเซลเซียส ทำให้ทราบว่าระดับอุณหภูมิที่สูงกว่า 21 องศาเซลเซียส บางวันทำให้กระบวนการ vernalization เกิดการย้อนกลับบางส่วน กระบวนการนี้จะเกิดก่อนที่สิ้นสุดกระบวนการ vernalization (De- Melo- Abreu et.al. , 2004; Malik and Perez, 2011) จึงเป็นสาเหตุให้การออกดอกไม่ออกดอกสม่ำเสมอในทุกปี

3. ผลผลิต จากผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ในช่วงปี 2552 – 2560 พบว่าพันธุ์ Koroneikei มีการออกดอกและติดผลเกือบทุกปี ในปี 2552, 2553,2555, 2557, 2558, 2559 และ 2560 โดยในปี 2554 และ 2556 พบการออกดอกแต่ผลร่วง เนื่องจากช่วงติดผลมีลมแรงมาก ส่วนพันธุ์อื่น ได้แก่ พันธุ์ Arbequina ออกดอกติดผลในปี 2555 2558 และ 2559 พันธุ์ Corotina และ Picual ออกดอกติดผลในปี 2558 และ 2559 พันธุ์ Taffahi ออกดอกติดผลในปี 2557 2559 และ 2560 พันธุ์ Maraki ออกดอกติดผลในปี 2559 ส่วนพันธุ์ Agizzi, Giza 92, Giza 52 และ Unknown มีการออกดอกแต่ไม่ติดผล (ตารางที่ 5) ทั้งนี้ในการติดผลในระยะ PS71 จะเห็นได้ในช่วง 2-3 สัปดาห์แรกหลังดอกบานซึ่งจะติดผลประมาณ 10-15% และหลังจากดอกบาน 4-5 สัปดาห์การติดผลจะลดลงเหลือ 7-10% ระยะ PS75 และสุดท้ายเมื่อเก็บเกี่ยวจะเหลือผลประมาณ 5% (Rapoport and Rollo, 1991) ในขณะที่บางรังไข่มีการพัฒนา parthenocarpic โดยปราศจากการผสมเกสร จะมีส่วนน้อยพัฒนาได้จนถึงการเก็บเกี่ยว (Rapoport, 1998) อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมและสรีรวิทยาต่างก็มีผลกระทบต่อการพัฒนาตาดอก การผสมเกสรและการปฏิสนธิ ตลอดจนความสมบูรณ์ของดิน การให้ปุ๋ย ผลมะกอกน้ำมันมักพบติดผลเพียงผลเดียวต่อช่อดอกก็มีประสิทธิภาพแล้ว (Rallo and Fernández-Escobar, 1985) ในการพัฒนาของผลมะกอกน้ำมัน (ผลแบบ drupe) ในช่วง 4-5 สัปดาห์ (PS71 – PS89) มีความเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ กระบวนการเมตาโบลิซึม หลังจาก 1-2 เดือนเป็นช่วงที่เซลล์มีการแบ่งตัวอย่างมากพบว่ามี 80% ของเซลล์มีการสร้างในช่วงนี้ (Manrique et. al. 1999) ในช่วง 2-3 เดือนหลังจากติดผลจะเป็นช่วงที่ผลจะปกคลุมด้วยชั้นของไข การพัฒนาของชั้น mesocarp ซึ่งจะพัฒนา vacuoles และ endocarpจนสิ้นสุดที่เมล็ดในพัฒนาจนแข็งตัว (pit hardening; PS75) และหยุดการขยายขนาด หลังจากนี้จึงมีการสะสมปริมาณน้ำมันจนกระทั่งสุกแก่ ทั้งนี้ใน

กระบวนการพัฒนาผล ขนาดผล น้ำหนัก สัดส่วนเนื้อและเมล็ด ปริมาณน้ำมัน เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ การติดผลมากน้อยหรือไม่ และที่สำคัญคือการจัดการแปลง และสภาพแวดล้อมอื่นๆ ประกอบกัน

ตารางที่ 3 แสดงผลผลิตมะกอกน้ำมันพันธุ์ต่างๆ ที่ให้ผลผลิตในช่วงปี 2552-2560

พันธุ์	จำนวนต้นที่ออกดอกและติดผลถึงเก็บเกี่ยวในปี								
	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560
Koroneiki	2	2	ผลร่วง	3	ผลร่วง	4	4	2	2
Coratina							1	1	
Arbequina				3			1	2	
Taffahi						1		1	1
Picual							2	3	
Maraki								1	

จากการติดผลและพัฒนาผลมะกอกน้ำมันที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จะเห็นว่าในพันธุ์ Koroneikei ในปี 2555 มีการออกดอกเต็มต้น แต่มีการติดผลน้อย และบางส่วนผลผลิตมีการพัฒนาผลแบบ parthenocarpic fruit ทำให้ร่วงก่อนถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ความสมบูรณ์ของต้นเป็นปัจจัยสำคัญในการสนับสนุนให้ต้นมีความแข็งแรง และพร้อมในการออกดอก และอุณหภูมิในปี 2555 พบว่าในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม 2554 มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 15.9, 12.6, 10.6 องศาเซลเซียสตามลำดับ และในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม 2555 มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 12.4, 12.9 และ 16 องศาเซลเซียสตามลำดับ

พบว่ามะกอกน้ำมันออกดอกทั้งต้น จำนวน 16 ต้น ได้แก่พันธุ์ Koroneikei 10 ต้น Arbequina 3 ต้น Picual 3 ต้น โดยเริ่มเห็นตาดอกเริ่มพัฒนาตั้งแต่ 25 ธันวาคม 2554 และดอกบานเต็มที่ในเดือนกุมภาพันธ์ 2555 และพบการติดผลในช่วงวันที่ 21-28 กุมภาพันธ์ 2555 แต่ในช่วงเดือนมีนาคม 2555 ฝนตกและลมแรงมาก ทำให้ผลร่วงไปจำนวนมาก มีเพียงบางส่วนที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ 2 พันธุ์เท่านั้น จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าระดับอุณหภูมิต่ำ 10-15 องศาเซลเซียส ช่วยให้เกิดการออกดอกจำนวนมาก และที่ระดับอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในช่วงดังกล่าว ได้แก่ เดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม 2554 มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 27.2, 27.1 และ 26.9 องศา

เซลเซียสตามลำดับ และในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม 2555 มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 26.8, 28.5 และ 29.7 องศาเซลเซียสตามลำดับ (ตารางที่ 6) ซึ่งระดับอุณหภูมิไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ทำให้ไม่เกิดการ devernalization จึงแสดงว่าต้นได้มีการสะสมความเย็นมากเพียงพอ และไม่เกิดการยับยั้งกระบวนการ vernalization จึงทำให้มีการออกดอกได้เต็มที่

ตารางที่ 5 แสดงขนาดผลผลิตเฉลี่ยของมะกอกน้ำมันพันธุ์ต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

	ปี	จำนวนต้น	น้ำหนักผลเฉลี่ย	SD	ความกว้างผลเฉลี่ย (มม.)	SD	ความยาวผลเฉลี่ย (มม.)	SD
Koroneiki	2557	3	0.99	0.01	10.695	1.5	17.595	2.18
	2558	4	1.0475	0.375	10.4025	1.450779	17.215	1.694511
	2559	2	1.29	0.382	11.56	1.754	18.54	1.781909
Picual	2558	2	4.855	0.884	18.6	0.975807	24.075	2.467803
	2559	3	4.013	1.580	17.867	2.800	23.3	3.110
Arbequina	2558	1	0.2		8.1		6.91	
	2559	2	2.97	0.042	16.35	0.778	19.7	1.555635
	2560	2	1.95	0.255	14.405	0.318	15.55	0.876812

Coratina	2558	1	2.2		13.59		19.67	
	2559	1	2		11.12		17	
Maraki	2559	1	2		13.1		17.1	
Taffahi	2557	1	1.37		10.87		18.5	
	2559	1	1.44		12.1		18.6	
	2560	1	4.67		18.79		22.08	

ผลผลิตมะกอกน้ำมันพบว่าสามารถเก็บเกี่ยวได้ในปี 2557 2558 2559 และ 256 ในพันธุ์ Koroneiki, Picual, Arbequina, Coratina, Maraki และ Taffahi ซึ่งมีรายละเอียดลักษณะทั่วไปของแต่ละพันธุ์ดังนี้

1) Koroneiki เป็นพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศกรีซ ขนาดผลเล็ก (ประมาณ 1-2 กรัม) ออกดอกติดผลได้เร็ว ปริมาณน้ำมันสูง ผลผลิตสูง สุกแก่ในช่วงกลางถึงปลายฤดูกาล ทนทานต่อโรค ดูแลง่าย (http://www.australisplants.com.au/olives/olivevarieties.htm) ซึ่งผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีสีม่วงดำ มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 0.99-1.04 กรัมต่อผล ขนาดความกว้างผลเฉลี่ย 10.4-11.5 มิลลิเมตร ขนาดความยาวผลเฉลี่ย 17.2-18.5 มิลลิเมตร

2) Picual เป็นพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศสเปน ทรงพุ่มขนาดเล็ก ประมาณ 5 เมตร ขนาดผลปานกลาง (ประมาณ 3-4 กรัม) ออกดอกติดผลเร็ว ผลผลิตสูง ปริมาณน้ำมันสูง สุกแก่ในช่วงกลางถึงปลายฤดูกาล ทนทานอากาศเย็น เป็นพันธุ์ที่ผสมตัวเองได้ แต่หากผสมข้ามจะทำให้ติดผลผลิตได้ดียิ่งขึ้น กิ่งอ่อนมีสี Greish green ใบเรียวยาว มีส่วนกว้างครึ่งบนใบ สีใบด้านบนเขียวเข้ม ด้านใต้ใบสีเขียวเงิน (silvery green) ผลแบบ

drupe รูปทรง ellipsoidal บริเวณปลายผลแหลม) ซึ่งผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีผลสีม่วงดำ มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 4.0-4.8 กรัมต่อผล ขนาดความกว้างผลเฉลี่ย 8.1-14.4 มิลลิเมตร ขนาดความยาวผลเฉลี่ย 23.3-24.0 มิลลิเมตร

3) Arbequina เป็นพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศสเปน ขนาดผลเล็ก (ประมาณ 1-2 กรัม) ออกดอกติดผลเร็ว ผลผลิตสูง ปริมาณน้ำมันสูง สุกแก่ในช่วงต้นถึงกลางฤดูกาล เจริญเติบโตได้ดีในที่อากาศอุ่นและอากาศเย็น สามารถปลูกเป็นไม้กระถางได้ และเหมาะสมในการปลูกแบบประณีต เป็นพืชผสมตัวเอง มีกลิ่นหอม สีของกิ่งอ่อนมีสีเขียวเทาเข้ม ผลรูปไข่ สั้น ซึ่งผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีผลสีม่วงดำ มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 1.95-2.97 กรัมต่อผล ขนาดความกว้างผลเฉลี่ย 17.8-18.6 มิลลิเมตร ขนาดความยาวผลเฉลี่ย 6.9-19.7 มิลลิเมตร

4) Coratina เป็นพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศ Apulia และอิตาลี ขนาดผลปานกลาง (ประมาณ 2-3.5 กรัม) ปริมาณน้ำมันสูง สุกแก่ในช่วงปลายฤดูกาล ทนอากาศเย็นได้ดี มักใช้ในการดองผลสีเขียว ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีสีม่วงดำ มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 2-2.2 กรัมต่อผล ขนาดความกว้างผลเฉลี่ย 11.12-13.59 มิลลิเมตร ขนาดความยาวผลเฉลี่ย 17-19.67 มิลลิเมตร

5) Maraki ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีสีม่วงดำ มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 2กรัมต่อผล ขนาดความกว้างผลเฉลี่ย 13.1 มิลลิเมตร ขนาดความยาวผลเฉลี่ย 17.1 มิลลิเมตร

6) Taffahi ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีสีม่วงดำ มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 1.3-4.67 กรัมต่อผล ขนาดความกว้างผลเฉลี่ย 10.8-18.7 มิลลิเมตร ขนาดความยาวผลเฉลี่ย 18.5-22.08 มิลลิเมตร

4. องค์ประกอบทางเคมี ในกระบวนการสะสมน้ำมันในผลมะกอกน้ำมันนั้น ในตอนเหนือของเมดิเตอร์เรเนียนการสะสมน้ำมันจะเริ่มในสัปดาห์ที่ 3 หลังดอกบาน และจะเก็บเกี่ยว 104 วันหลังดอกบาน ทั้งนี้การสุกแก่จะขึ้นกับน้ำและน้ำหนักสดที่หายไปเพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำมัน การสะสมน้ำมันจะสะสมทั้งในเนื้อและผล แต่กระบวนการสะสมน้ำมันแตกต่างกันในเนื้อผลและในเมล็ด สัดส่วนของน้ำมันจากเมล็ดต่อเนื้อผลจะน้อย ดังนั้นองค์ประกอบของน้ำมันส่วนใหญ่จะอยู่ในเนื้อผล ซึ่งการให้น้ำจะมีผลต่อการสะสมน้ำมันและสารประกอบฟีนอล นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมน้ำมันคือปริมาณแสงแดด หากมีน้อยจะทำให้อัตราการสะสมลดลง ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดไม่มีส่วนกระทบเช่นกัน (Berton et. al., 2009) สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช (Osborne *et.al.,* 2000) ความแตกต่างของปัจจัยสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาในระยะต่างๆของทางสรีรวิทยาของพืชแตกต่างกัน (Ritchie and Ne Smith, 1991) โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิทำให้ชีพจักรชีวิตของพืชมีการเปลี่ยนแปลง (Phenological changes) (Young and Lees, 1992) อุณหภูมิที่สูงและระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้ลดการพัฒนาผลและการสะสมน้ำมันในมะกอกน้ำมัน (Arji, 2015)

ดังนั้นปริมาณน้ำมันที่วิเคราะห์ได้จากมะกอกน้ำมันที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ผลผลิตมะกอกน้ำมันพันธุ์ Koroneikei จากต้นอายุ 8 ปี จากผลการวิเคราะห์ผลผลิตของพันธุ์ Koroneiki ที่เก็บเกี่ยวได้ในปี 2558 ไปวิเคราะห์คุณภาพเนื้อใน พบว่าเมื่อเทียบกับมาตรฐาน CODEX แล้ว มีคุณสมบัติของน้ำมัน องค์ประกอบที่วิเคราะห์ประกอบด้วย Palmitic acid C16:0; Palmitoleic acid C16:1; Stearic acid C18:0; Oleic acid C18:1 n9; Linoleic acid C18:2, n6; Linolenic acid C18:3 n3 อยู่ในค่ามาตรฐานของ CODEX (ตารางที่ 8) ทั้งนี้ผลผลิตของไทยเป็นครั้งแรกที่นำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของน้ำมันเพื่อทราบศักยภาพในการผลิตมะกอกน้ำมันในภาคเหนือ ว่าสามารถผลิตได้น้ำมันที่มีองค์ประกอบทางเคมีได้ตามมาตรฐาน

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อจากผลมะกอกน้ำมันในงานทดลองศึกษาและเปรียบเทียบพันธุ์มะกอกน้ำมันจากอียิปต์ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ (1300 ม.จากระดับน้ำทะเล) ปี 2558

องค์ประกอบที่วิเคราะห์	พันธุ์ Koroneikei	CODEX Standard
ไขมันทั้งหมด (กรัมต่อเนื้อ100 กรัม)	52.02	
ไขมันอิ่มตัว (กรัมต่อเนื้อ100 กรัม)	7.05	
กรดไขมัน (กรัมต่อ100 กรัม/ร้อยละของกรดไขมัน)		
...Palmitic acid C16:0	5.64/11.41	7.50-20.00
...Palmitoleic acid C16:1	0.42/0.84	0.3-3.5
...Stearic acid C18:0	1.34/2.76	0.5-5.0
...Oleic acid C18:1, n9	38.96/78.84	55.0-83.0
...Linoleic acid C18:2, n6	2.50/5.07	3.5-21.0
...Linolenic acid C18:3, n3	0.49/0.98	< 1.5
กรดไขมันอิ่มตัวรวม(SFA)	7.01/14.2	

กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวรวม(MUFA)	39.38/79.7	
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนรวม(PUFA)	2.99/6.0	

5. การดูแลรักษา มะกอกน้ำมันสามารถปลูกได้ในดินหลายชนิด แต่ที่ดีควรเป็นเป็นดินร่วนปนทราย (loamy, sandy terrain) และจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่มีปฏิกิริยาของมีความเป็นกลาง หรือด่างอ่อน (pH 7-8) หากอยู่ในดินที่มีปฏิกิริยาของดินที่ต่ำกว่า 5 หรือสูงกว่า 8.5 จะกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง (http://www.hellagrolip.com/fertilization/olivetree) มะกอกน้ำมันที่ศึกษานั้นพบว่า แปลงที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ พบว่าในช่วงแรกของการปลูกในปี 2550 ดินจะมี pH ประมาณ 3.5-4.0 ได้มีการปรับระดับความเป็นกรดด่างของดิน โดยใช้มูลสัตว์หมัก มูลวัว/มูลหมูหมัก อัตรา 5 กิโลกรัม/ต้น แกลบเผา และปูนขาวร่วมกัน จนกระทั่งในช่วงปี 2560 ได้ปรับปรุงระดับความเป็นกรดด่างของดิน pH ประมาณ 6-6.5 ซึ่งใกล้เคียงกับความต้องการดินของพืชมะกอกน้ำมัน (ภาพที่ 1)

ในการปฏิบัติดูแลรักษามะกอกน้ำมันในช่วงแรกพบว่า การดูแลในเรื่องด้านการระบายน้ำมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตมาก ซึ่ง Fernández *et al*. (1994) ได้รายงานว่าจุดเจริญเติบโตรากของมะกอกน้ำมันจะเจริญเติบโตในสภาพแห้งได้ดีกว่าสภาพดินที่ชื้นแฉะ จึงต้องปรับปรุงดินให้มีการระบายน้ำดี ในการปรับปรุงดินให้มีสภาพความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกับสภาพที่มะกอกน้ำมันต้องการ คือ pH 6 -7 ซึ่งแปลงที่ปลูกนั้น มีสภาพความเป็นกรด-ด่าง ค่อนข้างเป็นกรด ประมาณ pH 4 ซึ่งเป็นเหตุให้เชื้อโรคในดินที่เป็นเชื้อสาเหตุของโรครากเน่าโคนเน่า เช่น *Pythium* sp. , *Phytophthora* sp. , *Verticillium* sp. ทั้งนี้ในการดูแลได้ปรับใช้ในการปรับปรุงดิน โดยใส่ขี้เถ้าแกลบ ปูนขาว และหากพืชมีการผิดปกติที่สาเหตุเกิดจากระบบราก จะใส่สารป้องกันและกำจัดเชื้อรา polyaphos และ อะทราซีน เพื่อให้รากมีการพัฒนาได้ดีเนื่องจากมีงานวิจัยพบว่าในการปรับความเป็นด่างดีขึ้น หากมีการใส่อินทรียวัตถุจะช่วยให้การปรับความเป็นกรดด่างได้เสถียรภาพมากกว่า ร่วมกับการพ่นปุ๋ยทางใบ (ไบโฟลาน ผสมไบโอเมอร์) อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นยากำจัดแมลงหนอน และด้วง คือ ไซเปอร์เมทริล อัตรา 30 ซีซี/น้ำ 20 ลิตร บริเวณลำต้นและรอบๆโคนต้นมะกอกน้ำมัน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

พันธุ์ Koroneiki จะเป็นพันธุ์ที่มีการออกดอกเกือบทุกปี คือ ต้นที่ B1T15 B2T1 B2T6 B2T15 B2T16 พันธุ์ Koroneiki พบต้นที่มีการออกดอกเกือบทุกปี (ปี 2552 2553 2555 2556 2557 2558

เว้นปี 2554) คือ Koroneiki B2T15 แสดงว่า สายต้นดังกล่าวมีลักษณะที่ดี แตกต่างจาก Koroneiki ต้นอื่นๆ และพบว่า การวางผังแปลงไม่มีผลต่อการออกดอกและติดผล แสดงว่า มะกอกน้ำมันแต่ละสายพันธุ์ มีดอกที่สมบูรณ์เพศ พร้อมที่จะให้ผลผลิตได้ แสดงว่าพันธุ์นี้มีแนวโน้มในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของไทยได้ และอิทธิพลของการวางผังแปลงไม่มีผลต่อการออกดอก เนื่องจากมีการวางผังให้มีการปลูกกระจายและสลับพันธุ์ ทั้งนี้พันธุ์ชุดที่ได้รับมานี้เป็นพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่าสามารถออกดอกในเขตร้อนได้ เนื่องจากว่ามีงานทดลองเปรียบเทียบพันธุ์โดยใช้แหล่งพันธุ์จากประเทศอียิปต์ แต่ชุดพันธุ์ที่ได้มานั้น ไม่มีพันธุ์ใดออกดอก ซึ่งได้รับการยืนยันจาก Prof.Dr.Seif el Deen Boubak el Deen ว่าพันธุ์ที่มอบให้มานั้นเป็นพันธุ์ที่ได้จากการศึกษารวบรวมมะกอกน้ำมันจากทั่วโลก แล้วมีการคัดพันธุ์เพื่อให้ทนร้อน สามารถออกดอกได้ในสภาพที่อากาศหนาวเย็นน้อยได้

ดังนั้นช่วงระยะเวลาในการออกดอกมีความสอดคล้องกับสภาพอุณหภูมิ ดอกมะกอกน้ำมันเริ่มแทงช่อดอกส่วนใหญ่ในช่วงปลายเดือนมกราคม– เดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากได้รับอุณหภูมิต่ำในช่วงเดือนธันวาคม ในการกระตุ้นในการแตกตาดอก ซึ่งตาดอกและตาใบ ได้มีการพัฒนาในช่วงปีที่มาแล้วยังอยู่ในช่วงการพักตัว และได้รับการกระตุ้นโดยอุณหภูมิต่ำให้มีการแทงช่อดอก ซึ่งในระดับอุณหภูมิต่ำสามารถใช้อุณหภูมิสะสมได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปลี่ยนตาใบเป็นตาดอกคือ ช่วงอุณหภูมิ 7-8 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืน และช่วงอุณหภูมิ 20-21 องศาเซลเซียส ในเวลากลางวัน และความแตกต่างกันของช่วงอุณหภูมิในเวลากลางวันและเวลากลางคืนมีอิทธิพลอย่างมากในการเปลี่ยนตาใบเป็นตาดอก

ในการดูแลรักษาต้นมะกอกน้ำมันจะต้องพิจารณาพื้นที่ปลูกให้สอดคล้องกับความต้องการของพืช (1) ต้องได้รับช่วงอุณหภูมิต่ำเพื่อช่วยในการพัฒนาการแตกตา (2) สภาพพื้นที่ไม่เป็นกรดจัด (3) ดินควรระบายน้ำดี

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

ได้พันธุ์ที่มีแนวโน้มในการปลูกในประเทศไทยในภาคเหนือ และทราบวิธีการดูแลรักษามะกอกน้ำมัน ทั้งนี้แม้ว่าโอกาสในการพัฒนาเป็นการค้าค่อนข้างมีความจำกัดในพื้นที่ปลูก ในขณะนี้มีข้อมูลเฉพาะพันธุ์ที่จะปลูกได้ในพันธุ์ Koroneikei ทั้งนี้ในประเทศจีนได้มีการศึกษาการปลูกมะกอกน้ำมันในเขตต่างๆ พบว่ามีการเจริญเติบโตได้ดี และเขาได้เปลี่ยนแนวคิดจากพืชปลูกเศรษฐกิจเป็นพืชป่าเศรษฐกิจ เนื่องจากพืชมีความทนทานในสภาพดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ เป็นพืชไม่ผลัดใบ แม้ว่าผลผลิตอาจไม่ได้เต็มที่ แต่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ เช่น สามารถนำส่วนของใบมาใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรม เครื่องสำอาง และชา ได้ เพราะในแต่ละพันธุ์มีความจำเพาะของลักษณะเฉพาะ เช่นกลิ่นหอมและรสชาติเฉพาะพันธุ์แตกต่างกัน นอกจากนี้การศึกษาในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางสำหรับ

การพัฒนาพันธุ์พืชให้น้ำมันชนิดอื่นๆ ได้แก่ ชาน้ำมัน ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในจีน และสามารถปรับตัวได้ดีในประเทศไทย ด้วยในชาน้ำมันมีปริมาณและคุณภาพน้ำมันในระดับใกล้เคียงกัน

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ Prof. Dr. Seif El Deen A. Sari El Deen จากสาธารณรัฐอียิปต์ ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยโครงการนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง :

งานศึกษาทดลองปลูกมะกอกโอลีฟ *(Olea europaea* L.), 1 สิงหาคม 2553. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.rspg.thaigov.net/experimental _project/olive/olive12.htm.

สถาบันวิจัยพืชสวน, 2553. รายงานความก้าวหน้ามะกอกน้ำมันที่นำมาปลูกในประเทศไทย.กรมวิชาการเกษตร. 10 หน้า

สถาบันวิจัยพืชสวน, 2553. รายงานสรุปการประชุม เรื่อง การติดตามและประเมินผล การปลูกมะกอกน้ำมัน ในประเทศไทย วันที่ 13 กรกฎาคม 2553 ณ ห้องประชุม 321 สถาบันวิจัยวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

Arji, I. 2015. Determining of growth and yield performance in some olive cultivars in warm conditions. Biological Forum, 7(1), 1865-1870.

Aurtralian Olive Association Ltd. Growing Olive in Australia. Available Source : http://www.aceitesborges.es/english/sa-aceitunas.php....6/6/2550) The Australian Olive Association. 7 p.

Australia Plants Olive Nursery. Olive Varieties. Available Source : http://www.australisplants.com.au/olives/olivevarieties.htm สืบค้นเมื่อ 6 พฤษภาคม 2550. 4 p.

Breton, C., I. Souyris, P. Villemur and A. Berville. 2009. Oil accumulation kinetic along ripening in four olive cultivars varying for fruit size. OCL Vol. 16 (1 Jan-Feb 2009). Available Source : http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2009.0236. 58-64 p.

Cimato, A., Baldini, A. & Moretti, R. (2001). Cultivar, ambiente e tecniche agronomiche. ARSIA, Regione Toscana, Firenze.

Connor, D.J. & Fereres, E. (2005). The physiology of adaptation and yield expression on olive. Horticultural Reviews, 34: 155-229. Available Source : http://digital.csic.es/bitstream/10261/11737/1/Connor_2005_The%20physiology%20of%20adaptation.pdf

Denney J.O. and G.R. McEachern. 1983. An analysis of several climatic temperature variables dealing with olive reproduction. J. Am. Soc. Hort. Sci. 108: 578-581.

Fernández, J.E. and F. Moreno. 1999. Water use by the olive tree. J. Plant Prod. 2: 101-162.

Hackett,W.P. and H.T. Hartmann. 1967. The influence of temperature on floral initiation in olive. Physiol. Plant. 20: 430-436.

Hartmann,H.T. 1953. Effect of winter chilling on fruitfulness and vegetative growth in olive. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 62: 184-190.

Hartmann, H.T. and I.C. Porlingis. 1958. Effect of difference amounts of winter chilling on fruitfulness of several olive varieties. Bot. Gaz. 119: 102-104.

Hartmann, H.T. and J.E. Whisler. 1975. Flower production in olive as influenced by various chilling temperature regimes. J. Am. Soc. Hort. Sci. 100: 670-674.

Krueger, W. H. (1994). Carbohydrate and Nitrogen assimilation. In: L. Ferguson, G. S. Sibbett & G. C. Martin (Ed), Olive Production Manual. (pp. 35-38). University of California Agriculture and Natural Resources.

Manrique,T., H.F.Rapoport, J. Castro, and M. Paster. 1999. Mesocarp cell division and expansion in the growth of olive fruits. Acta Hort. 474:301-304.

Mancuso, S. and Azzarello, E. (2002). Heat tolerance in olive. Advances in Horticultural Science, 16 (3-4), 125-130.

Mariela Torres, P. Pierluigi, P.Seartes, M.C. Rousseaux, G. Garcia-Inza, A. Miserere, R. Bodoira, C. Contreras, and D. Maestri., 2017. Olive Cultivation in the Southern Hemisphere: Flowering, Water Requirements and Oil Quality Response to New Crop Environments. Front. Plant Sci. 8: 1830. Published online 2017 Oct 27.

Olive. June 6, 2009. (Online) Available Source: http://www.crfg.org/pubs/ff/olive.html.

Newton, C., J. F. Terral and S. Ivorra. 2006. The Egyptian olive (*Olea europaea* subsp. *europaea*) in the later first millennium BC: origins and history using the morphometric analysis of olive stones. Revised : 14 July 2005. Antiquity 80(2006) : 405-414 p. Available Source : http://www.researchgate.net/publication/310133258_Potentials_of_a_sustainable_olive_industry_in_Egypt.

Osborne, C. P., Chuine, L., Viner, D. & Woodward, F. I. (2000). Olive phenology as a sensitive indicator of future climate warming in the Mediterranean. Plant cell and Environment, 23, 701-710.

Pojanagaroon, S. and C. Kaewrak. 2003. Varietal trial and comparison of introduced olive

(*Olea europaea* L.) in Proceedings of 41st Kasetsart University Annual Conference, 3-7 February, 2003. Subject: Plants and Agricultural Extension and Communication 2003 pp. 146-153: (Online) Available Source : http://www.cabdirect.org/abstracts/20033062506.html;jsessionid=4E5613CE62EB486C05C59A7B6C45E668

Qianwen, X., Z. Li, Z. Lanying and W. Kaizhi. 2009. Study on Olive deverlopmewnt in Chiana. American-Eurasian J. Agric. & Environ.Sci, 5(3): 414-419.

Rallo, L. and R.Fernández-Escobar. 1985. Influence of cultivar and flower thinning within the inflorescence on competition among olive fruit. J. Am. Soc. Hort. Sci. 110: 303-308.

Rapoport, H.F. 1998. Botanica y morfologiá. P.34-60. In:D. Barranco, R. Fernández Escobar, and L. Rallo (eds.). El cultovo del olivo. Junta de Andalucía y Mundi –Prensa, Mardrid.

Rapoport, H.F. and L. Rallo. 1991a. Fruit set and enlargement in fertilized and unfertilized olive oviaries. Hort. Sci. 26: 896-898.

Ritchie, J. T. & Ne Smith, D. S. (1991). Temperature and crop development. Agronomy Journal. 31, 5-29.

Renowden, G., 1999. The Olive Book. Canterbury University Press. 146 p.

Sari El Deen, Seif El Deen A., 2009. Cultivation and Olive Production. เอกสารประกอบการประชุมและการบรรยายพิเศษ เรื่อง การปลูกมะกอกน้ำมันในประเทศไทย วันที่ 22 มิถุนายน 2552 ณ ห้องประชุมโรงแรมลองบีช อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

Vossen, P. , VARIETY AND MATURITY THE TWO LARGEST INFLUENCES ON OLIVE OIL QUALITY . University of California, Davis. Available Source : http://cesonoma.ucdavis.edu/files/27177.pdf . 4 p.

Varieties of Olive. Available Source : http://www.oliveoil.com/varieties.html สืบค้นเมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2550

Young, P. C. & Lees, J. (1992). The active mixing volume: a new concept in modelling environmental systems. In: V. Barnett & R. Tuekman (Edi), Statistics for the environment. (pp. 3-43). Wiley, Chichester.

13. ภาคผนวก :

ตารางผนวกที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ในรอบปี 2552-2561 ของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
อุณหภูมิเฉลี่ย(^{0}C)	17.5	20.0	22.7	23.9	23.3	23.3	22.7	22.0	22.5	20.6	19.4	16.8
อุณหภูมิสูงสุด(^{0}C)	26.5	29.0	29.8	29.6	27.4	27.5	27.0	26.2	26.5	26.9	26.7	24.2
อุณหภูมิต่ำสุด(^{0}C)	9.3	11.3	14.4	16.6	17.6	16.7	16.5	16.5	16.3	14.8	12.0	10.5
ความชื้นสัมพัทธ์(%)	76.9	62.3	59.4	69.6	82.2	88.9	89.5	90.5	92.4	90.7	88.0	84.2
ปริมาณฝนเฉลี่ย(มม.)	20.1	4.9	44.6	96.4	267.1	264.8	285.0	293.6	392.9	306.8	48.9	16.7