การศึกษาการติดผลและการร่วงของผลชาน้ำมันดอกขาว (*Camellia oleifera* Abel.)

อมรพงศ์ อรุณรุ่ง

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2565

การศึกษาการติดผลและการร่วงของผลชาน้ำมันดอกขาว
(*Camellia oleifera* Abel.)

อมรพงศ์ อรุณรุ่ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การศึกษาการติดผลและการร่วงของผลชาน้ำมันดอกขาว
(*Camellia oleifera* Abel.)

อมรพงศ์ อรุณรุ่ง

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สัณห์ ละอองศรี)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การศึกษาการติดผลและการร่วงของผลชาน้ำมันดอกขาว (*Camellia oleifera* Abel.)
ชื่อผู้เขียน นายอมรพงศ์ อรุณรุ่ง
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.สัณห์ ละอองศรี

บทคัดย่อ

ชาน้ำมันเป็นที่รู้จักในประเทศจีนนานกว่า 1,000 ปีมาแล้ว เนื่องจากมีองค์ประกอบของไขมันที่ดีต่อร่างกาย การปลูกชาน้ำมันดอกขาว (*Camellia oleifera*) ในประเทศไทยนั้น มูลนิธิชัยพัฒนาได้ทำการปลูกชาน้ำมันมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาป่าและดินบริเวณเชิงเขา และแก้ไขความยากจนของราษฎร พร้อมทั้งแปรรูป งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการติดผล การร่วงของผล และการถ่ายละอองเกสรของชาน้ำมันดอกขาว ณ บ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย พบว่าในเดือนธันวาคม ตาดอกร่วงมากที่สุด 5.31% และดอกบานร่วงมากที่สุด 47.17% ในส่วนของผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว 29.56% แบ่งได้เป็น 2 ระยะ โดยระยะผลอ่อนร่วงมากในเดือนมกราคม 11.31% และระยะเจริญเติบโตของผลร่วงมากในเดือนสิงหาคม 2.88% สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 6.08% ของตาดอกทั้งหมด โดยดอกบานระยะแรกและระยะกลางจะมีการติดผลดีแต่มีการร่วงของดอกมากเช่นกัน ส่วนดอกที่บานในช่วงท้ายพบการร่วงในระยะติดผลเริ่มแรก อาจเกิดจากการปฏิสนธิไม่สมบูรณ์และธาตุอาหารไม่เพียงพอ เมื่อทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินแปลงปลูกชาน้ำมัน บ้านปางมะหัน พบว่า แคลเซียมและสังกะสีมีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานกลาง จากนั้นจึงทำการศึกษาการแก้ปัญหาการร่วงของผลชาน้ำมันดอกขาวด้วยการพ่นสารละลายแคลซีพลัส (CaO 31% + B 0.1% + Zn 1.4%) ด้วยระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 0.5 1 และ 1.5 มล./ล. พ่นด้วยความถี่ 1 - 3 ครั้ง เพื่อเพิ่มธาตุอาหารรองทางใบ หลังจากการพ่นแคลซิพลัส พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของต้นชาน้ำมันทางด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดลำต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การร่วงของดอกบานและการร่วงของผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจมีสาเหตุจากการพ่นในช่วงเวลาและความเข้มข้นไม่เหมาะสม น้ำหนักส่วนประกอบของผลนั้น พบว่าความเข้มข้นของสารละลายที่ความเข้มข้น 0.5 มล./ล. มีผลต่อน้ำหนักของผลผลิตเมล็ดแห้ง และปริมาณน้ำมันในเมล็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสารละลายด้วยน้ำเปล่า ในการศึกษาการติดผลของชาน้ำมันได้ดำเนินการผสมเกสรดอก 4 กรรมวิธี ได้แก่ ผสมเปิดตามธรรมชาติ ผสมตัวเอง ผสมเกสรข้ามต้น (เกสรเพศผู้ 1) และผสมเกสรข้ามต้น (เกสรเพศผู้ 2) โดยกรรมวิธีผสมเกสรข้ามต้น (เกสรเพศผู้ 1 และ

2) มีแตกต่างกันอย่างมีนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีผสมตัวเอง และเมื่อนำข้อมูลวิเคราะห์เปรียบเทียบเมื่ออุณหภูมิที่ลดต่ำลงมีผลให้การติดผลเพิ่มขึ้น ดังนั้น แนวทางในการพัฒนาการติดผลควรศึกษาหาวิธีการผสมเกสรข้ามต้น หรือใช้แมลงเพื่อการผสมเกสรมากขึ้น และศึกษาปัจจัยด้านต่างๆเพื่อลดการร่วงและเพิ่มการติดผลของชาน้ำมันต่อไป

คำสำคัญ : ชาน้ำมัน, การติดผล, การร่วงของผล, การผสมเกสร, แคลเซียม

Title STUDY ON FRUIT SET AND FRUIT DROP OF TEA-OIL CAMELLIA (*Camellia oleifera* Abel.)

Author Mr. Amonpong Aroonrung

Degree Master of Science in Horticulture

Advisory Committee Chairperson Associate Professor Dr. Sanh La-ongsri

ABSTRACT

Tea-oil camellia has been known in People's Republic of China more than 1,000 years ago for its healthy of fat composition. Planting tea-oil camellia (*Camellia oleifera*) in Thailand, the Chaipattana Foundation tea-oil camellia growing aim with the objective of solving forest and soil problems in the foothills, and solve problem of correcting poverty of the people and privatization. This research was studied and solved the problems of setting and dropping of tea-oil camellia at Ban Pangmahan, Mae Fah Luang District, Chiang Rai Province. The results showed that in December the most loss of flower buds drop was 5.31% and the most loss of flower drop was 47.17%. For fruit drop before harvest was 29.56%, divided into 2 periods: early blooms of fruit dropped mostly in January 11.31% and fruit growing period was dropped mostly in August 2.88%. These could be harvested 6.08% of all flower buds. The early and mid blooms phase showed good fruit set, but there was a lot of flower drop and late blooms phase showed a drop in the initial fruit set stage. When analyzing micronutrients in the soil, calcium and zinc content were found below the middle standard. The solution was then studied to solve the problem of fruit drop tea-oil camellia by spraying calciplus (CaO 31% B 0.1% Zn 1.4%) at concentrations 0 (control) 0.5, 1, and 1.5 ml. / l. Spray at 1 - 3 times to increase micronutrients. After spraying calciplus treatments, the result found that the relative growth rate of tea-oil camellia in height, shrub size and stem size were not statistically differences, as the same dropping of flower buds and fruit drop as before. It may be improper spraying time and concentration. However, the concentration of 0.5 ml. / l. had differed statistically in weight and oil seed yield from the spraying of the control treatment.

Moreover, the study on effects of tea-oil camellia, four treatments by hand pollination consisted of open pollination, self-pollination, cross-pollination (pollen 1) and cross pollination (pollen 2). The cross-pollination (pollen 1 and 2) treatments were statistically differences from the self-pollination. When comparative analysis of the lower temperature enhanced the fruit set. Therefore, using insects to increase pollination and study various factors to reduce the drop and increase the fruit set of the tea-oil camellia further.

Keywords : Tea-oil camellia, Fruit set, Fruit drop, Pollination, Calcium

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สัณห์ ละอองศรี รองศาสตราจารย์ ดร. ธีรนุช เจริญกิจ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณทีมงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดี ทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

อมรพงศ์ อรุณรุ่ง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร 3

พืชตระกูลชา 3

ประโยชน์ของชาน้ำมัน 4

ชาน้ำมันในประเทศไทย โดยมูลนิธิชัยพัฒนา 5

พื้นที่ปลูกดำเนินการปลูกชาน้ำมัน 6

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชาน้ำมัน 7

แหล่งกำเนิดและการแพร่กระจายของชาน้ำมัน 8

ลักษณะเชิงนิเวศของพืชชาน้ำมัน 9

การเจริญเติบโตของชาน้ำมันในประเทศไทย 11

สัณฐานวิทยาของดอก 13

การถ่ายละอองเรณู 14

การติดผลและการเจริญของผล 15
การร่วงของดอกและผล 16
ความสำคัญของธาตุอาหารและปัญหาดินที่สำคัญในภาคเหนือของประเทศไทย 17
ความสำคัญของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของพืช 17
การให้ธาตุอาหารทางใบ 19
บทที่ 3 วิธีการวิจัย 21
การทดลองที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมการร่วงของดอกและผลของชาน้ำมันดอกขาวในเขตพื้นที่แปลงปลูกบ้านปางมะหัน 22
การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารด้วยความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นแตกต่างกันต่อการติด การร่วงของผล คุณภาพผลผลิต และการเจริญเติบโตของชาน้ำมันดอกขาว 23
การทดลองที่ 3 ศึกษาการถ่ายละอองเกสรด้วยมือที่มีผลต่อการติดผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว 27
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 29
การทดลองที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมการร่วงของดอกและผลของชาน้ำมันดอกขาวในเขตพื้นที่แปลงปลูกบ้านปางมะหัน 29
การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารด้วยความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นแตกต่างกันต่อการติด การร่วงของผล คุณภาพผลผลิต และการเจริญเติบโตของชาน้ำมันดอกขาว 40
การทดลองที่ 3 ศึกษาการถ่ายละอองเกสรด้วยมือที่มีผลต่อการติดผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว 50
วิจารณ์ผล 53
การทดลองที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมการร่วงของดอกและการร่วงของผลของผลชาน้ำมันดอกขาวเขตพื้นที่แปลงปลูก 53

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารด้วยความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นแตกต่างกันต่อการติด การร่วงของผล คุณภาพผลผลิต และการเจริญเติบโตของชาน้ำมันดอกขาว 56

การทดลองที่ 3 ศึกษาการถ่ายละอองเกสรด้วยมือที่มีผลต่อการติดผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว 58

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 59

สรุปผล 59

ข้อเสนอแนะ 60

บรรณานุกรม 61

ภาคผนวก 66

ภาคผนวก ก ภาพผนวก 67

ภาคผนวก ข ตารางผนวก 74

ประวัติผู้วิจัย 89

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การร่วงของ ดอกตูม ดอกบาน ผลร่วง และผลที่เก็บเกี่ยวได้ในต้นชาน้ำมัน เขตแปลงปลูกปางมะหันในช่วงพฤศจิกายน 2561 ถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562 36

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินแปลงปลูกปางมะหัน โดยห้องปฏิบัติการหลักสูตรปฐพีศาสตร์..... 39

ตารางที่ 3 ผลของการพ่นสารละลายธาตุอาหารพืชต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative Growth Rate) ของต้นชาน้ำมัน ด้านความสูง ขนาดศูนย์กลางทรงพุ่ม และเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น ในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2562 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2563..... 41

ตารางที่ 4 ผลของสารละลายธาตุอาหารพืชต่อค่าเฉลี่ยปริมาณการร่วงดอกตูม ดอกบาน ผล และการติดผลของต้นชาน้ำมัน 42

ตารางที่ 5 อิทธิพลของธาตุอาหารของพืชต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักส่วนประกอบของผลแห้ง..... 43

ตารางที่ 6 ผลของความเข้มข้นธาตุอาหารพืชต่อผลผลิตชาน้ำมัน 44

ตารางที่ 7 ความถี่และความเข้มข้นของการพ่นธาตุอาหารพืชมีผลต่อผลผลิตเมล็ดชาน้ำมันแห้งต่อต้น 45

ตารางที่ 8 ความถี่และความเข้มข้นของการพ่นธาตุอาหารพืชมีผลต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมัน 46

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ตำแหน่งของการออกตาดอกและของชาน้ำมัน 29

ภาพที่ 2 สีกลีบดอกตูมชาน้ำมันแปลงปลูกชาน้ำมันบ้านบ้านปางมะหัน 29

ภาพที่ 3 ดอกที่เกสรพร้อมผสมเกสร 30

ภาพที่ 4 ลำดับการเจริญพัฒนาของดอกและผลชาน้ำมัน ตั้งแต่ทำเครื่องหมายดอกตูม 31

ภาพที่ 5 ลักษณะเมล็ดชาน้ำมันแก่ 33

ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกบานที่ระยะเวลา 15–90 วันหลังดอกตูม 34

ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยจำนวนผลที่ระยะเวลา 15–90 วันหลังดอกตูม 34

ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกตูมต้นชาน้ำมันต่อรายเดือนอุณภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 37

ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกบานต้นชาน้ำมันต่อรายเดือนอุณภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 37

ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลต้นชาน้ำมันต่อค่าเฉลี่ยรายเดือนอุณภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 38

ภาพที่ 11 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมัน ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดโคนต้นกับอุณหภูมิเฉลี่ย 47

ภาพที่ 12 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมัน ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดโคนต้นกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 47

ภาพที่ 13 ค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของความสูงเฉลี่ยต้นชาน้ำมัน 48

ภาพที่ 14 ค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยในรายเดือนต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ขนาดโคนต้นชาน้ำมัน 49

ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยการติดผลของการผสมเกสรชาน้ำมันดอกขาว 50

ภาพที่ 16 ค่าเฉลี่ยการติดผลในแต่ละช่วงเวลา 51

ภาพที่ 18 อิทธิพลของต้น (Block) ต่อการติดผลของต้นชาน้ำมัน 52
ภาพที่ 19 ส่วนเนื้อในของเมล็ดชาน้ำมัน 52

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ชาน้ำมันเป็นที่รู้จักในสาธารณรัฐประชาชนจีนนานกว่า 1,000 ปีมาแล้ว เนื่องจากมีองค์ประกอบของไขมันที่ดีต่อร่างกาย และไม่มีกรดไขมันทรานส์ ช่วยส่งเสริมให้ร่างกายสามารถดูดซึมวิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึง 90% กรดไขมันไม่อิ่มตัวเหล่านี้สามารถช่วยลดระดับ LDL เพิ่มระดับ HDL ในร่างกาย นอกจากนี้น้ำมันชายังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่มีฤทธิ์สูงอย่างวิตามินอีและสารคาเทชิน ซึ่งช่วยยืดอายุการใช้งานของน้ำมันให้นานขึ้น (Donglin *et al*., 2008; Li *et al*., 2011) การปลูกชาน้ำมันดอกขาว *(Camellia oleifera)* ในประเทศไทยเพื่อผลิตน้ำมันชา โดยสำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนาทดลองปลูกในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย หลังจากปลูกชาน้ำมันไประยะหนึ่งก็เริ่มมั่นใจว่าชาน้ำมันสามารถเจริญเติบโตได้ดี จึงได้ขยายผล ใน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาป่าเสื่อมโทรมป้องกันการกัดเซาะพังทลายของหน้าดินบริเวณเชิงเขาและราษฎรสามารถใช้ประโยชน์จากป่าในลักษณะเกื้อกูลกันอย่างยั่งยืน อีกทั้งเพื่อแก้ไขความยากจนโดยจ้างปลูกและดูแลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต พร้อมทั้งแปรรูปผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นการเพิ่มมูลค่าในระยะยาว (ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน, 2560) โดยชาน้ำมันที่นำมาปลูกในประเทศไทยมีหลายสายพันธุ์ แต่ที่มีการขยายพันธุ์และปลูกมากเป็นชาน้ำมันชนิดดอกสีขาว *(Camellia Oleifera)* ซึ่งมีการเจริญเติบโตดี สามารถให้ผลผลิตได้ จึงมีงานวิจัยเกี่ยวกับการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม (พินัย, 2560) การเจริญเติบโตและให้ผลผลิต (สมพล, 2560) ปริมาณน้ำมันและองค์ประกอบเคมี (ศราวุธ, 2555) การเจริญในรอบปี (นาถยา, 2561) นอกจากนั้นแล้วพบปัญหาชาน้ำมันในแต่ละปีให้ผลผลิตที่ไม่แน่นอนและปัญหาช่วงการให้ผลผลิตของชาน้ำมันอยู่ในช่วงฤดูฝนมีเมฆหมอกมาก ประกอบกับแปลงปลูกอยู่บนที่สูง การคมนาคมขนส่งทำได้ยากลำบาก มีผลต่อเมล็ดชาน้ำมันที่ผลิตได้ในช่วงเวลาดังกล่าวได้รับความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อรา ปี พ.ศ. 2562 ให้จำนวนผลผลิต 44,793.30 กิโลกรัม เฉลี่ยต่อไร่ 13 กิโลกรัม ซึ่งในสาธารณรัฐประชาชนจีนมีผลผลิตต่อไร่ ถึง 200 – 500 กิโลกรัม จึงจำเป็นต้องลดการสูญเสียและเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้มากขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการร่วงและการติดผลของผลชาน้ำมันดอกขาวในเขตพื้นที่แปลงปลูก บ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย (900 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาช่วงเวลาการร่วงของดอกและผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว

2. เพื่อศึกษาการติดผลและร่วงของชาน้ำมันชนิดดอกขาว

3.เพื่อศึกษาการถ่ายละอองเกสรที่มีผลต่อการติดผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

แนวทางในการแก้ไขปัญหาการติดผลน้อย ลดการร่วงผล คุณภาพของผลผลิตของชาน้ำมันชนิดดอกขาวในสภาพแปลงปลูก และสามารถนำไปใช้ในการจัดการสวนชาน้ำมัน การจัดการธาตุอาหารในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิต

ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาพฤติกรรมการร่วงและการติดผล ตลอดจนพฤติกรรมการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตหลังให้ธาตุอาหารรองทางใบที่ความเข้มข้นต่างกัน ช่วงเวลาที่ต่างกัน รวมถึงศึกษาการถ่ายละอองเกสรที่มีผลต่อการติดผลของชาน้ำมัน ณ พื้นที่แปลงปลูกของศูนย์พัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมันภายใต้ มูลนิธิชัยพัฒนา บ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

พืชตระกูลชา

ชา (Camellias) เป็นพืชยืนต้นมีทรงพุ่มและสีเขียวตลอดปี ดอกมีความสวยงามจึงนิยมปลูกเป็นไม้ดอกเป็นที่ดึงดูดใจแก่ผู้พบเห็นเป็นอย่างมาก ในสาธารณรัฐประชาชนจีน พืชตระกูลชาเป็นที่รู้จักมานานกว่า 200 ปีก่อนคริสต์ศักราช โดยปลูกเพื่อนำใบมาเป็นชาที่ใช้ดื่มเพื่อสุขภาพใช้ *Camellia sinensis* ในอีก 1,000 ปีต่อมาจึงได้มีการปลูกเพื่อใช้เมล็ดมาผลิตน้ำมันในสายพันธุ์อื่นๆ สายพันธุ์ที่สำคัญของสกุลนี้ได้แก่

C. sinensis (Lindl.) O. Kuntze เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก ทรงต้นรูปกรวย สูงประมาณ 9.14 เมตรแผ่นใบหนา ด้านบนใบมัน ใต้ใบมีขนอ่อนปกคลุม ใบยาว 7-30 เซนติเมตร ดอกมีทั้งดอกเดี่ยวและดอกช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ยอดเกสรเพศเมีย มี 3-5 ช่อง กลีบดอกสีขาว มี 5-8 กลีบ ใบมีสีเขียว ผลเป็นแคปซูล มี 3 ช่อง เปลือกหุ้มผลหนา มีสีน้ำตาลปนเขียว ผลแก่ใช้เวลา 9-12 เดือนหลังติดผล ผลแก่แตกง่าย เมล็ดรูปร่างกลม (บุญแถม, 2544) เป็นชาที่ปลูกกันทั่วโลก ใช้ใบผลิตเป็นเครื่องดื่ม ในประเทศไทยนิยมปลูกมากที่ อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

C. japonica Lindl. เป็นชาปลูกเพื่อใช้เป็นไม้ประดับประดับกันอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลาช้านานในแถบตะวันออกไกล ดอกมีหลายสี ได้แก่ สีขาวล้วน สีชมพูอ่อนจนถึงสีชมพูเข้ม ดอกมีขนาดตั้งแต่ 5.80 - 7.78 เซนติเมตร กลีบดอกมี 5 กลีบ ชั้นเดียวหรือสองชั้น มีช่วงการออกดอกที่ยาวนานถึง 6 เดือนซึ่งนานกว่า *Camellias* ชนิดอื่นๆ อาจมีอายุได้หลายชั่วอายุคน

C. sasanqua Thunb. เป็นพืชขนาดเล็ก ดอกมีปริมาณมากเป็นพืชที่สวยงามกิ่งลู่ลงและกว้างกว่า *C. japonica* และออกดอกเกือบหมดในช่วงที่ *C. japonica* อยู่ระหว่างช่วงกลางของการออกดอก ดอกมีกลิ่นหอม การเจริญเติบโตคล้ายกับ *C. oleifera* และบางชนิดผลิตน้ำมันจากเมล็ดได้ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอสำหรับรักษาเส้นไหม การผลิตสบู่ และการสกัดเป็นน้ำมันใช้ปรุงอาหาร (Clark, 1983)

Camellia oleifera Abel. เป็นชนิดที่ให้น้ำมันในปริมาณมาก น้ำมันที่ได้ใช้สำหรับปรุงอาหารโดยได้มาจากส่วนของเมล็ด มีการเพาะปลูกกันอย่างกว้างขวางทางตอนใต้ของจีนและทางตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชีย น้ำมันจากชาชนิดนี้มีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดต่างๆ ในปริมาณที่ไม่น้อยไปกว่าน้ำมันมะกอก จึงได้รับสมญานามว่า น้ำมันมะกอกแห่งตะวันออก (Wang *et al*., 2008)

Camellia reticulate Lindl. ลักษณะของต้นมีกิ่งก้านสาขาแตกอยู่อย่างกระจัดกระจายเป็นไม้พุ่ม ลักษณะผอมสูง สถิติของต้นที่สูงที่สุดถึง 15.24 เมตร ดอกมีขนาดใหญ่ เมื่อดอกบานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7.26 เซนติเมตร ดอกมีสีตั้งแต่สีแดงไปจนถึงสีชมพูอ่อน บางชนิดมี

จุดแต้มสีขาว และสีชมพูปนขาว ดอกมีลักษณะพิเศษ คือ มีการจัดเรียงของกลีบดอกเป็นแบบกึ่งซ้อน เกสรเพศผู้ชูออกมาอย่างเห็นได้ชัด มีหลายชนิดที่มีกลีบดอกเป็นคลื่น และตั้งขึ้นคล้ายหูกระต่าย ดอกมีรูปทรงแบบดอกกุหลาบหรือดอกโบตั๋น ใบมีความมันวาวและมีจำนวนใบน้อยกว่า *C.japonica* และชาชนิดนี้ยังมีความสามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำประมาณ -12 องศาเซลเซียสอีกด้วย (Clark, 1983)

ประโยชน์ของชาน้ำมัน

1. อาหารเพื่อสุขภาพ น้ำมันเมล็ดชามีคุณสมบัติคล้ายน้ำมันมะกอก มีจุดเกิดควัน (smoke point) สูงกว่าน้ำมันมะกอก น้ำมันชาและน้ำมันมะกอกมีจุดเกิดควัน (smoke point) ประมาณ 252 และ 200 องศาเซลเซียส ตามลำดับ น้ำมันชายังทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้สามารถนำไปปรุงอาหารประเภทผัดและทอดที่ใช้อุณหภูมิที่สูงได้ ในขณะที่น้ำมันมะกอกมี smoke point ต่ำจึงเหมาะในการทำน้ำสลัดและผัดที่อุณหภูมิไม่สูงมาก อย่างไรก็ตามน้ำมันเมล็ดชาสามารถนำมารับประทานสดโดยนำมาทำน้ำมันในน้ำสลัดหรือนำไปบรรจุแคปซูลรับประทานได้ น้ำมันเมล็ดชามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง จึงช่วยลดคอเลสเตอรอล ป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด

มีส่วนช่วยลดคอเลสเตอรอลชนิดที่ไม่ดี คอเลสเตอรอลชนิดที่ไม่ดี (Low-density Lipoproteins: LDL) เป็นคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีต่อร่างกาย หากมีคอเลสเตอรอลชนิดนี้มากเกินไปอาจนำไปสู่การเกิดโรคเกี่ยวกับระบบหัวใจและหลอดเลือด ภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน โรคหลอดเลือดสมอง และโรคหลอดเลือดแดงส่วนปลายตีบ เป็นต้น น้ำมันเมล็ดชายังมีกรดไขมันอิ่มตัวซึ่งไม่ดีต่อร่างกายต่ำ ในขณะที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียวหรือกรดโอเลอิก (กรดโอเมก้า 9) สูงถึงประมาณ 80% กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (กรดโอเมก้า 6) ประมาณ 8-9% และกรดแอลฟาไลโนเลอิก (กรดโอเมก้า 3) ประมาณ 1% กรดไขมันไม่อิ่มตัวเหล่านี้สามารถช่วยลดระดับ LDL (คลอเรสเตอรอลชนิดไม่ดี) และเพิ่มระดับ HDL (คลอเรสเตอรอลชนิดดี) ในร่างกาย ป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดตีบตัน โรคอัมพาต โรคความดัน โรคเบาหวาน และโรคหัวใจได้ จึงดีต่อสุขภาพของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน สตรีมีครรภ์ และผู้สูงอายุ ช่วยให้ร่างกายสามารถดูดซึมวิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค ได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเป็นวิตามินชนิดที่ละลายในไขมัน ไม่สามารถละลายในน้ำได้ ต้องอาศัยไขมันในการเปลี่ยนรูป เพื่อให้ผนังลำไส้สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ วิตามินชนิดละลายในไขมันไม่สามารถขับออกทางปัสสาวะได้ ดังนั้นหากรับวิตามินกลุ่มนี้มากไป และไม่มีไขมันมากพอที่ละลายวิตามินเหล่านี้ไปใช้ วิตามินเหล่านี้จะถูกเก็บสะสมไว้ในร่างกายและเป็นพิษได้ในระยะยาว ในชาน้ำมันยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่มีฤทธิ์สูงอย่างวิตามินอี

และสารคาเทชิน ซึ่งเป็นสารประเภทโพลิฟีนอล (Polyphenols) สามารถพบได้ในอาหารประเภทต่างๆ เช่น โกโก้ ไวน์ แอปเปิล แต่พบปริมาณสูงที่สุดในชาเขียว คาเทชินเป็นสารสำคัญของธรรมชาติที่เข้าไปทำหน้าที่ป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ และช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งในร่างกาย คาเทชินที่มีอยู่ในชาเขียวสามารถพบได้ในหลายรูปแบบ รูปแบบที่สำคัญ คือ EGCG (Epigallocatechin gallate) ซึ่งเป็นตัวที่เข้าไปช่วยป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน อันเกิดจากเซลล์ในร่างกายทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่สามารถพบได้ในอากาศและปล่อยสารอนุมูลอิสระ เมื่อไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันร่างกายจึงไม่ผลิตสารอนุมูลอิสระ ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียต่างๆ เป็นต้นเหตุของความเปลี่ยนแปลงของร่างกายตามอายุที่เพิ่มขึ้นและพบความเชื่อมโยงของสารอนุมูลอิสระที่สามารถส่งผลให้เกิดมะเร็งได้

2. เครื่องสำอาง บำรุงเส้นผมและผิวพรรณ เมื่อใช้โลชั่นที่มีส่วนผสมของน้ำมันเมล็ดชาเป็นประจำสามารถช่วยปรับสภาพผิวให้เรียบเนียน เพิ่มความชุ่มชื้นและความยืดหยุ่น ลดความหยาบกร้านและริ้วรอย

3. กากเมล็ดชา มี saponins ในปริมาณสูง 11-18% สามารถใช้เป็นสารลดแรงตึงผิว นำมาใช้ทำน้ำยาทำความสะอาด ยากำจัดศัตรูพืช เช่น หอยเชอรี่ (มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2561)

ชาน้ำมันในประเทศไทย โดยมูลนิธิชัยพัฒนา

เริ่มต้นเมื่อประมาณเดือนตุลาคม 2546 โดย รศ.ดร.นลิน นิลอุบล สถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นำความกราบบังคมทูล สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เรื่อง ”ประโยชน์จากเมล็ดชา” และเสนอให้มีการส่งเสริมการปลูกชาชนิด “*Camellia oleifera*” และได้ทรงมีรับสั่งกับ ดร.สุเมธ ตันติเวชกุล กรรมการและเลขาธิการมูลนิธิชัยพัฒนา ว่าทรงสนพระทัยปลูกในประเทศไทยและทดลองปลูกชา *Camellia oleifera* เพื่อผลิตชาน้ำมันโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปลูกชาน้ำมันเพื่อแก้ไขปัญหาป่าเสื่อมโทรมและสร้างรายได้เพื่อแก้ไขความยากจนโดยจ้างปลูกและดูแลในระยะเริ่มต้น เก็บเกี่ยวและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเพิ่มมูลค่าในระยะยาว อีกทั้งเป็นการป้องกันการกัดเซาะพังทลายของหน้าดินบริเวณเชิงเขาได้เป็นอย่างดี และในอนาคตเมื่อโครงการดังกล่าวแล้วเสร็จจะกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงามได้อีกทางหนึ่งด้วย จากนั้นในเดือนพฤศจิกายน 2547 สำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนาได้รับเมล็ดพันธุ์และต้นอ่อนชาน้ำมันสีขาวและประเภทดอกสีแดงจากสถาบันพฤกษศาสตร์มณฑลยูนาน

สาธารณรัฐประชาชนจีน เพื่อนำมาทดลองปลูกในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีหน่วยงานที่รับผิดชอบ 3 หน่วยงาน คือ กรมวิชาการเกษตร โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากปลูกชาน้ำมันไประยะหนึ่งเริ่มมั่นใจว่าชาน้ำมันสามารถเจริญเติบโตได้ดีในภูมิอากาศทางภาคเหนือของประเทศไทย สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้พระราชทานพระราชานุมัติแต่งตั้ง หม่อมราชวงศ์ ดิศนัดดา ดิศกุล ให้เป็นผู้อำนวยการโครงการศึกษาและพัฒนาการปลูกชาน้ำมันของมูลนิธิชัยพัฒนา ดำเนินทดลองปลูกชาน้ำมันในดอกขาวพื้นที่ประมาณ 3,000 ไร่ ณ โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย และพื้นที่ใกล้เคียง จากสายพันธุ์ที่ได้ได้จากมณฑลหูหนานและมณฑลกวางสีสาธารณรัฐประชาชนจีน

พื้นที่ปลูกดำเนินการปลูกชาน้ำมัน

1. พื้นที่บริเวณหมู่บ้านปางมะหัน อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงรายพื้นที่จำนวน 1,446 ไร่ จำนวน 296,740 ต้น

2. พื้นที่ในโครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงราย และพื้นที่ใกล้เคียง พื้นที่จำนวน 233 ไร่ จำนวน 39,430 ต้น

3. พื้นที่บริเวณหมู่บ้านปูนะ จังหวัดเชียงราย พื้นที่จำนวน 2,010 ไร่ จำนวน 419,893 ต้น

4. พื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (โป่งน้อย) อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่จำนวน 9 ไร่ จำนวน 1,602 ต้น

5. พื้นที่แปลงชาน้ำมัน บ้านโปง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่จำนวน 15 ไร่ จำนวน 2,200 ต้น

6. พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลคลองไผ่ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา พื้นที่จำนวน 8 ไร่ จำนวน 2,046 ต้น

7. พื้นที่บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ฯ พื้นที่จำนวน 1 ไร่ จำนวน 88 ต้น รวมพื้นที่ทั้งสิ้น 3,683 ไร่ จำนวน 954,378 ต้น

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชาน้ำมัน

ชาน้ำมันมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Camellia oleifera* Abel. เป็นพืชในวงศ์ (Family) Theaceae สกุล (Genus) *Camellia* หมวด(section) *Oleifera* (Cao *et al.,* 2005) มีชื่อสามัญได้หลายชื่อ tea-oil camellia (Gilman and Watson, 1993) , tea-oil tree (Zhang *et al*., 2008) และ oil-tea camellia

ราก เป็นพืชพืชที่มีรากแก้วการพัฒนาของระบบรากหลักในระยะต้นอ่อนการเจริญพัฒนาของรากมีมากกว่าการเจริญเติบโตของส่วนลำต้นเหนือดินในขณะที่ต้นแก่นั้นการเจริญเติบโตของลำต้นมากกว่าการเจริญเติบโตของราก

ลำต้น เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กหรือไม้พุ่ม มีหลายลำต้น ทรงพุ่มกลมหรือรูปไข่ กิ่งอ่อนมีขนขึ้นปกคลุมโดยทั่วไปต้นชาน้ำมันสูง 3-4 เมตร (Gilman and Watson, 1993) อาจสูงได้ถึงมากกว่า 8 เมตรได้

ใบ เป็นใบเดี่ยว จัดเรียงตัวแบบสลับแผ่นใบคล้ายหนังสีเขียวถึงเขียวเข้ม เป็นมันวาวขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ใบมีรูปร่างเป็นวงรีหรือรูปไข่ เส้นใบแบบขนนก ใบขนาด 2.54–7.62 ซม. และกว้างประมาณ 3.81 ซม. (Gilman and Watson, 1993)

ดอก เป็นดอกเดี่ยว สีขาว มีกลิ่นหอม ไม่มีก้านดอกออกตรงบริเวณซอกใบ กลีบดอกสีขาวมี 5-7 กลีบ เกสรเพศผู้มีจำนวนมาก จัดเรียงเป็นวงล้อมรอบ เกสรเพศเมีย 2-4 ชั้น เกสรเพศเมียมี 3-5 ห้อง (carpel) ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) แยกออกเป็น 3-5 แฉก โดยทั่วไปดอกบานในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม แต่มีความแปรปรวนของช่วงเวลาการบานของดอก ชาน้ำมันที่มีการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ให้ออกดอกในฤดูหนาวมีศักยภาพสูง ในการเป็นไม้ประดับ (Zhang *et al*., 2008)

ผล เป็นแบบแคปซูล (Zhang *et al.,* 2008) ทรงกลม ยาวประมาณ 2.27-5.54 ซม. เปลือกผลแห้งและแข็ง (Gilman and Watson, 1993) ภายในผลมีเมล็ด 1-20 เมล็ด (Zhang *et al*., 2008)

แหล่งกำเนิดและการแพร่กระจายของชาน้ำมัน

1. การแพร่กระจายในแนวนอน (Horizontal Distribution)

สาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นศูนย์กลางหลักในการแพร่กระจายชาน้ำมัน โดยเฉพาะมณฑลหูหนาน เจียงซี และกวางสี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการผลิตชาน้ำมันเป็นหลัก และมีการแพร่กระจายในประเทศอื่นๆ ที่อยู่รอบนอกได้แก่ เวียดนาม ญี่ปุ่น ลาว และไทย ความไม่ต่อเนื่องและความแปรปรวนของสภาพอากาศทำให้เกิดลักษณะการแพร่กระจายในแนวนอนของชาน้ำมันได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศ สภาพแวดล้อมของสถานที่ตั้ง ในแต่ละพื้นที่การแพร่กระจายของชาน้ำมันจำแนกออกเป็นบริเวณทางตอนใต้ ตอนกลาง และบริเวณทางตอนเหนือของเขตกึ่งร้อนตามลักษณะของสายพันธุ์ชาน้ำมัน สภาพอากาศที่มีผลต่อการเจริญเติบโตตามธรรมชาติของชาน้ำมันได้มีการบันทึกไว้ดังนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยต่อปี 14-21 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเย็นจัด -14 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสะสมต่อปี (มากกว่าหรือเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส) ปริมาณน้ำฝน 800-2,000 มิลลิเมตร และช่วงระยะเวลาที่ปราศจากหิมะ 200-365 วัน

บริเวณที่มีการปลูกชาน้ำมันจำแนกออกเป็น 3 บริเวณ ตามลักษณะการแพร่กระจายประสิทธิภาพในการผลิตและแหล่งภูมิอากาศดังนี้

1.1 บริเวณทางตอนเหนือ เป็นบริเวณที่ได้รับแสงเต็มที่ มีปริมาณน้ำฝนต่อปี 800-1,000 มิลลิเมตร และมีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ชาน้ำมันชนิด *Camellia oleifera* Abel. เป็นชนิดหลักที่ปลูกในบริเวณนี้และมีการออกดอกเร็ว

1.2 บริเวณทางตอนกลาง บริเวณนี้ตั้งอยู่ในแถบมรสุมทางฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก ในช่วงฤดูใบไม้ผลิมีเมฆปกคลุมหนาแน่นและฝนตกชุก ปริมาณน้ำฝนต่อปี 900-1,200 มิลลิเมตร โดยพบว่ามีฝนตกชุกตั้งแต่เดือนเมษายนถึงมิถุนายน คลื่นความหนาวเย็นช่วงที่มีการออกดอกทางฝั่งเหนือของบริเวณตอนกลางมีผลต่อการถ่ายละอองเรณู บริเวณทางตอนกลางเป็นบริเวณหลักในการผลิตชาน้ำมัน ซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากกว่า 80% ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด ชาน้ำมันพันธุ์หลักที่ปลูกบริเวณนี้คือ *C. oleifera* Abel. สายพันธุ์เบาและสายพันธุ์กลาง

1.3 บริเวณทางตอนใต้ ตั้งอยู่เหนือสุดของเขตร้อน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,000-2,000 มิลลิเมตร มีฝนตกและมีอากาศร้อนในฤดูเดียวกัน บริเวณนี้ประสบความแห้งแล้งในฤดูใบไม้ผลิทำให้ยอดอ่อนหรือผลที่ติดใหม่เกิดอาการไหม้จากการถูกแดดเผา ในช่วงที่ดอกบานมีแมลงมาช่วยผสมเกสรทำให้การถ่ายละอองเรณูสมบูรณ์ ชาน้ำมันที่ปลูกในบริเวณนี้ได้แก่ *C. oleifera Abel*., *C. vietnamensis* Huang., *C. semiserrata* Chi., *C. gigantocarapa* Hu. และ *C. nanyongensis* Hu. ฯลฯ (Zhang *et al*., 2008)

2. การแพร่กระจายในแนวตั้ง (Vertical Distribution)

การแพร่กระจายของชาน้ำมันในแนวตั้งยังคงถูกควบคุมโดยปัจจัยทางสภาพอากาศด้วยเช่นกัน ตำแหน่งที่เส้นรุ้งอยู่บริเวณทางตอนเหนือ ชาน้ำมันมีการแพร่กระจายทั่วไปในพื้นที่ที่ต่ำกว่า 600 ม. และพื้นที่สูงสุดอยู่ที่ระดับความสูง 850 เมตร ในบริเวณทางตอนใต้ ชาน้ำมันมีการแพร่กระจายในพื้นที่ที่ต่ำกว่า 800 เมตร และพื้นที่สูงสุดอยู่ที่ระดับความสูง 2,200 เมตร พื้นที่ที่สูงจากระดับน้ำทะเลของการแพร่กระจายในหุบเขาที่แยกตัวออกจากกันจะต่ำกว่าภูเขาและหุบเขาต่างๆ สำหรับภูเขาต่างๆในบริเวณทางตอนเหนือ ตำแหน่งเส้นรุ้งการแพร่กระจายในพื้นที่ลาดทางทิศใต้สูงกว่าในพื้นที่ลาดทางทิศเหนือ ผลผลิตชาน้ำมันลดลงเมื่อพื้นที่สูงขึ้น โดยพบว่าชาน้ำมันมีผลผลิตมากที่สุดในพื้นที่ระดับความสูง 300 เมตร คุณสมบัติของผลเปลี่ยนแปลงไปตามภูมิประเทศและระดับความสูงของพื้นที่ สัดส่วนการให้ผลผลิตเมล็ดและผลที่มากพบในพื้นที่เนินเขามากกว่าในพื้นที่ที่เป็นภูเขาซึ่งเป็นพื้นที่ที่พบว่าปริมาณน้ำมันในเนื้อสูงกว่า ส่วนแบ่งที่ประกอบด้วยน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล จำนวนเมล็ดต่อผล อัตราส่วนเมล็ดต่อผล และอัตราส่วนเนื้อในลดลงไปพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของระดับความสูงของพื้นที่ (Zhang *et al*., 2008)

ลักษณะเชิงนิเวศของพืชชาน้ำมัน

1. ความต้องการของชาน้ำมันในด้านสภาพแวดล้อมของที่ตั้ง

1.1. สภาพอากาศ

1.1.1. อุณหภูมิ ต้นชาน้ำมันชอบอุณหภูมิอบอุ่นไม่ชอบอุณหภูมิเย็นจัด อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนที่อากาศหนาวเย็นที่สุดไม่ควรต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

1.1.2. แสง ต้นชาน้ำมันที่ปลูกใหม่ชอบร่มเงา ในขณะที่ต้นชาน้ำมันที่ปลูกแล้วชอบแสงแดด ปริมาณการได้รับแสงที่ดีที่สุดต่อปี 1,800-2,200 ชั่วโมง

1.1.3 ความชื้น ต้นชาน้ำมันชอบน้ำแต่ไม่ชอบน้ำท่วมขัง ความชื้นในดินที่เหมาะสมสำหรับชาน้ำมัน 70 – 80%

1.2. ดิน ดินที่มีสีแดง สีเหลือง ดินที่เป็นกรดและดินที่เป็นกรดปานกลางที่มีค่าความเป็นกรดด่าง 4.0-6.5 เป็นดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของชาน้ำมัน ขณะที่ดินที่เป็นด่างไม่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของชาน้ำมัน

1.3. ภูมิประเทศ พื้นที่ลาดทางฝั่งตะวันออกเฉียงใต้และทางใต้มีความเหมาะสมต่อ

1.3.1. การปลูกชาน้ำมัน พื้นที่ลาดชันอยู่ในระดับ 0–25 องศา และพื้นที่เขตร้อนที่อยู่ต่ำกว่าเส้นรุ้งที่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรของโลกไม่มีผลกระทบต่อการปลูกชาน้ำมัน

2. ลักษณะการเจริญเติบโตและการเจริญพัฒนาของชาน้ำมัน

ระบบรากของชาน้ำมันเริ่มมีการเจริญเติบโตเมื่ออุณหภูมิในดิน 10 องศาเซลเซียส ในช่วงต้นฤดูใบไม้ผลิของทุกปี รากในฤดูใบไม้ผลิมีการเจริญเติบโตสูงสุดครั้งแรกก่อนที่หยุดการเจริญเติบโตในเดือนมีนาคม หลังจากนั้นรากมีการหมุนเวียนด้านการเจริญเติบโตร่วมกับการเกิดยอดใหม่ เดือนกันยายนรากมีการเจริญเติบโตสูงสุดครั้งที่ 2 เมื่อผลหยุดการเจริญเติบโตและเริ่มมีการออกดอก รากลดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของลงตั้งแต่เดือนธันวาคม

ต้นชาน้ำมันที่ปลูกใหม่มีการเจริญเติบโตได้ดี สามารถเกิดยอดซ้ำได้ในช่วงฤดูใบไม้ผลิฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วงและช่วงกลางฤดูใบไม้ร่วง เมื่อแหล่งปลูกชาน้ำมันมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ได้รับน้ำเต็มที่และได้รับธาตุอาหารเพียงพอ โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่าช่วงระยะที่มีการออกดอกเต็มที่ชาน้ำมันมีเพียงบางต้นเท่านั้นที่มีการแตกยอดใหม่ในช่วงฤดูร้อนหรือฤดูใบไม้ร่วง ยอดใหม่ที่แตกขึ้นระหว่างช่วงเริ่มต้นฤดูใบไม้ผลิและช่วงเริ่มต้นฤดูร้อนเป็นพบยอดเหล่านี้มีจำนวนมาก มีลักษณะผอมบางและแข็งแรง ปล้องที่สั้นเป็นกิ่งสำคัญในการผลิตและสะสมอาหาร และในขณะเดียวกันเป็นกิ่งหลักที่ออกดอก ยอดที่แข็งแรงในฤดูใบไม้ผลิเกิดจากกิ่งฐานของยอดที่แตกในฤดูร้อน ยอดที่เกิดขึ้นในฤดูใบไม้ผลิจำนวนมากเป็นหนึ่งในสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นก่อนในการให้ผลผลิตที่สูงและคงที่ ในกรณีทั้งหมดเป็นยอดของฤดูร้อนที่เจริญในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม ตาที่เกิดขึ้นเล็กน้อยในฤดูใบไม้ผลิที่มีการเจริญพัฒนาที่ดี สามารถเปลี่ยนสภาพไปเป็นตาดอกและอยู่ในกิ่งที่ออกดอกในปีถัดมา โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่ายอดในฤดูใบไม้ผลิเหล่านี้แตกยอดในเดือนกันยายนและตุลาคม ต้นอ่อนและต้นแก่มีการติดผลครั้งแรกหรือมีการติดผลน้อยกว่ายอดในฤดูใบไม้ร่วง

ต้นกล้าชาน้ำมันที่ได้จากการเพาะเมล็ดเริ่มออกดอกติดผลหลังจากปลูก 3-4 ปี ในขณะที่ต้นชาน้ำมันที่ได้จากการเสียบยอดเริ่มให้ผลผลิตก่อน (2-3 ปี) การให้ผลผลิตเริ่มต้นใน 4-6 ปีหลังจากปลูกลงแปลง ช่วงระยะที่มีการติดผลเต็มที่เริ่มต้นในช่วง 6-8 ปีต่อมา การให้ผลผลิตเฉลี่ย 1 mu (1 mu = 0.42 ไร่) คือ 200-600 กิโลกรัม ในขณะที่ชาน้ำมันพันธุ์ใหม่และพันธุ์ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ให้ผลผลิตมากกว่าคือ 1,500 กิโลกรัม (ศราวุธ, 2555) การติดผลผลิตแบ่งได้เป็นสองช่วง ช่วงแรกออกดอกช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม เริ่มแก่เดือนสิงหาคมจนถึงปลายเดือนตุลาคม และช่วงที่สองออกดอกเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน ผลแก่ในเดือนมีนาคมถึงเมษายน ช่วงดังกล่าวถือว่าเป็นผลผลิตนอกฤดู การร่วงของผลเกิดขึ้นมากช่วงเดือนเมษายน

การเจริญเติบโตของชาน้ำมันในประเทศไทย

ศราวุธ (2555) ได้ศึกษาการติดดอก การติดผล การเจริญพัฒนาของผล และดัชนีการเก็บเกี่ยวผล ของดอกชาน้ำมันดอกขาว (*Camellia oleifera* Abel) ที่แปลงวิจัยชาน้ำมัน สาขาไม้ผล มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ พบเริ่มผลิตาดอกช่วงเดือนพฤษภาคม - เดือนกรกฎาคม ละเริ่มพบดอกบานช่วงเดือนตุลาคม-มกราคม สามารถมองเห็นพัฒนาการด้วยตาเปล่าจากตาดอกถึงดอกบานใช้ระยะเวลา 116 วัน ดอกบานช่วงเช้าเริ่ม 06.00 น . อับเรณูแตกเวลา 11.00-16.00 น. ดอกเพศเมียพร้อมผสมตั้งแต่ดอกบานถึงเวลา 14.00 น. ของวันที่ดอกบาน โดยระอองเรณูมีชีวิตร้อยละ 71.1 และอัตราการงอกที่ 67.09% ที่ระดับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 15% การติดผลหลังจากที่ได้รับการถ่ายละอองเรณูโดยธรรมชาติ เช่น ลม และ แมลง การเจริญเติบโตทางด้านความกว้างและความยาวอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ระยะแรกจนผลอายุ 210 วันหลังดอกบาน โดยที่น้ำหนักผลสดและน้ำหนักผลแห้งช่วง 90 วันหลังดอกบานจะเพิ่มอย่างช้าๆและเพิ่มขึ้นรวดเร็วในช่วง 90-150 วันหลังดอกบาน พบว่ามีน้ำมันเกิดขึ้นเมื่ออายุ 180 วันหลังดอกบาน กะลาเริ่มเปลี่ยนสีเปลือกหุ้มเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มและแข็งตัวเมื่อผลอายุ 300 วันหลังดอกบาน ลักษณะภาพนอกสีผลเป็นสีน้ำตาลเทาซีด ไม่มีขน ผิวผลแห้งไม่เงา ขรุขระ และสากมืออาจพบการปริที่ผลสามารถใช้พิจารณาเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ อีกทั้งยังศึกษากรดไขมันชนิดต่างๆ ประกอบด้วย กรดโอเลอิก 75.67% กรดลิโนเลอิก 10.27 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลนิก 0.25% และกรดไขมันที่อิ่มตัวได้แก่ กรดปาล์มมิติก 10.17% และ กรดสเตรียริก 2.89%

นิพัฒน์และคณะ (2557) ได้ศึกษาการเจริญเติบโต การออกดอกติดผลและการพัฒนาของผลชาน้ำมันในภาคเหนือตอนบน พบว่าชาน้ำมัน (*Camellia oleifera* Abel) ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวง (โป่งน้อย) เชียงใหม่ อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2556 - 2557 โดยใช้ต้นชาน้ำมันพันธุ์อินทนนท์ พันธุ์ C-O-E พันธุ์หูหนานเบอร์ (#) 1 และพันธุ์กวางสี #2 พันธุ์ละ 10 ต้น จากการศึกษาพบว่า ความกว้างและความยาวของใบเพิ่มขึ้นแบบ simple sigmoid curve ใช้เวลาเฉลี่ย 28.5 วัน จนใบขยายใหญ่เต็มที่ การเปลี่ยนแปลงค่าสัดส่วน Fv/Fm และ SPAD unit ของใบในรอบปีไม่แตกต่างกันและทิศทางการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอนจึงอาจสรุปได้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและความเครียดของพืชไม่ใช่ปัจจัยหลักควบคุมในการออกดอกของชาน้ำมัน ปริมาณ TNC ในใบเริ่มลดลงจากเดือนมกราคมจนถึงพฤษภาคมแล้วเพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึงเดือนตุลาคม ในขณะที่ปริมาณ TNC ในใบมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณในรอบปีน้อยมาก ปริมาณ TNC ในใบจึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งในการควบคุมการออกดอกของชาน้ำมัน การติดผลค่อนข้างต่ำโดยพันธุ์ C-O-E พันธุ์หูหนาน #1 และพันธุ์

กวางสี #2 ติดผลเฉลี่ย 20.93, 23.68 และ 22.00% ตามลำดับ น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักเปลือกและน้ำหนักผลแต่ละพันธุ์แตกต่างกันและการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเป็นแบบ simple sigmoid curve ซึ่งใช้เวลา 8-9 เดือนพัฒนาจนผลแก่เต็มที่ ผลพันธุ์ C-O-E หูหนาน #1 และกวางสี #2 มีจำนวนเมล็ด 4.80, 3.87 และ 4.33 เมล็ด/ผล ตามลำดับ

เนื่องจากชาน้ำมันพันธุ์ทนร้อนและพันธุ์อินทนนท์ออกดอกและติดผลน้อยไม่เพียงพอต่อการเก็บตัวอย่าง การเพิ่มของความกว้างและความสูงของผลพันธุ์ C-O-E หูหนาน #1 และพันธุ์กวางสี #2 ใกล้เคียงและมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน ผลอายุ 9 เดือนของพันธุ์ C-O-E หูหนาน #1 และพันธุ์กวางสี #2 มีความกว้างเฉลี่ย 4.47±0.06, 4.13±0.07 และ 4.31±0.08 ซม. มีความสูงเฉลี่ย 3.62±0.07, 3.60±0.07 และ 3.61±0.10 ซม.

การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมล็ด เปลือกและผลชาน้ำมันพันธุ์ C-O-E หูหนาน #1 และพันธุ์กวางสี #2 เป็นแบบ simple sigmoid curve โดยหลังติดผล 9 เดือนผลชาน้ำมันพันธุ์ C-O-E มีน้ำหนักผล 36.51±1.99 กรัม น้ำหนักเปลือก 27.87±1.54 กรัม และน้ำหนักเมล็ด 9.44 ±0.85 กรัม ผลชาน้ำมันพันธุ์หูหนาน #1 มีน้ำหนักผล 32.51±1.99 กรัม น้ำหนักเปลือก 20.27±1.54 กรัม และน้ำหนักเมล็ด 12.12±0.85 กรัม ตามลำดับ ผลชาน้ำมันพันธุ์กวางสี #2 มีน้ำหนักผล 35.72±1.67 กรัม น้ำหนักเปลือก 23.45±1.35 กรัมและน้ำหนักเมล็ด 12.17±0.85 กรัม ตามลำดับ ผลชาน้ำมันแต่ละพันธุ์มีจำนวนเมล็ดในผลที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ C-O-E หูหนาน #1 และกวางสี #2 มีจำนวนเมล็ดในผลเฉลี่ย 4.80±0.53 3.87±0.40 (นิพัฒน์, 2557)

นาถยา (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของดอกชาน้ำมัน (*Camellia oleifera* Abel.) ในแปลงปลูกมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผลการศึกษาพบว่า ตาดอกชาน้ำมันเกิดขึ้นในที่ปลายยอดและซอกใบ ดอกชาน้ำมันเป็นดอกเดี่ยวไม่มีก้านดอก การพัฒนาตาดอกของชาน้ำมัน แบ่งออกเป็น 6 ระยะ คือ ระยะการสร้างเกล็ดตา ระยะก่อนเปลี่ยนแปลงเป็นตาดอก ระยะเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นตาดอก ระยะการสร้างกลีบดอก ระยะการสร้างเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย และระยะส่วนประกอบของดอกสมบูรณ์ ตายอดและตาข้างก่อนการเปลี่ยนแปลงเป็นตาดอกมีความกว้างน้อยกว่า 4 มิลลิเมตร (มม.) เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดมีการแบ่งเซลล์ในแนวตั้งฉากกับผิวจนเนื้อเยื่อปลายยอดมีลักษณะขยายกว้างโดยเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดมีความกว้างเฉลี่ย 0.82–0.1 มม.ระยะการเปลี่ยนแปลงนี้ขนาดที่มองเห็นด้วยตาเปล่าของตาดอกมีความกว้างเฉลี่ย 4.52-5 มม.มีการสร้างและพัฒนาโครงสร้างของดอกจนกว่าสมบูรณ์ ตาดอกมีความกว้าง 14-18 มม. ตาดอกจึงเริ่มผลิ

และบานใน 1-2 วัน หลังจากนั้นระยะเวลาตั้งแต่ตาเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นตาดอกจนถึงดอกบานใช้เวลา 101-116 วัน การพัฒนาตาดอกชาน้ำมันเริ่มในกิ่งยอดที่แตกใหม่ในช่วงปลายเดือนเมษายนถึงต้นเดือนพฤษภาคม และดอกจะเริ่มทยอยบานในเดือนตุลาคมจนถึงมกราคมของปีถัดไป โดยช่วงที่ดอกบานมากที่สุดคือเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม

สุปรียาและวิไลศรี (2556) ได้ศึกษาคุณภาพเมล็ดชาน้ำมันดอกขาว (*Camellia oleifera*) และน้ำมันเมล็ดชา สามารถนำเมล็ดมาสกัดน้ำมันที่มีคุณภาพดี เมล็ดสีดำมีปริมาณน้ำมันมากที่สุด 22.77% มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด 2.58% ขณะที่เมล็ดสีน้ำตาลปนเหลืองมีปริมาณน้ำมันน้อยที่สุด 8.95% และเมล็ดชาน้ำมันสดที่สกัดน้ำมันด้วยเฮกเซน พบว่าค่าของกรด และค่าเปอร์ออกไซด์ เท่ากับ 4.94 mg KOH/g และ 0.97 meq./kg. ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเมล็ดชาน้ำมันที่เก็บไว้ 1-2 วันและเมล็ดที่เสียมีเชื้อรา พบว่าค่าของกรดเพิ่มขึ้นเป็น 6.48, 11.52 และ 18.80 เท่าตามลำดับ ขณะที่ค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บไว้ 1 วัน แต่ลดลงเมื่อเก็บไว้ 2 วัน ส่วนคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของ น้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศสองฤดูกาลผลิต และน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำมันและไขมันสำหรับบริโภคของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและมาตรฐาน Codex สำหรับองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดชาทั้งสองแหล่งผลิตมีปริมาณกรดโอเลอิกมากที่สุด น้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตในประเทศมีปริมาณอยู่ระหว่าง 69.21-74.88% น้ำมันเมล็ดชานำเข้ามีปริมาณ 76.07% และมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่า 80%

การเพิ่มปริมาณน้ำมันของเมล็ดชาน้ำมัน ได้เมล็ดชาน้ำมันที่ศึกษามาจากแปลงปลูกบ้านปูนะ อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย มีปัจจัย คือ อิทธิพลของ Gibberellic acid (GA) และระยะเวลาในการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือการใช้สารละลาย GA ที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน โดยปริมาณน้ำมันที่ได้มากที่สุด คือ 43.36% ซึ่งเพิ่มขึ้น 9.82% เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม (อรรถนนท์, 2562)

สัณฐานวิทยาของดอก (Floral Morphology)

ดอกเป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากระยะการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและยอด (vegetative phase) ไปสู่ระยะเจริญพันธุ์ (reproductive phase) (สุรีย์พร, 2543) ซึ่งมีกำเนิด มาจากตาเดียวกับกิ่งและใบ ตาที่ให้กำเนิดดอกนี้อาจเป็นตาดอกหรือตาผสม อาจเกิดที่ปลายยอดของลำต้นหรือกิ่ง ตาที่ให้กำเนิดกิ่งและใบเจริญเติบโตขึ้นตลอด ต่อมาเนื้อเยื่อเจริญเปลี่ยนจาก vegetative

meristem เป็น reproductive meristem ซึ่งใช้เวลาตั้งแต่ 2-3 วันจนถึงหลายปี แตกต่างกันในแต่ละพืชขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและกรรมพันธุ์ (เทียมใจ, 2542)

ดอกประกอบด้วยส่วนต่างๆ ทั้งที่สืบพันธุ์ได้และสสืบพันธุ์ไม่ได้ติดอยู่บนฐานรองดอก (receptacle) (พวงผกา, 2548) มีอยู่ 4 วงด้วยกัน วงนอกสุด คือ กลีบเลี้ยงและกลีบนอก (sepal) มักมีสีสีเขียวและส่วนล่างสุดของฐานรองดอก ถัดจากกลีบดอกคือ เกสรเพศผู้ (stamen) ประกอบด้วย อับเรณู (anther) กับก้านชูเกสรเพศผู้ (filament) ส่วนวงในสุด คือเกสรเพศเมีย (pistil) ประกอบด้วย ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ก้านเกสรเพศเมีย (style) และรังไข่ (ovary) (เทียมใจ, 2542)

การถ่ายละอองเรณู

การถ่ายละอองเรณู (Pollination) คือ กระบวนการที่ละอองเรณู (pollen grain) ไปตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ละอองเรณูปลิวไปตามแรงลมแล้วไปตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย จากนั้นเรณูต้องงอกยอดโดยใช้ (pollen tube) ผ่านและก้านเกสรเพศเมียก่อน โดยปกติเกสรเพศผู้ผลิตเรณูจำนวนเมื่อเทียบกับจำนวน ออวุล (ovule) ที่มีอยู่ในเกสรเพศเมีย เนื่องจากพืชมี ovule แต่ละชิ้นต้องการเรณู (pollen) ที่จะเข้าผสมของตัวเอง ดังนั้น จึงต้องการเรณูจำนวนมาก นอกจากนี้ ยอดเกสรเพศเมียพื้นที่เล็กมาก รวมกับกรณีที่เกสรเพศผู้อยู่แยกจากเกสรเพศเมียต่างดอกกัน โอกาสในการถ่ายเรณู (pollination) ให้สำเร็จจึงค่อนข้างยาก พืชจึงต้องผลิตเรณูจำนวนมากเพื่อเพิ่มโอกาสในเกิดก่อนการปฏิสนธิ หรืออาจเกิดการที่ตัวกลางในการผสมเกสร เช่น แมลงผสมเกสรชนิดต่างๆ สัตว์ปีก หรืออาจเกิดจากความตั้งใจของมนุษย์

1.การถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน หรือคนละดอกในต้นเดียวกัน (Self-pollination) การถ่ายละอองเรณูแบบนี้จะได้รุ่นลูกมีสมบัติทางกรรมพันธุ์เหมือนเดิม ถ้าเป็นพันธุ์ดีก็จะถ่ายทอดลักษณะพันธุ์ดีไปเรื่อย มีเกสรเพศผู้และเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกันละอองเกสรเพศผู้สามารถร่วง หรือปลิวมาตกบนยอดเกสรเพศเมียได้พืชที่ถ่ายละอองเกสรในดอกเดียวกันนั้นได้แก่ ถั่ว มะเขือ มะเขือฝ้าย และพืชที่มีดอกสมบูรณ์เพศอื่นๆ และอีกกรณีหนึ่งคือการถ่ายละอองเกสรข้ามดอกในต้นเดียวกัน เกิดกับพืชที่มีดอกไม่สมบูรณ์ ละอองเกสรตัวผู้ จะต้องเคลื่อนที่ไปตกบนยอดเกสรเพศเมียของดอกหนึ่งในต้นเดียวกันพืชที่ต้องถ่ายละอองเกสรได้แก่ ฟักทอง แตงกวา และพืชที่มีดอกไม่สมบูรณ์เพศอื่นๆ

2.การถ่ายละออกเรณูต่างดอกของพืชต่างต้นในชนิดเดียวกัน (Cross pollination) เป็นการถ่ายละอองเรณูแบบข้ามดอก หรือต่างต้นกัน ก็จะทำให้พืชมีลักษณะต่างๆ หลากหลายและอาจ

ให้รุ่นลูกมีสมบัติทางกรรมพันธุ์ที่ลักษณะแตกต่างไปจากต้นเดิม เกิดกับพืชที่มีดอกเพศผู้ หรือดอกเพศเมียต่างต้นกัน จึงต้องใช้อาศัยการถ่ายละอองเรณูโดยธรรมชาติ จากแรงลม แมลง สัตว์ รวมถึงมนุษย์ในการถ่ายละอองเกสรข้ามต้นพืชที่มีดอกสมบูรณ์เพศ หรือพืชที่มีเพศผู้และเพศเมียอยู่ภายในต้นเดียวกัน ก็อาจจะถ่ายละอองเกสรข้ามต้นได้ (กิตติ, 2559)

การศึกษาลักษณะการผสมตัวเองไม่ติด (Self-pollination) ไม่สำเร็จเกิดจากของหลอดละอองเรณูมีการงอกไปที่ก้านชูเกสรเพศเมียช้าหรือหยุดชะงักที่ฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย ลักษณะเช่นนี้ให้เห็นถึงการขัดขว้างทางสัณฐานวิทยาที่ขัดขวางการงอกของหลอดละอองเรณูในพืชผสมข้ามต้น เนื่องจากถูกควบคุมโดยยีนด้วยระบบ Gametophytic (Wang et al, 2008) สอดคล้องกับ Yang and Chen (2000) ที่ศึกษาละอองเรณูชาผสมตัวเองมีการเจริญเติบโตลงไปถึงฐานก้านชูเกสรเพศเมียแล้วมีอาการ บวม บิด งอ ไม่สามารถงอกลงไปผสมกับ ovule ได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหลอดละอองเรณูถูกยับยั้งที่ฐานของก้านชูเกสรเพศเมีย

การติดผลและการเจริญของผล

การติดผลเกิดหลังจากดอกที่ได้รับการถ่ายละอองเรณู และการปฏิสนธิ (fertilization) ส่วนประกอบของดอกมีการเปลี่ยนแปลงโดย ไข่ (ovule) จะเจริญไปเป็นเมล็ดภายในมีคัพภะ (embryo) และมีเอนโดสเปอร์ม (edosperm) ผนังรังไข่จะเจริญเป็นเปลือกผล (pericarp) รังไข่ (ovary) และฐานรองดอก (receptacle) จะเริ่มขยายตัวดันส่วนของกลีบดอกที่เหี่ยวแห้งและหลุดร่วงไป การเจริญเติบโตของผลแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ โดยระยะแรกรังไข่มีการแบ่งเซลล์หลังจากได้รับการปฏิสนธิ ระยะที่สองเซลล์ที่แบ่งเซลล์แล้วมีการขยายขนาดไซโทพลาสซึมจะเคลื่อนเข้าหาขอบเซลล์ ทำให้เกิดช่องว่างภายในเซลล์และมีน้ำหล่อเลี้ยงในเนื้อเยื่อ (sap) อยู่เซลล์ซึ่งมีอาหารพวกแป้ง น้ำตาล และโปรตีน ระยะที่สามผลเจริญเต็มที่จะมีการสร้างสารที่ทำให้เกิดรสชาติ (flavour) ช่วงท้ายระยะผลจะสุกหรือถึงช่วงที่จะเก็บได้หลังจากนั้นเข้าสู่ระยะที่สี่เป็นระยะสุกงอม (senescence) จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในผลอย่างมาก ผลจะเริ่มสุกงอม หรือแห้งเหี่ยวไปในที่สุดโดยทั่วไปการเพิ่มปริมาตร น้ำหนักผล ขนาดผลแล่ะส่วนประกอบของผล โดยเริ่มจากจากระยะหลังดอกบานจนถึง ผลแก่ หากแสดงข้อมูลเป็น curve เป็นแบบ sigmoid หรือ double sigmoid curve ผลจะมีเมล็ดภายใน ซึ่งบทบาทของเมล็ดที่เกี่ยวข้องต่อการผลิตฮอร์โมนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตหากเมล็ดไม่เจริญก็จะทำให้ผลหลุดร่วงแต่ในไม้ผลบางชนิดสามารถมีผลที่ไม่มีเมล็ดหรือมีเมล็ดฟ่อ

(parthenocarpy) เกิดขึ้นรังไข่ที่ไม่ได้รับปฏิสนธิ เช่น กล้วยหอม มะละกอ ส้มบางชนิด เป็นต้น หรืออาจได้รับการกระตุ้นจากการปฏิสนธิที่ไม่สมบูรณ์ ผลที่ได้จึงไม่มีเมล็ดหรือเมล็ดลีบ เช่น ทุเรียนบางพันธุ์ (อมรธัช, 2521)

การร่วงของดอกและผล

การร่วงของดอกและผลอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระตุ้นของสิ่งแวดล้อม โดยดอกหรือผลที่ร่วง เมื่อพืชส่วนของใบและผล อายุมากขึ้นแก่เต็มที่จะร่วง ซึ่งการหลุดร่วงนี้เกี่ยวมีความจำเป็นในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพการอยู่รอดและการขยายพันธุ์ ส่วนต่างๆของพืชเหล่านี้ได้มีกลไกลตั้งแต่เริ่มเจริญเติบโตเกิดการเสื่อมสภาพตามอายุ (senescence) ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อชั้นของเซลล์ที่เกิดการหลุดร่วง (abscission layer) และเนื้อเยื่อชั้นของเซลล์ที่ช่วยในการป้องกันบาดแผลที่เกิดขึ้นจากการร่วงของต่างๆ (protective layer) โดยการสร้างเนื้อเยื้อนั้นเกิดขึ้นบริเวณการร่วง (abscission zone) เกิดเป็นแนวขวางของก้านดอกหรือขั้วผลก่อนจะหลุดออก โดยแคลเซียมเพคเตท (calcium pectate) เปลี่ยนเป็นเพคติน (Pectin) ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้ทำให้เซลล์ยืดหยุ่นแล้วจึงแยกออกจากกันและหลุดร่วง (เทียมใจ, 2542) การถ่ายโอนสัญญาณการร่วงเกิดโดยสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ โดยเฉพาะสมดุลระหว่างเอทิลีนและออกซิน เอทิลีนจะกระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วงในขณะที่ออกซินจะช่วยยับยั้งการหลุดร่วงการสร้างชั้นแอบซิสชัน แต่กรณีผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวอาจเกิดจากปริมาณออกซินในต่ำหรือไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปที่ขั้วผลได้ สารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นๆ เกี่ยวข้องด้วยในบางกรณี เช่น กรดแอบซิสซิกในสภาพที่พืชขาดน้ำ ไซโตไคนินเมื่อผลไม่มีเมล็ด จิบเบอเรลลินในต้นที่มีการเจริญทางกิ่งและใบ (จริงแท้, 2550) นอกจากนั้นแล้วผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวอาจเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของการปฏิสนธิในผลนั้นหรือการแย่งอาหารกันภายในต้น (นพดล, 2555)

ความสำคัญของธาตุอาหารและปัญหาดินที่สำคัญในภาคเหนือของประเทศไทย

ดินมีความสำคัญทางเกษตรกรรม และเป็นทรัพยากรที่ใช้ไปแล้วจะปรับปรุงใหม่เหมือนเดิม หรือหาวิธีจัดการได้ยากอาจใช้เวลานาน ประเทศไทยปัจจุบันมีพื้นที่ไม่เหมาะสมในการเกษตรกรรม เช่นพื้นที่ลาดชันทำให้เกิดผลกระทบตามมาอีกหลายประการ ยังรวมไปถึงการใช้ดินโดยไม่บำรุงรักษา ทำให้ดินเสื่อมโทรมของดิน ขาดอินทรียวัตถุจากการใส่ปุ๋ยเคมีมาก โดยภาคเหนือพบปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน 53.6 ล้านไร่ ดินขาดอินทรียวัตถุ 10.2 ล้านไร่ ดินที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 71.39 ล้านไร่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่ถูกต้องตามศักยภาพ 6.2 ล้านไร่ (จิราภรณ์, 2557)

ความสำคัญของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของพืช

หากพืชขาดธาตุอาหารนั้นการเติบโตของพืชไม่สามารถเจริญเติบโตตามวงจรชีวิตได้ตามปกติ (Emanuel, 1972) สารอาหารแต่ละชนิดของพืช ถ้าได้รับน้อยไปจะแสดงอาการขาดสารอาหารหรือหากมากเกินไปจะเป็นพิษกับพืชได้ (Motavalli *et al*., 2010) ปัจจุบันธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชพบ 17 ธาตุ ได้แก่ ไฮโดรเจน (H), ออกซิเจน (O) และคาร์บอน (C) และธาตุที่เป็น ธาตุอาหารหลัก (primary macronutrients) ได้แก่ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), และ โพแทสเซียม (K) ธาตุอาหารรอง (secondary macronutrients) ได้แก่ แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), และ กำมะถัน (S) และธาตุอาหารเสริม (micronutrients) ได้แก่ แมงกานีส (Mn), ทองแดง (Cu), คลอรีน (Cl), เหล็ก (Fe), โบรอน (B), สังกะสี (Zn), โมลิบดินัม (Mo) และ นิกเกิล (Ni) (จิราภรณ์, 2557)

แคลเซียม (Ca) เป็นแร่ธาตุที่พบในเปลือกโลกอยู่ในรูปของสารประกอบของ $CaCO_3$ ที่เป็นองค์ประกอบของหินปูน หินงอก หินย้อย ดินมาร์ล เปลือกหอย และพบในสารประกอบซัลเฟต แร่เฟลด์สปาร์ แคลไซค์และโดโลไมต์ แคลเซียมสามารถแตกตัว ละลายน้ำ และทำปฏิกิริยากับธาตุอื่นในทุกสภาพความเป็นกรด-ด่างของสภาพสิ่งแวดล้อมนั้นๆในรูปไดวาเลนต์แคลเซียมไอออน เมื่ออยู่ในเซลล์พืช แคลเซียมจะเคลื่อนย้ายทางท่ออาหารได้ยาก (จิราภรณ์, 2557) นอกจากนั้นแล้วความสำคัญต่อพืช คือ ช่วยให้เซลล์พืชทำงานเป็นปกติ และช่วยในการแบ่งเซลล์ ช่วยในการผสมเกสร ช่วยในการงอกของเมล็ด ช่วยในการลำเลียงอาหาร แคลเซียมช่วยในการปรับสมดุลทั้งกรดและด่างของพืช อีกทั้งมีส่วนสำคัญต่อโครงสร้างของเซลล์พืช (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์, 2563) โดยประกอบโครงสร้างของผนังเซลล์ใน middle lamella ซึ่งจะอยู่ในรูปแคลเซียมเพคเตท (calcium pectate) ช่วยให้ท่อน้ำ และท่ออาหารของพืชแข็งแรง ช่วยในการสร้างฮอร์โมนของพืช ควบคุมการผ่านเนื้อเยื่อ

ของไอออน (Hocking et al., 2016) ได้มีการศึกษาเลี้ยงละอองเกสรของพืชในสารละลายแคลเซียมร่วมกับสารเคมีต่างๆ พบว่า แคลเซียมมีส่วนสำคัญต่อการงอกของละอองเกสร ช่วยให้หลอดละอองเกสรที่งอกแล้วยืดตัวได้ (Brewbaker and Kwack, 1963) มีส่วนสำคัญช่วยให้ membrane ทำหน้าที่ได้อย่างปกติ นอกจากนี้ ยังช่วยในการยืดตัวของเซลล์ขณะผสมเกสรเพื่อนำเชื้อสืบพันธุ์เพศผู้เข้าไปผสมเกิดได้เร็วขึ้น ช่วยในการเคลื่อนย้าย และสะสมของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในพืช เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างในลำต้น กิ่ง และใบ ช่วยเพิ่มการติดผล ป้องกันผลร่วง และผลแตก (Hepler and Wayne, 1985) Krisanapook et al. (2016) ได้ศึกษาการให้สารละลายแคลเซียมด้วยการพ่นทางใบสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมในช่อดอกได้ มีผลต่อการติดผลพลับ โดยฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม โบรอน (Sorba Spray®: $Ca(NO_3)_2$ 5% และ $Na_2B_4O_7$ 0.5%) อัตรา 0 (ชุดควบคุม), 10 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียม 50 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับโบรอน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยฉีดพ่น 3 ครั้ง ในระยะ ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ ระยะดอกบาน และระยะหลังดอกบาน 1 สัปดาห์พบว่า การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมร่วมกับโบรอนอัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีผลให้ ใบพลับระยะหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ธาตุโพแทสเซียมสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การฉีดพ่น สารละลายแคลเซียมร่วมกับโบรอนทั้ง 2 อัตรา มีผลให้ได้ผลผลิตมากขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกันทั้งในพลับพันธุ์ซิชู พันธุ์ฟูยู และมะพร้าวเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

โดยปกติในดินมักไม่ขาดแคลเซียม ยกเว้นในดินที่เป็นกรด ส่วนสภาพดินที่เป็นด่างมีปริมาณแคลเซียมมากเกินไป และมักมีฟอสฟอรัสสูงทำให้แคลเซียมรวมตัวกับฟอสฟอรัสเป็นแคลเซียมฟอสเฟตทำให้พืชนำฟอสฟอรัสไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ นอกจากนั้น ในดินที่เป็นด่างสูงมีผลทำให้พืชนำแร่ธาตุธาตุที่สำคัญบางอย่างไปใช้ประโยชน์ได้ลดลง เช่น เหล็ก ที่เป็นธาตุช่วยให้การดูดซับแคลเซียมดีขึ้น ลักษณะอาการของพืชที่ขาด Ca แสดงอาการที่ใบอ่อนหรือใกล้กับยอดอ่อนหรือส่วนปลายรากบิดเบี้ยวงอ ขอบใบม้วนลงข้างล่าง ขอบใบหยักไม่เรียบ สีขาวหรือน้ำตาลอ่อน และแห้งตาย ขณะที่รากจะสั้น ไม่มีการเจริญเท่าที่ควรสาเหตุการขาดธาตุเหล็กทำให้เกิดการขาดแคลเซียมในพืชได้เช่นกัน (จิราภรณ์, 2557)

สังกะสี (Zn) พบในธรรมชาติไม่พบในรูปของธาตุอิสระ โดยทั่วไปมักพบสังกะสีในดิน โดยอยู่ในรูปของซัลไฟด์ (ZnS) และมักปนกับซัลไฟด์ของโลหะอื่น เช่น เหล็ก ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง สังกะสีที่ละลายน้ำและเป็นประโยชน์ดีกับพืชคือรูป เกลือฟอสเฟต คาโบเนต และซิลิเกต (ไม่ละลายน้ำ) ดินที่มีความเป็นกรดด่างสูงมากทำให้ความเป็นประโยชน์ลดลง ช่วงที่เหมาะสมคือ 5.5-6.5 สังกะสีมีหน้าที่และความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ช่วยสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน คลอโรฟิลล์ และแป้ง ควบคุมการย่อยน้ำตาลของพืช เป็นส่วนหนึ่งในการทำงานขอเอนไซม์ที่มีส่วนในการควบคุม

การเจริญเติบโตของพืช และจำเป็นต่อการเปลี่ยนสภาพของคาร์โบไฮเดรต (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์, 2563) เป็นองค์ประกอบอยู่ในเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสหลายชนิดอีกทั้งเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และเมื่อขาดมักจะมีการใส่ $ZnSO_4$ ทั้งในทางดิน และการฉีดพ่น หรือการเพิ่มอินทรียวัตถุ (จิราภรณ์, 2557)

โบรอน (B) ในดินโดยปรกติจะไม่ขาดและสามารถดูดซับในดินที่เป็นที่มีความเป็นกรดด่างต่ำ ซึ่งมีบทบาทต่อการพัฒนาของเซลล์จำเป็นสำหรับเคลื่อนย้ายน้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงไปยังส่วนเนื้อเยื่อเจริญเติบโต และการสร้างพอลิแซ็กคาไรด์ และยังช่วยส่งเสริมการสามารถดูดซับแคลเซียมของราก และการนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถให้พืชดูดซับโพแทสเซียมและไนโตรเจน ช่วยในการสร้างสารอาหารและควบคุมสารอาหารที่จำเป็นต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ ช่วยในการออกดอก ผสมเกสร ช่วยในการติดผลและย้ายน้ำตาลมาสู่ผล (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์, 2563) การเติมปูนขาวทำให้ความเป็นกรดด่างของดินสูงขึ้น โบรอนที่พืชนำมาใช้ได้อาจมีน้อยลง เพราะอยู่ในรูปของสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำทำให้พืชดูดโบรอนได้น้อยลง เป็นสาเหตุให้พืชขาดได้ (จิราภรณ์, 2557)

การให้ธาตุอาหารทางใบ

การให้ธาตุอาหารทางใบหรือปุ๋ยทางใบ หมายถึง การใช้ธาตุอาหารสารละลายฉีดพ่นทางใบเพื่อให้ธาตุอาหารแก่พืชเพิ่มขึ้นและรวดเร็วยิ่งขึ้นจากรากพืชสัมผัสดินโดยตรงรากในการดูดธาตุอาหาร ส่วนใบพืชรับธาตุอาหารจากสารละลายที่มาสัมผัสใบ ดังนั้นใบจึงได้รับธาตุอาหารตามธรรมชาติจากน้ำฝนและน้ำค้าง การใช้ธาตุอาหารทางใบในปัจจุบันมี 2 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยเกล็ด คือ ปุ๋ยเคมีชนิดแข็งที่มีสภาพเป็นรูปผลึกของสารประกอบ ผลิตจากการนำแม่ปุ๋ยชนิดต่างๆ มาผสมตามสูตรที่ต้องการ และปุ๋ยน้ำหรือปุ๋ยเหลว คือปุ๋ยที่ได้จากการละลายแม่ปุ๋ยให้ได้สัดส่วนสามารถเจือจางด้วยน้ำในอัตราที่ต้องการแล้วจึงนำไปฉีดพ่นพืชได้ทันที การใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารในรูปเกลืออินนทรีย์ลงในดิน มักจะตกตะกอนอยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช วิธีการแก้ไขที่อาจใช้สารละลายฉีดพ่นทางใบ เพื่อเป็นการเพิ่มคุณภาพของผลผลิต ในไม้ดอกไม้ประดับนิยมให้ปุ๋ยทางใบที่มีสัดส่วนของธาตุฟอสฟอรัสสูงมีผลให้คุณภาพของดอกไม้ดีขึ้น ไม้ผลปรับปรุงผลผลิตให้ได้คุณภาพดีขึ้น บำรุงพืชให้ฟื้นตัวเร็วหลังจากการออกดอกติดผลในช่วงที่ผลิดอกออกผล ต้นพืชอาจแสดงอาการทรุดโทรม เช่น ใบเหลือง และการร่วงเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังใช้ธาตุอาหารทางใบเพื่อบังคับให้พืชออกดอกติดผลนอกฤดูเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิต โดยใช้ร่วมกับการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

พินัย (2560) ได้ศึกษาปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ในใบ เมล็ดชาน้ำมัน และเปลือกผล ของต้นชาน้ำมันพันธุ์ที่ให้ผลผลิตมาก เพื่อนำมาพิจารณาถึงความต้องการธาตุอาหารต่าง ๆ ของต้นชา

น้ำมันที่ได้ผลผลิตและมีเปอร์เซ็นต์ชาน้ำมันสูง พบว่าในใบชาน้ำมันดอกสีขาวประกอบด้วย N 1.27%, P 0.07%, K 0.80%, Ca 0.69%, Mg 0.26% และS 0.42% ส่วนธาตุรองนั้นพบ Fe 102.8, Mn 235.08, Cu 2.20, Zn 72.01 และ B 3.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในส่วนของผลชาน้ำมันประกอบด้วยเมล็ด และเปลือกผลพบว่ามีปริมาณธาตุอาหารอาหาร N 1.14%, P 0.13%, K 1.53%, Ca 0.44%, Mg 0.23% และ S 0.46% มีปริมาณธาตุรอง Fe 46.89, Mn 51.11, Cu 2.23, Zn 119.36 และ B 5.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนประกอบของต้นชาน้ำมันประกอบด้วย ใบและผลชาน้ำมันปริมาณธาตุอาหารอาหาร N 2.41%, P 0.2%, K 2.33%, Ca 1.13%, Mg 0.49% และ S 0.88% มีปริมาณธาตุรอง Fe 149.69, Mn 286.19, Cu 4.43, Zn 191.37 และ B 9.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสำหรับในดินบริเวณโคนต้นของชาน้ำมันพันธุ์ KP 13-13 ที่ให้ผลผลิตสูงมีค่าอินทรียวัตถุ 4.56 ค่า P 430.11 K 225.71, Ca 3285.99, Mg 490.68, S 4.53, Fe 17.62, Cu 8.02, Zn 0.89 และ B 0.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะเห็นได้ว่าดินบริเวณโคนต้นที่ให้ผลผลิตมาก มีปริมาณธาตุอาหารสูงถึงสูงมาก มีเพียงสังกะสีและกำมะถันเท่านั้นที่มีปริมาณค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับค่าธาตุอาหารกลาง จากผลการศึกษานี้ปริมาณธาตุ แคลเซียม แมกนีเซียม และ กำมะถัน มีความสำคัญต่อต้นชาน้ำมัน จึงเป็นแนวทางในการใช้ปุ๋ยแคลเซียมเพื่อบำรุงต้นตามรายงานของพินัย (2560)

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การศึกษาและแก้ปัญหาการติดผลและการร่วงของผลชาน้ำมันดอกขาว โดยชาน้ำมันที่ใช้คือ ชานั้นชนิดดอกขาว (*Camellia oleifera* Abel.) ใช้พื้นที่แปลงปลูกบ้านปางมะหัน ในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง (พื้นที่ทรงงาน) อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย (900 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) และใช้ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน ต.เวียงพางคำ อ.แม่สาย จ.เชียงราย ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมการร่วงของดอกและผลของชาน้ำมันดอกขาวในเขตพื้นที่แปลงปลูกบ้านปางมะหัน การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารด้วยความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นแตกต่างกันต่อการติด การร่วงของผล คุณภาพผลผลิต และการเจริญเติบโตของชาน้ำมันดอกขาว และการทดลอง ที่ 3 ศึกษาการถ่ายละอองเกสรด้วยมือที่มีผลต่อการติดผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว

วัสดุและอุปกรณ์

1. ต้นพืช

1.1 ต้นชาน้ำมันชนิดดอกสีขาว (*Camellia oleifera* Abel.)

2.ธาตุอาหารรองที่ใช้กับต้นพืช

2.1 สารละลายธาตุอาหารชื่อทางการค้า Calciplus (CaO 31% + B 0.1% + Zn 1.4%) ของบริษัท YARA

3. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน

3.1 เครื่อง Soxhlet system (Lauda (Alpha RA8) + SOXHLET Extraction stirring mantles (EAMS-SERIES))

3.2 เครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยง (Buchi Model EL 131)

3.3 สารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์

4. อุปกรณ์ชั่งน้ำหนัก

4.1 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3. อุปกรณ์ใช้ในการลดความชื้น

3.1 โรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ (กรมพลังงาน)

3.2 ตู้อบไฟฟ้า

4. อุปกรณ์ใช้ในการบันทึกอุณหภูมิ และความชื้น

4.1 เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ความชื้น (TM-305U TENMARS)

การทดลองที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมการร่วงของดอกและผลของชาน้ำมันดอกขาวในเขตพื้นที่แปลงปลูกบ้านปางมะหัน

วิธีดำเนินการ

การทดลองนี้ศึกษาพฤติกรรมการเจริญเติบโตของการออกดอกจนกระทั่งติดผลและการร่วงของผลก่อนการเก็บผลผลิตในพื้นที่แปลงปลูกชาน้ำมัน โดยคัดเลือกต้นที่มีความสมบูรณ์ ขนาดทรงพุ่มและอายุใกล้เคียงกัน จำนวนทั้งหมด 10 ต้น อายุ 11 ปี ศึกษาการร่วงของตาดอก ดอกบาน ผล และจำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ในระยะเวลาหนึ่งฤดูการผลิต (ตาดอกช่วงพฤศจิกายน 2561 ถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562) โดยใช้กิ่งต้นชาน้ำมัน 5 กิ่งที่ติดดอกของทุกต้นติดป้ายทำเครื่องหมายไว้ตรงกิ่งใต้ตาดอก แล้วทำการนับจำนวนทุกตาดอก พร้อมปลิดดอกตูม ดอกบาน และผลเหลือเพียงตาดอกที่มีขนาดประมาณ 0.5 ซม. เพื่อศึกษาการเจริญของตาดอกจนกระทั้งเก็บเกี่ยวผลผลิต โดย เก็บข้อมูลด้วยวิธีนับ จำนวนตาดอก ดอกบาน และผลที่ลดลง ศึกษาระยะเวลาการเจริญพัฒนาของดอกและผลของต้นการคัดเลือกไว้จนกระทั่งเก็บผลของชาน้ำมัน ของตาดอกเดือนพฤศจิกายน 2561 ระยะเวลาในการศึกษาการร่วงของตาดอก ดอกบาน ผล รวมระยะเวลา 12 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2561 ถึงพฤศจิกายน 2562) แบ่งการบันทึกข้อมูลเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. การออกดอกและการพัฒนาของผล โดยบันทึกภาพและเก็บข้อมูลตั้งแต่ตาดอกพัฒนาของตาดอกตั้งแต่ขนาดประมณ 0.5 ซม. สังเกตการณ์บานของดอกช่วงเวลาที่เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียที่พร้อมรับการผสมเกสรที่สังเกตุด้วยตาเปล่าจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต

2. บันทึกจำนวนการติดผลและการร่วงของผล ได้แก่ จำนวนตาดอก ดอกบาน และผลที่ลดลงบนกิ่งที่คัดเลือกไว้ของต้นชาน้ำมันที่คัดเลือกทุก 15 วัน จำนวนผลร่วงก่อนระยะการเก็บเกี่ยว แล้วนับจำนวน ดอกตูกตูม ดอกบาน และผลบนต้นแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนตาดอกทั้งหมด

ตาดอกบนต้น (%) = จำนวนตาดอก / จำนวนตาดอกทั้งหมด X 100

ดอกบานบนต้น (%) = จำนวนดอกบาน / จำนวนตาดอกทั้งหมด X100

ผลบนต้น (%) = จำนวนผล / จำนวนตาดอกทั้งหมด X 100

การร่วงของตาดอก (%) = จำนวนตาดอกร่วง / จำนวนตาดอกทั้งหมด X 100

การร่วงของดอกบาน (%) = จำนวนดอกบานร่วง / จำนวนตาดอกทั้งหมด X 100

การร่วงของผล (%) = จำนวนผลร่วง / จำนวนตาดอกทั้งหมด X 100

ผลที่เก็บเกี่ยวได้ (%) = จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ / จำนวนตาดอกทั้งหมด X 100

3. บันทึกข้อมูลทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในพื้นแปลงปลูกบ้านปางมะหัน โดยใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ความชื้น (TM-305U TENMARS) จัดเก็บข้อมูลเฉลี่ยทุกวัน ดินนำส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินที่ห้องปฏิบัติการ หลักสูตรฯ ปฐพีวิทยา คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างดินแบบ Field Average sampling การเก็บตัวอย่างดินเป็นตัวแทนของพื้นที่

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารด้วยความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นแตกต่างกันต่อการติด การร่วงของผล คุณภาพผลผลิต และการเจริญเติบโตของชาน้ำมันดอกขาว

วิธีดำเนินการ

ศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาการติดผลและการร่วงโดยใช้ธาตุอาหารที่ใช้ความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นแตกต่างกันหลังจากทำการทดลองที่ 1 แล้วเสร็จจึงทราบช่วงเวลาในการติดผล ประกอบด้วยปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ความเข้มข้น 4 ระดับ และจำนวนความถี่ของการฉีดพ่น 1- 3 ครั้ง โดยใช้ 12 กรรมวิธีในการทดลองนี้โดยทำการคัดเลือกต้นชาน้ำมัน ณ. แปลงปลูกบ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ที่มีความสมบูรณ์ ขนาดทรงพุ่ม จำนวนตาดอก และอายุใกล้เคียงกัน อายุ 12 ปี และมีตาดอกขนาดใกล้เคียงกัน (ประมาณ 0.5 เซนติเมตร) และติดป้ายทำเครื่องหมายไว้ตรงกิ่งใต้ตาดอกเพื่อบันทึกภาพการเจริญของดอกตูมจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต พ่นสารละลายธาตุอาหาร

พืชชื่อทางการค้า แคลซีพลัส (CaO 31% + B 0.1% + Zn 1.4%) ต่อปัจจัยการร่วงของดอกตูม การร่วงของดอกบาน การร่วงของผล การติดผล ผลที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design. (CRD) มี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ อิทธิพลความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช แบ่งเป็น 4 ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช 0 (ชุดควบคุม) 0.5 1 และ 1.5 มิลลิลิตร/ลิตร และปัจจัยที่ 2 คือ อิทธิพลของความถี่ของการพ่นสารละลายความถี่ 1 2 และ 3 ครั้ง พ่นสารละลายจนต้นเปียกชุ่ม 3 ระยะ ได้แก่ ระยะดอกตูม (หลังจากทำเครื่องหมาย 15 วัน) ระยะดอกบาน (หลังจากทำเครื่องหมาย 30 วัน) และระยะหลังดอกบาน (หลังจากทำเครื่องหมาย 45 วัน) โดยต้นชาน้ำมัน 1 ต้นที่ติดดอกเป็น 1 ซ้ำ จากวิธีการสุ่มต้นชาน้ำมันที่ติดดอก ศึกษาระยะเวลาเดือน พฤศจิกายน 2562 ถึงพฤศจิกายน 2563 ทำการบันทึกข้อมูล แบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. การติดผล และการร่วงของผล ได้แก่ จำนวนดอกตูม ดอกบาน และผล ที่ลดลงของต้นที่ทำการเก็บข้อมูลทุก 15 วัน ทำการจดบันทึกข้อมูล จำนวนผลร่วงก่อนระยะการเก็บเกี่ยว และจดบันทึกข้อมูลที่พบดอกตูม ดอกบาน และผล บนต้นแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนดอกตูมทั้งหมด ศึกษาลำดับการบานจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวน 36 ต้น กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้คำนวนจากสูตร

การร่วงของดอกตูม (%) = จำนวนดอกตูมร่วง / จำนวนดอกตูมทั้งหมด X 100

การร่วงของดอกบาน (%) = จำนวนดอกบานร่วง / จำนวนดอกตูมทั้งหมด X 100

การร่วงของผล (%) = จำนวนผลร่วง / จำนวนดอกตูมทั้งหมด X 100

การติดผล (%) = จำนวนผลที่ติด / จำนวนดอกตูมทั้งหมด X 100

2. ด้านคุณภาพของผลผลิต (สมพล, 2560) ได้แก่ น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด จำนวนผลดี น้ำหนักผลดี จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ น้ำหนักเมล็ดเปียก น้ำหนักเมล็ดแห้ง ปริมาณน้ำมันในเมล็ด แต่ละ และทำการสุ่มโดยการสุ่มเก็บผลผลิตจากทุกต้น จำนวน 10 ผล เพื่อบันทึกข้อมูลส่วนประกอบของผล เช่น น้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเนื้อเมล็ดแห้ง น้ำหนักกะลาแห้ง น้ำหนักเปลือกแห้ง แล้วจึงนำมาลดความชื้นด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ (กรมพลังงาน) จำนวน 72 ต้น กรรมวิธีมีจำนวน 6 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้คำนวนจากสูตร

น้ำหนักผลแห้ง (กรัม) = น้ำหนักผลที่มาจากการคัดเลือก

น้ำหนักเปลือกแห้ง (กรัม) = น้ำหนักเปลือกแห้งผลที่มาจากการคัดเลือก

น้ำหนักกะลาแห้ง (กรัม) = น้ำหนักกะลาแห้งผลมาจากการคัดเลือก

น้ำหนักเนื้อในเมล็ดแห้ง (กรัม) = น้ำหนักเนื้อในเมล็ดแห้งผลที่มาจากการคัดเลือก

น้ำหนักผลผลิต (กรัม) = น้ำหนักผลที่เก็บเกี่ยวได้

จำนวนผล (ผล) = จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้

น้ำหนักผลดี (กรัม) = น้ำหนักผลที่เก็บเกี่ยวได้ – น้ำหนักผลไม่สมบูรณ์

น้ำหนักเมล็ดแห้ง (กรัม)= น้ำหนักเมล็ดแห้งจากผลที่ดี

หาปริมาณน้ำมันด้วยวิธี Soxhlet (Rajaei *et al*., 2005) ชั่งตัวอย่างเมล็ดชาน้ำมันที่บดละเอียด น้ำหนัก 3 กรัม ใส่ในกระดาษกรอง แล้วพับให้ มิดชิดใส่ลงในทิมเบิล (thimble) ต่อทิมเบิลเข้าเครื่อง Soxhlet system (Lauda (Alpha RA8) + SOXHLET Extraction stirring mantles (EAMS-SERIES)) นำถ้วยอลูมิเนียมไปอบชั่งน้ำหนัก เติมตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ปริมาตร 45 มิลลิลิตร ใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียมที่มีน้ำหนักคงที่ แล้วนำถ้วยไปวางบนแผ่นให้ความร้อนของเครื่อง ปรับตำแหน่งให้ตัวอย่างแช่ลงในตัวทำละลายเป็นเวลา 40 นาที แล้วปรับตำแหน่งให้ตัวอย่างยกขึ้นมา ให้ตัวทำละลายที่ควบแน่นชะผ่านตัวอย่างลงในถ้วยเป็นเวลา 40 นาที หลังจากนั้นระเหยตัวทำละลายจนแห้งด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนเหวี่ยง (Buchi Model EL 131) จากนั้นจึงนำถ้วยออกจากเครื่องนั้นมาอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำออกมาใส่โถแก้วเพื่อดูดความชื้นจนกระทั่งตัวอย่างเย็น แล้วจึงนำไปชั่งปริมาณน้ำมันที่ได้ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมันจากสูตร

ปริมาณน้ำมัน (%) = น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้/น้ำหนักตัวอย่างx100

3. การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง โดยวัดที่ระดับผิวดินถึงข้อสุดท้ายของยอด ขนาดทรงพุ่ม โดยเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัด 2 แนว คือ แนวตะวันออก-ตะวันตก และแนวเหนือ-ใต้ และขนาดโคนต้น โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่กว้างที่สุด 1 แนว ทำการเก็บข้อมูลทุก 30 วัน เปรียบเทียบกับขนาดของต้นเดิมเพื่อให้ทราบอัตราการเจริญเติบโตในช่วงผลผลิต จำนวนทั้งหมด 72 ต้น โดยต้นชาน้ำมัน 1 ต้นที่ติดดอกเป็น 1 ซ้ำแต่ละกรรมวิธีมีจำนวน 6 ซ้ำ บันทึกข้อมูลและคำนวน

การเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้าน ความสูง ขนาดทรงพุ่ม ขนาดโคนต้นของชาน้ำมันดอกขาว (สมพล, 2560) จากสูตร

อัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง = H_n- H_1/T_n – T_1/H_1

หมายเหตุ H_n คือ ความสูงในเดือนสุดท้าย

H_1 คือ ความสูงในเดือนแรกของการทดลอง

T_n – T_1 คือ ช่วงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล

อัตราการเพิ่มขึ้นของขนาดทรงพุ่ม = C_n- C_1/T_n – T_1/C_1

หมายเหตุ C_n คือ ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยต้นในเดือนสุดท้าย

C_1 คือ ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยในเดือนแรก

T_n – T_1 คือ ช่วงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล

อัตราการเพิ่มขึ้นของขนาดโคนต้น = C_n- C_1/T_n – T_1/C_1

หมายเหตุ C_n คือ ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นเดือนสุดท้าย

C_1 คือ ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นเดือนแรก

T_n – T_1 คือ ช่วงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล

4. สิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิในพื้นที่ปลูก ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศโดยใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ความชื้น (TM-305U TENMARS) จัดเก็บข้อมูลเฉลี่ยทุกวัน ในพื้นที่แปลงปลูกบ้านปางมะหัน รวม 11 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงตุลาคม 2563) ใช้ประกอบการศึกษาพฤติกรรมการติดผลและการร่วงของผล และอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมันทางด้าน ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาโคนต้นชาน้ำมันชนิดดอกขาว และใช้วิธีหาความสหสัมพันธ์ของสภาพอากาศต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมันทางด้าน ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดโคนต้น (correlation) และวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (linear regression)

การทดลองที่ 3 ศึกษาการถ่ายละอองเกสรด้วยมือที่มีผลต่อการติดผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว

วิธีดำเนินการ

ในการทดลองนี้ศึกษาการติดผลด้วยวิธีถ่ายละอองเกสรดอกชาน้ำมันด้วยมือ ผลในพื้นที่แปลงปลูกชาน้ำมัน บ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย โดยคัดเลือกต้นชาน้ำมันความสมบูรณ์ อายุและขนาดดอกตูมใกล้เคียงกันจำนวนทั้งหมด 4 ต้น พร้อมทั้งหาต้นพ่อพันธุ์มาจากการเพาะเมล็ด (*Camellia oleifera*) ที่มีดอกที่ติดผลมากและมีขนาดตาดอกใกล้เคียงกันจำนวน 2 ต้น ศึกษาการถ่ายละอองเกสร จนกระทั่งติดผลอ่อนใช้ระยะเวลาในการศึกษาช่วงเดือนธันวาคม 2563 ถึงมีนาคม 2564 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) โดยใช้ต้นเป็นซ้ำ (Block) มีจำนวน 4 ต้น แต่ละต้นมี 4 กรรมวิธี ได้แก่ การผสมเปิด (Open Pollination, OP) โดยปล่อยให้ผสมตามธรรมชาติ, ผสมตัวเอง (Self-pollination, SP) โดยใช้เกสรตัวของดอกอื่นในต้นเดียวกัน, ผสมข้าม 1 (Cross-pollination pollen 1, CP1) โดยใช้ต้นพ่อพันธุ์ต้นที่ 1, ผสมข้าม 2 (Cross-pollination pollen 2, CP2) โดยใช้ต้นพ่อพันธุ์ต้นที่ 2 ทำเครื่องหมายตาดอกจำนวน 1,100 ตาดอก ทำการตอนตัดเกสรเพศผู้ (emasculation) เมื่อดอกตูมโดยมีดเล็กที่คมตัดกลีบดอก และเกสรเพศผู้ออก แล้วใช้ปากคีบ (forcept) ดึงเกสรตัวผู้ออกให้หมด เพื่อป้องกันการเกิดการปนเปื้อนของละอองเกสร ทำความสะอาดปากคีบโดยใช้แอลกอฮอล์เข้มข้น 70% ก่อนที่จะเริ่มทำดอกต่อไป ในกรรมวิธี SP, CP1 และ CP2 หลังการตอนแล้วจะคลุมด้วยถุงพลาสติก (Polypropylene) เพื่อป้องกันการผสมเกสรจากแหล่งอื่น เมื่อดอกบานและพร้อมผสมจะพบน้ำหวานที่ปลายเกสรเพศเมียแล้วจึงเลือกทำการเลือกเกสรเพศผู้ที่พร้อมถ่ายละอองเรณู (ลักษณะเป็นผงละเอียดสีเหลือง) เกลี่ยลงภาชนะสะอาดใช้สำลีพันไม้ปลอดเชื้อ (Sterile) ปั่นละอองเกสรเพศผู้ใส่บนยอดเกสรเพศเมีย ทำการผสมเกสรด้วยมือในช่วงเวลา 8.30-11.00 น. สัปดาห์ละ 2 ครั้งระยะเวลา 5 สัปดาห์ ส่วนการผสมแบบธรรมชาติจะอาศัยลม หรือแมลงเป็นพาหะในการถ่ายละอองเรณูไปยังยอดเกสรเพศเมียโดยทำการเก็บข้อมูลการติดผลอ่อน คำนวนหาอัตราการติดผลของชาน้ำมันจากสูตร

อัตราการติดผลของชาน้ำมัน = จำนวนที่ติดผล/จำนวนดอกที่ทำการถ่ายละอองเรณู x 100

การบันทึกข้อมูล แบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. การติดผลหลังการถ่ายละอองเกสร

ได้แก่ จำนวนดอกตูมช่วงเดือนเดือนธันวาคม 2563 เริ่มการถ่ายละอองเกสร 14 ธันวาคม 2563 แสดงการติดผลเป็นเปอร์เซ็นต์หลังการถ่ายละอองเกสร 4 กรรมวิธี ถึงระยะพัฒนาผลอ่อนช่วงเดือนมีนาคม 2564 เก็บข้อมูลจากผลที่โดยนับจำนวนผลร่วงก่อนระยะการเก็บเกี่ยว ใช้เวลาในการศึกษาการติดผลและการร่วงของผลของผลชาน้ำมันดอกขาวรวม 4 เดือน

2. สิ่งแวดล้อม

ได้แก่ อุณหภูมิในพื้นแปลงปลูกบ้านปางมะหัน และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศโดยใช้เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ความชื้น (TM-305U TENMARS) จัดเก็บข้อมูลเฉลี่ยทุกวัน

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมการร่วงของดอกและผลของชาน้ำมันดอกขาวในเขตพื้นที่แปลงปลูกบ้านปางมะหัน

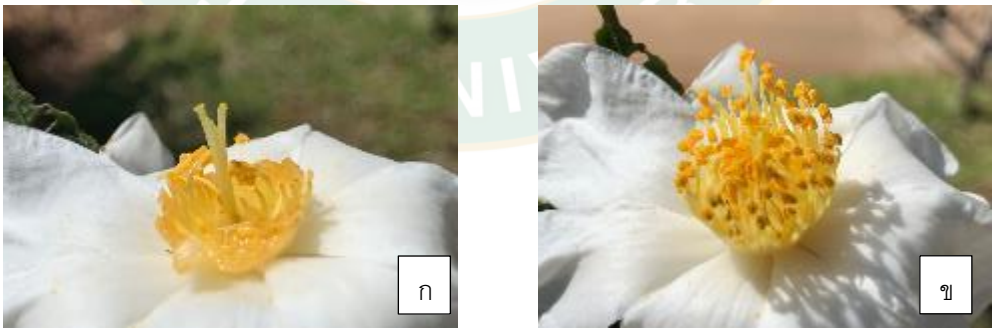
จากการศึกษาพฤติกรรมการร่วงของดอกและการร่วงของผลชาน้ำมันดอกขาวในเขตพื้นที่แปลงปลูกของศูนย์พัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมันภายใต้มูลนิธิชัยพัฒนา บ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย (900 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) เริ่มพบตาดอกตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงสิงหาคม และพบดอกบานมากในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงมกราคม ดอกที่พบเป็นแบบดอกเดี่ยว (solitary flower) ไม่มีก้านดอก (sessile flower) ออกที่ตาข้าง (lateral bud) จำนวน 1-3 ตา และ ตายอด (terminal bud) จำนวน 1-4 ตา (ภาพที่ 1) กลีบดอก (petal) มีกลีบดอกสีขาวและสีขาวอมชมพู (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 1 ตำแหน่งของการออกตาดอกและของชาน้ำมัน (ก) ตาข้าง (ข) ตายอด

ภาพที่ 2 สีกลีบดอกตูมชาน้ำมันแปลงปลูกชาน้ำมันบ้านบ้านปางมะหัน (ก) กลีบดอกตูมสีขาว และ (ข) กลีบดอกตูมสีขาวอมชมพู

การเจริญเติบโตของดอกพบว่าการบานของดอกชาน้ำมันติดเครื่องหมายวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2561 จากดอกตูมที่มีขนาด 0.5 มม. ระยะแรกของดอกบานมากช่วง 15-30 วันและเริ่มบานลดลงตั้งแต่ 45 ถึง 75 วันหลังจากทำเครื่องหมาย โดยหลังจากตาดอกบานมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จากนั้นกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียเริ่มแห้ง และเสื่อมสภาพแล้วร่วงหรือติดอยู่กับรังไข่จนกว่ารังไข่ขยายขนาด ทำให้กลีบเลี้ยง กลีบดอก และเกสรเพศพู่นั้นหลุดออก 60 วันหลังดอกบาน ในระยะนี้รังไข่มีสีน้ำตาลอ่อนมีขนปกคลุม (ระยะหัวไม้ขีด) ก้านเกสรเพศเมียแห้งยังติดอยู่ที่รังไข่ที่มีสีเขียวอ่อน มีขนปกคลุมซึ่งแสดงถึงการติดผล ก้านเกสรเพศเมียหลุดร่วงและเมื่อรังไข่ขยายขนาดเบียดส่วนฐานรองดอก ส่วนดอกที่ไม่ได้รับการผสมเกสรเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม และร่วงภายใน 15 วัน หลังจากดอกบาน การเจริญเติบโตของผลในระยะ 45 วันหลังการผสมเกสรเป็นไปอย่างช้าๆ หลังจากนั้นการพัฒนาของผลค่อนข้างเร็วจนถึงระยะ 255-270 วันหลังจากทำเครื่องหมายผลจึงเริ่มหยุดการพัฒนา

การพร้อมผสมเกสรของยอดเกสรเพศเมีย (stigma receptive) เริ่มพบตั้งแต่ดอกบานจนถึงประมาณ 14.00 น. โดยจะพบน้ำเหนียวจากฐานรองดอกด้านใน (nectar) ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) มีสีเขียวอ่อนมีน้ำเหนียวเคลือบอยู่ เมื่อได้รับการถ่ายละอองเกสรเพศผู้แล้วเกสรเพศเมียจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนหรือสีซีดจางและแห้งไป การแตกของละอับละอองเรณู (pollen shed) เริ่มตั้งแต่ 6.30 น. และจะพบการแตกของละอองเรณู (pollen grain) ลักษณะเป็นผงละเอียดสีเหลืองมากในระยะเวลา 11.00 - 14.30 น. ในสภาพที่มีอากาศแห้ง (ภาพที่3)



ภาพที่ 3 ดอกที่เกสรพร้อมผสมเกสร (ก) พบน้ำเหนียวปลายเกสรเพศเมีย
(ข) ละอองเรณูแตกที่ปลายเกสรเพศผู้

การติดผลและการพัฒนาของผลหลังจากที่ดอกชาน้ำมันบานเต็มที่มีการผสมเกสรโดยลมและแมลงในอันดับ Hymenoptera เช่น ชันโรง ผึ้ง ต่อ แตน จากนั้นกลีบเลี้ยงกลีบดอกเกสรเพศผู้เริ่มร่วงหรือแห้งติดรังไข่ เริ่มพบการติดผลต้นเดือนพฤศจิกายนระยะนี้ผลอ่อน (ระยะหัวไม้ขีด) การเจริญของผลเป็นแบบ single sigmoid growth curve การเปลี่ยนสีของรังไข่จะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเข้มขึ้น (บางผลเป็นสีน้ำตาลอมแดง) พร้อมกับขนที่ห่างออกของผลเนื่องจากผลขยายขนาดใหญ่ขึ้นและสีของผลจะซีดจางลง เมื่อผลแก่ไม่พบขนที่บริเวณเปลือก ลักษณะผิวของผลนั้นสากมือไม่มันวาว บางผลพบรอยปริบริเวณตะเข็บพู เมื่อผลแห้งเปลือกผลแตกออกเมล็ดอาจหลุดร่วงออกมา (ภาพที่ 4) กะลาของเมล็ดพบสีน้ำตาลดำและสีน้ำตาลแดง (ภาพที่ 5) เมื่อผ่าเมล็ดกะลา (shell) จะพบเนื้อในเมล็ด (kernel) มีสีขาว เมื่อแห้งเนื้อในเมล็ดมีสีเหลือง

ภาพที่ 4 ลำดับการเจริญพัฒนาของดอกและผลชาน้ำมัน ตั้งแต่ทำเครื่องหมายดอกตูมที่มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตรทุก 15 วัน จนถึงผลที่พร้อมเก็บเกี่ยวผลผลิต

ระยะที่ 9 วันที่ 120 ระยะที่ 10 วันที่ 135 ระยะที่ 11 วันที่ 150 ระยะที่ 12 วันที่ 165

ระยะที่ 13 วันที่ 180 ระยะที่ 14 วันที่ 195 ระยะที่ 15 วันที่ 210 ระยะที่ 16 วันที่ 225

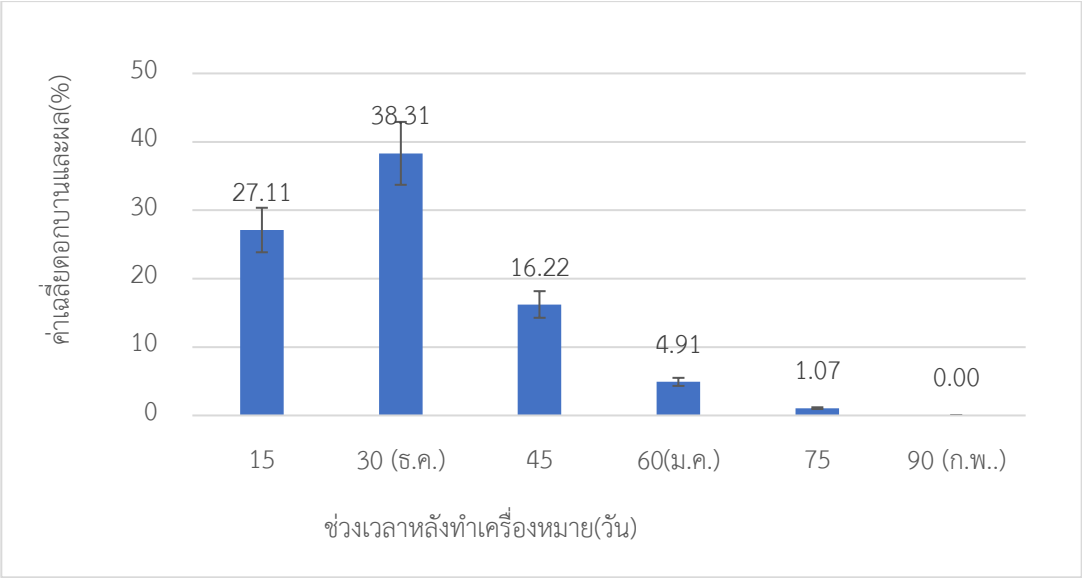
ระยะที่ 17 วันที่ 240 ระยะที่ 18 วันที่ 255 ระยะที่ 19 วันที่ 270 ระยะที่ 20 วันที่ 285

ระยะที่ 21 วันที่ 300 ระยะที่ 22 วันที่ 315

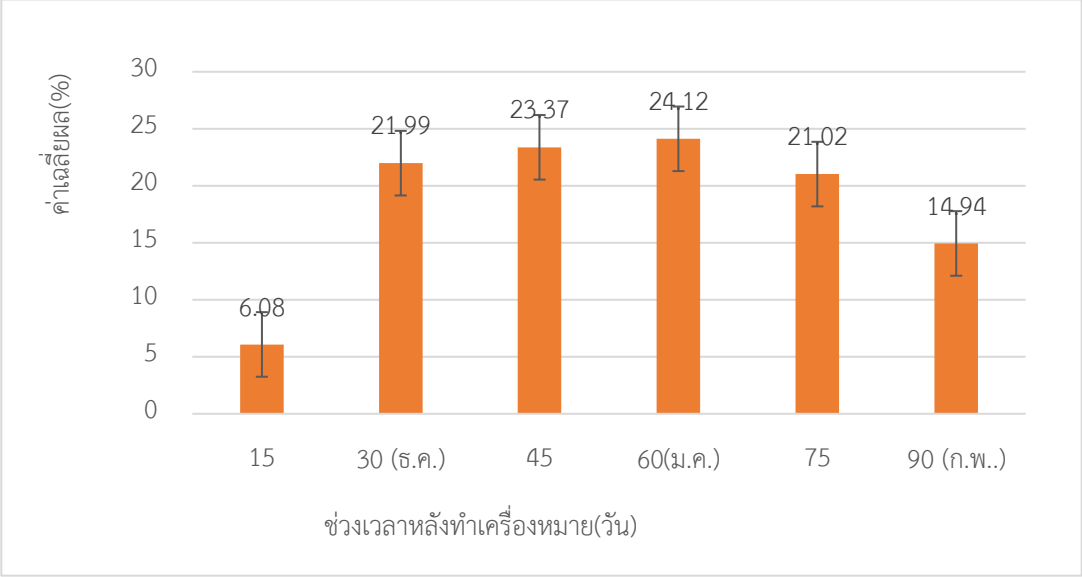
ภาพที่ 4 ลำดับการเจริญพัฒนาของดอกและผลชาน้ำมัน ตั้งแต่ทำเครื่องหมายดอกตูม ที่มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตรทุก 15 วัน จนถึงผลที่พร้อมเก็บเกี่ยวผลผลิต (ต่อ)

ภาพที่ 5 ลักษณะเมล็ดชาน้ำมันแก่ (ก) สีน้ำตาลดำ (ข) สีน้ำตาลแดง

พฤติกรรมการติดผลและการร่วงของผลชาน้ำมันพบดอกบานหลังจากทำเครื่องหมายตาดอก (มีขนาดประมาณ 0.5 ซม.) ที่ระยะเวลา 15, 30, 45, 60 และ 75 วัน มีค่าเฉลี่ยดอกบานพบบนต้น 27.11, 38.31, 16.22, 4.91 และ 1.07% ของจำนวนดอกทั้งหมด ตามลำดับ (ภาพที่ 6) โดยระยะที่พบมากอยู่ในระยะเดือนกลางเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนธันวาคม (15-30 วันหลังทำเครื่องหมาย) จากนั้นพบการบานของดอกเริ่มลดลงจนถึงกลางเดือนมกราคม (45-75 วันหลังทำเครื่องหมาย) และตาดอกบานจนครบทั้งหมดภายในระยะก่อนเดือนกุมภาพันธ์ การติดผลหลังจากทำเครื่องหมายตาดอกที่ระยะเวลา 15, 30, 45, 60, 75, และ 90 วัน ค่าเฉลี่ยที่พบผลบนต้น 6.08, 21.99, 23.3,7 24.12, 21.02, และ 14.94% ของจำนวนดอกทั้งหมด ตามลำดับ (ภาพที่ 7) การติดผลเริ่มตั้งแต่ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงช่วงกุมภาพันธ์ (15-90 วันวันหลังทำเครื่องหมาย) โดยระยะที่พบมากอยู่ในช่วงเดือนกลางเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนมกราคม (45–60 วันหลังทำเครื่องหมาย) และการติดผลเสร็จสิ้นที่เดือนกุมภาพันธ์ (90 วันหลังทำเครื่องหมาย)



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกบานที่ระยะเวลา 15–90 วันหลังดอกตูมขนาดประมาณ 0.5 ซม. จากตาดอก 942 ตาดอก



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยจำนวนผลที่ระยะเวลา 15–90 วันหลังดอกตูมขนาดประมาณ 0.5 ซมจากตาดอก 942 ตาดอก

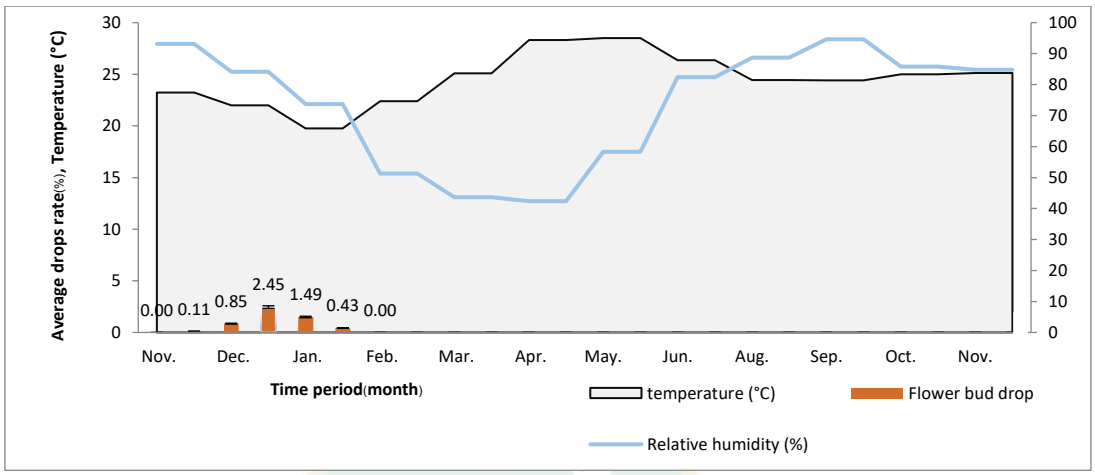
การร่วงของชาน้ำมันบ้านปางมะหันพบ ตาดอกร่วง 5.34%ของตาดอกทั้งหมดหลังจากทำเครื่องหมายตาดอก (มีขนาดประมาณ 0.5 ซม.) ที่ระยะเวลา 15, 30, 45, 60 และ 75 วัน พบการร่วง 0.11, 0.85, 2.45, 1.49, และ 0.43% ตามลำดับ ร่วงมากที่สุดช่วงปลายเดือนธันวาคม (45 วันหลัง

ทำเครื่องหมาย) 2.45% ของตาดอกทั้งหมด (ภาพที่8) ดอกบานร่วงดอกบานร่วง 59.77% ของตาดอกทั้งหมดที่ระยะเวลา 15, 30, 45, 60 และ 75 วัน พบการร่วง 8.43, 33.72, 13.45, 3.09 และ 1.07% ตามลำดับร่วงมากที่สุดช่วงต้นเดือนธันวาคม (75 วันหลังทำเครื่องหมาย) 33.72% ของตาดอกทั้งหมด (ภาพที่ 9) และผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว 29.56% ของตาดอกทั้งหมดที่ระยะเวลา 15, 30 45, 60, 75, 90, 10,5 120, 135, 150, 165, 180, 195, 210, 225, 240, 255, 270, 285, 300, 315 330 และ 345 วันพบการร่วงของผล 0.21, 3.09, 5.66, 5.23, 6.08, 1.28, 0.00, 0.11, 0.21, 0.32, 0.21, 0.11, 0.32, 0.85, 0.64, 1.71, 1.17, 0.53, 0.43, 0.75, 0.11, 0.00 และ 0.53% ตามลำดับ (ภาพที่ 10) พบผลร่วงมากที่สุดช่วงเดือนปลายเดือนมกราคม (75 วันหลังทำเครื่องหมาย) 6.08% ของตาดอกทั้งหมด และพบผลร่วงอีกครั้งช่วงเดือน ต้นเดือนสิงหาคม (240 วันหลังทำเครื่องหมาย) สามารถเก็บเกี่ยวผลผลผลิตได้ 6.08% ของตาดอกทั้งหมด (ตารางที่ 1)

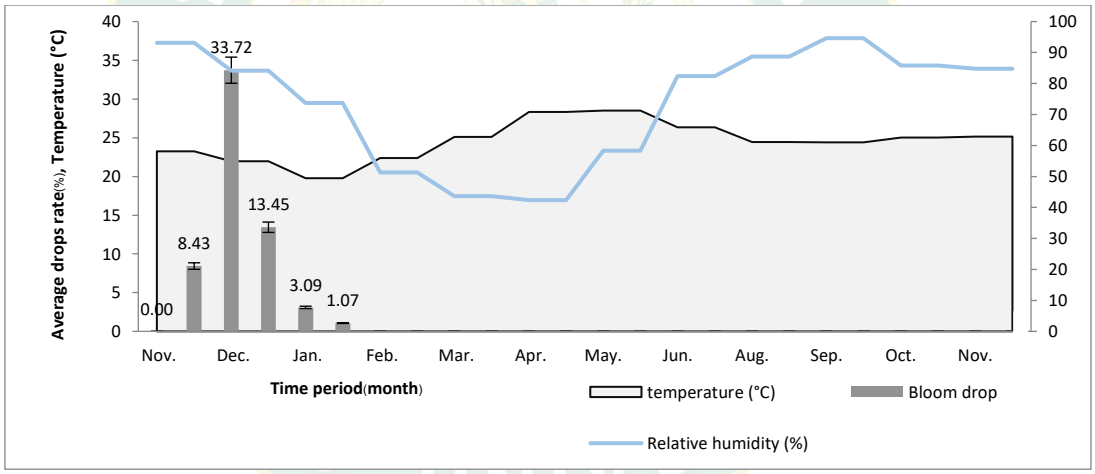
อุณหภูมิในแปลงปลูกบ้านปางมะหัน จ.เชียงราย ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนปี พ.ศ. 2561 – พฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2562 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 23.24, 23.24, 21.98, 19.75, 22.38, 25.09, 28.31, 28.51, 26.36, 24.43, 24.40, 25.01 และ25.13 องศาเซลเซียสตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 93.10, 84.20, 73.75, 51.32, 43.67, 42.37, 58.37, 82.41, 88.69, 94.64, 85.84 และ 84.78% ตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ยรวม 24.55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด เดือนพฤษภาคม 2562 28.51 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเดือนมกราคม 2562 19.15 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยรวมเท่ากับ 73.59% ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงสุดเดือนกันยายน 2562 94.64% ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำสุดเดือนเมษายน 2562 42.37% (ภาพที่ 8-10)

ตารางที่ 1 การร่วงของ ดอกตูม ดอกบาน ผลร่วง และผลที่เก็บเกี่ยวได้ในต้นชาน้ำมัน เขตแปลงปลูกปางมะหันในช่วงพฤศจิกายน 2561 ถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตช่วงเดือนพฤศจิกายน 2562

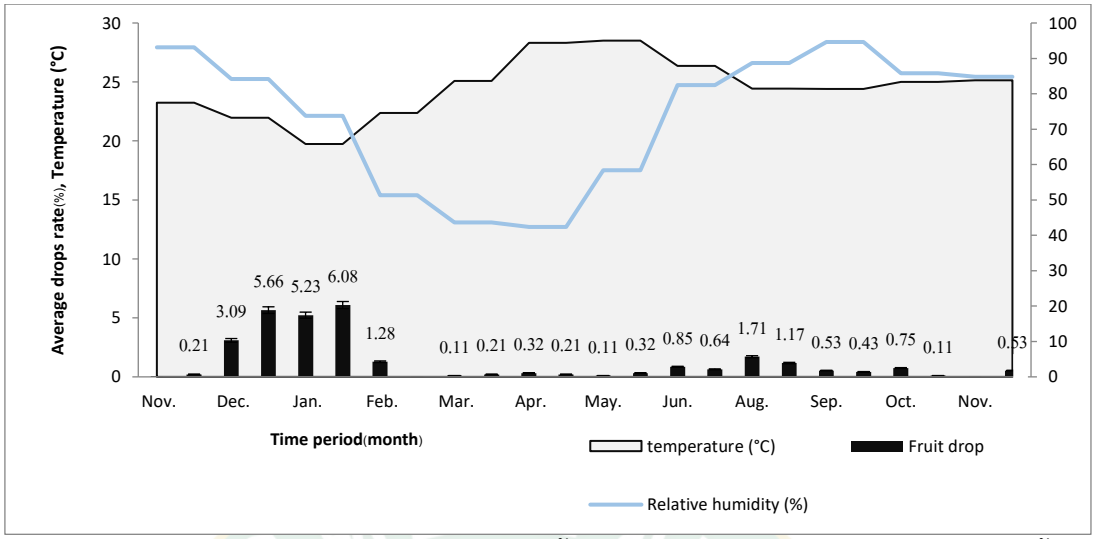
ต้นที่ (ซ้ำ)	ตาดอกทั้งหมด (ดอก)	ดอกตูม		ดอกบานร่วง		ผลร่วง		ผลเก็บเกี่ยว	
		จำนวนดอก	%	จำนวนดอก	%	จำนวนดอก	%	จำนวนดอก	%
1	86	1	1.16	45	52.33	29	33.72	11	12.79
2	105	0	0.00	47	44.76	52	49.52	6	5.71
3	75	4	5.33	44	58.67	27	36.00	0	0.00
4	85	8	9.41	64	75.29	10	11.76	3	3.53
5	128	4	3.13	82	64.06	37	28.91	5	3.91
6	77	4	5.19	56	72.73	14	18.18	3	3.90
7	111	5	4.50	55	49.55	35	31.53	16	14.41
8	113	9	7.96	91	80.53	13	11.50	0	0.00
9	73	6	8.22	31	42.47	28	38.36	8	10.96
10	89	9	10.11	45	50.56	30	33.71	5	5.62
ค่าเฉลี่ย	94.20	0.50	5.50	56.00	59.09	27.5	29.32	5.70	6.08



ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกตูมต้นชาน้ำมันต่อรายเดือนอุณภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ



ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกบานต้นชาน้ำมันต่อรายเดือนอุณภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ



ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลต้นชาน้ำมันต่อค่าเฉลี่ยรายเดือนอุณภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

การศึกษาคุณสมบัติของดินบริเวณแปลงปลูกชาน้ำมันเขตปางมะหัน บ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย พบว่าเป็นชุดดินชุด ดอยปุย (Doi Pui series: Dp) การจำแนกดินเป็นดินเหนียว kaolinitic มาจากหินปูน hyperthermic (isohyperthermic or thermic) Kandic Palehumults สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นภูเขาสูงชันมาก ความลาดชัน 3 – ชันกว่า 50% การระบายน้ำดี การซึมผ่านน้ำปานกลาง ลักษณะและสมบัติดิน ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5) ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์สภาพพื้นที่มีความลาดชันสูง ดินถูกชะล้างพังทลายได้ง่าย ชุดดินที่แปลงปลูกปางมะหันพบว่าจากผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดิน พบว่ามีค่าอินทรียวัตถุ 3.2% ไนโตรเจน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 2 โพแทสเซียม 196 แคลเซียม 769 แมกนีเซียม 290 สังกะสี 0.5 เหล็ก 11 ทองแดง 0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าการนำไฟฟ้า 16.16 มิลลิอิควิวาเลนต์ต่อดิน 100 กรัม เนื้อดินประกอบด้วยทราย โคลน ดิน ร้อยละ 46.2 24 และ 29.8 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินแปลงปลูกปางมะหัน โดยห้องปฏิบัติการหลักสูตรปฐพีศาสตร์

pH	OM (%)	N (%)	Available - p (ppm)	Extractable form (ppm) K	Ca	Mg	Zn	Fe	Cu	CEC (meq /soil 100g.)	sand (%)	silt (%)	Clay (%)	Texture	เนื้อดิน
5.5	3.2	0.2	2	196	769	290	0.5	11	0.7	16.16	46.2	24	29.8	sandy clay loan	ร่วนปนทราย

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารด้วยความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นแตกต่างกันต่อการติด การร่วงของผล คุณภาพผลผลิต และการเจริญเติบโตของชาน้ำมันดอกขาว

อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของต้นชาน้ำมันเพิ่มขึ้นต่อหน่วยเวลาพบว่า ต้นชาน้ำมันดอกขาวในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2562 ถึงตุลาคม 2563 การพ่นสารละลายแคลซีพลัสที่ 4 ระดับความเข้มข้น ความถี่ 1-3 ครั้ง ไม่มีผลให้อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม และเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น นั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

อัตราการติดผลและการร่วงหลังใช้แคลซีพลัสในการพ่นที่ความเข้มข้นแตกต่างกันและความถี่ ของการฉีดพ่น 1-3 ครั้ง โดยใช้ 3 ช่วงเวลา ได้แก่ 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงดอกตูม ช่วงดอกบาน และช่วงระยะหลังจาทำเครื่องหมาย (15, 30 และ 45 วัน) ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การร่วงของ ดอกตูม ดอกบาน การติดผล ผลร่วง และผลที่สามารถเก็บเกี่ยวได้นั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ผลของการพ่นสารละลายธาตุอาหารพืชต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (Relative Growth Rate) ของต้นชาน้ำมัน ด้านความสูง ขนาดศูนย์กลางทรงพุ่ม และเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2562 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2563

ความถี่ (ครั้ง)			1				2				3			
ความเข้มข้น (มล./ล.)			0	0.5	1	1.5	0	0.5	1	1.5	0	0.5	1	1.5
Relative Growth Rate (%)		ความสูง	1.11 ns	1.06 ns	1.71 ns	1.23 ns	0.61 ns	0.84 ns	1.15 ns	1.34 ns	1.05 ns	0.63 ns	0.74 ns	1.11 ns
		ทรงพุ่ม	0.92 ns	1.46 ns	1.58 ns	1.43 ns	0.95 ns	1.18 ns	1.22 ns	2.00 ns	2.42 ns	1.83 ns	0.79 ns	1.32 ns
		โคนต้น	1.47 ns	0.67 ns	0.70 ns	0.74 ns	0.90 ns	0.69 ns	0.59 ns	0.68 ns	0.57 ns	0.68 ns	1.23 ns	0.91 ns

หมายเหตุ: ns ในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 ผลของสารละลายธาตุอาหารพืชต่อค่าเฉลี่ยปริมาณการร่วงดอกตูม ดอกบาน ผล และการติดผลของต้นชาน้ำมัน

ความถี่ (ครั้ง)	1				2				3			
ความเข้มข้น (มล./ล.)	0	0.5	1	1.5	0	0.5	1	1.5	0	0.5	1	1.5
ดอกตูมร่วง(%)	0.67 ^{ns}	0.67 ^{ns}	0.67 ^{ns}	1.33^{ns}	0.67^{ns}	0.67 ^{ns}	0.67 ^{ns}	0.00^{ns}	2.67^{ns}	0.00^{ns}	0.67 ^{ns}	7.33^{ns}
ดอกบานร่วง(%)	90.00^{ns}	83.33^{ns}	76.00^{ns}	80.00^{ns}	92.67^{ns}	78.67^{ns}	77.33^{ns}	86.67^{ns}	86.67^{ns}	91.33^{ns}	81.33^{ns}	86.00^{ns}
ผลร่วง(%)	9.33^{ns}	14.67^{ns}	23.33^{ns}	12.67^{ns}	3.33^{ns}	18.67^{ns}	14.67^{ns}	13.33^{ns}	8.67^{ns}	5.33^{ns}	12.67^{ns}	4.67^{ns}
การติดผล(%)	9.33^{ns}	18.67^{ns}	24.67^{ns}	18.67^{ns}	7.33^{ns}	20.67^{ns}	19.33^{ns}	13.33^{ns}	10.67^{ns}	8.67^{ns}	18.00^{ns}	6.67^{ns}

หมายเหตุ: ns ในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาน้ำหนักของส่วนประกอบผลแห้งหลังใช้แคลซีพลัสในการพ่นที่ความเข้มข้นแตกต่างกันและความถี่พ่น 1-3 ครั้ง โดยใช้ 3 ช่วงเวลาพบว่าความถี่ในการพ่นนั้นไม่ทำให้คุณภาพของผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความเข้มข้นของสารละลายที่มีผลต่อน้ำหนักส่วนประกอบของผลแห้ง ได้แก่ น้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเปลือกแห้ง น้ำหนักกะลาแห้ง น้ำหนักเนื้อในเมล็ดแห้ง กรรมวิธีที่ทำการพ่นสารละลายที่ใช้ความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95 กับกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้นของสารละลาย 0 1 และ 1.5 มิลลิลิตรต่อลิตร (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 อิทธิพลของธาตุอาหารของพืชต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักส่วนประกอบของผลแห้ง

น้ำหนักส่วนประกอบ	ความเข้มข้น (มล./ล.)			
ของผลแห้ง(กรัม)	0	0.5	1	1.5
ผล	88.56^{b}	151.56^{a}	101.17^{b}	78.94^{b}
เปลือก	40.39^{b}	66.83^{a}	45.39^{b}	34.28^{b}
กะลา	14.83^{b}	24.71^{a}	17.47^{ab}	12.65^{b}
เนื้อในเมล็ด	32.89^{b}	59.52^{a}	38.31^{b}	32.02^{b}

หมายเหตุ: a และ b ในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การศึกษาน้ำหนักผลผลิตต่อต้นหลังใช้แคลซีพลัสในการพ่นที่ความเข้มข้นแตกต่างกันและความถี่พ่น 1-3 ครั้ง โดยใช้ 3 ช่วงเวลาพบว่าความเข้มข้นแตกต่างและความถี่ในการพ่นนั้นไม่ทำให้น้ำหนักผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด จำนวนผล น้ำหนักผลผลิตที่ดี แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6) แต่ความเข้มข้นของสารละลายที่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดแห้งที่ทำการพ่นสารละลายที่ใช้ความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ได้น้ำหนักเมล็ดแห้ง 741.83 กรัมมากกว่ากรรมวิธีที่พ่นสารละลาย 0 มิลลิลิตรต่อลิตร ได้น้ำหนักเมล็ดแห้ง 276.28 กรัม ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ นั้นความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันและความถี่ 1- 3 ครั้งไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ผลของความเข้มข้นธาตุอาหารพืชต่อผลผลิตชาน้ำมัน

ผลผลิตชาน้ำมัน	ความเข้มข้น (มล./ล.)			
	0	0.5	1	1.5
น้ำหนักผลผลิต (กรัม)	1,647.88^{ns}	3,346.94^{ns}	2,498.11^{ns}	1,893.72^{ns}
จำนวนผล (ผล)	61.06 ^{ns}	125.89^{ns}	107.05^{ns}	81.28 ^{ns}
น้ำหนักผลดี (กรัม)	1,616.39^{ns}	3,295.44^{ns}	2,392.67^{ns}	1,758.67^{ns}
น้ำหนักเมล็ดแห้ง(กรัม)	276.28^{b}	741.83^{a}	485.11^{ab}	405.89^{ab}

หมายเหตุ: a และ b ในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 7 ความถี่และความเข้มข้นของการพ่นธาตุอาหารพืชมีผลต่อผลผลิตเมล็ดชาน้ำมันแห้งต่อต้น

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ผลผลิตเมล็ดชาน้ำมันแห้งต่อต้น(กรัม)			
	ความถี่ (ครั้ง)			ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	
0.0	253.00 ^{ns}	199.33 ^{ns}	376.50 ^{ns}	276.28^{b}
0.5	735.33 ^{ns}	677.50 ^{ns}	812.67 ^{ns}	741.83^{a}
1.0	268.33 ^{ns}	769.67 ^{ns}	417.33 ^{ns}	485.11^{ab}
1.5	505.33 ^{ns}	477.17 ^{ns}	235.17 ^{ns}	405.89^{ab}
ค่าเฉลี่ย	440.50^{ns}	460.42^{ns}	530.92^{ns}	

หมายเหตุ: a และ b ในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันหลังใช้แคลซีพลัสในการพ่นที่ความเข้มข้นแตกต่างกันและความถี่ พ่นจนต้นเปียกชุ่ม และใช้ความถี่ 1-3 ครั้ง โดยใช้ 3 ช่วงเวลาพบว่าความเข้มข้นแตกต่างกันและความถี่ในการพ่นนั้นไม่สามารถทำให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักเมล็ดแห้งของกรรมวิธีการพ่นสารละลายที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ได้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดช้ำมัน 44.25% มากกว่ากรรมวิธีที่พ่นสารละลาย 0 มิลลิลิตรต่อลิตร ได้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมัน 29.52% ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95 ทั้งความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกันและความถี่ 1-3 ครั้งไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 8)

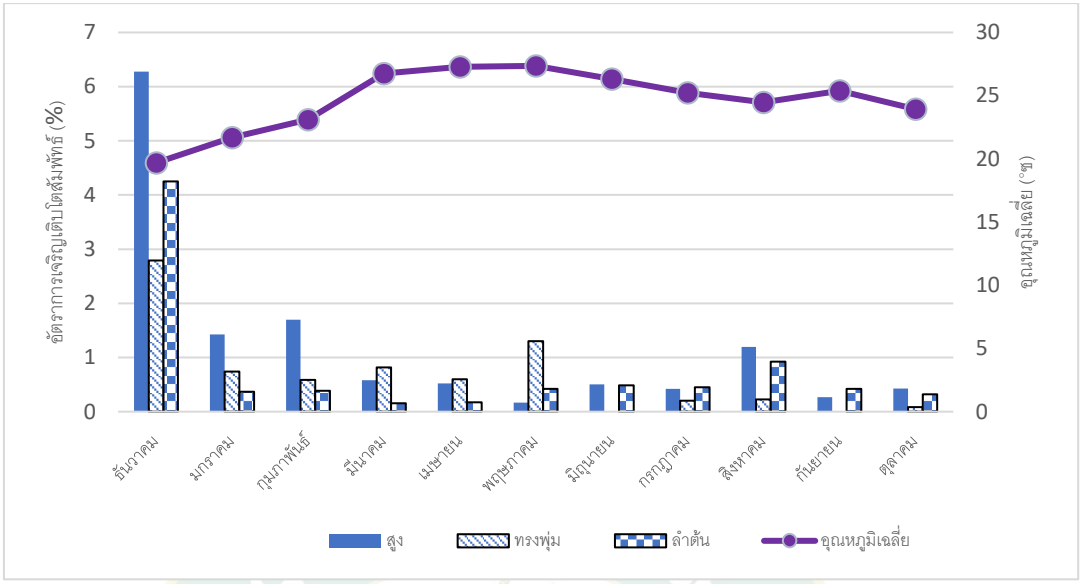
ตารางที่ 8 ความถี่และความเข้มข้นของการพ่นธาตุอาหารพืชมีผลต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ปริมาณน้ำมันในเมล็ด (%)			
	ความถี่ (ครั้ง)			ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	
0.0	21.23^{ns}	32.51^{ns}	34.82^{ns}	29.52^{a}
0.5	45.36^{ns}	44.19^{ns}	43.20^{ns}	44.25^{b}
1.0	22.49 ^{ns}	45.18^{ns}	47.47^{ns}	38.80^{ab}
1.5	39.19^{ns}	29.33^{ns}	30.83^{ns}	33.09^{ab}
ค่าเฉลี่ย	32.05 ^{ns}	37.80 ^{ns}	39.08 ^{ns}	

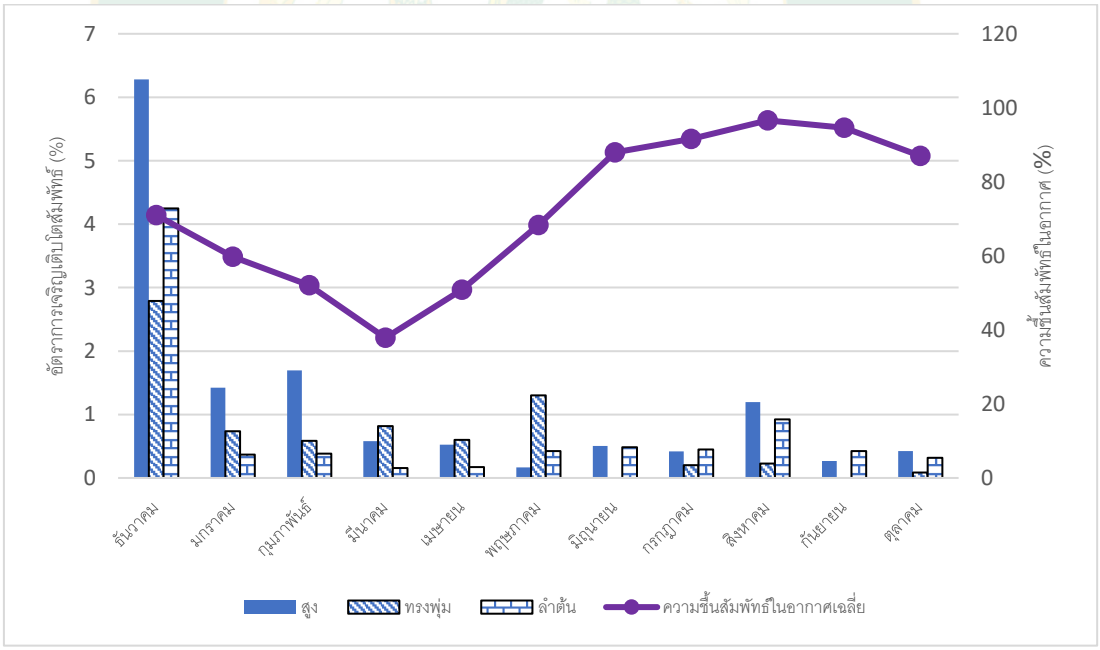
หมายเหตุ: a และ b ในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns ในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นชาน้ำมันชนิดดอกขาวในพื้นที่แปลงปลูกบ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย (900 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 – ตุลาคม 2563 พบการเจริญเติบโตมากที่สุดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมันทางด้านความสูงเฉลี่ย 6.28% ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 2.79% และความขนาดโคนต้นต้นเฉลี่ย 4.25% ส่วนอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมันน้อยที่สุดทางด้านความสูง 0.27% และขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยไม่พบการเปลี่ยนแปลง ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2563 และความขนาดโคนต้นเฉลี่ย 0.32% ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 (ภาพที่ 11, 12)



ภาพที่ 11 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมัน ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดโคนต้นกับอุณหภูมิเฉลี่ย

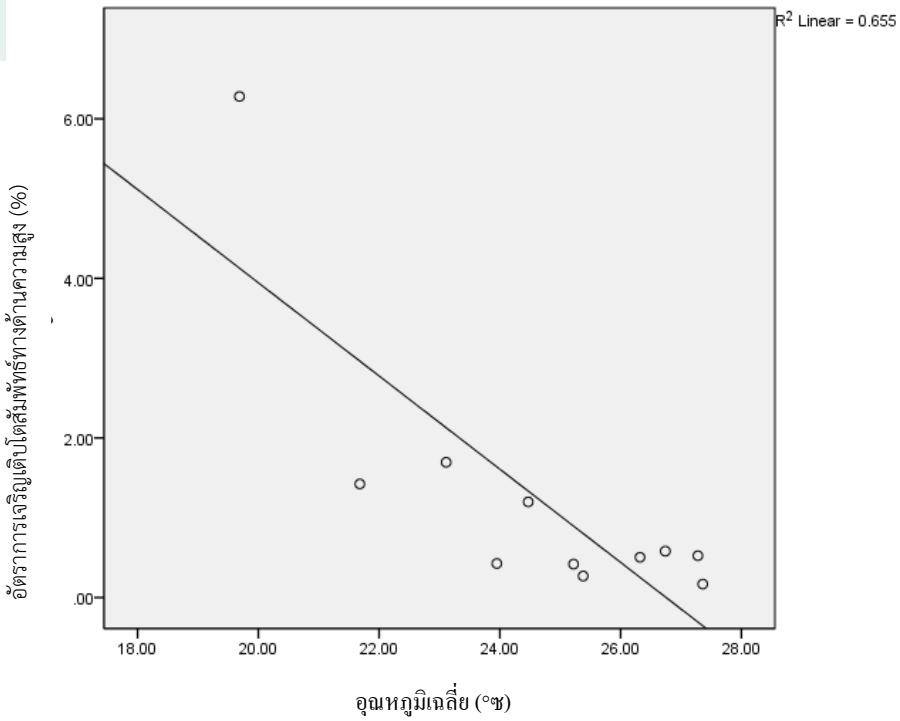


ภาพที่ 12 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมัน ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดโคนต้นกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมันดอกขาว เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 ถึงตุลาคม 2563 ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือน ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยไม่มีความสัมพันธ์อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมันทางด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดโคนต้นรายเดือน พบอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนมีผลต่อความสัมพันธ์ด้านความสูงโดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (R) เท่ากับ -0.809 ($p \leq 0.01$) และอุณหภูมิมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยคงที่ (b_0) = 15.627 และ ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของอุณหภูมิเฉลี่ย (b_1) = (-0.584) สมการความถดถอยความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยและความสูงคือ

$$Y = -0.584X+15.627, R^2 = 0.655$$

แสดงว่าเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสทำให้เกิดอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของด้านความสูงเฉลี่ยต้นชาน้ำมันลดลง 0.584% ที่มีความเป็นไปได้ 65.5% (ภาพที่ 13)

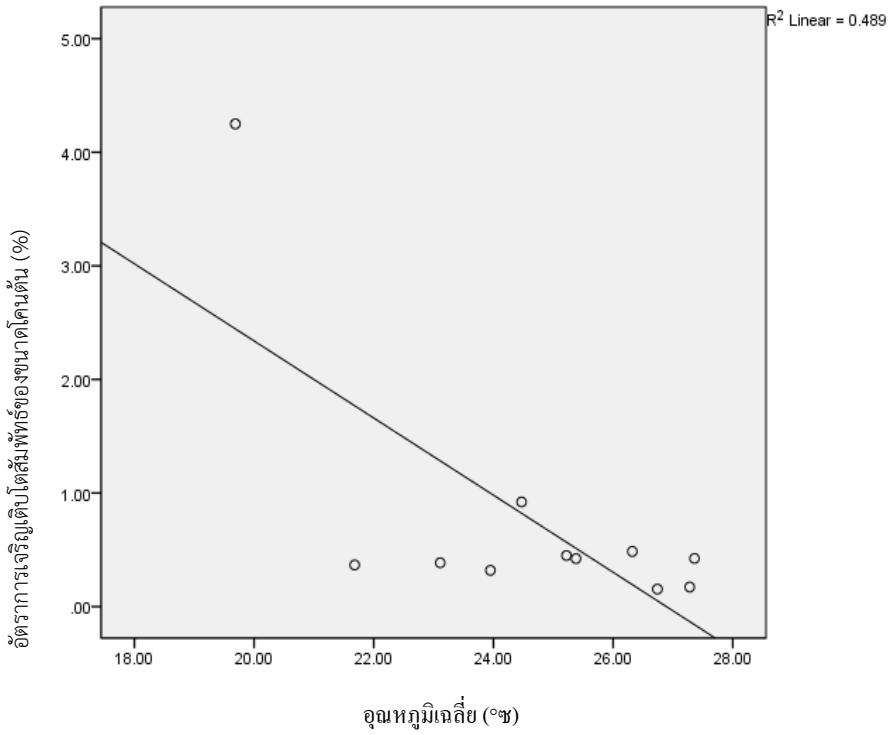


ภาพที่ 13 ค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของความสูงเฉลี่ยต้นชาน้ำมัน

อุณหภูมิเฉลี่ยมีผลต่อความสัมพันธ์ทางด้านความกว้างของขนาดโคนต้นชาน้ำมัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (R) เท่ากับ -0.700 ($p \leq 0.05$) และอุณหภูมิมีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยคงที่ (b_0) = 9.128 และ ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของอุณหภูมิเฉลี่ย (b_1) = (-0.339) สมการความถดถอยความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยและขนาดโคนต้นคือ

$$Y = -0.339X+9.128,\ R^2 = 0.489$$

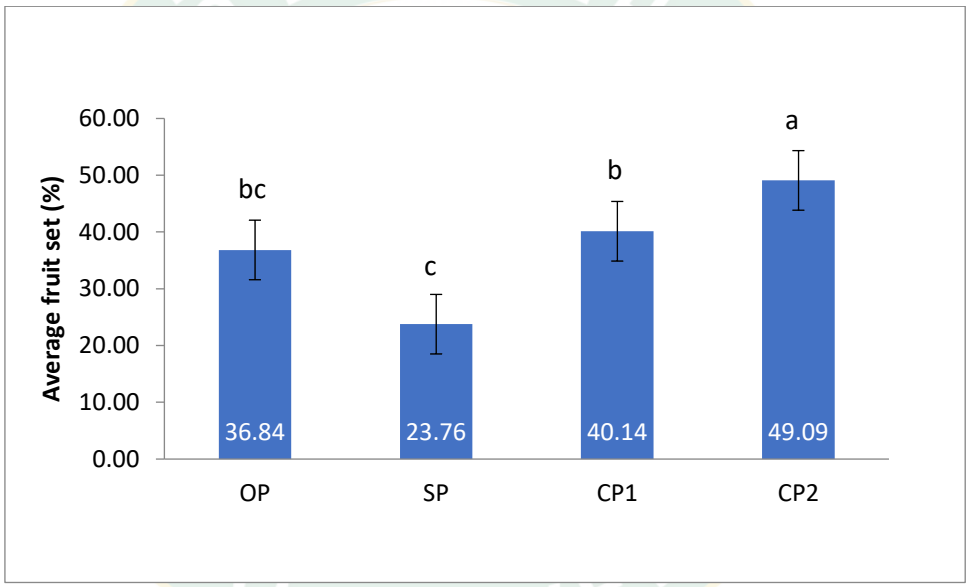
แสดงว่าเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสทำให้อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยต้นชาน้ำมันลดลง 0.339% ที่มีความเป็นไปได้ 48.9% (ภาพที่ 14) ส่วนขนาดทรงพุ่มนั้นไม่พบความสัมพันธ์กับอุณภูมิเฉลี่ย พบเพียงแต่แนวโน้มที่หากอุณภูมิลดลงจะมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านขนาดทรงพุ่มของชาน้ำมันเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 14 ค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ยในรายเดือนต่ออัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ขนาดโคนต้นชาน้ำมัน

การทดลองที่ 3 ศึกษาการถ่ายละอองเกสรด้วยมือที่มีผลต่อการติดผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว

การศึกษาการติดผลจากถ่ายละอองเกสรด้วยมือ พบว่ากรรมวิธีผสมเปิด (ปล่อยให้ผสมตามธรรมชาติ) ผสมตัวเอง (ใช้เกสรตัวของดอกอื่นในต้นเดียวกัน) ผสมข้าม 1 (ต้นพ่อพันธุ์ต้นที่ 1) และผสมข้าม 2 (ต้นพ่อพันธุ์ต้นที่ 2) มีค่าเฉลี่ยการติดผลที่ 36.84, 23.76, 40.14 และ 49.09% ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความน่าเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยกรรมวิธีผสมข้าม 2 ให้การติดผลที่ดีที่สุด ส่วนกรรมวิธีติดผลรองลงมาได้แก่ กรรมวิธีผสมข้าม 1 และการผสมเปิด ส่วนกรรมวิธีติดผลที่น้อยที่สุดได้แก่ การผสมตัวเองนั้นไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการปล่อยให้ผสมเปิดตามธรรมชาติ (ภาพที่ 15)



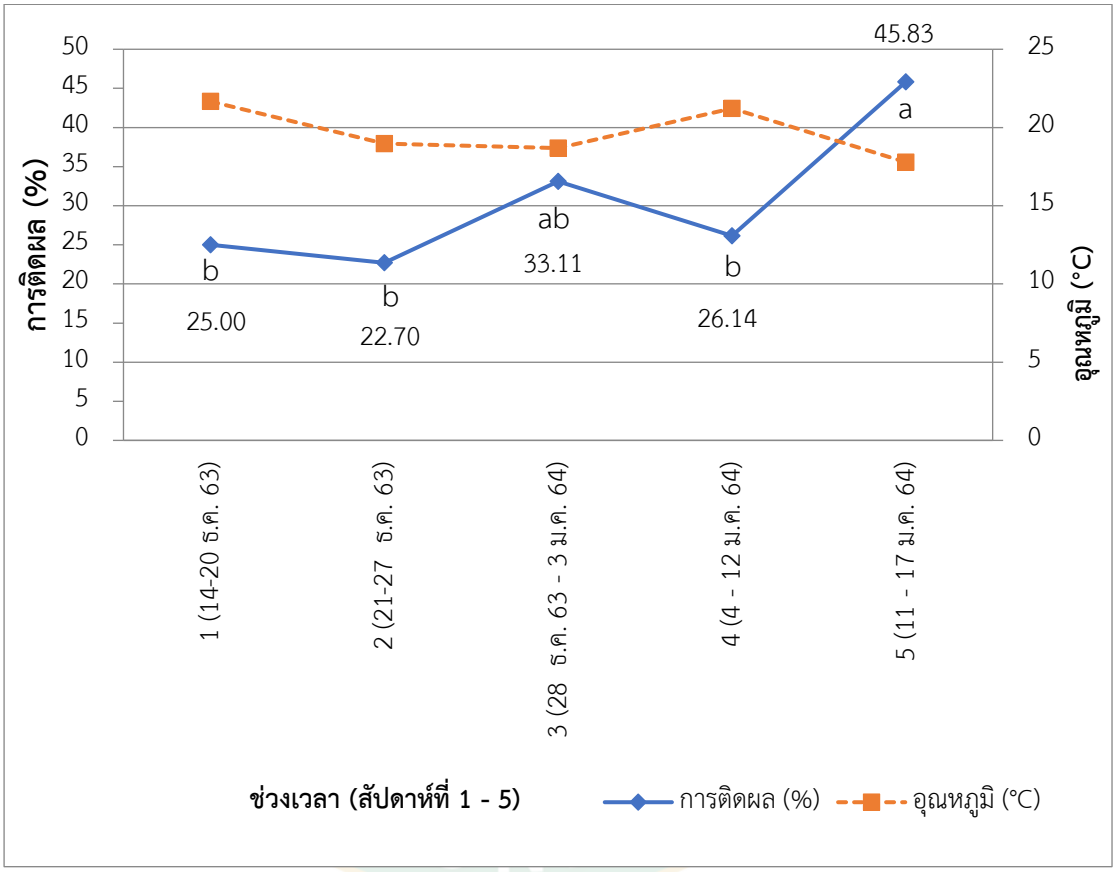
ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยการติดผลของการผสมเกสรชาน้ำมันดอกขาว

แบบผสมเปิด (Open Pollination, OP) แบบผสมตัวเอง (Self-pollination, SP) แบบผสมข้าม1 (Cross-pollination pollen 1, CP1) และแบบผสมข้าม 2 (Cross-pollination pollen 2, CP2)

หมายเหตุ: พยัญชนะที่แตกต่างกันแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ศึกษาการติดผลในแต่ละช่วงเวลาพบว่ากลุ่มของช่วงเวลาการถ่ายละอองติดผลกับช่วงเวลาการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อบอกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการติดผล โดยในสัปดาห์ที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 17.8 องศาเซลเซียส ติดผลมากที่สุด 45.83% และช่วงสัปดาห์ที่ 3 อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 18.69 องศา

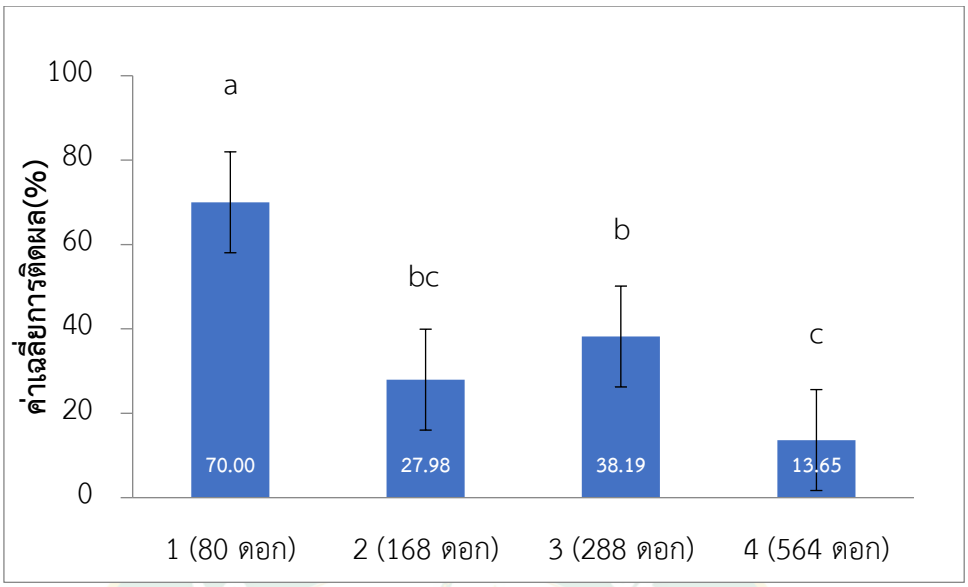
เซลเซียส ติดผล 33.10% และให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95 กับช่วงอุณหภูมิสูงขึ้นพบการติดผลของชาน้ำมันผลกลับลดลง ได้สัปดาห์ที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยที่ 21.66 องศาเซลเซียส, สัปดาห์ที่ 2 อุณหภูมิเฉลี่ย ที่ 18.96 องศาเซลเซียส และสัปดาห์ที่ 4 อุณหภูมิเฉลี่ย ที่ 21.23 องศาเซลเซียส ติดผลที่ 25.00 22.70 และ 26.13% ตามลำดับ (ภาพที่16)



ภาพที่ 16 ค่าเฉลี่ยการติดผลในแต่ละช่วงเวลา

หมายเหตุ: a และ b ในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p \leq 0.05$)

ศึกษาความแตกต่างของการติดผลระหว่างต้นลำดับที่ 1 ถึง 4 มีจำนวนดอก 80 168 288 และ 564 ตามลำดับ เมื่อผสมเกสรดอกชาน้ำมันดอกขาวด้วยมือ พบความแตกต่างของอัตราการติดผลนั้น พบว่าต้นที่ให้อัตราการติดผลให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95 โดยต้นที่มีอัตราการติดมากที่สุดได้แก่ต้นลำดับที่ 1 ติดผลมากถึง 70.00% ต้นที่ที่มีอัตราการติดผลรองลงมาคือลำดับต้นที่ 3 ติดผล 38.19% และลำดับต้นที่ 2 ติดผล 27.98% และต้นที่มีอัตราการติดผลน้อยที่สุดได้แก่ต้นลำดับที่ 4 ติดผล 13.65% (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 อิทธิพลของต้น (Block) ต่อการติดผลของต้นชาน้ำมัน
หมายเหตุ: พยัญชนะที่แตกต่างกันแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ดอกที่จะได้รับการถ่ายละอองเรณูโดยลมและแมลงเป็นพาหะ ได้แก่ ชันโรง ผึ้งต่อ แตน เป็นต้น จากนั้นเริ่มมีการติดผลเมื่อกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้เริ่มเกิดการเสื่อมสภาพแล้วจึงร่วง หรืออาจแห้งติดกับรังไข่ และ โดยดอกที่ไม่ได้รับการผสมเกิดการร่วงโดยประมาณไม่เกิน 15 วัน หลังจากที่ดอกบานเต็มที่ ส่วนเนื้อในของเมล็ดแก่เป็นสีขาวเหลืองเมื่อเมล็ดแห้งกลายเป็นสีเหลือง (ภาพที่18)

ภาพที่ 18 ส่วนเนื้อในของเมล็ดชาน้ำมัน(ก) เนื้อในเมล็ดสด (ข) เนื้อในเมล็ดแห้ง

วิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1 ศึกษาพฤติกรรมการร่วงของดอกและการร่วงของผลของผลชาน้ำมันดอกขาวเขตพื้นที่แปลงปลูก

จากการศึกษาพฤติกรรมการร่วงของดอกและผลชาน้ำมันดอกขาวในเขตพื้นที่แปลงปลูกพื้นที่ศูนย์พัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมันภายใต้มูลนิธิชัยพัฒนา บ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย (900 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) พบตาดอกมีขนาด 0.5 เซนติเมตร บานมากหลังจากเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนธันวาคม (15-30 วันหลังทำเครื่องหมาย) ดอกบานร่วงมากที่สุดช่วงเดือนธันวาคม (30-45 วัน) จากนั้นอัตราการบานของดอกเริ่มลดลงจนถึงกลางเดือนมกราคม (45-75 วัน) จนครบทั้งหมดภายในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ การติดผลเริ่มตั้งแต่ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงช่วงเดือนกุมภาพันธ์ (15–90 วัน) โดยติดผลมากช่วงเดือนกลางเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนมกราคม (45–60 วัน) ผลร่วงมากที่สุดช่วงเดือนมกราคม (60-75 วัน) ซึ่งสอดคล้องกับการออกดอกและติดผลของพืชชาน้ำมันในสาธารณรัฐประชาชนจีนโดย Yan-ru *et al*. (2009) กล่าวว่าพืชชาน้ำมันการติดผลระยะต้นและระยะกลางของการบานดอกมีการติดผลที่ดี แต่ยังพบดอกบานร่วงอีกจำนวนมากที่ร่วงในระยะตอนปลาย อาจเกิดจากการปฏิสนธิไม่สมบูรณ์ของและไข่ที่ไม่ดีของต้นชาน้ำมัน ซึ่งการร่วงหลังการปฏิสนธิและพัฒนามาระยะหนึ่งโดยมากมักเกิดจากการขาดสารอาหารไม่เพียงพอและสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม (สุรพล, 2550) ส่วนระยะที่ผลชาน้ำมันที่ร่วงหลังจากได้พัฒนาไปช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม (210-270 วัน) คล้ายกับการร่วงของผล เช่นพบในผลสาลี่ หรือผลแอปเปิล ซึ่งมักเกิดขึ้นในเดือนมิถุนายนนี้เรียกว่า June drop โดยสันนิษฐานว่าอาจเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของการปฏิสนธิในผลนั้นหรือการแย่งอาหารกันภายในต้น หากการร่วงในระยะท้ายของการเจริญเติบโตของผล ที่การพัฒนาอย่างเต็มที่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยว หรืออาจสุกบนต้นแล้วจึงร่วง (นพดล, 2555) ซึ่งจากสาเหตุที่กล่าวมา ผลชาน้ำมันร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว 29.56% การร่วงของใบและผลเมื่อพืชส่วนของใบและผล อายุมากขึ้นแก่เต็มที่จะร่วง ซึ่งการหลุดร่วงนี้เกี่ยวมีความจำเป็นในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพการอยู่รอดและการขยายพันธุ์ ส่วนต่างๆของพืชเหล่านี้ได้มีกลไกลตั้งแต่เริ่มเจริญเติบโตโดยการสร้างเนื้อเยื้อบริเวณการร่วง (abscission zone) ขึ้นโดยมีเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทั้งทางสรีรวิทยาและด้านกายวิภาคภายในพืช โดยพืชสร้างสารไปกระตุ้นทำให้เกิดชั้นแอบซิสชัน (abscission layer) (เทียมใจ, 2542) การถ่ายโอนสัญญาณการร่วงเกิดขึ้นโดยสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ โดยเฉพาะสมดุลระหว่างเอทิลีนและออกซิน เอทิลีนจะกระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วงในขณะที่ออกซินจะช่วยยับยั้งการหลุดร่วงการสร้างชั้นแอบซิสชัน แต่กรณีผลร่วงก่อนการเก็บ

เกี่ยวอาจเกิดจากปริมาณออกซินในต่ำหรือไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปที่ขั้วผลได้ สารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นๆ เกี่ยวข้องด้วยในบางกรณี เช่น กรดแอบซิสซิกในสภาพที่พืชขาดน้ำ ไซโตไคนินเมื่อผลไม่มีเมล็ด จิบเบอเรลลินในต้นที่มีการเจริญทางกิ่งและใบ (จริงแท้, 2550) สภาพอากาศของบ้านปางมะหันมีผลเจริญเติบโตและช่วงพัฒนาการของชาน้ำมันโดยความสัมพันธ์ระหว่างการร่วงของผลกับอุณภูมิเฉลี่ยรายเดือน โดยมีแนวโน้มว่าอุณภูมิที่สูงเกินความต้องการมีผลให้ผลร่วงลดลง ไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาการออกดอกของชาน้ำมันที่แปลงปลูกบ้านโป่ง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ และแปลงปลูกบ้านปูนะ อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงใหม่ (นาถยา, 2561) ทั้งนี้ Zeng *et al*. (2010) พบว่าสภาพภูมิอากาศได้ศึกษาที่จังหวัด Zhejiang สาธารณรัฐประชาชนจีน ในช่วงระยะเวลาออกดอกเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการออกดอก การผสมเกสร และผลผลิตในปีถัดไป จากการทำการวิจัยในปี พ.ศ. 2521-2527 หากช่วยถ่ายละอองเรณูที่อุณภูมิเฉลี่ย 5 องศาเซลเซียสขึ้นไปโดยมีแสงแดดจัดและไม่มีน้ำค้างแข็งสามารถเพิ่มการผสมเกสรติดผลได้ และการติดผลตามธรรมชาติจะดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสขึ้นไป โดยที่ฝนและน้ำค้างแข็งเป็นปัจจัยหลักของสภาพภูมิอากาศมีผลต่อการออกดอกและการผสมเกสร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการร่วงของผลกับอุณหภูมิเฉลี่ยของแปลงปลูกบ้านปางมะหัน นอกจากนี้ ดอกที่ไม่ได้รับการผสมจะร่วงไป ในขณะที่ดอกจำนวนหนึ่งที่ได้รับการผสมเกสรแล้วจะเริ่มติดผลเล็กๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มม. หลังจากนี้ผลเหล่านี้จะร่วงอีกครั้งก่อนผลเจริญเติบโตเต็มที่ สาเหตุที่การผสมไม่สมบูรณ์เกิดได้จากระยะที่เกสรเพศเมียพร้อมรับการถ่ายละอองในช่วงเช้าแต่เกสรเพศผู้พร้อมผสมเกสรในช่วงบ่าย และการขาดแมลงช่วยผสมเกสร สาเหตุของการร่วงหล่นของผลที่ไม่แข็งแรงสมบูรณ์ เนื่องจากการแก่งแย่งอาหารกันในระหว่างต้น ผลที่ได้รับอาหารน้อยกว่าความต้องการไปอาจร่วงหล่นก่อนจะเจริญเติบโตต่อไป ศิริชัย (2523) ได้ศึกษาผลของมะม่วงพันธ์น้ำดอกไม้ที่ร่วงพบการตายของต้นอ่อน และบางผลมีการเจริญเติบโตของใบเลี้ยงที่สะสมอาหารผิดปกติทำให้สารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผิดปกติ นอกจากนี้ยังพบการที่อาหารและปริมาณออกซินในผลมีปริมาณน้อยมีแนวโน้มทำให้ผลร่วงหล่น อย่างไรก็ตาม การร่วงของชาน้ำมันแต่ละต้นจะแตกต่างกันไป ผลที่ไม่สมบูรณ์สามารถเจริญเติบโตต่อไปซึ่งระยะนี้อัตราการร่วงของผลจะลดลง การร่วงของผลที่มีขนาดใหญ่อันนี้อาจเนื่องจากการแย่งอาหารกันระหว่างผล และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมมีส่วนทำให้ผลร่วง (Chadha and Singh, 1964) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้เดือนที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะที่ชาน้ำมันอยู่ในช่วงหลังผสมเกสรและพัฒนาต่อเป็นผลจึงพบผลอ่อนที่ไม่สมบูรณ์ร่วงมากเมื่ออุณหภูมิต่ำ ในช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ (30–90 วัน) และพบการร่วงมากอีกครั้งช่วงเดือนสิงหาคมที่เข้าสู่ฤดูฝน ผลที่ไม่แข็งแรงสมบูรณ์หรือได้รับธาตุอาหาร

น้อยที่ติดผลอยู่นั้นได้ร่วงในที่สุด แม้จะพบดอกชาน้ำมันบานทั้งปีแต่ดอกที่ติดผลได้เหล่านั้นก็ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลได้ทั้งหมด อาจกล่าวได้ว่าผลผลิตนอกฤดูกาลมีการสะสมอาหารน้อย (Chadha and Singh, 1964) ซึ่งสอดคล้องการกับการสะสมอาหารของชาน้ำมันที่ทำการปลูกศึกษาที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงโป่งน้อย ระดับความสูง 1,100 จากน้ำทะเลปานกลาง นิพัฒน์ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการสะสมของคาร์โบไฮเดรตสะสมเริ่มจากเดือนธันวาคม สะสมมากที่สุดช่วงเดือนมกราคมและหลังจากลดลงตามลำดับ ถึงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งหากผลผลิตนอกฤดูกาลติดผลน้อยเนื่องจากต้นมีการสะสมไม่เพียงพอ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าการบานของดอกอาจเป็นผลมาจากปัจจัยทางพันธุกรรม เนื่องมาจากระยะการพัฒนาตาดอกเมื่อตาดอกสมบูรณ์ และผลิบานในสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมแปรปรวนไปจากเดิมจะเกิดการร่วงของตาดอกและดอก ในสาธารณรัฐประชาชนจีนชาน้ำมันชนิดสีขาวที่ปลูกทางตอนเหนือมีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำการออกดอกเร็วต่างกับตอนกลางของสาธารณรัฐประชาชนจีนที่อุณหภูมิสูงกว่า (ศราวุธ, 2555)

การศึกษาคุณสมบัติของดินบริเวณแปลงปลูกชาน้ำมันเขตบ้านปางมะหัน ลักษณะของดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย การประเมินค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ในระดับที่เป็นกรดปริมาณสัดส่วนของอินทรียวัตถุมีสูง ธาตุอาหารหลักพบ โพแทสเซียมอยู่ในระดับที่สูงมาก ไนโตรเจนในระดับปานกลาง และอาจมีปัญหาจากฟอสฟอรัส แคลเซียม และสังกะสี เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่ต่ำมาก ส่วนธาตุอาหารรองนั้นพบสังกะสีอยู่ในระดับต่ำ และแคลเซียมอยู่ในระดับที่ต่ำมาก และอาจจำเป็นต้องเพิ่มแคลเซียมโดยการให้ธาตุอาหารทางดิน เช่น โดโลไมท์ และปูนขาว ในดินที่เป็นกรดอ่อนจะสามารถปรับค่าความเป็นกรดด่างให้เป็นกลางเพิ่มขึ้น หรือให้ธาตุอาหารทางใบ อาจให้ธาตุอาหารทางดินร่วมกับธาตุอาหารทางใบร่วมกับใส่ปุ๋ยที่พืชต้องการธาตุอาหารมากกว่าปกติในช่วงเวลาระยะที่พืชต้องการใช้ เช่น ระยะที่พืชแตกรากใหม่ ระยะที่พืชแตกยอดอ่อน ระยะที่พืชติดผลอ่อน และระยะแทงช่อดอกการใช้ปูนขาวไม่ควรใช้ใส่ร่วมกับปุ๋ยที่มีแอมโมเนียม เนื่องจากจะเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียและสูญเสียไปในอากาศ (วินัย, 2561) และจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารใน ใบ และผลชาน้ำมัน (พินัย, 2560) นั้นชาน้ำมันมีปริมาณการใช้ฟอสฟอรัสที่น้อยและใช้แคลเซียมมากจึงให้ความสำคัญที่การเพิ่มแคลเซียมที่ผลต้องใช้มาก และธาตุในดินยังขาดจึงให้ความสำคัญที่แคลเซียมมากกว่าฟอสฟอรัส

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารด้วยความเข้มข้นและความถี่ในการพ่นแตกต่างกันต่อการติด การร่วงของผล คุณภาพผลผลิต และการเจริญเติบโตของชาน้ำมันดอกขาว

จากการศึกษาที่ 1 พบว่าดอกบานมากช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงต้นเดือนธันวาคมจากนั้นอัตราการบานของดอกเริ่มลดลงจนถึงกลางเดือนมกราคม และตาดอกบานจนครบทั้งหมดภายในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ การติดผลเริ่มตั้งแต่ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงช่วงเดือนกุมภาพันธ์การร่วงหลังการติดผลมักเกิดจากการขาดสารอาหารและสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม หากดอกของชาน้ำมันไม่ได้รับการปฏิสนธิจะเกิดการร่วง จึงทดสอบพ่นสารละลายแคลซิพลัส (CaO 31% + B 0.1% + Zn 1.4%) ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ และจำนวนความถี่ของการฉีดพ่น 1- 3 ครั้ง พบว่าไม่มีผลต่อการติดผลและการร่วงของผลชาน้ำมัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับ วรินทร์ (2536) ที่พ่นสารละลายแคลเซียมร่วมกับโบรอน ($Ca(NO_3)_2$ 5% และ $Na_2B_4O_7$ 0.5%) ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1 มิลลิลิตร/ลิตรจำนวน 2 ครั้ง ในระยะดอกบานมีแนวโน้มเพิ่มการติดผล และลดการหลุดหร่วงของผลได้ และ สุภาทิพย์ (2545) ที่พ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน (ชื่อทางการค้าโบโรน่า) สามารถช่วยให้มะม่วงนอกฤดูมีการติดผลที่ดีขึ้น ซึ่งเพิ่มจากจำนวนผลเฉลี่ยต่อช่อดอกหลังดอกบาน 7 วัน แต่ในกรณีชาน้ำมันการร่วงของตาดอก ดอกบาน และการร่วงของผลไม่แตกต่างกัน อาจมีสาเหตุจากการพ่นไม่เหมาะสมกับช่วงเวลา หรือปริมาณความเข้มข้นไม่เหมาะสม Ram (198) ได้ศึกษาช่วงที่สารควบคุมเจริญเติบโตในมะม่วงช่วงระยะเวลา 3 สัปดาห์แรกมีการติดผลที่ต่ำและพบอัตราการร่วงของผลสูง ออกซิน จิบเบอร์เรลลิน ไซโตไคนิน มีอยู่บนต้นน้อย แต่พบปริมาณกรดแอบซิสสิคอยู่มาก และอาจมีผลมาจากการสะสมอาหารที่ใช้เลี้ยงผลไม่เพียงพอจึงหลุดร่วงไป ซึ่งการร่วงของผลนั้นเป็นการป้องกันตัวเองเพื่อไม่ให้มีการใช้อาหารในการเลี้ยงผลมากเกินไป ซึ่งเป็นอันตรายต้นมะม่วงในกรณีที่ต้นไม่แข็งแรงสมบูรณ์ (ศักรี, 2536) นอกจากนั้นการที่พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารจากการฉีดพ่นนั้นน้ำหนักส่วนประกอบของผลแห้งและน้ำหนักเมล็ดแห้งเพิ่มขึ้นมากกว่าชุดควบคุมเป็นไปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักผลผลิตเกิดจากการที่ได้รับธาตุอาหารทางใบจึงทำให้ติดเมล็ดและการสะสมอาหารในเมล็ดเพิ่มขึ้น ศรีประไพ และคณะ (2530) รายงานว่าแคลเซียมมีส่วนช่วยการพัฒนาของ ตัวอ่อน (zygote) จึงมีผลให้ฝักและเมล็ดของถั่วลิสงเพิ่มขึ้น นอกจากนั้น เพิ่มพูน และประเทือง (2532) ที่พบว่าการใส่โบรอนทำให้ถั่วลิสงเพิ่มผลผลิต เมื่อเทียบกับถั่วลิสงที่ไม่ได้ให้โบรอน และการพ่นโบรอนทางใบให้กับถั่วเขียวเพียงครั้งเดียวในช่วงการติดฝักทำให้จำนวนการติดฝักและการพ่นซ้ำอีกครั้งให้จำนวนฝักเพิ่มอีก 44% และทำให้การติดเมล็ดเพิ่มขึ้นถึง 46% นอกจากนั้นการพ่นแคลเซียมและโบรอน ยังพบว่ามีผลให้ขนาดเมล็ดใหญ่ขึ้น และน้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้น และขณะเดียวกันยังมีผลกับเมล็ดขนาดเล็กและเมล็ดลีบ ก็มีจำนวน

ลดลงเช่นกัน เพราะแคลเซียมมีความสำคัญต่อ membrane permeability และการรักษาสภาพ cell integrity ให้คงอยู่ (Mengel and Kirkby, 2012) ซึ่งการสะสมน้ำหนักเมล็ดและเกี่ยวข้องกับการกระจายของสารสังเคราะห์ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงเข้าสู่เมล็ด ส่วนโบรอนนั้นมีผลต่อการสะสมน้ำหนักเมล็ดเนื่องมาจากทำให้การลำเลียงน้ำตาลในท่อลำเลียงอาหาร (phloem) ดีขึ้น (Kabata-Pendias, 2000) มีการสะสมอาหารภายในเมล็ดมากขึ้น และการพ่นอัตราความเข้มข้นของสารละลายแคลซีพลัสที่ 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตรกับต้นชาน้ำมัน มีผลให้น้ำหนักส่วนประกอบของผลแห้งและน้ำหนักเมล็ดแห้งแตกต่างจากชุดควบคุม แต่ความเข้มข้นของสารละลายมากเกินปริมาณที่เหมาะสมมีผลทำให้ผลผลิตมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับงานทดลองของ Hepler and Wayne (1985) ที่พบว่าความเข้มข้นสารละลายแคลเซียมและโบรอนที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิลิตรต่อลิตร มีผลต่อการติดผลของมะม่วง โดยช่วยเพิ่มจำนวนผลต่อช่อสูงกว่าที่ให้แคลเซียมความเข้มข้น 2.0 มิลลิลิตรต่อลิตร และที่ไม่ได้พ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอนทั้งนี้ปริมาณแคลเซียมที่ระดับความเข้มข้นสูงเกินความเหมาะสม มีผลต่อการลดประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์และทำให้การงอกของละอองเกสรต่ำ หรืออาจเป็นไปได้ว่าแคลเซียมที่ความเข้มข้นสูงกระทบกระเทือนตอประสิทธิภาพองธาตุอาหารพืชอื่น

อย่างไรก็ตาม พบว่าความถี่ในการพ่นนั้นไม่มีผลทำให้ส่วนประกอบของผลแห้ง น้ำหนักเมล็ดแห้งและปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมัน แต่ความเข้มข้นของสารละลายที่แตกต่างกันมีผลต่อส่วนประกอบของผลแห้ง น้ำหนักเมล็ดแห้งและปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมัน ซึ่งกรรมวิธีที่พ่นสารละลาย 0 มิลลิลิตรต่อลิตร ที่ได้น้ำหนักผลแห้ง 88.56 กรัม น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น 276.28 กรัม และปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมัน 29.52% แตกต่างกับกรรมวิธีพ่นสารละลายที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ได้น้ำหนักผลแห้ง 151.56 กรัม น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น 741.83 กรัม และปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมัน 44.25% การที่คุณภาพผลผลิตดีขึ้น เนื่องจากแคลเซียมโบรอนจะช่วยกระตุ้นการทำงานของโพแทสเซียมเป็นที่โคแฟกเตอร์ของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง (วินัย, 2561) แล้วเคลื่อนย้ายจากใบไปสู่ผล แคลเซียมมีบทบาทต่อกิจกรรมของ ATPase ซึ่งจำเป็นต่อขนวนการเคลื่อนย้ายอาหาร นอกจากนี้ แคลเซียมมีส่วนสำคัญในการสังเคราะห์ α – amylase ทำให้กิจกรรมการย่อยแป้งสูงขึ้น ส่วนโบรอนมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล (ยงยุทธและสุรเดช, 2535) จากนั้นAcyl-CoA เปลี่ยนเป็นกรดไขมันไปยัง cytoplasm เพื่อเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์ไขมันต่อไป

การทดลองที่ 3 ศึกษาการถ่ายละอองเกสรด้วยมือที่มีผลต่อการติดผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว

การศึกษาการติดผลด้วยวิธีการผสมเกสรดอกชาน้ำมันดอกขาวด้วยมือพบว่าผสมเกสรข้ามทำให้มีการติดผล แตกต่างจากกาผสมตัวเองและปล่อยให้ผสมตามธรรมชาติ สอดคล้องกับ Liao *et at*. (2014) ที่ได้ศึกษากระบวนการผสมตัวเองของชาน้ำมันดอกขาว โดยพบว่าชาน้ำมันเป็นพืชผสมตัวเองไม่ติดผลเนื่องจากมีกลไกลการป้องกันการผสมตัวเองจากดอกเดียวกันหลังจากการถ่ายละอองเรณู (Late-acting gametophytic) โดย pollen tube (หลอดละอองเรณู) จะหยุดการเจริญเติบโตและไม่พบ zygote (ตัวอ่อน) ที่ ovule (รังไข่) ผลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการผสมไม่ติดในพืชชาน้ำมันที่อาจเกิดจากความเข้ากันไม่ได้ของเซลล์สืบพันธุ์ หรือ self-incompatibility การถ่ายละอองเรณูจะสำเร็จและต้นที่มีรังไข่สมบูรณ์จากต้นที่สะสมธาตุอาหารดี Sage and Samson (2003) ศึกษาพุทราจีนพบว่า การผสมข้ามนั้นช่วยผลผลิตและการติดผลได้มากกว่าการผสมตัวเอง การลดลงของการติดของผลและเมล็ด มาจากการไม่เข้ากันทางสรีระวิทยาในรังไข่ และ ยังมีพืชกระเทยอีกหลายชนิด (Hermaphroditic Plant) การติดของผลและเมล็ดน้อยลง (หิรัญ, 2526) Ortega and Devesa (1999) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการติดผลได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม ไม่มีฝนตกชุก จะเอื้อให้การผสมเกสรและการติดผลมากขึ้น หากอุณหภูมิสูงทำให้ปลายเกสรเพศเมียแห้ง ลดประสิทธิภาพในการรับละอองเรณู จากศึกษาในสภาพแวดล้อมที่บ้านปางมะหัน อาจมีความเหมาะสมของปัจจัยทางด้านอุณหภูมิจึงพบการผสมเกสรติดผลได้มากที่อุณหภูมิต่ำและติดผลได้น้อยที่อุณหภูมิสูง สอดคล้องกับ นาถยา (2561) ที่ศึกษาการพัฒนาตาดอกของชาน้ำมันดอกขาวที่แปลงปลูกบ้านปูนะ อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย พบว่าเมื่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมีผลให้การติดผลลดต่ำในเดือนกันยายน 2561 และการติดผลเพิ่มขึ้นช่วงเดือนตุลาคม 2561 Learner and Witter (1953) ศึกษาในมะเขือเทศพบว่ามะเขือเทศต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการติดและการพัฒนาของผลในช่วงกลางวัน 27-30 องศาเซลเซียสและกลางคืน 15-20 องศาเซลเซียสในกรณีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12.8 และสูงกว่า 32.2 องศาเซลเซียส ละอองเกสรจะเป็นหมันไม่สามารถงอกหลอดละอองเกสรลงไปผสมกับไข่ได้ ทั้งนี้นอกจากการดูแลธาตุอาหารแล้ว สภาพอากาศจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต และการติดผลของชาน้ำมันชนิดดอกขาว

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ
สรุปผล

การศึกษาลักษณะพัฒนาการของดอกชาน้ำมันดอกขาว ณ แปลงวิจัยชาน้ำมัน บ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย พบว่าดอกบานในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงมกราคม ตาดอกร่วงมากที่สุดในเดือนธันวาคม ดอกบานร่วงมากที่สุดในเดือนธันวาคม และผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวมากที่สุดในเดือนมกราคม โดยดอกที่บานช่วงแรกและช่วงกลางมีการติดผลที่ดี แต่มีการร่วงของดอกบานมากและดอกที่บานในช่วงท้ายพบการร่วงของผลมาก การร่วงที่พบนั้นเป็นการร่วงตามธรรมชาติของตามพัฒนาการของพืช

การศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหาการติดผล โดยการพ่นสารละลายแคลซีพลัส (CaO 31% + B 0.1% + Zn 1.4%) 4 ระดับความเข้มข้น พ่นสารละลายความถี่ 1 2 และ 3 ครั้ง พบว่า ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตทั้งในด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดโคนต้นนั้นไม่ไม่มีผลต่อการลด การร่วงของตาดอก การร่วงของดอกบาน และการร่วงของผล แต่พบว่าการฉีดพ่นที่ความเข้มข้นที่ 0.5 มิลลิลิตร/ลิตร จำนวน 1 ครั้งระยะก่อนดอกบานเป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการเพิ่มน้ำหนักส่วนประกอบของ ผลแห้ง ได้แก่ น้ำหนักเมล็ดแห้ง และปริมาณน้ำมันในเมล็ดของชาน้ำมัน

การศึกษาวิธีการช่วยผสมเกสรโดยการผสมข้าม พบว่าให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการผสมผสมตัวเอง นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิมีแนวโน้มส่งผลต่อการติดผล โดยจะพบว่าจะติดผลมากที่อุณหภูมิต่ำและติดผลน้อยที่อุณหภูมิสูง แต่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศไม่แตกต่างกัน ดังนั้น แนวทางการพัฒนาต่อไป ควรหาวิธีการเพิ่มการผสมเกสรพร้อมทั้งศึกษาถึงปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมต่อแมลงที่เป็นพาหะในการถ่ายละอองเกสรดอกชาน้ำมัน

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการติดผลและการร่วงของผลของชาน้ำมันดอกขาว ทุกการทดลองควรทดลองซ้ำจากต้นพันธุ์ที่มาจากพันธุ์เดียวกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำยิ่งขึ้น และศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ที่เกี่ยวข้องกันที่ส่งผลต่อการติดผลและการร่วงของชาน้ำมันอย่างละเอียด เพื่อเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาการจัดการให้ธาตุอาหารทางใบ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดการแปลงชาน้ำมัน หรือสารควบคุมการเจริญเติบของพืชร่วมกับธาตุอาหารเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ยังควรศึกษาการสะสมอาหารในต้นและผลเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม ควรเพิ่มคู่ผสมข้ามที่ให้การติดผลโดยใช้แรงงานคนหรือแมลงเพิ่มการถ่ายละอองเกสรที่มีผลให้การติดผลคุณภาพเพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. **ปุ๋ยทางดิน – ปุ๋ยทางใบ**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://ofs101.ldd.go.th/LDDNews/RADOC/0725500005.pdf (14 สิงหาคม 2562).

กิตติ วงส์พิเชษฐ. 2559. **วิทยาเอ็มบริโอของพืชดอก**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.agri.ubu.ac.th/~kitti/index.html (4 สิงหาคม 2562).

จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช Posthavest Biology and Plant Senescence**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม.

จิราภรณ์ อิทสาร. 2557. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เทียมใจ คมกฤส. 2542. **กายวิภาคของพฤกษ์**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2555. **สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นาถยา ทานามัง. 2561. **การศึกษาการเจริญในรอบปีและการพัฒนาตาดอกชาน้ำมันชนิดดอกขาว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ ศิริพร มะเจียว สมพล นิลเวศน์ และทิวาพร ผดุง. 2557. **การเจริญเติบโตการออกดอกติดผลและการพัฒนาของผลชาน้ำมันในภาคเหนือตอนบน**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มาwww.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2470 (8 พฤศจิกายน 2562).

บุญแถม ถาคำฟู. 2544. **ประโยชน์ของชาที่น่ารู้**. เคหการเกษตร,25(5), 169-174.

พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง. 2548. **กายวิภาคและสัณฐานวิทยาของพืชมีดอก**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท้อป.

พินัย ห้องทองแดง. 2560. **รายงานผลการดำเนินการประจำปี 2560 โครงการศึกษาและพัฒนาการปลูกชาน้ำมันและพืชน้ำมัน** ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน

เพิ่มพูน กีรติกสิกร และ ประเทือง ปัญญา. 2532. **อิทธิพลของโบรอนและแคลเซียมต่อผลผลิตของถั่วลิสงสองพันธุ์** (การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27)

ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2554. **ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน มูลนิธิชัยพัฒนา**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา

http://www.pharmacy.su.ac.th/pg/activity/2559/seminar2560/tea_oil/tea_oil.htm (11 มกราคม 2564).

ยงยุทธ โอสถสภา และสุรเดช จิตกานนท์. 2521. **วิชาธาตุอาหารพืช**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรินทร์ สุทนต์. 2536. **อิทธิพลของแคลเซียมร่วมกับโบรอนต่อการงอกของหลอดละอองเกสรและการติดผลของมะม่วง**. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วินัย วิริยะอลงกรณ์. 2561. **ธาตุอาหารพืชสวน (Mineral Nutrient in Horticultural)**. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ศราวุธ พานทอง. 2555. **การศึกษาชีววิทยาของดอก การพัฒนาของผล และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศรีประไพผาบจันดา สงบภัย นามไพศาลสถิต บุญเพ็ง แลโสภา มณเฑียร โสมภีร์ และอานนท์ วาทยานนท์. 2530. **การศึกษาการเกิดเมล็ดลีบในถั่วลิสงที่มีสาเหตุมาจากลักษณะทางพฤกษศาสตร์บางประการ** (รายงานการสัมมนา เรื่องงานวิจัยถั่วลิสง ครั้งที่ 5 ประจำปี 2528)

ศักรี น้ำใจทหาร. 2536. **อิทธิพลของการผสมเกสรมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย โดยใช้เกสรเพศผู้พันธุ์ต่างๆ ต่อการติดผล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2523. **การศึกษาอัตราส่วนเพศดอก การติดผล และการร่วงของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทวาย**. ปัญหาพิเศษ ปริญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน. 2560. **เส้นทางของน้ำมันเมล็ดชา**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.teaoilcenter.org/index.php/general-information (6 พฤศจิกายน 2561).

สมพล นิลเวศน์. 2560. **รายงานผลการดำเนินการประจำปี 2560 โครงการศึกษาและพัฒนาการปลูกชาน้ำมันและพืชน้ำมัน** ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์. 2563. **ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.opsmoac.go.th/angthong-article_prov-preview-421891791858 (6 ธันวาคม 2564).

สุปรียา ศุขเกษม และวิไลศรี ลิมปพยอม. 2556. **การศึกษาคุณภาพเมล็ดชาน้ำมัน (*Camellia oleifera*) และน้ำมันเมล็ดชา**. Thai Agricultural Research Journal,34(3), 270-285.

สุภาทิพย์ อุ่มคา. 2545. **อิทธิพลของแคลเซียม โบรอน และซอร์บิทอลต่อการงอกของละอองเกสร การปฏิสนธิ และการติดผลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายในการผลิตนอกฤดูและก่อนฤดู**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรพล มนัสเสรี. 2550. **หลักการไม้ผล.** สงขลา: คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาลัยราชภัฏสงขลา.

สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ. 2543. **เอกสารประกอบการสอนวิชากายวิภาคของพืช**. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

หิรัญ หิรัญประดิษฐ์. 2526. **บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชกับการปรับปรุงพันธุ์**. วารสารวิชาการเกษตร,1(1), 51-51.

อมรธัช อุนจะนำ. 2521. **การเจริญเติบโตของผล**. วารสารพืชสวน,5(2), 51 - 55.

อรรถนนท์ จันทร์อ่อน. 2562. **การศึกษาการเพิ่มปริมาณน้ำมันของเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Brewbaker, J. L., & Kwack, B. H. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. **American journal of botany**,50(9), 859-865.

Cao J., Clifford R. Parks & Du Yueqiang. 2005. **Collected species of the genus *Camellia* and illustrated outline**. Bright Sparks.

Chadha, K. L., & Singh, K. K. 1964. Fruit Drop in Mango II. Intensity, Periodicity and Nature of Shedding of Immature Fruits1. **Indian Journal of Horticulture**,21(1), 1-14.

Clark, D.E. 1983. **Azaleas Rhododendrons Camellias**. California: Lane Menlopark Co. Menlo Park . 96 p.

Donglin, Z., Stack, L., Riqing, Z., Jiangfan, Y., Bixia, X., Yongzhong, C. & Ruter, J. M. 2008. Teaoil Camellia - Eastern "Olive" for the World. **Acta Horticulturae**,3(769), 43-48.

Epstein, E. 1972. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. Davis, USA: California University.

Gilman, E. F. & Watson, D. G. 1993. *Camellia oleifera* (Tea-oil camellia). **US Forest Service Fact Sheet, ST-**116.

Hepler, P. K. & Wayne, R. O. 1985. Calcium and plant development. **Annual review of plant physiology**,36(1), 397-439.

Hocking, B., Tyerman, S. D., Burton, R. A., & Gilliham, M. 2016. Fruit Calcium: Transport and Physiology. **Frontiers in plant science**,7(1), 569.

Kabata-Pendias, A. 2000. **Trace elements in soils and plants**. 3. Boca Raton: CRC press.

Krisanapook, K., Trudthai W., Luengwilai, K., & Phavaphutanon, L. 2016. Fruit Drop of Aromatic Coconut and Macronutrient and Boron Content in the Fruit. **Songklanakarin Journal of Plant Science**,3(I), 81-86.

Learner, E.N., & Wittwer, S.H. 1953. Some effects of photoperiodicity and thermoperiodicity on vegetative growth, flowering, and fruiting of the tomato. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci**,61(1), 373-379.

Li, C. L., Yao, X. H., Yang, S. P., Ren, H. D., & Cao, Y. Q. 2011. Research on pollen morphology and germination of *Camellia oleifera* Able. **Chinese journal of oil crop sciences**,33(3), 242-246.

Liao, T., Yuan, D. Y., Zou, F., Gao, C., Yang, Y., Zhang, L., & Tan, X. F. 2014. Self-sterility in *Camellia oleifera* may be due to the prezygotic late-acting self-incompatibility. **PLoS One**,9(6), e99639.

Mengel, K., & Kirkby, E. A. 2012. **Principles of plant nutrition**. Springer Science & Business Media.

Ortega O.A., & Devesa J.A . 1999. Reproductive biology in two Genisteae (Papilionoideae) endemic of the western Mediterranean region: *Cytisus striatus* and *Retama sphaerocarpa*. **Canadian Journal of Botany**,77(6), 809-820.

Peter Motavalli, Thomas Marier, Frank Cruz & James McConnell. 2010. Essential Plant Nutrients. **University of Guam**195-294.

Rajaei, A., Barzega, M. & Yamini, Y. 2005. Supercritical fluid extraction of tea seed oil and its comparisons with solvent extraction. **European Food Research and Technology**,220(3), 401-405.

Ram, S. 1982. Hormonal control of fruit growth and fruit drop in mango cv Dashehari. **Regulation of Growth and Endogenous Hormones, XXI IHC** 134 .169-178.

Sage, T. L., & Sampson, F. B. 2003. Evidence for ovarian self-incompatibility as a cause of self-sterility in the relictual woody angiosperm, Pseudowintera axillaris (Winteraceae). **Annals of Botany**,91(7), 807-816.

Wang, L. , S. C. Frank, X. W., & Xiaoru Y. He. 2008. Feasibility study of quantifying and discriminatinating soy bean oil adulteration in Camellia oils by attenuated total reflectance MIR and fiber optic diffuse reflectance NIR. **Foodchemistry**,95(3), 529-536.

Yan-ru, Z. E. N. G., Zhang-ju, L. I., & Wen-sheng, D. A. I. 2009. Flowering habits in *Camellia oleifera*. **Journal of Zhejiang forestry college**, 26(6), 802-809.

Yang, M., & Chen, I. 2000. Observation of the self-incompatibility phenomenon of tea. **Journal of the Chinese Society for Horticultural Science**, 46(1), 83-92.

---. 2008. Observation on the Self-incompatibility of Pollen Tubes in Self-pollination of Tea Plant in Style in vivo. **J Tea Sci**, 28(3), 429-435.

Zeng, F. K., Yang, B., Wang, Y. H., Wang, W. F., Ning, Z. X., & Li, L. 2010. Enzymatic Production of Monoacylglycerols with Camellia Oil by the Glycerolysis Reaction. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, 87(5), 531-537.

Zhang, R., Ding, Z., Zhang, X., Jin, X., Yu, J., Wen, L., & Zhang, D. 2008. Advances in genetic improvement of tea oil camellia. **Acta Hortic**, 769(2), 33-42.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพผนวก

ภาพผนวกที่ 1 การทำเครื่องหมายตาดอกบนกิ่งชาน้ำมัน

ภาพผนวกที่ 2 ผลชาน้ำมันที่ติดระยะก่อนการเก็บเกี่ยว ในช่วงระยะเวลาที่พบดอกตูม

ภาพผนวกที่ 3 การร่วงของดอกที่ผสมไม่ติดที่แปลงปลูกบ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

ภาพผนวกที่ 4 ผลชาน้ำมันที่แตกก่อนการเก็บเกี่ยวในเดือนเมษายน ของแปลงปลูกบ้านปางมะหัน อ. แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

ภาพผนวกที่ 5 ผลชาน้ำมันที่ร่วงและเน่าก่อนการเก็บเกี่ยวในเดือนมิถุนายน ของแปลงปลูกบ้านปางมะหัน อ. แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

ภาพผนวกที่ 6 การช่วยผสมเกสรโดยอาศัยแมลงเช่นผึ้ง และ ชันโรง

ภาพผนวกที่ 7 การพ่นปุ๋ย 4 กรรมวิธี ให้ต้นเปียกชุ่ม

ภาพผนวกที่ 8 กิ่งของชาน้ำมันหลังกาiพ่นปุ๋ยน้ำจนเปียกชุ่มหลังการพ่นปุ๋ย

ภาพผนวกที่ 9 ดอกชาน้ำมันที่กำลังเริ่มผลิบานเหมาะในช่วงทำการตอนดอก (emasculation) เพื่อใช้ควบคุมในการผสมด้วยมือมือ

ภาพผนวกที่ 10 ผลชาน้ำมันที่ติดหลังจากการผสมเกสรด้วยมือที่ระยะเวลา (ก) 30 วัน และ (ข) 45วัน

ภาพผนวกที่ 11 เครื่องวัดปริมาณความชื้น Moisture Analyzers (MX - 50)

ภาพผนวกที่ 12 เครื่องวัดปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมัน Soxhlet system [Lauda (Alpha RA8) + SOXHLET Extraction stirring mantles (EAMS-SERIES)]

ภาคผนวก ข

ตารางผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การร่วงของดอกตูม ดอกบาน และผลชาน้ำมันดอกขาว จากดอกตูม เปรียบเทียบกับสภาพอากาศของแปลงบ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

วัน	ดอกตูม (ดอก)	ดอกตูมร่วง (ดอก)	ดอกตูมร่วง (%)	ดอกบาน (ดอก)	ดิกบานร่วง (ดอก)	ดอกบานร่วง(%)	ผล (ผล)	ผลร่วง (ผล)	ผลร่วง (%)	อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน(°ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (%)
0	942	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	23.24	93.10
15	627	1	0.11	254	79	8.43	57	2	0.21	23.24	93.10
30	280	8	0.85	359	316	33.72	206	29	3.09	21.98	84.20
45	113	23	2.45	152	126	13.45	219	53	5.66	21.98	84.20
60	22	14	1.49	46	29	3.09	226	49	5.23	19.75	73.75
75	4	4	0.43	10	10	1.07	197	57	6.08	19.75	73.75
90	0	0	0.00	0	0	0.00	140	12	1.28	22.38	51.32
105	0	0	0.00	0	0	0.00	128	0	0.00	22.38	51.32
120	0	0	0.00	0	0	0.00	128	1	0.11	25.09	43.67
135	0	0	0.00	0	0	0.00	127	2	0.21	25.09	43.67
150	0	0	0.00	0	0	0.00	125	3	0.32	28.31	42.37
165	0	0	0.00	0	0	0.00	122	2	0.21	28.31	42.37
180	0	0	0.00	0	0	0.00	121	1	0.11	28.51	58.37
195	0	0	0.00	0	0	0.00	121	3	0.32	28.51	58.37
210	0	0	0.00	0	0	0.00	117	8	0.85	26.36	82.41
225	0	0	0.00	0	0	0.00	115	6	0.64	26.36	82.41
240	0	0	0.00	0	0	0.00	109	16	1.71	24.43	88.69
255	0	0	0.00	0	0	0.00	93	11	1.17	24.43	88.69
270	0	0	0.00	0	0	0.00	85	5	0.53	24.40	94.64
285	0	0	0.00	0	0	0.00	80	4	0.43	24.40	94.64
300	0	0	0.00	0	0	0.00	76	7	0.75	25.01	85.84
315	0	0	0.00	0	0	0.00	66	1	0.11	25.01	85.84
330	0	0	0.00	0	0	0.00	61	0	0.00	25.13	84.78
345	0	0	0.00	0	0	0.00	43	5	0.53	25.13	84.78

ตารางผนวกที่ 2 ช่วงเวลาในการพบตาดอก ดอกบาน ผลอ่อน ของแปลงบ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

วัน(เดือน)	ตาดอก (%)	ดอกบาน (%)	ผลอ่อน (%)
15	66.92	27.11	6.08
30 (ธันวาคม)	29.88	38.31	21.99
45	12.06	16.22	23.37
60 (มกราคม)	2.35	4.91	24.12
75	0.43	1.07	21.02
90 (กุมภาพันธ์)	0	0	14.94

ตารางผนวกที่ 3 ค่าทดสอบสถิติของตาดอกร่วงที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:ตาดอกร่วง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	32.667	2	16.333	2.673	.090
ความเข้มข้น	32.889	3	10.963	1.794	.175
ความถี่ * ความเข้มข้น	67.778	6	11.296	1.848	.132
Error	146.667	24	6.111		
Total	344.000	36			

a. R Squared = .476 (Adjusted R Squared = .236)

ตารางผนวกที่ 4 ค่าทดสอบสถิติของดอกบานร่วงที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:ดอกบานร่วง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	98.000	2	49.000	.276	.761
ความเข้มข้น	602.111	3	200.704	1.130	.357
ความถี่ * ความเข้มข้น	329.556	6	54.926	.309	.926
Error	4261.333	24	177.556		
Total	260316.000	36			

a. R Squared = .195 (Adjusted R Squared = -.175)

ตารางผนวกที่ 5 ค่าทดสอบสถิติของผลร่วงที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:ผลร่วง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	317.556	2	158.778	1.068	.359
ความเข้มข้น	464.000	3	154.667	1.040	.393
ความถี่ * ความเข้มข้น	360.667	6	60.111	.404	.869
Error	3568.000	24	148.667		
Total	9704.000	36			

a. R Squared = .242 (Adjusted R Squared = -.105)

ตารางผนวกที่ 6 ค่าทดสอบสถิติของการติดผลที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:การติดผล

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	284.667	2	142.333	.828	.449
ความเข้มข้น	646.222	3	215.407	1.253	.313
ความถี่ * ความเข้มข้น	271.778	6	45.296	.264	.949
Error	4125.333	24	171.889		
Total	13072.000	36			

a. R Squared = .226 (Adjusted R Squared = -.129)

ตารางผนวกที่ 7 ค่าทดสอบสถิติของผลที่เก็บได้ที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:ผลที่เก็บได้

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	1.556	2	.778	.038	.963
ความเข้มข้น	15.111	3	5.037	.246	.863
ความถี่ * ความเข้มข้น	112.222	6	18.704	.915	.501
Error	490.667	24	20.444		
Total	920.000	36			

a. R Squared = .208 (Adjusted R Squared = -.155)

ตารางผนวกที่ 8 ค่าทดสอบสถิติของน้ำหนักผลแห้งที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:น้ำหนักผลแห้ง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	9947.694	2	4973.847	1.292	.282
ความเข้มข้น	56365.444	3	18788.481	4.880**	.004
ความถี่ * ความเข้มข้น	13897.639	6	2316.273	.602	.728
Error	227156.524	59	3850.111		
Total	1102198.000	72			

a. R Squared = .261 (Adjusted R Squared = .111)

ตารางผนวกที่ 9 ค่าทดสอบสถิติของน้ำหนักเปลือกผลแห้งที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:น้ำหนักเปลือกแห้ง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	1577.333	2	788.667	.999	.374
ความเข้มข้น	10723.111	3	3574.370	4.527**	.006
ความถี่ * ความเข้มข้น	4085.556	6	680.926	.862	.528
Error	46586.529	59	789.602		
Total	220910.000	72			

a. R Squared = .260 (Adjusted R Squared = .110)

ตารางผนวกที่ 10 ค่าทดสอบสถิติของน้ำหนักกะลาแห้งที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:น้ำหนักกะลาแห้ง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	227.973	2	113.986	.816	.447
ความเข้มข้น	1485.347	3	495.116	3.545*	.020
ความถี่ * ความเข้มข้น	353.577	6	58.930	.422	.862
Error	8240.554	59	139.670		
Total	32164.544	72			

a. R Squared = .202 (Adjusted R Squared = .040)

ตารางผนวกที่ 11 ทดสอบสถิติของเนื้อในเมล็ดแห้งที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:เนื้อในเมล็ดแห้ง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	1999.944	2	999.972	1.643	.202
ความเข้มข้น	8931.619	3	2977.206	4.891**	.004
ความถี่ * ความเข้มข้น	2057.054	6	342.842	.563	.758
Error	35910.522	59	608.653		
Total	168523.544	72			

a. R Squared = .272 (Adjusted R Squared = .124)

ตารางผนวกที่ 12 ค่าทดสอบสถิติของน้ำหนักผลรวมที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:น้ำหนักรวม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	2645188.000	2	1322594.000	.226	.798
ความเข้มข้น	30904921.89	3	10301640.60	1.759	.165
ความถี่ * ความเข้มข้น	30049610.44	6	5008268.407	.855	.533
Error	3.455E8	59	5855139.160		
Total	8.298E8	72			

a. R Squared = .203 (Adjusted R Squared = .041)

ตารางผนวกที่ 13 ค่าทดสอบสถิติของจำนวนผลดีที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:จำนวนผลดี

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
plot	21412.001	1	21412.001	1.892	.174
ความถี่	7422.194	2	3711.097	.328	.722
ความเข้มข้น	43819.375	3	14606.458	1.290	.286
ความถี่ * ความเข้มข้น	80122.250	6	13353.708	1.180	.330
Error	667868.832	59	11319.811		
Total	1454395.000	72			

a. R Squared = .186 (Adjusted R Squared = .021)

ตารางผนวกที่ 14 ค่าทดสอบสถิติของน้ำหนักผลดีที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:น้ำหนักผลดี

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
plot	26523857.411	1	26523857.411	4.730	.034
ความถี่	3396256.083	2	1698128.042	.303	.740
ความเข้มข้น	31593273.153	3	10531091.051	1.878	.143
ความถี่ * ความเข้มข้น	29313896.806	6	4885649.468	.871	.522
Error	3.309E8	59	5608084.719		
Total	7.913E8	72			

a. R Squared = .215 (Adjusted R Squared = .056)

ตารางผนวกที่ 15 ค่าทดสอบสถิติของน้ำหนักเมล็ดแห้งที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:น้ำหนักเมล็ดแห้ง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
plot	795010.671	1	795010.671	3.433	.069
ความถี่	108336.778	2	54168.389	.234	.792
ความเข้มข้น	2079870.778	3	693290.259	2.994*	.038
ความถี่ * ความเข้มข้น	1105938.889	6	184323.148	.796	.577
Error	13661593.329	59	231552.429		
Total	34151924.000	72			

a. R Squared = .230 (Adjusted R Squared = .074)

ตารางผนวกที่ 16 ค่าทดสอบสถิติของน้ำมันในเมล็ดแห้งที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:น้ำมัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
plot	1158.221	1	1158.221	3.907	.053
ความถี่	625.099	2	312.550	1.054	.355
ความเข้มข้น	2515.124	3	838.375	2.828*	.046
ความถี่ * ความเข้มข้น	2570.451	6	428.408	1.445	.213
Error	17489.319	59	296.429		
Total	117838.770	72			

a. R Squared = .282 (Adjusted R Squared = .136)

ตารางผนวกที่ 17 ค่าทดสอบสถิติของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านความสูงต้นชาน้ำมันที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:สูง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
plot	12.007	1	12.007	19.935	.000
ความถี่	2.016	2	1.008	1.674	.196
ความเข้มข้น	2.037	3	.679	1.127	.346
ความถี่ * ความเข้มข้น	2.424	6	.404	.671	.674
Error	35.538	59	.602		
Total	133.129	72			

a. R Squared = .342 (Adjusted R Squared = .208)

ตารางผนวกที่ 18 ค่าทดสอบสถิติของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านขนาดทรงพุ่มต้นชาน้ำมันที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:ทรงพุ่ม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	.623	2	.311	.078	.925
ความเข้มข้น	1.386	3	.462	.116	.950
ความถี่ * ความเข้มข้น	12.332	6	2.055	.516	.794
Error	234.842	59	3.980		
Total	392.336	72			

a. R Squared = .059 (Adjusted R Squared = -.132)

ตารางผนวกที่ 19 ค่าทดสอบสถิติของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ทางด้านขนาดโคนต้นชาน้ำมันที่พ่นแคลซีพลัสที่ความเข้มข้น ความถี่ และอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับความถี่

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:ขนาดโคนต้น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความถี่	.428	2	.214	.376	.688
ความเข้มข้น	.839	3	.280	.491	.690
ความถี่ * ความเข้มข้น	3.605	6	.601	1.055	.400
Error	33.606	59	.570		
Total	86.957	72			

a. R Squared = .131 (Adjusted R Squared = -.046)

ตารางผนวกที่ 20 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมัน ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดโคนต้นกับสภาพอากาศของแปลงบ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ. เชียงราย

Correlations

		สูง	ทรงพุ่ม	โคนต้น
อุณหภูมิ	Pearson Correlation	-.809**	-.523	-.700*
	Sig. (2-tailed)	.003	.099	.017
	N	11	11	11
ความชื้นสัมพัทธ์	Pearson Correlation	-.106	-.389	.094
	Sig. (2-tailed)	.757	.237	.784
	N	11	11	11

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตารางผนวกที่ 21 ค่าสถิติทดสอบการถดถอยระหว่างการอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ความสูงต้นชาน้ำมันกับอุณหภูมิเฉลี่ย

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	20.001	1	20.001	17.071	.003[a]
	Residual	10.545	9	1.172		
	Total	30.546	10			

a. Predictors: (Constant), อุณหภูมิ

b. Dependent Variable: สูง

ตารางผนวกที่ 22 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของความสูงต้นชาน้ำมันกับอุณหภูมิเฉลี่ยของแปลงปางบ้านมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	15.627	3.501		4.464	.002
	อุณหภูมิ	-.584	.141	-.809	-4.132	.003

a. Dependent Variable: สูง

ตารางผนวกที่ 23 ค่าสถิติทดสอบการถดถอยระหว่างการอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมันขนาดโคนต้นกับอุณหภูมิเฉลี่ย

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6.755	1	6.755	8.624	.017[a]
	Residual	7.049	9	.783		
	Total	13.804	10			

a. Predictors: (Constant), อุณหภูมิ

b. Dependent Variable: โคนต้น

ตารางผนวกที่ 24 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของชาน้ำมันขนาดโคนต้นกับอุณหภูมิเฉลี่ยของแปลงบ้านปางมะหัน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	9.128	2.862		3.189	.011
	อุณหภูมิ	-.339	.116	-.700	-2.937	.017

a. Dependent Variable: โคนต้น

ตารางผนวกที่ 25 ค่าทดสอบสถิติการศึกษาวิธีการของการผสมเกสรชาน้ำมันดอกขาวด้วยมือ

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F	Sig(P-Value)
กรรมวิธี	3	1322.23	440.75	5.404*	0.02
ซ้ำ	3	6864.60	2288.20	28.06**	0.00
Error	9	734.04	81.56		
total	15	8920.89			

a. R Squared = .918 (Adjusted R Squared = .863)

ตารางผนวกที่ 26 ค่าทดสอบสถิติการศึกษาวิธีการของการผสมเกสรชาน้ำมันดอกขาวด้วยมือปัจจัยของกรรมวิธีและช่วงเวลา

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	Sig.
ระยะเวลา	1407.991	4	351.998	3.428*	.043
กรรมวิธี	2320.221	3	773.407	7.533**	.004
Error	1232.048	12	102.671		
Total	23633.642	20			

a. R Squared = .752 (Adjusted R Squared = .607)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล อมรพงศ์ อรุณรุ่ง

เกิดเมื่อ 27 เมษายน 2530

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2540 ประถมศึกษา โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย
อ. เมือง จ. เชียงใหม่

พ.ศ. 2543 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย
อ. เมือง จ. เชียงใหม่

พ.ศ. 2547 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวชิรวิทย์ เชียงใหม่
อ. เมือง จ. เชียงใหม่

พ.ศ. 2552 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2553-2554 บริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ ฟู้ดส์
ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร
จ. เชียงใหม่

พ.ศ. 2554-2555 บริษัท อดามัส อโกรโนมิ จำกัด
ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร
จ. เชียงใหม่

พ.ศ. 2555-2557 ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
ตำแหน่ง ผู้ช่วยนักวิจัย จ. เชียงใหม่

พ.ศ. 2557-ปัจจุบัน ศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน
ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ถ่ายทอดงานวิจัยสู่แปลงปลูก
จ. เชียงราย