

การจัดรูปทรงและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตพืชมะเขี๋ยง
กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ



กิติพงษ์ วุฒิญาณ

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2565

การจัดรูปทรงและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตพืชมะเขีง
กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ



กิตติพงษ์ วุฒิญาณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการป่าไม้

สำนักบริหารและพัฒนาระบบการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การจัดรูปทรงและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตพืชมะเขีง
กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

กิติพงษ์ วุฒินาน

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการป่าไม้

พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์ ดร.ปิยะพิศ ขอนแก่น)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร.อนุวัฒน์ จรัสรัตนไพบูลย์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตะวัน ฉัตรสูงเนิน)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนากร ลัทธธีระสุวรรณ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณานิน โอภาสพัฒนกิจ)

รองอธิการบดี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ชื่อเรื่อง	การจัดรูปทรงและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตพีชมะเกี๋ยง กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
ชื่อผู้เขียน	นายกิติพงษ์ วุฒิญาณ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการป่าไม้
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร.ปิยะพิศ ขอนแก่น

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบการจัดรูปทรงต้นมะเกี๋ยง 4 รูปทรง ได้แก่ ทรงชุดควบคุม (T1) ทรงเปิดกลาง (T2) ทรงสี่เหลี่ยม (T3) และทรงฝาชีหงาย (T4) และปัจจัยแวดล้อมที่มีความเหมาะสม ต่อ การพัฒนาการเจริญเติบโต การออกดอก และคุณภาพผลของมะเกี๋ยง ใช้แปลงปลูกระยะ 4x4 เมตร อายุ 8-9 ปี วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ต้นที่ใช้ศึกษาไม่เคยได้รับการตัดแต่งกิ่งและให้ผลผลิตมาก่อน ใช้แปลงในระบบอินทรีย์ โดยมีผลการศึกษาดังนี้ (1) การศึกษาพัฒนาการการเจริญเติบโตของ ต้นมะเกี๋ยง พบว่า รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงที่ดีกว่า ส่วนการ เจริญเติบโตด้านอื่น ๆ ทุกกรรมวิธีที่จัดรูปทรงไม่มีความแตกต่างกัน และพัฒนาการการเจริญเติบโต ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตของต้นมะเกี๋ยง (2) การศึกษาพัฒนาการลักษณะทางกายภาพ การออกดอกของต้นมะเกี๋ยง พบว่า จำนวนการแตกตาใหม่ของต้นมะเกี๋ยงที่ได้รับจัดรูปทรง (T2, T3, T4) อยู่ระหว่าง 27.72 - 37.25 ตาต่อกิ่ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับรูปทรงแบบชุด ควบคุม (T1) เท่ากับ 6.23 ตาต่อกิ่ง ในส่วนจำนวนช่อดอก จำนวนช่อดอกย่อย และจำนวนเกสรเพศ ผู้ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ (3) การศึกษาคุณภาพผลผลิตมะเกี๋ยง พบว่า น้ำหนักต่อผล รูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) มีค่ามากที่สุด สำหรับขนาดความยาวผล ความกว้างผล ความหนาเนื้อ เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรต ได้ (TA) และรสชาติ (อัตราส่วน TSS:TA) ไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างการจัดรูปทรงแต่ละ กรรมวิธี ด้านสีเปลือกของผลระหว่างการเจริญเติบโต พบว่า สีผลที่เข้ม 24 สัปดาห์ ให้ค่าสีเปลือกผล เป็น dark purplish grey มากที่สุด ใน 26 สัปดาห์ ค่าสีเปลือกผลเปลี่ยนเป็น dark red จนกระทั่ง ใน 28 สัปดาห์ ค่าสีเปลือกผลเป็น dark red ทุกกรรมวิธี ในส่วนของการจัดรูปทรงพุ่ม (ปัจจัย A) และระยะเวลาของการติดผล (ปัจจัย B) ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าปริมาณของแข็งที่ ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS)

การศึกษาปัจจัยแวดล้อม พบว่า ในพื้นที่ศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

ดินมีความสมบูรณ์น้อยและมีธาตุอาหารที่ต่ำ โดยการศึกษาครั้งนี้ศึกษาในระบบอินทรีย์ ใช้ปุ๋ยคอก(มูลสัตว์) เพื่อเพิ่มธาตุอาหาร แต่ควรผ่านกระบวนการหมักก่อนและควรใช้ปุ๋ยน้ำหมักต่าง ๆ ช่วยเพิ่มธาตุอาหารหลังจากการจัดรูปทรง ในปี 2563 มีปริมาณน้ำฝนมาก ทำให้ผลมะเกี๋ยงร่วงก่อน ผลแตก ควรมีการรดน้ำอย่างน้อย 1 เดือนช่วงก่อนการออกดอก ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมจะช่วยให้การเปลี่ยนแปลงช่วงดอกบานเป็นผลอ่อนได้ปริมาณและคุณภาพที่ดี การจัดรูปทรงช่วยกระตุ้นให้เกิดกิ่งใหม่ใบใหม่ การเจริญของกิ่งใหม่ใบใหม่จะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงมากกว่าใบแก่ สร้างอาหารได้ดีกว่า อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ในการช่วยชักนำการออกดอก ซึ่งการเริ่มแทงตาดอกออก อยู่ในช่วงปลายเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคมในทุกปี หลังจากการจัดรูปทรงทุกกรรมวิธีมีการปรับตัวตามปัจจัยสภาพแวดล้อม ควรมีการศึกษาในระยะยาวต่อไป

คำสำคัญ : พีชมะเกี๋ยง, (T1) ทรงชุดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง), (T2) ทรงเปิดกลาง, (T3) ทรงสี่เหลี่ยม, (T4) ทรงฝ่าชีหงาย



Title	PLANT TRAINING AND ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING YIELD OF MAKIANG PLANT A CASE STUDY OF MAEJO UNIVERSITY - PHRAE CAMPUS.
Author	Mr. Kitipong Wuttiyan
Degree	Master of Science in Forest Management
Advisory Committee Chairperson	Dr. Piyapit Khonkaen

ABSTRACT

This study was conducted to compare the effect of four pruning systems on flowering and fruit quality of Makiang (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*), consisting of T1: control unit shape (without pruning), T2: open-center shape, T3: square shape, and T4: slender spindle shape. The 4 x 4 meters spacings, 8-9 years of age were applied in the organic plots. The experimental design was assigned into a randomized complete block design (RCBD) of 4 treatments, each with 5 replications. The studied plants had never been pruned nor yielded before. The research findings revealed as followed: (1) The study of the development to growth of high Makiang tree found that the square shape (T3) has a better growth rate in height than other growth. All treatments of shaping is different and the development to growth of high has no relationship with the quantity yield of Makiang trees. (2) The study of the development of physical characteristics flowering of Makiang found that the number of new buds of Makiang tree that has been shaped the T2, T3, and T4 in between 27.72 - 37.25 buds per branch. There was a statistically significant difference with Control Unit Shape (T1) equal to 6.23 buds per branch. In the number of inflorescences number of floret and the number of stamens were not statistic difference. (3) A study on the yield quality of Makiang trees found weight per yield Control Unit Shape (T1) most valuable for the length size yield, width of yield, thickness of yield, seed diameter Total Soluble Solids (TSS). The total amount of acid that can be titrated TA (Titratable Acidity). There is no difference between each

shaping treatments. In the peel color of Makiang fruit after flowering, it was found that the color of the fruit peel is dark purplish grey. The fruit peel turned to dark red color in 26 weeks. Until in 28 weeks, the fruit peel turned to dark red color in all treatments. In terms of arranging, the shape of the bush (factor A) and duration of fruiting (factor B) had no effect nor relationships with total soluble solids content.

The study of environmental factors found that soil condition is less fertile and has low nutrient content in the study site of Maejo University Phrae Campus. This study site is organic systems and use manure (dung) to add nutrients. But firstly, the fermentation process must be done. And it should be use various fermented water to add nutrients after the shape. In 2020, it has heavy rainfall that cause to Makiang fruit fall off and fruit cracked. So, before flowering, should be abstained from water for at least 1 month. The appropriate relative humidity has allows change of flowering period to be soft fruit with good quantity and quality. The shaping was encourages the formation of new branches and new leaves. The growth of new branches and new leaves are more efficient in photosynthesis than old leaves and making better food. The temperature was associated with helping to efflorescent which began to stab the buds bloom. It's in late December to early January every year. After the shaping, all treatments was adjusted according to the environmental factors. The next research studies should be continued.

Keywords : Makiang (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*), (T1) Control Unit Shape (without pruning), (T2) Open-Center Shape, (T3) Square Shape, (T4) Slender Spindle Shape

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้ความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.ปิยะพิศ ขอนแก่น ประธานอาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำปรึกษา ให้ความรู้ ให้แนะนำการดำเนินการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อนุวัฒน์ จรัสรัตน์ไพบูลย์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตะวัน ฉัตรสูงเนิน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยช่วยให้คำปรึกษา วางแผนการศึกษาวิจัย ให้ความรู้ และให้กำลังใจ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ศรายุทธ ตรีรัตน์ ที่ช่วยให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ปิยรัชฎ์ ปริญาพงษ์ เจริญทรัพย์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ประชานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.วรรณอุบล สิงห์อยู่เจริญ, ตลอดจนคณาจารย์สาขาการจัดการป่าไม้, คณาจารย์สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช, เจ้าหน้าที่, บุคลากร, นักศึกษาปริญญาตรี และเพื่อน ๆ สาขาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาวิจัย

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ และโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (อพ.สธ.) ที่ให้พื้นที่ดำเนินงาน พืชมะเข็ญตัวอย่างในการศึกษาวิจัย และองค์ความรู้ของพืชมะเข็ญต่าง ๆ และให้ข้าพเจ้าได้ใช้ ข้อมูลในการอ้างอิงประกอบการเขียนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นายธงชัย วุฒิญาณ (บิดา), นางลำยอง วุฒิญาณ (มารดา), นางสาวอรุณรุ่ง วุฒิญาณ (พี่สาว), นางธนันธรณ์ วุฒิญาณ (ภรรยา), เด็กชายธนกฤต วุฒิญาณ (บุตร), เด็กหญิงธัญญภรณ์ วุฒิญาณ (บุตร) ที่คอยให้กำลังใจ ส่งเสริมสนับสนุนทุนการศึกษา และสุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ถ่ายทอดวิชา องค์ความรู้ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ผ่านมา

กิติพงษ์ วุฒิญาณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
สารบัญตารางผนวก.....	ฏ
สารบัญภาพผนวก.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
ขอบเขตงานวิจัย.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร.....	4
พืชมะเขีง (<i>Cleistocalyx nervosum</i> var. <i>paniala</i>).....	4
การจัดรูปทรงหรือการตัดแต่งกิ่ง.....	15
ปัจจัยแวดล้อม.....	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
กรอบแนวความคิดในการศึกษา.....	29
บทที่ 3 วิธีการศึกษา.....	30
พื้นที่ในการศึกษา.....	30
อุปกรณ์และเครื่องมือในการศึกษา.....	32

การวางแผนการศึกษา	32
วิธีการศึกษา	34
วิธีการบันทึกข้อมูล	37
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์.....	39
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	65
สรุปผล	65
ข้อเสนอแนะ.....	67
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก.....	73
ภาคผนวก ก รูปภาพที่เกี่ยวข้อง.....	74
ภาคผนวก ข ตารางที่เกี่ยวข้อง.....	110
ประวัติผู้วิจัย.....	124



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	คุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยง 9
ตารางที่ 2	การวางแผนการเก็บข้อมูลพัฒนาการและปริมาณผลผลิตของพีชมะเกี๋ยง 33
ตารางที่ 3	การวางแผนการเก็บข้อมูลรูปภาพพัฒนาการของดอกและผลมะเกี๋ยง 36
ตารางที่ 4	แสดงอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (%)..... 40
ตารางที่ 5	แสดงอัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง .. 41
ตารางที่ 6	แสดงอัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง 42
ตารางที่ 7	การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (linear correlation)..... 43
ตารางที่ 8	ข้อมูลพัฒนาการลักษณะทางกายภาพการออกดอกของต้นมะเกี๋ยง 47
ตารางที่ 9	ข้อมูลด้านคุณภาพผลผลิตของต้นมะเกี๋ยง 52
ตารางที่ 10	ข้อมูลด้านคุณภาพผลผลิตของต้นมะเกี๋ยง 54
ตารางที่ 11	ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ระยะของผลหลังการออกดอก 55
ตารางที่ 12	ผลการเทียบค่าสีเปลือกของผลมะเกี๋ยงระยะหลังการออกดอก..... 56

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 การจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง Control unit shape)	17
ภาพที่ 2 การจัดรูปทรงแบบเปิดกลางพุ่ม (Open center shape).....	18
ภาพที่ 3 การจัดรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (Square shape).....	18
ภาพที่ 4 การจัดรูปทรงแบบฝาชีหยาบ (Slender spindle shape).....	19
ภาพที่ 5 กรอบแนวความคิดในการศึกษา	29
ภาพที่ 6 การวางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ RCBD ในแปลงปลูกพีชมะเกี๋ยง.....	33
ภาพที่ 7 การแตกตาใบของมะเกี๋ยง (A) และการแตกตาดอกของมะเกี๋ยง (B).....	45
ภาพที่ 8 ตัวอย่างช่อดอกมะเกี๋ยง (A) และการใช้กล้อง Stereo microscope นับปริมาณเกสรตัวผู้ ดอกมะเกี๋ยง (B)	46
ภาพที่ 9 ตัวอย่างพัฒนาการการออกดอกในการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุมหรือไม่ตัดแต่งกิ่ง (T1, Control unit shape)	48
ภาพที่ 10 ตัวอย่างพัฒนาการการออกดอกในการจัดรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2, Open center shape).....	48
ภาพที่ 11 ตัวอย่างพัฒนาการการออกดอกในการจัดรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3, Square shape). 49	
ภาพที่ 12 ตัวอย่างพัฒนาการการออกดอกในการจัดรูปทรงแบบฝาชีหยาบ (T4, Slender spindle shape).....	49
ภาพที่ 13 (A) ระยะดอกตูม ในช่วงอายุ 64 วัน (B) ระยะดอกบาน ในช่วงอายุ 85 วัน (C) ระยะติด ผล ในช่วงอายุ 155 วัน	51

สารบัญตารางผนวก

	หน้า
ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินแปลงวิจัยพืชมะเขี๋ยง	111
ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลปริมาณแสง ในพื้นที่แปลงวิจัยพืชมะเขี๋ยง.....	112
ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง ของต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะติดผล).....	112
ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง ของต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะหลังการเก็บเกี่ยว).....	113
ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่ม ของต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะออกดอก).....	113
ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่ม ของต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะติดผล)	114
ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่ม ของต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะหลังการเก็บเกี่ยว).....	114
ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะออกดอก).....	115
ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะติดผล).....	115
ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะหลังการเก็บเกี่ยว).....	116
ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาณการแตกตาใบต่อกิ่ง (ตาต่อกิ่ง).....	116
ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาณการแตกช่อดอกต่อกิ่ง (ช่อดอกต่อกิ่ง)	117
ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย จำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อ (ช่อดอกย่อยต่อช่อ)	117
ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย จำนวนดอกต่อช่อ (ดอกต่อช่อ).....	118

ตารางผนวกที่ 15	การวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเกสรตัวผู้ต่อดอก (เกสรตัวผู้ต่อดอก)	118
ตารางผนวกที่ 16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนผลผลิตต่อต้น (กิโลกรัมต่อต้น).....	119
ตารางผนวกที่ 17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความยาวผลมะเกี๋ยง (มิลลิเมตร)	119
ตารางผนวกที่ 18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความกว้างผลมะเกี๋ยง (มิลลิเมตร)	120
ตารางผนวกที่ 19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความหนาเนื้อผลผลิตมะเกี๋ยง(มิลลิเมตร)	120
ตารางผนวกที่ 20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ด (มิลลิเมตร) .	121
ตารางผนวกที่ 21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (%Brix)	121
ตารางผนวกที่ 22	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้(%)	122
ตารางผนวกที่ 23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยค่ารสชาติ (อัตราส่วน TSS:TA).....	122
ตารางผนวกที่ 24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักรต่อผล (กรัม).....	123
ตารางผนวกที่ 25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Factorial ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลาย น้ำได้ทั้งหมด(%).....	123

สารบัญภาพผนวก

	หน้า
ภาพผนวกที่ 1 พื้นที่แปลงวิจัยการจัดรูปทรงต้นมะเกี๋ยง	75
ภาพผนวกที่ 2 พื้นที่แปลงวิจัย พิกัดกริดแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) 47 Q, x=638421, y=2030549 ละติจูด: 18°21'26"N ลองจิจูด: 100°18'31"E	75
ภาพผนวกที่ 3 ตัดป้ายหมายเลข ตามต้นมะเกี๋ยงตัวอย่างตามที่ได้อ้างแผนการทดลองไว้.....	76
ภาพผนวกที่ 4 เขียนผังแปลงและตัดป้ายหมายเลขต้นมะเกี๋ยง เพื่อให้เกิดความสะดวกใน ดำเนินงานเก็บข้อมูลวิจัย.....	76
ภาพผนวกที่ 5 การกำจัดวัชพืช ตลอดระยะเวลาวิจัย รวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง.....	77
ภาพผนวกที่ 6 การให้ปุ๋ยคอก ต้นละ 1 กระสอบ ๆ (ปริมาณ 30-40 กิโลกรัม) จำนวน 2 ระยะ คือ 1. ระยะหลังการจัดรูปทรงแล้ว 1 เดือน 2. ระยะติดผลอ่อน	77
ภาพผนวกที่ 7 วางระบบน้ำแบบมินิสปริงเกอร์ ในพื้นที่แปลงวิจัย	78
ภาพผนวกที่ 8 วางระบบน้ำแบบมินิสปริงเกอร์ บริเวณต้นมะเกี๋ยงตัวอย่างทุกต้น.....	78
ภาพผนวกที่ 9 A คือ การเก็บข้อมูลด้านความสูงของทรงพุ่มต้นมะเกี๋ยง B คือ การเก็บข้อมูลขนาด รอบต้นมะเกี๋ยง.....	79
ภาพผนวกที่ 10 การเก็บข้อมูลด้านความสูงของทรงพุ่มต้นมะเกี๋ยง ก่อนการจัดรูปทรง	79
ภาพผนวกที่ 11 ก่อนการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง T1)	80
ภาพผนวกที่ 12 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง T1) ใน เดือนตุลาคม 2562 และ B คือ ระยะ 1 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2562).....	80
ภาพผนวกที่ 13 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) ระยะ 4 เดือน (เดือนมกราคม 2563) B คือ ระยะ 8 เดือน (เดือนพฤษภาคม 2563)	81
ภาพผนวกที่ 14 ก่อนการจัดรูปทรงแบบทรงสี่เหลี่ยม (T3).....	81
ภาพผนวกที่ 15 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงสี่เหลี่ยม (T3) ในเดือนตุลาคม 2562 B คือ ระยะ 1 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2562)	82

ภาพผนวกที่ 16 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัตรูปทรงสี่เหลี่ยม (T3) ระยะ 4 เดือน (เดือนมกราคม 2563) และ B คือ ระยะ 8 เดือน (เดือนพฤษภาคม 2563).....	82
ภาพผนวกที่ 17 ก่อนการจัตรูปทรงแบบทรงสี่เหลี่ยม (T3).....	83
ภาพผนวกที่ 18 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัตรูปทรงสี่เหลี่ยม (T3) ในเดือนตุลาคม 2562 B คือ ระยะ 1 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2562).....	83
ภาพผนวกที่ 19 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัตรูปทรงสี่เหลี่ยม(T3) ระยะ 4 เดือน (เดือนมกราคม 2563) และ B คือ ระยะ 8 เดือน (เดือนพฤษภาคม 2563).....	84
ภาพผนวกที่ 20 ตัวอย่างรูปต้นมะเกี๋ยงก่อนการจัตรูปทรงฝาชีหงาย (T4)	84
ภาพผนวกที่ 21 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัตรูปทรงฝาชีหงาย(T4) ในเดือนตุลาคม 2562 และ B คือ ระยะ 1 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2562).....	85
ภาพผนวกที่ 22 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัตรูปทรงฝาชีหงาย(T4) ระยะ 4 เดือน (เดือนมกราคม 2563) และ B คือ ระยะ 8 เดือน (เดือนพฤษภาคม 2563).....	85
ภาพผนวกที่ 23 A คือ การสุ่มเลือกกิ่งมะเกี๋ยงที่มีขนาด 2-5 นิ้ว จำนวน 4 กิ่งต่อ 4 ทิศต่อ 1 ต้น แล้วมัดเชือก 4 สีตามทิศเดียวกัน B คือ การนับจำนวนการแตกช่อใบ.....	86
ภาพผนวกที่ 24 การนับจำนวนการแตกช่อใบหลังการจัตรูปทรง 1 เดือน รวม 4 ครั้ง คือ วันที่ 11-13/11/62 วันที่ 2-3/12/62 วันที่ 23-24/12/62 และ วันที่ 13-14/1/63.....	86
ภาพผนวกที่ 25 การนับจำนวนการแตกช่อดอกหลังจากสังเกตเห็นช่อดอก โดยรวมยาว 1 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 1 ครั้ง คือ วันที่ 16/02/63	87
ภาพผนวกที่ 26 การนับจำนวนการแตกช่อดอก ใช้กิ่งมะเกี๋ยงเดียวกันกับการนับจำนวนช่อใบ จำนวน 4 กิ่งต่อ 4 ทิศต่อ 1 ต้น แล้วมัดเชือก 4 สีตามทิศเดียวกัน.....	87
ภาพผนวกที่ 27 การเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่วิจัยการจัตรูปทรงพีชมะเกี๋ยง เพื่อนำข้อมูลมาประกอบกับข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดแพร่.....	88
ภาพผนวกที่ 28 ตัวอย่างเอกสารผลการวิเคราะห์ดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน	88
ภาพผนวกที่ 29 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัตรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 15 มกราคม-11 มีนาคม 2563.....	89
ภาพผนวกที่ 30 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัตรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 18 มีนาคม-13 พฤษภาคม 2563	89

ภาพผนวกที่ 31 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง รูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม-15 กรกฎาคม 2563.....	90
ภาพผนวกที่ 32 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยงแบบชุดควบคุม (T1) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 22 กรกฎาคม – วันที่ 5 สิงหาคม 2563.....	90
ภาพผนวกที่ 33 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยงทรงเปิดกลางพุ่ม (T2) จำนวน 4 ตัวอย่าง (ช่วงวันที่ 15 มกราคม-วันที่ 11 มีนาคม 2563).....	91
ภาพผนวกที่ 34 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบเปิดกลาง (T2) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 18 มีนาคม-13 พฤษภาคม 2563.....	91
ภาพผนวกที่ 35 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบเปิดกลาง (T2) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม-15 กรกฎาคม 2563.....	92
ภาพผนวกที่ 36 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบเปิดกลาง (T2) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 22 กรกฎาคม-29 กรกฎาคม 2563).....	92
ภาพผนวกที่ 37 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 15 มกราคม-11 มีนาคม 2563.....	93
ภาพผนวกที่ 38 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยงทรงสี่เหลี่ยม (T3) ในช่วงจำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 18 มีนาคม-13 พฤษภาคม 2563.....	93
ภาพผนวกที่ 39 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม-15 กรกฎาคม 2563.....	94
ภาพผนวกที่ 40 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) จำนวน 4 ตัวอย่าง.....	94
ภาพผนวกที่ 41 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบผ่าซี่หยาบ (T4) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 15 มกราคม-11 มีนาคม 2563.....	95
ภาพผนวกที่ 42 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบผ่าซี่หยาบ (T4) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 18 มีนาคม-13 พฤษภาคม 2563.....	95
ภาพผนวกที่ 43 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบผ่าซี่หยาบ (T4) ในช่วงจำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม-15 กรกฎาคม 2563.....	96

ภาพผนวกที่ 44	การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดทรงแบบผ่าซี่หยาบ (T4) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 22 กรกฎาคม-5 สิงหาคม 2563.....	96
ภาพผนวกที่ 45	รูป A และ B คือ รูปตัวอย่างการติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง	97
ภาพผนวกที่ 46	การเตรียมการบันทึกข้อมูลตัวอย่างช่อดอกมะเกี๋ยง	97
ภาพผนวกที่ 47	รูปภาพ A และ B การนับจำนวนดอก ช่อดอก เกสรเพศผู้ของดอกมะเกี๋ยง	98
ภาพผนวกที่ 48	การใช้กล้อง Stereo microscope เพื่อนับจำนวนเกสรเพศผู้ของดอก.....	98
ภาพผนวกที่ 49	การใช้กล้อง Stereo microscope เพื่อส่องขยายการนับเกสรเพศผู้ของดอก.....	99
ภาพผนวกที่ 50	ปูพื้นเพื่อรองผลผลิตมะเกี๋ยงด้วยแสลนพรางแสง แล้วใช้ไม้ดันพื้นแสลนขึ้น เพื่อแยกผลผลิตต่อดัน	99
ภาพผนวกที่ 51	ยกแสลนพรางแสงให้สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สะอาด และง่ายต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต	100
ภาพผนวกที่ 52	เก็บผลมะเกี๋ยงที่ร่วงหล่นลงบนพื้นแสลนพรางแสงในช่วงเช้าของทุก ๆ วัน	100
ภาพผนวกที่ 53	บันทึกจำนวนผลผลิตมะเกี๋ยง ในแต่ละกรรมวิธีและแต่ละต้นทุก ๆ วัน	101
ภาพผนวกที่ 54	การเตรียมผลผลิตมะเกี๋ยง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าข้อมูลต่างๆ.....	101
ภาพผนวกที่ 55	การชั่งน้ำหนักผลมะเกี๋ยง เพื่อนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยและนำมาวิเคราะห์	102
ภาพผนวกที่ 56	การบันทึกภาพผลผลิตมะเกี๋ยง เพื่อนำมาประกอบรายงาน	102
ภาพผนวกที่ 57	การวัดขนาด ด้านความกว้าง ความยาวของผลผลิตมะเกี๋ยง ในแต่ละ 4 กรรมวิธี	103
ภาพผนวกที่ 58	การวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ด และความหนาของเนื้อผลผลิตมะเกี๋ยง ในแต่ละ 4 กรรมวิธี	103
ภาพผนวกที่ 59	การเทียบสีเปลือกผลมะเกี๋ยง เพื่อจัดกลุ่มสีเปลือกตาม อุปกรณ์กระดาษเทียบสี (colour chat)	104
ภาพผนวกที่ 60	รูปภาพ A และ B การหาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด	104
ภาพผนวกที่ 61	รูปภาพ A และ B การหาค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้	105
ภาพผนวกที่ 62	แผนภูมิเปรียบเทียบผลผลิตมะเกี๋ยงโดยรวมในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ฯ ระหว่างปี 2559-2564	106

ภาพผนวกที่ 63 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝน ในระหว่างปี 2559-2563 จังหวัดแพร่..... 107

ภาพผนวกที่ 64 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ในระหว่างปี 2559-2563 108

ภาพผนวกที่ 65 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ย ในระหว่างปี 2559-2563 109



บทที่ 1

บทนำ

มะเกี๋ยงเป็นไม้ยืนต้นพืชพื้นเมือง จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae พบมากในแถบภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย เป็นพืชที่ได้รับการเสนอให้เป็นพืชที่ควรอนุรักษ์ตามโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) มะเกี๋ยงเป็นพืชในตระกูลเดียวกับหว้า มีสารสีม่วงดำประกอบไปด้วยสาร “แอนโทไซยานิน” สารนี้มักพบในพืชผักผลไม้ที่มีสีม่วงเข้มหรือสีแดง ช่วยต้านอนุมูลอิสระ เสริมภูมิคุ้มกัน มีฤทธิ์ช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็งลำไส้ ลดน้ำตาลในเลือดสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน มีสาร “ฟลาโวนอยด์ (flavonoids)” ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน รักษาแผลในกระเพาะอาหาร เป็นต้น (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ลำปาง, 2544) มีผลิตภัณฑ์จากพืชมะเกี๋ยงมากมาย เช่น แยมมะเกี๋ยง มะเกี๋ยงหยี ไวน์มะเกี๋ยง โยเกิร์ตมะเกี๋ยง น้ำมะเกี๋ยง เป็นต้น พืชมะเกี๋ยงสามารถเจริญเติบโตได้ดี ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 200-500 เมตร เป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อน ต้องการอุณหภูมิหรือสภาพอากาศเย็นแห้ง เพื่อช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และเพื่อช่วยกระตุ้นการออกดอก ชอบบริเวณพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นตลอดทั้งปี เช่น ริมห้วย ลำคลอง หนอง บึง และที่ไม่มีน้ำท่วมขัง (วิภารัตน์ และทองศักดิ์, 2558) ในพื้นที่แปลงสาธิตการปลูกมะเกี๋ยงมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ มีการออกดอกติดผลไม่สมบูรณ์ มีผลร่วงก่อนกำหนด ผลผลิตไม่มีความสม่ำเสมอ ไม่สามารถนำไปแปรรูปได้ ซึ่งปัจจัยแวดล้อม (ดิน (ธาตุอาหาร), ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, แสง และอุณหภูมิ) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อคุณภาพของผลผลิต โดยเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมและคาดการณ์ผลผลิตได้เหมือนกับพืชเศรษฐกิจทั่วไปอื่น ๆ ได้ การศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลปัจจัยแวดล้อม เป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น ในการเตรียมการดูแล เอาใจใส่ การจัดการแปลงปลูก ให้มีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านปริมาณและในด้านคุณภาพของผลผลิต โดยจะใช้เทคโนโลยีการจัดการรูปทรงต้นของพืชมะเกี๋ยงในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นองค์ความรู้ใหม่ ในการจัดทำคู่มือการจัดการแปลงปลูก พืชมะเกี๋ยง ให้กับเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปได้อีกในอนาคต

การจัดการรูปทรงหรือการตัดแต่งกิ่ง ได้ช่วยแก้ไขปัญหาเรื่องการจัดการแปลงไม้ผล การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีต้นทุนที่สูง และยังมีประโยชน์ต่าง ๆ อีกมากมาย อาทิเช่น ช่วยควบคุมขนาดความสูง ขนาดทรงพุ่มไม้ผลได้ตามความต้องการ ความสะดวกการดำเนินงาน เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่าย ลดค่าใช้จ่ายในเรื่องไม้ค้ำยัน ไม้ผลมีอายุยืนยาว ผลผลิตสม่ำเสมอ เป็นต้น การตัดแต่งกิ่งยังช่วยให้เกิดตาใหม่ ทำให้ไม้ผลฟื้นตัวเร็ว ใบใหม่ที่เกิดขึ้นจะทำหน้าที่สร้างอาหาร สะสมไว้สำหรับการออกดอกติดผลในฤดูกาลถัดไป ลดภาระค่าใช้จ่ายของปุ๋ยและสารบำรุงต่าง ๆ ทำให้ผลผลิตมี

คุณภาพที่ดี ผลผลิตมีขนาดใหญ่ โดยมีไม้ผลหลากหลายชนิดที่ประสบความสำเร็จในการจัดรูปทรง เช่น ลิ้นจี่ มะม่วง ลำไย น้อยหน่า ฝรั่ง มะนาว องุ่น เป็นต้น แต่ทั้งนี้ไม้ผลแต่ละชนิดจะต้องหา รูปทรงที่มีความเหมาะสมในแต่ละรูปแบบของไม้ผลชนิดนั้นเอง และต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษา รูปแบบให้เหมาะสม เพื่อผลผลิตที่ดีทั้งปริมาณและคุณภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบถึงการจัดรูปทรงต้นมะเงี๋ยง 4 รูปทรง ได้แก่ รูปทรงแบบชูดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง), รูปทรงแบบเปิดกลาง, รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม, และรูปทรงแบบผ่าซีกหาง เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณ และคุณภาพผลผลิตของพีชมะเงี๋ยง
2. เพื่อทราบถึงข้อมูลปัจจัยแวดล้อม ได้แก่ ดิน (ธาตุอาหาร), ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, แสง, และอุณหภูมิ ในกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่มีความสัมพันธ์ต่อการออกดอก ติดผล และช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิตของพีชมะเงี๋ยง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงการจัดรูปทรงต้นมะเงี๋ยงทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ชูดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง), ทรงเปิดกลาง, ทรงสี่เหลี่ยม, และทรงผ่าซีกหาง ที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตของพีชมะเงี๋ยง ในกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
2. ได้ทราบถึงข้อมูลปัจจัยแวดล้อม ได้แก่ ดิน (ธาตุอาหาร), ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, แสง, และอุณหภูมิ ในกรณีศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่มีความสัมพันธ์ต่อการออกดอก ติดผล และปริมาณผลผลิตของพีชมะเงี๋ยง

ขอบเขตงานวิจัย

ในการศึกษานี้ ใช้พื้นที่ศึกษาวิจัย ณ แปลงทดสอบการปลูกพีชมะเงี๋ยง ณ ศูนย์ส่งเสริมและสนับสนุนโครงการพระราชดำริฯ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยใช้แปลงปลูกพีชมะเงี๋ยง ในระบบอินทรีย์ที่ได้รับการรับรอง จากสำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ หรือ มกท. (International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM) และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม (Sustainable Development Goals Participatory Guarantee System - SDGsPGS) พิกัดกริดแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) 47 Q , x = 638421 , y = 2030549 ความ

สูงจากระดับน้ำทะเล 265 เมตร ละติจูด: 18°21'26"N ลองจิจูด: 100°18'31"E โดยใช้ตัวอย่างต้นมะเขี๋ยงที่ปลูกระยะชิด 4x4 เมตร อายุ 8-9 ปี โดยควบคุมการให้น้ำต้นมะเขี๋ยงแบบสปริงเกอร์ ในทุก ๆ สัปดาห์ ๆ ละ 2 ครั้ง ๆ 20-50 ลิตรต่อต้นตามช่วงฤดูกาล การให้ปุ๋ยคอกประมาณ 30 กิโลกรัมต่อต้นจำนวน 2 ครั้งต่อปี ศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลการจัดรูปทรงต้นมะเขี๋ยง 4 รูปทรง ได้แก่ ชูดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง), ทรงเปิดกลาง, ทรงสี่เหลี่ยม, และทรงผ่าซิงหาย โดยหาความสัมพันธ์การออกดอกติดผลกับข้อมูลปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดแพร่ และข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ (ระบบ MJU IOT Smart Farm) ที่ตั้งอยู่สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในดิน เพื่อเปรียบเทียบปริมาณข้อมูลการออกดอก ติดผล และปริมาณผลผลิตของพืชมะเขี๋ยงในสภาพพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ



บทที่ 2

ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

การศึกษาการจัดรูปทรงและการศึกษาปัจจัยแวดล้อมของพืชมะเกี๋ยงที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตพืชมะเกี๋ยง กรณีศึกษาพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าหาข้อมูลการดำเนินงานวิจัย แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงานการศึกษาวิจัยในครั้งนี้อย่างต่อเนื่อง

1. พืชมะเกี๋ยง
 - 1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชมะเกี๋ยง
 - 1.2 คุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยง
 - 1.3 การใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง
2. การจัดรูปทรงหรือการตัดแต่งกิ่ง
 - 2.1 รูปทรงแบบชุดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง Control unit shape)
 - 2.2 รูปทรงแบบเปิดกลาง (Open Center shape)
 - 2.3 รูปทรงแบบทรงสี่เหลี่ยม (Square shape)
 - 2.4 รูปทรงแบบฝาสีหิงาย (Slender Spindle shape)
3. ปัจจัยแวดล้อม
 - 3.1 ดิน (Soil)
 - 3.2 แร่ธาตุอาหาร (Nutrients)
 - 3.3 น้ำ (Water)
 - 3.4 แสง (Light)
 - 3.5 อุณหภูมิ (Temperature)
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. กรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย

พืชมะเกี๋ยง (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*)

มะเกี๋ยง เป็นพืชในอันดับ Myrtales จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cleistocalyx nervosum* var. *paniala* ชื่อเดิมของพืชมะเกี๋ยงคือ *Eugenia paniala* Roxb. ซึ่งเป็นชื่อที่ใช้กันมาตั้งแต่ พ.ศ. 2537 จากการศึกษาทบทวนพรรณไม้ในสกุล *Eugenia* และ *Cleistocalyx* ใน พ.ศ. 2536 โดย ดร.ประนอม จันทร์โนทัย ได้เสนอให้จัดพืช *Eugenia paniala* Roxb. มารวมอยู่ในสกุล

Cleistocalyx และกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของมะเกี๋ยงเป็น *Cleistocalyx operculatus* เช่นเดียวกับต้นหว่าข้าว (หว่าน้ำหรือหว่าส้ม) โดยได้จำแนกออกเป็นสองชนิดพันธุ์ คือ *Cleistocalyx operculatus* var. *operculatus* (หว่าข้าว) และ *Cleistocalyx operculatus* var. *peniala* (มะเกี๋ยง) (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง, 2544) ต่อมาใน พ.ศ.2539 ได้มีการศึกษาทบทวนพืชวงศ์ Myrtaceae ใหม่อีกครั้งหนึ่ง และได้เสนอให้เปลี่ยนชื่อวิทยาศาสตร์ของหว่าข้าวและมะเกี๋ยงเป็น *Cleistocalyx nervosum* โดยจำแนกออกเป็น 2 ชนิดพันธุ์ คือ *Cleistocalyx nervosum* var. *peniala* หรือ *Syzygium nervosum* DC. var. *paniala* Roxb. Craven & Biffin (มะเกี๋ยง) และ *Cleistocalyx nervosum* var. *nervosum* (หว่าข้าว) การเปลี่ยนชื่อวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ นักพฤกษศาสตร์เห็นความแตกต่างระหว่างพืช 2 ชนิดพันธุ์นี้ อยู่ที่ยอดหรือจำนวนดอกในช่อย่อย ขนาดของฐานดอกรูปถ้วย (hypantium) รวมทั้งขนาดและรูปร่างของผล โดยที่มะเกี๋ยงมักมีดอกจำนวน 3 ดอก ติดอยู่รวมกันเป็นกลุ่มช่อดอกย่อย มีฐานดอกรูปถ้วยขนาดใหญ่กว่า 4 มิลลิเมตร ผลรูปไข่ขอบขนาน (oval-oblong) และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลมากกว่า 1.5 เซนติเมตร ส่วนหว่ามักมีจำนวนดอกในแต่ละช่อดอกย่อยมากกว่า 4 ดอก ฐานดอกรูปถ้วยมีขนาดเล็กกว่า 0.40 เซนติเมตร ผลรูปกลม (globose) และเส้นผ่านศูนย์กลางผลน้อยกว่ามะเกี๋ยง คือต่ำกว่า 1.5 เซนติเมตร (วิภารัตน์ และคณะ, 2558)

พรชัย และคณะ (2558) ได้กล่าวในหนังสือ มะเกี๋ยงพืชอนุรักษ์ อพ.สธ. ไว้ว่า มะเกี๋ยงเป็นไม้ผลยืนต้นพื้นเมืองภาคเหนือของประเทศไทย พืชสกุล *Syzygium* จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae เป็นพืชในวงศ์ชมพู เป็นพืชวงศ์ขนาดใหญ่โดยมีประมาณ 1,200-3,000 ชนิด ในโลก (Govaerts et al., 2008; Heywood, 1978) พืชมะเกี๋ยงเป็นพืชที่ได้รับการเสนอให้เป็นพืช ที่ควรอนุรักษ์ตาม โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) โดยมีหน่วยงานเข้าร่วมสนองงานพระราชดำริฯ หลายหน่วยงาน ผลผลิตมะเกี๋ยงนิยมนำมาบริโภคทั้งในรูปผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูป นิยมนำใช้ในรูปแบบของอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ รวมไปถึงการใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง (ปิยรัชฎ์ และคณะ, 2558) มะเกี๋ยงเป็นผลไม้ที่มีลักษณะผลเป็นรูปไข่ถึงกลม ผลสดมีเนื้อนุ่ม เปลือกผลบางเมื่อสุกแก่เต็มที่ เปลือกผลสีแดงอมม่วงถึงดำ รสชาติเปรี้ยว นิยมนำผลสดมาดองเพื่อการบริโภค และการศึกษาการรวบรวมพันธุ์ การปลูก การจัดการ และการแปรรูปผลผลิต เพื่อเป็นแบบอย่างของพืชอนุรักษ์หรือพืชท้องถิ่นอื่น ๆ เพื่อจะได้ช่วยกันพัฒนาได้ต่อไป คำว่า “มะเกี๋ยง” จากพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานให้ความหมายไว้ดังนี้ คำว่า “มะ” หมายถึง ต้นไม้หรือผลไม้บางอย่าง และคำว่า “เกี๋ยง” (ถิ่น-พายัพ) หมายถึง เดือนแรกของปีนับทางจันทรคติ ดังนั้น คำว่า “มะเกี๋ยง” จึงหมายถึง ผลไม้ทางภาคเหนือที่น่าจะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับเดือนอ้ายทางภาคเหนือหรืออาจหมายถึงผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการมาก ในวัฒนธรรมล้านนานั้น นอกจากการนำผลมะเกี๋ยงมาบริโภคแล้ว ส่วนต่าง ๆ ของต้นมะเกี๋ยงยังสามารถนำมาใช้เป็นสมุนไพรด้วย เช่น ใช้เปลือกและรากใช้รักษา โรคสันนิบาตแกมฝีเครือดำ และยาसानขาง

ถิ่นกำเนิดของมะเกี๋ยงยังไม่มีหลักฐานแน่ชัด ในอดีตมีผู้รู้จักพืชมะเกี๋ยงไม่มากนัก นอกจากผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย การสำรวจและรวบรวมสายพันธุ์มะเกี๋ยงเริ่มต้นในระหว่างปี พ.ศ. 2537-2538 พบการกระจายตัวในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน พะเยา แพร่ น่าน แม่ฮ่องสอนและพิษณุโลก โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิ คณาจารย์จากสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง จังหวัดลำปาง ร่วมกันศึกษา หาพืชพื้นบ้านที่มีคุณค่า เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและพัฒนาต่อไป โดยสุ่มเก็บข้อมูลจากต้นมะเกี๋ยง 500 ต้น และทำการศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยา ทางพฤกษศาสตร์ ทางชีววิทยา และการเจริญเติบโต ทำการเก็บตัวอย่างต้นพันธุ์เดิมโดยการตอนกิ่ง แล้วนำมาปลูกรวบรวมไว้เพื่อศึกษานอกสภาพแปลงปลูกเดิมอีกชุดหนึ่ง ได้มีความรู้ความเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ของต้นมะเกี๋ยงและการใช้ประโยชน์มากขึ้น

ในการศึกษาการปลูกพืชมะเกี๋ยงเพื่อทดสอบในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้ดำเนินการสร้างป่าแบบระบบวนเกษตร มีสภาพดินที่เสื่อมโทรม แต่พืชมะเกี๋ยงสามารถเจริญเติบโตได้ดี และสามารถเป็นพืชปลูกนำร่องได้ดี โดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ฯ มีพื้นที่ศึกษาประมาณ 20 ไร่ สภาพพื้นที่เอียงลาดชัน ใช้วิธีการปลูกแบบขั้นบันได พื้นที่มีความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 265 เมตร ลักษณะดินเป็นดินแดงลูกรัง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ มะเกี๋ยงเป็นผลไม้พื้นเมืองของทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 200-500 เมตร ต้องการแสงในการเจริญเติบโตตลอดทั้งปี จะเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ เป็นดินเหนียว ดินร่วนปนทราย โดยเฉพาะบริเวณที่มีความชุ่มชื้นตลอดทั้งปี เช่น ริมห้วย ลำคลอง หนอง บึง และที่นา แต่ต้องไม่มีน้ำท่วมขัง (วิภารัตน์ และทองศักดิ์, 2558)

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์พืชมะเกี๋ยง

ในประเทศไทยพบพืชที่อยู่ในวงศ์ Mytaceae จำนวน 14 สกุล (genera) จำนวนทั้งสิ้น 112 ชนิด (species) ในจำนวนนี้เป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Cleistocalyx* 4 ชนิด คือ *Cleistocalyx khaoyaiensis*, *Cleistocalyx nervosum*, *Cleistocalyx nigrabs* และ *Cleistocalyx phengkklaii* ชื่อวิทยาศาสตร์เดิมของต้นมะเกี๋ยงเดิม คือ *Eugenia paniala* Roxb. ซึ่งเป็นชื่อที่เรียกกันมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เป็นต้นมา งานสำรวจ ศึกษา เก็บรวบรวมต้นพันธุ์กรรมพืชมะเกี๋ยง ซึ่งพบมีจำนวนต้นที่เหลืออยู่ในสภาพธรรมชาติไม่ถึง 3,000 ต้น และมีโอกาสเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ง่าย (วิภารัตน์ และทองศักดิ์, 2558)

1.1 ถิ่นกำเนิดมะเกี๋ยง ยังไม่มีหลักฐานแน่ชัด แต่มีรายงานพบมะเกี๋ยงในประเทศอินเดีย พม่า และเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากการสำรวจในภาคเหนือของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2537-2538 ปรากฏว่า พบต้นมะเกี๋ยงในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา และน่าน มากกว่าในจังหวัดแพร่ แม่ฮ่องสอน พิษณุโลกในจังหวัดอื่น ๆ สำรวจไม่พบต้นมะเกี๋ยง มะเกี๋ยงเติบโตได้ดีในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 200-500 เมตร โดยเฉพาะพื้นที่ริมห้วย

หนองบึง ที่มีความชุ่มชื้นตลอดปี ไม่มีน้ำท่วมขัง และเป็นที่น่าสังเกตว่ามะเกี๋ยงเป็นไม้ผลที่ขึ้นอยู่ใกล้แหล่งที่อยู่อาศัยของผู้คน ไม่พบขึ้นอยู่ในป่าธรรมชาติ นอกจากจะมีผู้นำไปปลูกไว้ จึงสันนิษฐานว่ามะเกี๋ยงเป็นพืชที่คนไทยทางภาคเหนือนำเมล็ดเข้ามาปลูกในเขตหมู่บ้าน

1.2 ลักษณะราก จากการสำรวจ การศึกษา การเก็บรวบรวม สายพันธุ์มะเกี๋ยงในเขตภาคเหนือ ต้นที่สำรวจพบส่วนใหญ่เป็นต้นที่มีอายุประมาณ 10 ปีขึ้นไป ซึ่งเจริญมาจากเมล็ด ระบบรากเป็นรากแก้ว มีระบบรากที่แข็งแรง มีรากแขนงขนาดใหญ่ ต้นมะเกี๋ยงที่มีอายุมากจะสังเกตเห็นรากแขนงมากโผล่ให้เห็นบนผิวดิน ส่วนล่างของลำต้นที่ระดับพื้นดินมักจะมีพูพอนขนาดใหญ่ 3-5 พู ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้ต้นและสามารถป้องกันการโค่นล้มได้

1.3 ลักษณะต้น มะเกี๋ยงเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ลำต้นสูง 15-20 เมตร มีเส้นรอบวงของลำต้นมากกว่า 1.5 เมตร ลำต้นตรง เปลือกลำต้นสีเทาหรือน้ำตาลปนเทา นำไปย้อมสีผ้าได้ เปลือกนอกค่อนข้างเรียบ หรือแตกเป็นร่องตื้นตามแนวยาวและลอนหลุดออกเป็นแผ่นบางได้ บางต้นเปลือกชั้นในสีน้ำตาลอ่อนปนชมพู เมื่อแห้งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เนื้อไม้สีขาวนวลหรือเหลืองอ่อน มีความแข็งปานกลาง มีเส้นค่อนข้างมาก เรือนยอดเป็นพุ่มทรงกระบอก (cylindrical) หรือทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 8-20 เมตร ขึ้นอยู่กับอายุของต้น

1.4 ลักษณะใบ มะเกี๋ยงเป็นพืชผลัดใบ ใบมะเกี๋ยงมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว เกิดบนกิ่งอ่อน ออกตรงกันข้ามเป็นคู่ (opposite) มีจำนวนใบกิ่งละ 4-6 คู่ ใบที่เกิดใหม่จัดเรียงในแนวตั้งฉากกับใบคู่ที่อยู่ต่ำลงมา แผ่นใบรูปขอบขนาน (oblong) ถึงรูปรีขอบขนาน (oblong-elliptic) หรืออาจเป็นรูปใบหอก (lanceolate) ขนาดใบกว้าง 8-12 เซนติเมตร ยาว 20-30 เซนติเมตร ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย หลังใบเกลี้ยงสีเขียวเข้มเป็นมัน ท้องใบเรียบสีเขียวอ่อน ก้านใบสีเขียว เขียวปนน้ำตาล น้ำตาลปนแดง ถึงแดงเข้ม ยาว 1.5-3.0 เซนติเมตร ก้านใบเป็นรูปทรงกระบอก ด้านบนเรียบ ตรงกลางมีร่องตื้นต่อกับเส้นกลางใบ เส้นกลางใบสีเขียวอ่อน ด้านบนเป็นร่องตื้น ด้านล่างนูนเป็นเส้นโค้ง เส้นแขนงใบ (vein) แยกสลับออกจากเส้นกลางใบ มีจำนวนข้างละ 7-15 เส้น สีเขียวอ่อน มองเห็นได้ชัดทั้งสองด้านของแผ่นใบ ปลายเส้นแขนงมักจรดกับเส้นถัดขึ้นไปโดยอยู่ห่างจากขอบใบ 3-10 มิลลิเมตร และอาจมีเส้นบางชนิดขนานขอบใบอีกหนึ่งเส้น เส้นใบย่อยเป็นร่างแห มีขนาดเล็ก ภายในผิวใบทั้งสองด้านมีต่อมขนาดเล็กสีเหลืองกระจายอยู่ทั่วไป มองเห็นได้ชัดในระยะเป็นใบอ่อน คู่ใบอ่อนพับประกบกันตามแนวยาว มีสีเขียวหรือเขียวปนน้ำตาลถึงสีแดง เมื่อใบเจริญขึ้น ก้านใบจะบิดตัวหันด้านหลังใบขึ้น ใบมะเกี๋ยงมีอายุประมาณ 9-10 เดือน ใบแก่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเขียวปนเหลืองถึงเหลืองปนน้ำตาล และจะหลุดร่วงไป ใบที่แห้งมีสีน้ำตาล

1.5 ลักษณะดอก ช่อดอกมะเกี๋ยงเกิดบนกิ่งที่มีอายุ 2-5 ปี ตรงบริเวณมุมใบที่ร่วงไปแล้ว ลักษณะเป็นช่อกระจุกแยกแขนง (cymose-panicle) รูปคล้ายพืระมิต กว้าง 6-12 เซนติเมตร ยาว 8-14 เซนติเมตร ก้านช่อดอกเรียบสีเขียวเข้มยาว 2-5 เซนติเมตร แกนกลางของก้านช่อดอก (rachis) มีสี

เขียว ลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีก้านแขนงแยกออกเป็นคู่ และเรียงตั้งฉากสลับกันขึ้นไป ส่วนปลายก้านแขนงมักมีดอกติดอยู่จำนวน 3 ดอก ดอกมะเกี๋ยงเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีลักษณะสมมาตร ไม่มีก้านดอกหรือก้านดอกสั้นมาก ดอกตูมรูปร่างคล้ายบอลูน กว้าง 3.7-5.3 มิลลิเมตร ยาว 6.0-8.2 มิลลิเมตร ประกอบด้วยฐานดอกรูปกรวย (hypanthium) สีเหลือง เส้นผ่าศูนย์กลาง 4-6 มิลลิเมตร สูง 4-7 มิลลิเมตร มีวงกลีบเลี้ยง (calyx) สีเหลืองปิดอยู่ด้านบนคล้ายหมวกกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.0-5.5 มิลลิเมตร ส่วนยอดตรงกลางเป็นติ่งแหลม สีเขียว ยาว 0.2-0.5 มิลลิเมตร กลีบดอกบางสีขาวถึงเหลืองอ่อนมีจำนวน 4 กลีบ แบบซ้อนติดกันอยู่ใต้วงกลีบเลี้ยง กลีบดอกสองกลีบที่ด้านบนเป็นรูปห้าเหลี่ยมหรือหกเหลี่ยมด้านไม่เท่า ขอบบางใส ขนาดกว้าง 3.5-4.5 มิลลิเมตร กลีบดอกที่อยู่ด้านล่างรูปครึ่งวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.0-3.5 มิลลิเมตร มีฐานแคบยาวโค้งหุ้มรอบก้านเกสรเพศเมีย ผิวด้านบนของกลีบดอกมีต่อมสีเหลืองขนาดเล็กจำนวน 30-50 ต่อม เกสรเพศผู้มีจำนวน 150-340 อัน เรียงเป็นวงสองชั้นติดอยู่รอบขอบฐานดอก ขณะเป็นดอกตูมเกสรเพศผู้ม้วนอัดแน่นเข้าหากกลางดอก ล้อมรอบเกสรเพศเมีย เมื่อดอกเริ่มบาน เกสรเพศผู้จะขยายตัว ต้นส่วนของวงกลีบเลี้ยงและกลีบดอกให้เปิดออก ก้านเกสรเพศผู้จะยึดตัวแผ่ออกเป็นรัศมีเช่นเดียวกับดอกชมพู ก้านเกสรเพศผู้สีขาว มีต่อมสีเหลืองติดอยู่ประปรายโดยรอบตลอดความยาวก้านเกสรเพศผู้ที่อยู่รอบนอกยาว 6-10 มิลลิเมตร ส่วนที่อยู่รอบในยาว 4-7 มิลลิเมตร อับเรณูสีน้ำตาล รูปขอบขนานหรือรูปไข่ยาว 0.2-0.3 มิลลิเมตร มีรอยแตกตามแนวยาว ปลายก้านเกสรเพศผู้เชื่อมติดกับอับเรณูทางด้านหลัง (dorsifixed) หรือ ติดกลาง (versatile) เรณู (pollen) สีอ่อนใส รูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามุมโค้งมน ขนาด 0.1 มิลลิเมตร เกสรเพศเมีย มี 1 อัน ประกอบด้วยก้านเกสรเพศเมีย รูปทรงกระบอกสีเขียว ยาว 6-8 มิลลิเมตร ปลายเรียวแหลม มีรังไข่อยู่ใต้วงกลีบเลี้ยง (inferior ovary) รังไข่รูปกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.7-1.0 มิลลิเมตร แบ่งออกเป็น 2 ช่อง ภายในแต่ละช่องมีออวูล (ovule) จำนวน 10-30 อัน ติดอยู่รอบแกนกลางโดยเรียงจากบนลงล่าง แบบพลาเซนตารอบแกนร่วม (axile placenta)

1.6 ลักษณะผลมะเกี๋ยง ผลมะเกี๋ยงเป็นผลสด มีเนื้อนุ่ม (berry) รูปไข่ขอบขนาน (ovate-oblong) เส้นผ่าศูนย์กลางผล 10-18 มิลลิเมตร ยาว 15-24 มิลลิเมตร ผลอ่อนสีเหลืองปนเขียว ผลแก่มีเปลือกบางสีแดงแดงปนม่วงถึงม่วงดำ เนื้อผลสีขาวหนา 3-5 มิลลิเมตร เนื้อผลชั้นในเป็นเยื่อบางหุ้มรอบเมล็ด ในผลหนึ่งๆ มีเมล็ดเพียง 1 เมล็ด ผลรสเปรี้ยวและมีกลิ่นหอมเฉพาะ

1.7 ลักษณะเมล็ด เมล็ดมีลักษณะรูปไข่หรือกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8-10 มิลลิเมตร ภายในเมล็ดมีหลายเอ็มบริโอ (polyembryony) เรียงตามขวางของเมล็ด เปลือกเมล็ดสีน้ำตาลอ่อนภายในสีเขียว เมล็ดสามารถงอกเป็นต้นอ่อนได้ตั้งแต่วัยผลไม้อายุ 56 วัน เมล็ดมีความงอกสูงที่สุดในระยะผลสุกแก่ภายหลังผลหลุดร่วงจากต้นจะสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็ว (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง, 2544)

2. คุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยง

พืชพรรณในวงศ์ชมพู่ (Myrtaceae) เป็นพืชในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนของโลก โดยทั่วโลกมีประมาณ 100 สกุล 3,000 ชนิด (Heywood, 1978) พืชวงศ์นี้ประกอบด้วย 2 วงศ์ย่อย คือ วงศ์ย่อย Leptospermoideae ผลเป็นแบบผลแห้ง และวงศ์ย่อย Myrtoideae ผลเป็นแบบผลสด ซึ่งประเทศไทยมีจำนวน 14 สกุล 115 ชนิด (Parnell and Chantaranothai, 2002) หลายชนิดมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ผลรับประทานได้ และบางชนิดนำมาใช้เป็นยาสมุนไพร เช่น หว้า (*Syzygium cumini*) ใช้ใบต้มแก้โรคบิด ผลแก้ท้องร่วง เนื้อไม้ไม่นิยมนำมาสร้างที่อยู่อาศัย หรือทำส่วนประกอบของเรือและเกวียน เป็นต้น ในส่วนคุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยง ที่นิยมนำมาบริโภคทั้งในรูปผลสด และผลิตภัณฑ์แปรรูป ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยง โดยกลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ และชีวเคมี กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ตัวอย่างผลมะเกี๋ยงสด จำนวน 37 ตัวอย่าง มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักแร่ธาตุ วิตามิน และกรดอะมิโน มีผลการวิเคราะห์สารสำคัญและคุณสมบัติทางเคมีแสดงดังตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยง

องค์ประกอบพื้นฐานในผลมะเกี๋ยง	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
ความชื้น (ร้อยละ)	86.72 ± 03.29	0
โปรตีน (ร้อยละ)	0.89 ± 0.22	6.64 ± 1.29
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	0.31 ± 0.10	2.41 ± 0.73
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	0.61 ± 0.19	4.57 ± 0.72
ปริมาณกาก (ร้อยละ)	3.52 ± 1.20	26.32 ± 4.01
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	7.95 ± 2.05	59.91 ± 4.84
ค่าพลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	38.19 ± 8.95	279.58 ± 37.66
น้ำตาลอินเวิร์ต (ร้อยละ)	1.94 ± 1.34	13.92 ± 6.81

ตารางที่ 1 (ต่อ)

องค์ประกอบพื้นฐานในผลมะเกี๋ยง	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
ปริมาณแร่ธาตุและโลหะหนัก		
แคลเซียม (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง)	55.19 ± 28.26	408.60 ± 153.50
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง)	11.80 ± 4.87	87.32 ± 23.66
เหล็ก (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง)	0.47 ± 0.32	3.50 ± 1.93
สังกะสี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง)	0.28 ± 0.16	2.38 ± 1.84
ตะกั่ว (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง)	0.24 ± 0.20	2.38 ± 1.84
ปรอท (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมตัวอย่าง)	0	0
ปริมาณวิตามิน		
วิตามินเอ (เบต้า-แคโรทีน) (IU/100 g)	625.36 + 526.43	4574.73 + 3708.25
วิตามินบี 2	95.89 ± 48.41	717.30 ± 280.16
วิตามินบี 1	47.66 ± 24.39	357.44 ± 154.81
วิตามินอี	0.90 ± 0.00	5.85 ± 1.28
วิตามินซี	ไม่พบ	ไม่พบ
ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย		
ไอโซลูซีน	26.32 + 7.76	198.86 ± 31.93
ลูซีน	55.10 ± 15.98	416.95 ± 67.71
ไลซีน	46.79 ± 13.35	354.74 ± 60.42
เมธไธโอนีน	8.93 ± 2.51	67.99 ± 12.69
ซีสตีลีน	14.29 ± 5.25	109.37 ± 18.12
ฟีนิลอะลานีน	67.18 ± 131.42	494.44 ± 155.31
ไทโรซีน	14.66 ± 4.49	108.13 ± 27.80
ทรีโอนีน	31.51 ± 9.16	275.50 ± 105.48
ทริปโตเฟน	9.01 ± 2.27	70.12 ± 17.05
วาเลีน	35.37 ± 10.13	267.17 ± 40.19
ฮีสตีดีน	16.65 ± 5.14	125.51 ± 21.18

ตารางที่ 1 (ต่อ)

องค์ประกอบพื้นฐานในผลมะเกี๋ยง	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
ปริมาณกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย		
กรดแอสปาร์ติก	65.46 ± 19.35	495.72 ± 85.62
ซีรีน	39.08 ± 11.30	296.10 ± 46.79
กรดกลูตามิก	87.62 ± 25.13	665.95 ± 130.20
โพรลีน	31.95 ± 10.37	243.64 ± 52.46
ไกลซีน	36.62 ± 10.61	277.21 ± 45.06
อะลานีน	43.55 ± 12.58	328.62 ± 51.04
ไทโรซีน	14.65 ± 4.48	108.13 ± 27.80
อาร์จินีน	31.18 ± 11.57	239.15 ± 52.85

ที่มา: กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2539)

คุณค่าทางโภชนาการของผลมะเกี๋ยงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่ควรทำการศึกษา เนื่องจากเป็นพืชวงศ์เดียวกับหัว มีผู้ศึกษาหลายท่านพบว่า พืชตระกูลห้วมีฤทธิ์ในทางยาหลาย ๆ ด้าน จากการศึกษาในเบื้องต้น พบว่า มีสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งจัดเป็นสารประกอบฟีนอลิก เช่น resveratrol จากการศึกษาทางการแพทย์ได้ใช้สารนี้ ในการเป็นยาป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน เนื่องจากนี้ยังช่วยในการกระตุ้นการเพิ่มระดับของ HDL (High Density Lipoprotein) ในกระแสเลือด ซึ่ง HDL นี้ จะทำหน้าที่ทำลายไขมันที่เกาะตามผนังหลอดเลือด ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ในส่วนเปลือกของมะเกี๋ยงพบสารในกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenols) และแทนนิน (tannin) ซึ่งเป็นสารกลุ่มเดียวกับที่พบในเปลือกและเมล็ดองุ่น สารนี้ทำหน้าที่จับกับสารกระตุ้นการเกิดมะเร็ง ช่วยทำให้ร่างกายสร้างสารต้านอนุมูลอิสระช่วยชะลอและป้องกันการเกิดมะเร็งได้ (Taya et al., 2009) จากการวิเคราะห์คุณภาพไวน์มะเกี๋ยงที่ผลิตโดยสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง พบว่า ในไวน์มะเกี๋ยงมีสารประกอบฟีนอลิกในรูปกรดแกลลิก (gallic acid) 22.32 มิลลิกรัมต่อลิตร คาเทชิน (catechin) 84.91 มิลลิกรัม (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง, 2544)

3. การใช้ประโยชน์จากพีชมะเข็ญ

3.1 การใช้ประโยชน์จากผลมะเข็ญในด้านผลิตภัณฑ์ จากคุณค่าทางโภชนาการของมะเข็ญ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง โดยงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร จึงได้ทำการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากมะเข็ญ พบว่ามะเข็ญสามารถทำผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เช่น น้ำมะเข็ญพร้อมดื่ม ไวน์มะเข็ญ เนคตาร์มะเข็ญ มะเข็ญแช่อิ่มแห้ง ซามะเข็ญ แยมมะเข็ญ เยลลี่มะเข็ญ มะเข็ญหิโยเกิร์ตมะเข็ญ มะเข็ญดอง และสีสผสมอาหารจากผลมะเข็ญ (แอนโทไซยานิน)

3.2 น้ำมะเข็ญพร้อมดื่ม เป็นน้ำมะเข็ญที่ดื่มได้ทันทีโดยไม่ต้องเติมน้ำหรือน้ำแข็ง ทำโดยใช้ น้ำมะเข็ญสดร้อยละ 25 เติมน้ำตาลให้มีปริมาณของที่ละลายได้ 15 องศาบริกซ์ และเพคตินร้อยละ 0.1 ผลมะเข็ญที่ใช้ควรเป็นผลที่สุกเต็มที่ให้น้ำมะเข็ญสีแดงสด ส่วนผลมะเข็ญที่สุกไม่เต็มที่ให้น้ำมะเข็ญที่มีสีจาง อัตราส่วนของน้ำตาลต่อกรด (sugar acid ratio) 23 ต่อ 1 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำน้ำมะเข็ญพร้อมดื่ม น้ำมะเข็ญพร้อมดื่มที่ผลิตได้สามารถเก็บไว้ได้นานมากกว่า 3 เดือน ในอุณหภูมิห้องที่ปราศจากแสงแดด ถ้าน้ำมะเข็ญได้รับแสงแดดเป็นเวลานานจะทำให้ สี กลิ่น และรสชาติ ของน้ำมะเข็ญเปลี่ยนไป ผลิตภัณฑ์น้ำมะเข็ญพร้อมดื่มนี้เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั่วไปเป็นอย่างมากเพราะดื่มแล้วทำให้รู้สึกสดชื่น และกระปรี้กระเปร่ามากขึ้น

3.3 น้ำมะเข็ญเข้มข้น เป็นน้ำผลไม้ที่ต้องนำไปเจือจางด้วยน้ำประมาณ 3 เท่าก่อนบริโภค ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการทำน้ำมะเข็ญเข้มข้นคือ ใช้น้ำตาลในปริมาณร้อยละ 0.4

3.4 ไวน์มะเข็ญ เป็นไวน์ผลไม้ที่จัดอยู่ในกลุ่มไวน์ชมพู (rose หรือ pink wine) เนื่องจาก น้ำมะเข็ญมีสีแดงไม่เข้ม โดยทั่วไปไวน์มะเข็ญ ผลิตเป็นไวน์ชนิด table wine คือ มีปริมาณแอลกอฮอล์ระหว่างร้อยละ 9-14 โดยปริมาตร เนื่องจากผลและน้ำมะเข็ญมีความเปรี้ยวและมีปริมาณกรดมาก ส่วนใหญ่เป็นกรดซิตริกประมาณร้อยละ 1.69 และกรดมาลิก ร้อยละ 0.17 ในการทำไวน์มะเข็ญจึงต้องมีการเจือจางน้ำมะเข็ญด้วยน้ำเพื่อให้มีปริมาณกรดเหมาะสมที่เชื้อยีสต์สามารถเจริญและสร้างแอลกอฮอล์ได้ตามต้องการโดยธรรมชาติสีของผลมะเข็ญและน้ำมะเข็ญเกิดจากรงควัตถุ แอนโทไซยานิน (anthocyanins) ซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีตามความเป็นกรด-ด่าง การทำไวน์มะเข็ญทำโดยใช้ผลมะเข็ญแช่แข็งในอัตราส่วนผลมะเข็ญต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 3 และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ไวน์ที่ได้จะมีสีแดง มีแอลกอฮอล์ร้อยละ 13 โดยปริมาตร มีปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.66 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) 32.11 กรัมต่อลิตร ได้ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไวน์มะเข็ญชนิดหวานเล็กน้อย (semi-dry wine) พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 91 ชอบไวน์มะเข็ญชนิดนี้ ในปัจจุบันตลาดไวน์ในประเทศไทยมีแนวโน้มการบริโภคไวน์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไวน์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ การพัฒนาไวน์ผลไม้ในประเทศไทยจึงเป็นสิ่งที่ควรให้

ความสนใจอย่างยิ่ง ซึ่งถ้าสามารถพัฒนาคุณภาพไวน์ผลไม้ให้มีคุณภาพทัดเทียมกับไวน์ต่างประเทศ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จะช่วยลดการนำเข้าและลดการเสียดุลการค้าระหว่างประเทศ

3.5 เนคต้ามะเกี๋ยง (Nectar) เครื่องดื่มเนคต้ามะเกี๋ยง คือ เครื่องดื่มผลไม้ที่มีส่วนของเนื้อผลไม้ผสม อยู่ด้วยในปริมาณร้อยละ 20-50 มีของแข็งที่ละลายได้หมด 15 องศาบริกซ์ ใช้ดื่มได้ทันทีโดยไม่ต้อง เจือน้ำ ส่วนผสมในการทำเนคต้ามะเกี๋ยงที่เหมาะสมคือ เนื้อมะเกี๋ยงร้อยละ 20 น้ำตาลร้อยละ 15 เพคติน ร้อยละ 0.50 และกัวกัม (guar gum) ร้อยละ 0.10

3.6 แยมมะเกี๋ยง การทำแยมมะเกี๋ยงทำได้โดยใช้เนื้อมะเกี๋ยง ต่อน้ำในอัตราส่วน 30 ต่อ 70 จะได้แยมมะเกี๋ยงที่มีลักษณะเจลที่อยู่ตัวมีความข้นเหนียว เหมาะสำหรับทาบนขนมปัง ใ้ก้กลืน สี รสชาติที่ดี ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดต่าง 3.20 มีปริมาณกรดร้อยละ 0.79 ปริมาณของแข็งที่ละลาย ได้ 68.5 องศาบริกซ์ ปริมาณเพคตินร้อยละ 2.28 ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 28.80

3.7 มะเกี๋ยงดอง การทำมะเกี๋ยงดอง ทำโดยใช้ผลมะเกี๋ยงสุก 600 กรัม ดองในน้ำดอง 2,000 กรัม ที่ประกอบด้วยเกลือแกง ร้อยละ 2.50 และแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.50 ดองใน ภาชนะแก้วโดยใช้ถุงน้ำเกลือปิดทับให้ผลมะเกี๋ยงจมในน้ำดอง และดองนาน 1 เดือน

3.8 มะเกี๋ยงแช่อิ่มแห้ง การทำแห้งมะเกี๋ยงโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะปรับรสชาติของ มะเกี๋ยงให้มีความหวานเพิ่มขึ้น และความเปรี้ยวลดลง ทำให้ได้ผลมะเกี๋ยงแห้งที่มีรสชาติดกกลมกล่อม ไม่หวานหรือเปรี้ยวมากเกินไป วิธีการทำมะเกี๋ยงแช่อิ่มแห้ง คือ ใช้ผลมะเกี๋ยงสุกแดง ล้างให้สะอาด คลุก ด้วยน้ำตาลทรายร้อยละ 30 เก็บไว้ในตู้เย็น 1 คืน จากนั้นเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลทุกวันในปริมาณ ร้อยละ 10 ต่อวัน จนได้ความเข้มข้นสุดท้ายร้อยละ 50 จึงนำผลมะเกี๋ยงแช่อิ่มจุ่มในน้ำเดือด เพื่อล้าง น้ำเชื่อมที่ติดที่ผิวเปลือกมะเกี๋ยง จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อน (tray dryer) อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 13 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น เก็บในภาชนะที่ปิดสนิท

3.9 มะเกี๋ยงหยี ทำโดยใช้เนื้อมะเกี๋ยงบดหยาบในอัตราส่วนของเนื้อมะเกี๋ยงต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 1 เติมกรดซิตริกร้อยละ 1 แปะแซร์ร้อยละ 25 น้ำตาลร้อยละ 40 ฟริกป่นและเกลือร้อยละ 3 ได้ผลิตภัณฑ์ มะเกี๋ยงหยีที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 24.55 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 22.40 ปริมาณกรดร้อยละ 0.95 ปริมาณไขมันร้อยละ 1.36 ปริมาณเยื่อใยร้อยละ 6.44 และปริมาณถั่วร้อยละ 2.46

3.10 ชามะเกี๋ยง จัดเป็นเครื่องดื่มประเภทชาสมุนไพร (herbal tea) ที่ทำจากเนื้อมะเกี๋ยงบด แห้งซึ่งมีข้อดี คือ ชาประเภทนี้ไม่มีสารคาเฟอีน (caffeine) อยู่การทำชามะเกี๋ยงทำโดยการใช้น้ำ เนื้อมะเกี๋ยงที่แกะออกจากเมล็ดแล้ว เข้าเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง 1 รอบ ที่ระยะห่างของลูกกลิ้ง 0.1 มิลลิเมตร ได้ชามะเกี๋ยงที่มีปริมาณผลผลิตร้อยละ 6.20 ปริมาณความชื้นร้อยละ 7.22 การชงชา มะเกี๋ยงในอัตราส่วนชามะเกี๋ยงต่อน้ำร้อน 1 ต่อ 5 ได้น้ำมะเกี๋ยงที่มีปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 0.70 เมื่อเติมเกลือร้อยละ 0.25 และปรับให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 16.22 องศาบริกซ์

3.11 โยเกิร์ตมะเขี๋ยง การใช้ประโยชน์จากผลมะเขี๋ยงในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต สามารถนำมาใช้ทั้งในรูปของน้ำมะเขี๋ยงผสมในโยเกิร์ตพร้อมดื่มและเนื้อมะเขี๋ยงกวน ในรูปแบบของโยเกิร์ตคงรูปทำโดยใช้มะเขี๋ยงกวนในอัตราส่วนของเนื้อมะเขี๋ยง ต่อ น้ำตาลทราย ต่อ น้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 2 ต่อ 2 กวนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ได้มะเขี๋ยงกวนที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 71 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ร้อยละ 0.54 ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 1.50 นำมาผสมในโยเกิร์ตที่มีปริมาณร้อยละ 20 ของเนื้อโยเกิร์ต ที่ประกอบด้วย นมสดที่ผ่านการโฮโมจิไนซ์ 100 ส่วน น้ำตาลทราย 7 ส่วน หางนมผง 3 ส่วน แคลเซียมคลอไรด์ 0.02 ส่วนและหัวเชื้อโยเกิร์ต 3 ส่วน การเตรียมหัวเชื้อโยเกิร์ต ใช้ นำนมสดที่ผ่านการโฮโมจิไนซ์ ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.60 ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.19 จำนวน 100 ส่วน น้ำตาลทรายร้อยละ 7 หางนมผง ร้อยละ 1.5 แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.02 แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เติมหั้วเชื้อจุลินทรีย์แลคติกแอซิดแบคทีเรียในกลุ่มของ Thermophilic Lactic Culture ชนิดผง YC-380 ของ Hansen แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง จะได้ลักษณะเป็นเคิร์ด (curd) และมีเจลที่เรียบ โดยโยเกิร์ตต้องมีปริมาณกรดแลคติก ร้อยละ 0.80-0.90 และค่าความเป็นกรดต่าง 4.40-4.60 จากนั้นนำออกจากตู้บ่มและทำให้เย็นอย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิห้องเพื่อป้องกันการหดตัวของเคิร์ด แล้วจึงเก็บโยเกิร์ตไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อโยเกิร์ต

3.12 สีสผสมอาหารแอนโทไซยานิน นอกจากการใช้ประโยชน์ในลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารแล้ว จากคุณสมบัติและลักษณะเด่นของผลมะเขี๋ยงด้านสีการสกัดสีจากผลมะเขี๋ยงมาใช้ในอาหารนั้นสามารถสกัดได้โดยการต้มในน้ำเดือด สารละลายที่ได้มีสีแดงสด ซึ่งเป็นรงควัตถุแอนโทไซยานิน เหมาะสำหรับนำไปใช้กับอาหารที่สภาพเป็นกรดสูง เช่น น้ำผลไม้ แยมผลไม้แต่ไม่เหมาะกับอาหารที่เป็นกลางหรือด่าง เพราะแอนโทไซยานินเมื่ออยู่ในสภาพเป็นกลางและด่างจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินคล้ำไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในเชิงอุตสาหกรรม การสกัดแอนโทไซยานินจากผลมะเขี๋ยง ทำโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก 0.40% w/v ผสมในตัวทำละลายเอทานอล 95 % สารละลายที่สกัดได้มีปริมาณแอนโทไซยานิน 29.30 มิลลิกรัม ต่อเนื้อมะเขี๋ยง 100 กรัม มีสีแดงที่ค่า Hue 1.25 R ปริมาณเด็กซ์โตรสที่ผสมในการทำแอนโทไซยานินผงโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบระเหิด คือ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ตั้งแต่ 25 ถึง 45 องศาบริกซ์

3.13 การใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้มะเขี๋ยง ไม้มะเขี๋ยงมีปริมาณสารแทรกที่ละลายในแอลกอฮอล์-เบนซิน ร้อยละ 7.68 และอีเทอร์ (ether) ร้อยละ 3.77 ซึ่งจะเป็นปริมาณของ waxes, fats, resins oils ส่วนสารประกอบพวก polysaccharide เกลืออินทรีย์ (organic salts) ยาง (gums) ตลอดจนสารแทนนิน (tannins) และสารให้สี (pigments) ที่มีอยู่ในเนื้อไม้ พิจารณาได้จากค่าการละลายในน้ำร้อนและน้ำเย็น ซึ่งพบ 5.43 และ ร้อยละ 4.14 ตามลำดับ ในขณะที่การเนาเปื่อยหรือผุของไม้เนื่องจากเห็ดและเชื้อราซึ่งพิจารณาได้จากค่าการละลายในโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1 ไม้ที่ผุง่ายจะมีค่าการละลาย

สูง สำหรับไม้มะเกลือมีค่าการละลายร้อยละ 17.76 จัดเป็นไม้ที่มีความทนทานต่อเห็ดราได้ไม่ดึกนัก เช่นเดียวกับ ไม้ยางพารา และไม้แดง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับไม้หว้า ซึ่งเป็นไม้ในวงศ์เดียวกัน พบว่า ไม้หว้าผุง่ายกว่าไม้มะเกลือ ปริมาณเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบที่มีปริมาณมากที่สุดในเนื้อไม้มะเกลือ คือ มีร้อยละ 78.39 แยกเป็นเซลลูโลสร้อยละ 36.22 มีปริมาณของลิกนินร้อยละ 25.82 เป็นปริมาณน้อยกว่า ไม้หลาย ๆ ชนิด จึงเหมาะที่จะนำไปทำกระดาษได้ดีพอสมควรและยังสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นที่ใช้เซลลูโลสเป็นวัตถุดิบ เช่น เรยอนไฟเบอร์บอร์ด เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าในเนื้อไม้มะเกลือมีปริมาณ แพนโตเซน (pantosin) ร้อยละ 20.37 ซึ่งจัดว่าสูงมากเมื่อเทียบกับไม้อื่น ๆ ในประเภทเดียวกัน เช่น ไม้หว้า (ร้อยละ 14.75) ไม้แดงควน (ร้อยละ 14.92) เมื่อศึกษาลักษณะทั่วไปของเนื้อไม้มะเกลือพบว่า ไม้มะเกลือมีลักษณะเบา และจัดอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็งปานกลาง เนื้อไม้มีลักษณะเหลืองนวล มีเส้นผสมค่อนข้างมาก ทำให้ยากในการขัดให้เรียบ แต่เมื่อขัดแล้วจะขึ้นเงาได้ดี ปัจจุบันมีผู้นำไปทำเป็นกล่องใส่เครื่องประดับ เครื่องเรือน เช่น ตู้ โต๊ะ และเก้าอี้ ส่วนเศษไม้ สามารถนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้อีก เช่น particle board, fiberboard, hardboard และ medium density fiberboard (MDF)

3.14 การใช้ประโยชน์อื่น ๆ ผลมะเกลือนอกจากจะสามารถนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแล้ว เมล็ดมะเกลือยังสามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ องค์ประกอบที่สำคัญของน้ำมันเมล็ดมะเกลือ คือ linalool ร้อยละ 47.26, Rterpinene ร้อยละ 6.19, R-ionone และ caryophyllene ร้อยละ 3.75, terpinene-4-ol- ร้อยละ 3.59, linonene ร้อยละ 3.04, linalool (3,7-dimethy 1-1, 6-octadien-3-0) เป็นสารพวก Terpene alcohol ซึ่งมีกลิ่นหอม พบมากในน้ำมันมะกรูด (bergamot oil) ที่ได้จากเปลือกผลไม้สุกประเภท ส้ม หรือมะนาว เป็นที่รู้จักในอีกรูปหนึ่งคือ cariadrol (disomer) ซึ่งใช้มากในอุตสาหกรรมน้ำหอมและแต่งกลิ่น นอกจากนี้ ยังใช้เป็นสารสำหรับสังเคราะห์สารหอมระเหยและแต่งกลิ่นได้ด้วย (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง, 2544)

การจัดรูปทรงหรือการตัดแต่งกิ่ง

จากงานวิจัยการผลิตลำไยนอกฤดูคุณภาพดีต้นทุนต่ำ การตัดแต่งกิ่งลำไยเป็นเทคโนโลยีหนึ่ง ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่ต้องใช้ในการผลิตลำไยนอกฤดูคุณภาพดีต้นทุนต่ำ เป็นผลการศึกษาวิจัยค้นคว้า และทดลองที่ได้รับรางวัลงานวิจัยดีเด่นปี 2549 จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เทคโนโลยีเหล่านี้ ล้วนให้ความพึงพอใจ และเกิดประโยชน์ต่อชาวสวนลำไยเป็นอย่างมาก การตัดแต่งกิ่ง ลำไย 3 เทคนิค ทีมผู้วิจัยคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิณ มะโนชัย และคณะ จากคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ช่วยแก้ไขปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการผลิตลำไยของเกษตรกรทั้งแบบรายย่อยและเพื่อการค้า คือ ต้นลำไยที่มีลักษณะทรงพุ่มสูงใหญ่ ทำให้ไม่สะดวกต่อการดูแลรักษา และเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง และมีผลต่อการออกดอกติดผลเป็นอย่างมาก ดังนี้

1. เพื่อควบคุมขนาดความสูงและทรงพุ่มไม้ผลได้ตามความต้องการ เกิดความสะดวกต่อการใช้สารป้องกันและกำจัดโรค-แมลงศัตรูพืช ทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่าย และช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องไม้ค้ำยันกิ่ง รวมทั้งลดต้นทุนการผลิต

2. ช่วยให้ไม้ผลมีอายุยืนยาว และให้ผลผลิตสม่ำเสมอ เพราะการตัดแต่งกิ่ง จะมีผลต่อการแตกตา ซึ่งจะเร่งการแตกใบอ่อน ทำให้ไม้ผลฟื้นตัวได้เร็ว ใบใหม่ที่เกิดขึ้นจะทำหน้าที่สร้างอาหารสะสมไว้สำหรับการออกดอกติดผลในฤดูกาลถัดไป และลดค่าใช้จ่ายด้านธาตุอาหารและสารต่าง ๆ เนื่องจากได้ตัดกิ่งส่วนที่ไม่มีประโยชน์ออกไปแล้ว

3. ทำให้ทรงพุ่มไม้ทึบเกินไป อากาศถ่ายเทได้สะดวก และแสงแดดส่องเข้าไปในทรงพุ่มได้มากขึ้น ลดการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของโรค แมลงศัตรูได้บ้าง เช่น โรคราดำ โรคจุดสาหร่ายสนิม เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง เป็นต้น

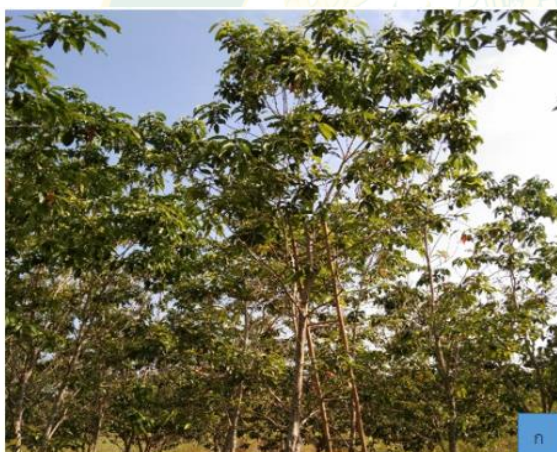
4. ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดี ได้ผลขนาดใหญ่ขึ้น และคุณภาพผลผลิตโดยรวมดีขึ้น การตัดแต่งกิ่งมีจุดประสงค์หลักคือ ตัดกิ่งที่ไม่ต้องการหรือเป็นส่วนเกินออก เพื่อลดการใช้อาหารในต้น จึงทำให้ต้นลำไย มีธาตุอาหารเหลือพอที่จะไปเลี้ยงส่วนที่เหลือให้สมบูรณ์แข็งแรง หลักการง่าย ๆ ก็คือ ใบมีหน้าที่สร้างอาหารไปเลี้ยงลำต้น แต่ถ้าทรงพุ่มแน่นทึบเกินไป ก็จะมีส่วนของใบที่ไม่ถูกแสงแดด ดังนั้น ใบและกิ่งเหล่านั้น จึงกินอาหารอย่างเดียวโดยไม่ได้ช่วยสร้างดอกและผล ผลก็คือ ใบที่เหลือต้องสร้างอาหารแล้วเอามาแบ่งให้กับกิ่งและใบที่อยู่ในร่ม แทนที่จะเก็บไว้ออกดอกและสร้างผล

ดังนั้น การตัดแต่งกิ่งในส่วนที่ไม่ค่อยได้รับแสงออกไป จึงเป็นที่มาของการตัดแต่งกิ่ง ก่อนการตัดแต่งกิ่ง ต้องเตรียมความพร้อมให้กับต้นลำไยก่อน เป็นการจัดการเพื่อกระตุ้นให้เกิดการแตกใบและกิ่งที่สมบูรณ์ให้พร้อมสำหรับการออกดอก และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ หลักการตัดแต่งกิ่ง นั้นควรทำให้เร็วที่สุดภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อชักนำให้เกิดการแตกกิ่งใหม่ที่สมบูรณ์ โดยตัดกิ่งหลักที่อยู่กลางพุ่มออก 2-3 กิ่ง เพื่อได้รับแสงแดดมากขึ้น และยังเป็นช่วยชะลอความสูงของต้น หลังจากนั้น ต้องตัดกิ่งกระโดง กิ่งที่ไม่ได้รับแสงแดด กิ่งที่ไม่สมบูรณ์ และตัดกิ่งที่ถูกโรคหรือแมลงทำลายทิ้ง ควรให้เหลือกิ่งอยู่ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของทรงพุ่ม กล่าวโดยสรุปก็คือ ตัดเพื่อให้ใบส่วนใหญ่ที่เหลืออยู่ได้รับแสงแดดได้มากที่สุด เกษตรกรหลายราย ยังตัดแต่งกิ่งไม่ถูกวิธี ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมาก การตัดแต่งกิ่งจะต้องคำนึงถึงพื้นที่ในการออกดอกติดผล ความสะดวกต่อการดูแลรักษา และต้นทุนการผลิต อุปกรณ์ในการตัดแต่งกิ่งลำไย ได้แก่ เลื่อย ใช้สำหรับตัดแต่งกิ่งที่มีขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่ง ตั้งแต่ 0.50-4 นิ้ว และกรรไกรตัดแต่งกิ่ง ใช้สำหรับตัดแต่งกิ่งที่มีขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่ง ไม่เกิน 0.50 นิ้ว

ในงานวิจัยของ พาวิน และคณะ (2550) ได้ศึกษาทดลองจัดรูปทรงหรือการตัดแต่งกิ่งต้นลำไย โดยพิจารณาเลือกใช้ตามสภาพของ อายุของต้น และระยะปลูก ทำได้หลายรูปทรง ซึ่งมีผลแตกต่างกันไป การจัดรูปทรงที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มี 4 รูปทรง ดังนี้

1. การจัตรูปทรงแบบชูดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง)

เป็นรูปทรงเดิมปกติยังไม่มีการตัดแต่งกิ่ง นิยมเป็นรูปทรงเปรียบเทียบกับรูปทรงอื่น ๆ ซึ่งในพืชต้นมะกึ่งรูปทรงปกตินี้ จะมีลักษณะทรงต้นเป็นรูปสามเหลี่ยม มีทรงพุ่มที่กว้าง สูง ใหญ่แผ่ กิ่ง ก้านออกไปทั่ว ทรงพุ่มจะโปร่งโล่ง แต่บางต้นหนาทึบ ทำให้เป็นที่หลบอาศัยของโรคแมลง ลำต้นยึดสูงตามแสงที่ได้รับ มีกิ่งแห้งตายตามลำต้น ส่วนใบจะมีลักษณะเขียวเข้มเกินจากการไม่ผลัดใบใหม่ ทรงต้นโดยรวมจะมองเห็นลำต้นโทรม เนื่องจากมีกิ่งก้านใบออกมาน้อย แต่จะยึดสูงขึ้นไปบนเรื่อย ๆ ทำให้เกิดปัญหา ในด้านการจัดการแปลงที่ยากลำบาก การใช้ปุ๋ยและการใช้สารอาหารต่าง ๆ ในปริมาณที่มาก ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ส่วนปัญหาด้านผลผลิต คือ มีการออกดอก ติดผลไม่มีความสม่ำเสมอ ผลมีขนาดเล็ก สีผลและผลผลิตไม่ได้คุณภาพตามโรงงานที่รับซื้อ ไม่สามารถนำไปแปรรูปได้ บางต้นมีผลร่วงก่อนกำหนด อาจเป็นเพราะปริมาณธาตุอาหารที่รากหามาได้ต้องกระจายไปทั่วทั้งต้น ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ผู้วิจัย จึงเกิดแนวคิดในการทดสอบการตัดแต่งกิ่งเพื่อเปรียบเทียบรูปทรงต่าง ๆ เพื่อให้พืชมะกึ่งมีขนาด ปริมาณและคุณภาพที่ดีขึ้น



ภาพที่ 1 การจัตรูปทรงแบบชูดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง Control unit shape)

ที่มา : พาวิณ และคณะ (2550)

2. การจัตรูปทรงแบบเปิดกลางพุ่ม (Open Center shape)

หรือที่ชาวบ้านเรียกกันว่า ทรงเปิดกะโหลก เป็นทรงยอดนิยมแบบหนึ่ง และทำกันหลายพื้นที่ โดยจะตัดกิ่งที่อยู่กลางทรงพุ่มออก 2-5 กิ่งใหญ่ เพื่อลดความสูงของต้น และให้แสงแดดส่องเข้าไปในทรงพุ่มได้ทั่วถึง จากนั้นตัดกิ่งที่อยู่ด้านในทรงพุ่มที่ไม่ถูกแสง กิ่งขนาดใหญ่ด้านข้าง กิ่งที่เป็นโรคแมลงกัดกิน กิ่งที่ไขว้กัน กิ่งที่ซ้อนทับกัน และกิ่งที่ชี้ลง การตัดทรงเปิดกลางพุ่มนี้จะชะลอความสูงของลำต้นได้นาน ช่วยลดต้นทุนเรื่องไม้ค้ำยันเป็นการจัตรูปทรงที่นิยมใช้กันไม่ผลเศรษฐกิจชนิดต่าง ๆ



ภาพที่ 2 การจัดรูปทรงแบบเปิดกลางพุ่ม (Open center shape)

ที่มา : พาวิน และคณะ (2550)

3. การจัดรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (Square shape)

คล้าย ๆ กับแนวรั้วต้นชาตัดรั้วต้นดอกเข็ม เป็นการควบคุมทรงพุ่มให้เตี้ยและมีขนาดเล็ก ทำให้เก็บผลผลิตได้ง่ายและทำได้รวดเร็วขึ้น เทคนิคและวิธีการทำ เหมาะสำหรับสวนที่มีต้นลำไยอายุน้อย และปลูกระยะชิด ในพีชลำไยการตัดแต่งทรงพุ่มที่ความสูง 1.70 เมตร ทำโดยใช้ไม้สูง 1.70 เมตร ทาบกับต้นลำไยแล้วตัดกิ่งลำไยที่สูงกว่าระดับความสูงของไม้เอกให้หมด ตัดปลายกิ่งด้านข้างของทรงพุ่มทั้งสิ้นด้าน ลึก 30 เซนติเมตร หากมีทรงพุ่มใกล้เคียงชนกันก็ตัดออกจะเป็นรูปทรงลูกบาศก์

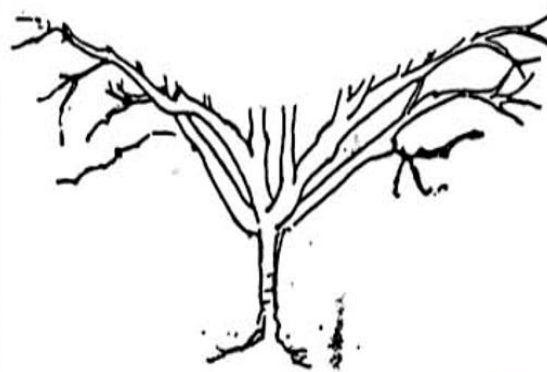


ภาพที่ 3 การจัดรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (Square shape)

ที่มา : พาวิน และคณะ (2550)

4. การจัตรูปทรงแบบฝาชีหยา (Slender spindle shape)

ซึ่งก็คล้ายกับแบบเปิดกลางพุ่ม แต่แบบนี้ตัดหนักกว่า ตัดกิ่งแขนงใหญ่ที่ตั้งตรงทำมุมประมาณ 45 องศาขึ้นไป ออก เหลือแต่กิ่งแขนงใหญ่ในแนวราบและกิ่งเล็กตามความเหมาะสม ส่วนกิ่งบริเวณปลายทรงพุ่มใช้กรรไกรตัดแต่งกิ่งให้สั้นลงหรือบางลง ส่วนการตัดแต่งกิ่งในปีที่ 2 ตัดกิ่งกระโดงออกเหลือตอยาวประมาณ 2-5 นิ้ว เพื่อให้เกิดกิ่งกระโดงจำนวนมากบนตอนที่เหลือและทำให้ความสูงของทรงพุ่มค่อนข้างคงที่นำกิ่งและใบที่ตัดแต่งออกไปคลุมไว้ที่โคนต้นเพื่อคั้นธาตุอาหารที่ติดไปกับใบและกิ่งให้กับต้น การเอากิ่งที่อยู่กลางทรงพุ่มออกหมด ให้เหลือแต่กิ่งในแนวนอนเท่านั้น ในพืชของลำไย จะออกที่ปลายกิ่ง เมื่อมีการตัดกิ่งในแนวตั้งออกไปแล้ว ก็จะมีการแตกกิ่งใหม่ขึ้นมาจากกิ่งที่เหลืออยู่เป็นจำนวนมาก จึงสามารถออกดอกได้มาก เมื่อมีการใช้สารบังคับหรือเร่งให้ดอก ต้นลำไยจะมีทรงเตี้ย สามารถควบคุมความสูงของทรงพุ่มให้อยู่ในระดับเดิมได้ทุกปี ทั้งยังช่วยกระตุ้นการแตกใบอ่อนให้เร็วขึ้น ผลผลิตที่ได้จะมีคุณภาพดี โดยเฉพาะผลลำไยที่เกิดจากกิ่งกระโดงในทรงพุ่มจะมีผิวสีเหลืองทอง ผลโต เป็นที่ต้องการของตลาด และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 20-50% ข้อจำกัด คือ ถ้าตัดแต่งขนาดทรงพุ่มออกมากเกินไป ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอาจลดลงรวมทั้งเกิดอาการต้นลำไยเปลือกแตกมาก เนื่องจากการตัดเปิดกลางทรงพุ่มออกไปมาก ทำให้แสงแดดส่องกระทบกิ่งและลำต้นมาก ส่งผลให้ลำไยแตกกิ่งกระโดงซ้ำ และเกิดอาการเปลือกแตกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นลำไยที่มีอายุมาก เพื่อลดปัญหาอาการเปลือกแตก ควรตัดแต่งกิ่งลำไยแบบฝาชีหยาในฤดูฝนและลดความสูงไม่เกินร้อยละ 30 ของความสูงเดิมการตัดแต่งกิ่งทรงฝาชีหยา นี้ การออกดอกในปีแรก จะให้ผลผลิตน้อย แต่ปีต่อไปจะเพิ่มผลผลิตขึ้นมา ผลลำไยที่ได้จะมีผลโตและเปลือกผลมีสีสวยงาม



ภาพที่ 4 การจัตรูปทรงแบบฝาชีหยา (Slender spindle shape)

ที่มา : พาวิน และคณะ (2550)

ในงานรายงานผลวิจัยของ พาวิน และคณะ (2550) รูปทรงของการตัดแต่งมีผลต่อการแตกใบ ปริมาณผลผลิต และขนาดผล รูปทรงที่ให้ผลผลิตดี ได้แก่ ทรงสี่เหลี่ยม และทรงเปิดกลางพุ่ม รองลงมา คือ ทรงชุดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง) ส่วนทรงผ่าซี่หยาบให้ผลผลิตต่ำสุด แต่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพจึงทำให้ จำหน่ายได้ในราคาสูง ผลตอบแทน พบว่า ทรงสี่เหลี่ยมให้ผลตอบแทนสูงสุด เนื่องจากผลผลิตต่อต้นสูง และผลผลิตที่ด้านมีคุณภาพ ในอนาคตน่าจะเป็นทรงที่แนะนำเผยแพร่สู่เกษตรกร

ปัจจัยแวดล้อม

ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช สังคม (2542) ได้เขียนเอกสาร ประกอบคำสอนในรายวิชาหลักการผลิตพืช ไว้ว่า นับตั้งแต่เริ่มมีชีวิตขึ้นมา ขบวนการขั้นตอนและ ระยะเวลาเจริญต่าง ๆ เรื่อยไปจนกระทั่งพืชนั้นตายไป ได้พบกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของพืช พัฒนาการของพืช และปริมาณผลผลิตของพืช เป็นต้น คือปัจจัยภายนอกหรือปัจจัย ด้านสภาพแวดล้อม (External or Environmental factors) ปัจจัยสภาพแวดล้อม มีความสำคัญใน การเจริญเติบโตของพืชหลากหลายชนิด ดังต่อไปนี้

1. ดิน (Soil)

ในการเพาะปลูกพืช ดินนับได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอยู่ไม่น้อย เว้นแต่การปลูกพืชที่ เจริญเติบโตในน้ำ เช่น ผักกระเฉด ผักบุ้ง แล้วการเพาะปลูกโดยส่วนใหญ่ จะทำกันบนดินทั้งสิ้น แม้ว่าการเพาะปลูกโดยใช้วัสดุอย่างอื่น อาจกระทำได้ เช่น การเพาะปลูกพืชในน้ำยา (Hydroponic culture) การปลูกพืชในทราย (Sand culture) หรือวัสดุอื่น ๆ แต่วิธีการเหล่านั้นต้องใช้งบลงทุน และวิทยาการค่อนข้างสูงมากกว่าการปลูกพืชบนดิน แต่เพื่อลดการระเหยของน้ำ การที่จะช่วยรักษา ความชื้นในดินในช่วงหน้าแล้งได้ และวัสดุคลุมดิน สามารถช่วยเพิ่มปริมาณน้ำที่แทรกซึมลงดินได้ (Montenegro et al., 2013) ในพืชมะเขือ จะเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ ที่เป็นดินเหนียว ดินร่วนปน ทราย โดยเฉพาะบริเวณที่มีความชุ่มชื้นตลอดทั้งปี (วิภารัตน์ และทองศักดิ์, 2558) ในส่วนของพืช ชมพู่ พืชในวงศ์เดียวกัน กับพืชมะเขือสภาพเจริญเติบโตได้ทุกสภาพพื้นที่ที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ ดินที่ เหมาะสม คือ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียว ในบริเวณที่ราบลุ่มทางภาคตะวันตก มีสภาพความเป็น กรดเป็นด่าง (PH) ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 6.50-7 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542)

ความสำคัญของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช มีดังนี้ ดินทำหน้าที่เป็นวัสดุค้ำยันหรือที่ยึด เหนี่ยวหรือที่ยึดเกาะของรากพืช ดินเป็นแหล่งความชื้นหรือแหล่งน้ำของพืช ดินให้อากาศเพื่อ การหายใจของรากพืช และดินให้แร่ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืช โดยมีโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1.1 อนินทรีย์วัตถุ (Mineral or inorganic matters) เป็นส่วนที่กำเนิดมาจากการย่อยสลายของหินที่ให้กำเนิดดิน ส่วนประกอบของดินที่เป็นอนินทรีย์วัตถุ แบ่งออกเป็น หินและกรวดทราย silt และ clay หน้าที่ของอนินทรีย์วัตถุในดิน คือ

1.1.1 เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและจุลินทรีย์ในดิน

1.1.1.1 เป็นส่วนควบคุมลักษณะของเนื้อดิน มีส่วนในขบวนการทางเคมีและทางฟิสิกส์ของดิน เช่น การแลกเปลี่ยนประจุของแร่ธาตุอาหาร การดูดยึดน้ำในดิน เป็นต้น

1.2 อินทรีย์วัตถุ (Organic matters) ได้มาจาก สิ่งมีชีวิตที่สลายตัว และสิ่งมีชีวิตที่ยังมีชีวิตอยู่ เช่น หญ้า ไม้ยืนต้น บักเตรี เชื้อรา โปรโตซัว ไส้เดือน และสิ่งขับถ่ายของสัตว์ เป็นต้น หน้าที่ของอินทรีย์วัตถุในดิน คือ

1.2.1 ช่วยให้ดินร่วนซุยและมีโครงสร้างดีขึ้นเหมาะแก่การเจริญของรากพืช

1.2.2 เป็นแหล่งให้แร่ธาตุอาหารแก่พืชและจุลินทรีย์ในดิน

1.2.3 เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในดิน

โครงสร้างของดินที่ดี ต้องมีปริมาณเม็ดดินที่คงทน ในปริมาณขนาดที่เหมาะสมโดยเฉพาะบริเวณชั้นดินบน ถ้าดินมีการซึมซับและการระบายน้ำ อากาศได้ดี เก็บกักน้ำส่วนที่เป็นประโยชน์ให้พืชได้นานขึ้น โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง และระบายน้ำออกจากเขตรากพืชได้เร็วขึ้นในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้รูปแบบการใช้และจัดการดินมีบทบาทสำคัญมากต่อการเพิ่มหรือลด หรือส่งเสริมโครงสร้างดินที่ดีและคงทน ซึ่งถือเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของคุณภาพดินทางกายภาพ (Blanco and Lal, 2008)

2. แร่ธาตุอาหาร (Nutrients)

แร่ธาตุอาหารเป็นสิ่งที่จำเป็น มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมาก เนื่องจากแร่ธาตุอาหารเป็นส่วนประกอบของอาหาร เป็นส่วนประกอบของสารอินทรีย์ในขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ และเป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยในกิจกรรมการสังเคราะห์แสงและการหายใจ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาว่าแร่ธาตุใดจัดเป็นแร่ธาตุอาหารของพืช ได้แก่ ธาตุนั้นต้องมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการ และการสืบพันธุ์ของพืช ถ้าขาดธาตุหนึ่งธาตุใด จะทำให้การเจริญเติบโตและพัฒนาการ และการสืบพันธุ์ไม่สมบูรณ์ความต้องการธาตุแต่ละธาตุต้องมีขอบเขตจำกัด และไม่สามารถทดแทนกันได้ และธาตุเหล่านั้นต้องมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการและไม่เป็นสาเหตุที่ไม่ทำให้ธาตุชนิดอื่น เกิดความเหมาะสม หรือเป็นอันตรายต่อพืช

2.1 แร่ธาตุอาหารของพืช มีอยู่ด้วยกัน 16 ชนิดได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส เหล็ก ทองแดง กำมะถัน โมลิบดีนัม สังกะสี คลอรีน โบรอน แคลเซียม นอกจากนี้ วิทยาการสมัยใหม่ ยังค้นพบว่า ยังมีอีกหลายธาตุที่มี

ความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเช่นกัน แต่ไม่ถูกจัดไว้ในบัญชีรายชื่อแร่ธาตุอาหาร เช่น นิเกิล เป็นต้น รายชื่อแร่ธาตุอาหารที่ระบุข้างต้นนี้ อาจแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1.1 ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากหรือธาตุอาหารหลักมี 10 ธาตุ เรียกว่า Macronutrients ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แคลเซียม กำมะถัน

2.1.2 ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย หรือธาตุอาหารรอง มี 6 ธาตุ เรียกว่า Micronutrients ได้แก่ แมงกานีส ทองแดง โมลิบดีนัม สังกะสี คลอรีน โบรอน อย่างไรก็ตามการพิจารณาว่าธาตุอาหารพืช จัดอยู่ในกลุ่มธาตุอาหารหลักหรือธาตุอาหารรอง จะต้องพิจารณาจากพืชแต่ละชนิดเป็นสำคัญ เนื่องจากวิทยาการสมัยใหม่ กลับพบว่าธาตุอาหารพืชบางชนิด อาจเป็นธาตุอาหารรองในพืชชนิดหนึ่ง แต่อาจเป็นธาตุอาหารหลักในพืชอีกชนิดหนึ่งก็ได้ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน (Carbon, C; Hydrogen, H, O) ; Oxygen ธาตุอาหารหลักทั้ง 3 นี้ เป็นองค์ประกอบของทุกสารประกอบ โดยประกอบกันเป็นสารประกอบ hydrocarbon และทุกเซลล์ของพืช โดยเป็นส่วนต่าง ๆ ในระดับเซลล์ ธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิด พืชมักไม่ขาดแคลนเพราะสามารถแสวงหาได้เองจากอากาศ

3. น้ำ (Water)

น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพืช มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 75-90 เปอร์เซ็นต์ น้ำมีบทบาทต่อการมีชีวิตตลอดจนการเจริญเติบโตของพืชนับตั้งแต่เมล็ดเริ่มงอกจนกระทั่งออกดอกออกผล ถ้าพืชขาดน้ำอย่างมากเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้พืชเหล่านั้นตายได้ ในพืชตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ พืชมะเขือขี้จะชอบและเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ในบริเวณพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นตลอดทั้งปี เช่น ริมห้วย ลำคลอง หนอง บึงและพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง (วิภารัตน์ และทองศักดิ์, 2558) ซึ่งพรรณไม้วงศ์ขมิ้นพุ่มนั้น ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณเนินเขาโล่ง หรือริมลำธาร ที่มีความชุ่มชื้น (Chantaranothai and Parnell, 2014) ความสำคัญของน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ

3.1 น้ำมีผลต่อกระบวนการรากฐานของการเจริญเติบโต การเพิ่มขนาดของเซลล์จะต้องการน้ำเพื่อใช้ในการขยายตัวของเซลล์ เมื่อพืชขาดน้ำเซลล์จะขยายตัวเพิ่มขนาดไม่ได้ เป็นผลให้อวัยวะพืชเล็กและแคระแกร็น

3.2 น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการลำเลียงอาหารและแร่ธาตุอาหาร น้ำเป็นตัวทำละลายอาหารและแร่ธาตุอาหาร น้ำเป็นตัวกลางในการลำเลียงธาตุอาหารในดินเป็นตัวลำเลียงพาแร่ธาตุอาหารเข้ามายังบริเวณรากพืชเมื่อรากดูดแร่ธาตุอาหารเข้ามาในต้นพืช น้ำจะเป็นตัวลำเลียงพาแร่ธาตุอาหารไปยังใบเพื่อทำการสังเคราะห์เป็นอาหาร น้ำจะลำเลียงอาหารที่ได้ออกจากแหล่งสังเคราะห์ไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

3.3 น้ำเป็นตัวรักษารูปร่างของเซลล์และต้นพืช เซลล์ที่มีชีวิตของพืชจะต้องเป็นเซลล์เต่งที่มีน้ำบรรจุอยู่เต็ม ถ้ามีน้ำไม่เต็มเซลล์จะเหี่ยวหากเซลล์พืชเหี่ยวมากจะทำให้ต้นพืชตายไปในที่สุด

3.4 น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในขบวนการทางสรีรวิทยาและขบวนการทางชีวเคมี ขบวนการต่าง ๆ ในพืชหรือสิ่งมีชีวิต เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การดูดแร่ธาตุอาหาร การสังเคราะห์สารที่ใช้ในการเจริญเติบโต ฯลฯ แทบทุกขบวนการ จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบด้วยเสมอ การสังเคราะห์แสง สร้างอาหารเป็นแป้งและน้ำตาล สะสมในพืชจะมาจากการรวมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้ากับน้ำขบวนการเผาผลาญอาหารหรือการหายใจก็จะมีน้ำใช้น้ำ และมีการสร้างน้ำขึ้น นอกจากนี้ น้ำยังเกี่ยวข้องกับ การควบคุมปรากฏการณ์การเจริญเติบโตอื่น ๆ อีก เช่น การงอกของเมล็ด การพักตัวของพืช การชักนำ การออกดอก เป็นต้น

4. แสง (Light)

แสงจะมีผลโดยตรงต่อขบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นขบวนการรากฐานเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงาน และเป็นแหล่งของสารประกอบขั้นต้น เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ในพืช อันเป็นปัจจัยโดยตรงในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแล้ว แสงยังควบคุมขบวนการรากฐานของการเจริญเติบโตในระดับต่าง ๆ จนได้ผลรวมออกมาในรูปการเจริญและเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้าง ในการใช้พืชมะเขือ เป็นพืชตัวอย่างงานวิจัยทดลองนี้ เพื่อหาความสัมพันธ์ปริมาณความต้องการแสงในรูปทรงของการตัดแต่งกิ่งต่าง ๆ ซึ่งจะได้ทราบถึงความต้องการแสงในการเจริญเติบโตตลอดทั้งปี มะเขือยังใช้ปริมาณแสงในการเจริญเติบโตทางลำต้น การสะสมอาหาร และมีความสำคัญมาในการออกดอก-ติดผล ลำต้นมะเขือจะยืดสูงหาแสงในพื้นที่ที่มีพืชอื่น ๆ ขึ้นอยู่หนาแน่น มะเขือเป็นไม้ผลที่ขึ้นอยู่ใกล้แหล่งที่อยู่อาศัยของคนเป็นไม้ผลขนาดทรงพุ่มใหญ่ สามารถแผ่กิ่งก้านสาขาได้กว้าง ถ้าเป็นพื้นที่โล่ง ๆ ไม่พบขึ้นอยู่ในป่าธรรมชาติ (วิภารัตน์ และทงศักดิ์, 2558) นอกจากนี้ แสงยังมีอิทธิพลต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของพืชด้วย เช่น การงอกของเมล็ด การพักตัวของเมล็ด การออกดอก เป็นต้น การตอบสนองของพืชต่อแสงนั้นพืชจะตอบสนองในแง่ต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ความเข้มของแสง (Light Intensity) ความเข้มของแสง คือ ปริมาณแสงทั้งหมดที่พืชได้รับ ซึ่งความเข้มของแสงจะแตกต่างกันตามพื้นที่ เวลา ฤดูกาล และระยะห่างจากเส้นศูนย์สูตรของโลก ในพื้นที่เดียวกัน ความเข้มของแสงจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่ดวงอาทิตย์ขึ้น จนถึงเที่ยงวัน หรือในช่วงบ่าย จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงไปจนกระทั่งดวงอาทิตย์ตก บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลกจะมีความเข้มของแสงสูงที่สุดและค่อย ๆ ลดลงตามเส้นรุ้งที่มุ่งไปหาขั้วโลกในช่วงเวลาเดียวกัน อิทธิพลของความเข้มของแสงต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ

4.1.1 ความเข้มของแสงที่เหมาะสม โดยที่มีปัจจัยอื่น ๆ เหมาะสมและการหายใจเป็นปกติ การสังเคราะห์แสงจะมีอัตราสูง ทำให้ได้อาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตมาก ระดับความเข้ม

ของแสงที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน อาจแบ่งพืชตามความต้องการความเข้มของแสง ออกได้เป็น

4.1.1.1 พืชในร่ม เป็นพืชที่ต้องการความเข้มของแสงน้อยจึงจะเจริญเติบโตได้ดี พืชพวกนี้ ถ้านำไปอยู่กลางแจ้งที่มีความเข้มของแสงสูง ใบจะไหม้และต้นชะงักการเจริญเติบโต พืชพวกนี้มักนิยมปลูกไว้ในร่ม ตามชายคาบ้าน บริเวณข้างหน้าต่าง และไม่ประดับอาคารสถานที่

4.1.1.2 พืชกึ่งร่มกึ่งแจ้ง เป็นพืชที่ต้องการแสงที่มีการพรางหรือลดความเข้มของแสงลงแล้ว พืชพวกนี้นิยมปลูกในที่ร่มที่มีแสงแดดรำไร

4.1.1.3 พืชกลางแจ้งพวกนี้ต้องการความเข้มของแสงสูงมีการเจริญเติบโตได้ดี ในที่กลางแจ้ง พวกนี้จะเป็นพืชที่ปลูกอยู่ทั่วไป

4.1.2 ความเข้มของแสงที่ต่ำเกินไป เมื่อความเข้มของแสงไม่เพียงพอ จะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และให้ผลผลิตน้อย หรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ เพราะในการรวมตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ในปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงนั้น ขั้นตอนของขบวนการนี้ ต้องการพลังงานที่มีปฏิกิริยาที่ใช้แสงเป็นตัวกระตุ้นจึงจะเกิดขึ้นได้ กรณีที่แสงมีความเข้มต่ำ พลังงานที่ใช้ในการรวมตัวของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำจะมึ้น้อย อัตราการสังเคราะห์แสงจะต่ำ ส่งผลให้มีอาหารน้อยตามไปด้วย ซึ่งอาหารจากการสังเคราะห์แสงนี้จะป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตอื่น ๆ เมื่อพืชมีอาหารต่ำอยู่แล้ว การสร้างสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตจะเกิดขึ้นน้อย พืชจะมีการเจริญเติบโตช้า และมีผลผลิตต่ำ หรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ

4.1.3 ความเข้มของแสงที่สูงเกินไป จะส่งผลลบต่อพืชดังนี้

4.1.3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll content) ความเข้มของแสงที่สูงเกินไป จะทำให้พืชบางชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง หรือคลอโรฟิลล์มีประสิทธิภาพต่ำลง การสังเคราะห์แสงจะต่ำไปด้วย

4.1.3.2 น้ำ แสงที่มีความเข้มมากเกินไป จะทำให้อุณหภูมิของใบเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทำให้พืชมีอัตราการคายน้ำสูง หากอัตราการดูดน้ำของรากไม่สมดุลกับอัตราการคายน้ำ พืชจะแสดงอาการขาดน้ำ

4.1.3.3 กิจกรรมของน้ำย่อย (Enzymes) แสงที่มีความเข้มมากเกินไป ทำให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้น เป็นผลให้ระบบน้ำย่อยลดการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้งลง ทำให้พืชมีการสะสมน้ำตาลแทนแป้ง นอกจากนี้ น้ำย่อยที่มีส่วนในการสังเคราะห์แสงก็จะลดกิจกรรมลงด้วย ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง

5. อุณหภูมิ (Temperature)

เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่พืชเริ่มงอกจนกระทั่งออกดอกติดผล อุณหภูมิเกี่ยวข้องกับขบวนการงอกของเมล็ด การสังเคราะห์แสง การหายใจ การพักตัว เป็นต้น พืชแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิที่ใช้ในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิในดิน อุณหภูมิกลางวัน และอุณหภูมิกกลางคืน โดยทั่วไปแล้ว อุณหภูมิอากาศ จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของลำต้น โดยมีผลต่อการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ขบวนการทั้ง 2 จะค่อย ๆ เพิ่มอัตราขึ้น ตามการเพิ่มของอุณหภูมิ จนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสม ที่ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิจะไม่เพิ่มอัตราการเกิดกิจกรรมของขบวนการทั้ง 2 นี้ ส่วนอุณหภูมิของดิน มีผลต่อการเจริญเติบโตของราก และมีผลต่อการดูดน้ำและแร่ธาตุอาหาร ถ้าอุณหภูมิในดินต่ำ การดูดน้ำจะลดลง ต้นพืชจะเหี่ยว นอกจากนี้ กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินในสภาพอุณหภูมิของดินต่ำ ก็จะลดลงด้วย ทำให้ได้อินทรีย์สารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยตามไปด้วย ถ้าอุณหภูมิในดินสูงกว่าปกติเพียงเล็กน้อย จะกระตุ้นให้รากมีการเจริญเติบโตช้าลงมาก แต่หากอุณหภูมิของรากสูงกว่าลำต้น การเจริญเติบโตจะกลับชะงัก การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวัน เป็นอุณหภูมิกกลางวันและอุณหภูมิกกลางคืน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเช่นกัน โดยส่วนใหญ่แล้ว อุณหภูมิกกลางคืนจะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมากกว่าอุณหภูมิกกลางวัน ถ้าอุณหภูมิกกลางคืนสูงกว่าอุณหภูมิกกลางวัน การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชจะลดลง การที่อุณหภูมิกกลางคืนต่ำกว่าอุณหภูมิกกลางวัน จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการ ดีกว่าการที่อุณหภูมิกกลางคืนเท่ากับอุณหภูมิกกลางวัน โดยทั่วไป อุณหภูมิกกลางคืนที่เหมาะสมมักต่ำกว่าอุณหภูมิกกลางวันที่เหมาะสม ประมาณ 10 องศาเซลเซียส ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ได้แก่ 1. อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการลำเลียงอาหาร ในสภาพอุณหภูมิต่ำ พืชจะลำเลียงอาหารได้ดีกว่า 2. อุณหภูมิต่ำลดการหายใจ เนื่องจากการเจริญเติบโต เป็นผลสุทธิของขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ในสภาพอุณหภูมิต่ำ พืชจะมีการหายใจน้อยลง การเผาผลาญอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงจะลดลง ในพืชหลายชนิด อุณหภูมิต่ำจะเป็นตัวชักนำให้พืชเกิดการออกดอก ซึ่งพืชพวกนี้จะต้องได้รับอุณหภูมิต่ำช่วงหนึ่งจึงจะออกดอกได้ นอกจากนี้ อุณหภูมิต่ำยังเป็นตัวกระตุ้นให้พืชบางชนิดที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น (Temperate zone) สิ้นสุดการพักตัวและสามารถแตกตาออกตาใบ เข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตในฤดูใบไม้ผลิได้ ซึ่งพืชพวกนี้ จะต้องการอุณหภูมิต่ำในระยะเวลาสั้นพอสมควรจึงจะสิ้นสุดการพักตัว แม้ว่าพืชจะตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำได้ดี แต่อุณหภูมิต่ำมากจะมีผลเสียต่อพืชเช่นกัน ความเสียหายของอุณหภูมิต่ำมากต่อพืช ได้แก่

5.1 อุณหภูมิเหนือจุดเยือกแข็ง ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส พืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน (Tropical zone) จะไม่เจริญเติบโต และในช่วงอุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส อาจทำให้พืชพวกนี้ตายได้

5.2 อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จะทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งภายในเนื้อเยื่อและอวัยวะของพืช และทำให้พืชสูญเสียน้ำ ทำให้พืชได้รับความเสียหาย ส่วนที่อุณหภูมิสูงมาก ก็ก่อความเสียหายให้พืชเช่นกัน เช่น การสูญเสียประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์ ใบไหม้ เป็นต้น

กรมส่งเสริมการเกษตร (2542) ได้กล่าวไว้ว่า พืชชมพู พืชวงศ์เดียวกันกับพืชมะเกี๋ยง ฝรั่งเศส หว่า ยูคาลิปตัส ชมพู เป็นไม้ผลเขตร้อนซึ่งมีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย เป็นพืชชอบน้ำและสามารถเจริญเติบโตได้ทุกสภาพพื้นที่ เป็นไม้ผลที่มีลำต้นขนาดใหญ่ ดอกมีกลิ่นหอมคล้ายกุหลาบ ผลมีรสชาติหวานกรอบ คนไทยจึงนิยมปลูกเป็นไม้มงคลประจำบ้าน

วิจารย์ และทะนงศักดิ์ (2558) ได้กล่าวไว้ว่า มะเกี๋ยงเป็นไม้ผลยืนต้นพื้นเมืองในแถบภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 200-600 เมตร ซึ่งอุณหภูมิในระดับชั้นความสูงของน้ำทะเลมีผลต่อขนาดและปริมาณผลผลิตให้มีคุณภาพได้เป็นอย่างดี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการจัดการทรงพุ่มและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตพืชมะเกี๋ยง เป็นการศึกษาวิจัยหาความสัมพันธ์กัน เพื่อการคาดการณ์ผลผลิตพืชมะเกี๋ยงในอนาคต และการศึกษาข้อมูลแสดงผลปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมกับต้นมะเกี๋ยง ที่ทำให้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพ ตามรายงานการศึกษาวิจัยการควบคุมทรงพุ่มโดยวิธีการตัดแต่งกิ่งต่อการเจริญเติบโตของมะเกี๋ยง อายุ 3 ปี ปลูกกระยะ 4x4 เมตร ณ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง จังหวัดลำปาง ของ สันติ และคณะ (2550) พบว่าการตัดแต่งกิ่งหนักทำให้ต้นมะเกี๋ยงมีอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุด ต้นมะเกี๋ยงที่ไม่ตัดแต่งกิ่งและตัดแต่งกิ่งปกติ มีการออกดอกและติดผลด้านจำนวนช่อดอกและจำนวนการติดผลมากกว่าต้นมะเกี๋ยงที่มีการตัดแต่งกิ่งทุกกรรมวิธี

วาสนา และคณะ (2563) กล่าวว่า การตัดแต่งกิ่งเป็นการบังคับการออกดอกของไม้ผลบางชนิด การเจริญของกิ่งใหม่ใบใหม่จะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงมากกว่าใบแก่ สร้างอาหารได้ดีกว่า โดยได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งต้นมะเกี๋ยง อายุ 4 ปี ณ มหาวิทยาลัยพะเยา ในช่วงเดือนมกราคม 2561 พบว่า ต้นมะเกี๋ยงจะเริ่มออกดอกวันแรกในช่วงวันที่ 7-13 เดือนมีนาคม 2562 รูปทรงที่ตัดแต่งกิ่งที่หนักมีการออกดอกเร็วที่สุด ปริมาณผลผลิตต่อต้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solids, TSS) และค่ารสชาติ (อัตราส่วน TSS:TA) มากที่สุด โดยมีการศึกษานี้ มีความแตกต่างจากการศึกษาวิจัยนี้ คือ ในลักษณะเชิงพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ป่าเต็งรัง ช่วงระยะเวลาของการ

ออกดอกแตกต่างกัน โดยแปลงทดสอบการปลูกในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จะออกในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนธันวาคม-มกราคมทุก ๆ ปี ช่วงเวลาการจัดรูปทรงที่แตกต่างกัน มีการใช้ต้นมะเกี๋ยงที่อายุแตกต่างกัน การดำเนินงานศึกษาวิจัยในแปลงแบบอินทรีย์ที่ไม่สามารถใช้ปุ๋ยเคมี หรือฮอร์โมนต่าง ๆ ที่เป็นสารเคมีได้ เป็นต้น

โดยงานวิจัยนี้จะมีกรรมวิธีคล้ายกับงานวิจัย ของ นพพร และตรุณี (2558) ที่ได้ศึกษาการจัดการ การเกษตรกรรมและการพัฒนาคุณภาพของผลผลิตมะเกี๋ยง โดยการตัดแต่งกิ่งรูปทรงต่าง ๆ หลังเปลี่ยนยอด 8 เดือน ร่วมกับการบังคับการออกดอกตามกรรมวิธีการคลุมตาข่ายพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ การเด็ดใบ ทิ้งทั้งต้น การตัดราก การควั่นโคนต้น การราดสารพาโคบิวทราโซล อัตราต่าง ๆ พบว่าทุกกรรมวิธีไม่สามารถกระตุ้นการออกดอกติดผลของพีชมะเกี๋ยงได้ ทางผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำ คือ การคำนึงถึงอายุของ กิ่งที่ให้ผลผลิต กิ่งก้านจะต้องมีอายุ 2 ปี ขึ้นไปจึงจะสามารถออกดอกติดผลได้ ตามรายงานของ (สถาบัน เทคโนโลยีราชมงคลลำปาง, 2544) ซึ่งจะต้องมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

งานวิจัยการจัดรูปทรง 4 แบบของต้นชมพู ของ กวิศร์ (2546) คือ 1.รูปทรงแบบ open center เป็นวิธีการได้รับความนิยมในการควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นไม้ผลมากที่สุด 2.รูปทรง แบบ Slender spindle ใช้ในการจัดรูปทรงของต้นแอปเปิ้ลร่วมกับการปลูกระยะชิด เป็นระบบที่ให้ ผลผลิตมากกว่าระบบการปลูกระยะห่างที่ใช้พื้นที่ปลูกมากกว่า 3.รูปทรงแบบ Palmette เป็นรูปทรงต้นที่ ปรับปรุงการกระจายตัวของแสงในทรงพุ่มด้วยการลดความหนาของทรงพุ่ม เพื่อให้แสงผ่านเข้าไปทั่วถึง 4. รูปทรงแบบ Y-trellis ทรงต้นที่มีการปิดกลางพุ่มทำให้มีพื้นที่ในการรับแสงมาและการกระจายของแสง เป็นอย่างทั่วถึง เพื่อเปรียบเทียบการปลูกชมพูในระยะชิดสำหรับเป็นแนวทางการเลือกการนำไปใช้การผลิต พบว่า ปีแรกของการให้ผลผลิตมีช่อดอกต่อต้น ดอกต่อต้นและดอกต่อช่อมากกว่าปีที่สอง ส่วนปริมาณ การติดผล การร่วงของดอกและผล การปริดผลและการร่วงของผลหลังจากการห่อผลในปีที่สองมีค่าสูงกว่า โดยมีแนวโน้มว่าในปีแรกของการผลิตระบบรูปทรงต้นแบบ open center มีจำนวนช่อดอกจำนวนดอก และเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุดและแตกต่างจากรูปทรงอื่น ๆ ส่วนค่าจำนวนดอกต่อช่อ เปอร์เซ็นต์ การติดผลและเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลหลังห่อระหว่างรูปทรงต้นต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การจัดรูปทรงในไม้ผลอื่น ๆ อาทิเช่น ต้นลำไย ของ พาวิน และคณะ (2550) ใช้รูปทรงการตัด แต่งกิ่งอยู่ 4 กรรมวิธี คือ ทรงปกติไม่ตัดแต่งกิ่ง ทรงสี่เหลี่ยม ทรงเปิดกลางทรงพุ่ม และทรงผ่าซีกหาง ทุกรูปทรงมีการออกดอก ติดผล และน้ำหนักผลผลิตต่อต้นไม่แตกต่างกัน แต่การตัดแต่งทรงผ่าซีกหาง ได้ สัดส่วนของผลผลิตขนาดใหญ่มากกว่าการตัดแต่งรูปทรงอื่น ๆ อย่างเด่นชัด ได้ราคาเฉลี่ยสูงที่สุดและได้ กำไรมากที่สุด รองลงมาคือทรงสี่เหลี่ยม ส่วนการตัดแต่งทรงมาตรฐานนั้นไม่ได้ผลผลิตขนาดใหญ่ เหตุผล ที่การตัดแต่งทรงผ่าซีกหางและทรงสี่เหลี่ยมทำให้ได้ผลผลิตดีดังกล่าว น่าจะอยู่ที่การแตกกิ่งกระโดงและ กิ่งใหม่ที่มีขนาดใหญ่และสมบูรณ์ของการตัดแต่งทรงผ่าซีกหางและสี่เหลี่ยม แต่ลักษณะพฤติกรรม การออกดอกติดผล จะมีความแตกต่างกับพีชมะเกี๋ยง (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง, 2544)

ที่กิ่งกระโดงหรือกิ่งใหม่ ไม่สามารถสะสมอาหารเพื่อออกดอกติดผลได้ กิ่งต้องมีอายุมากกว่า 2 ปีขึ้นไปจึงจะสามารถออกดอกติดผลได้

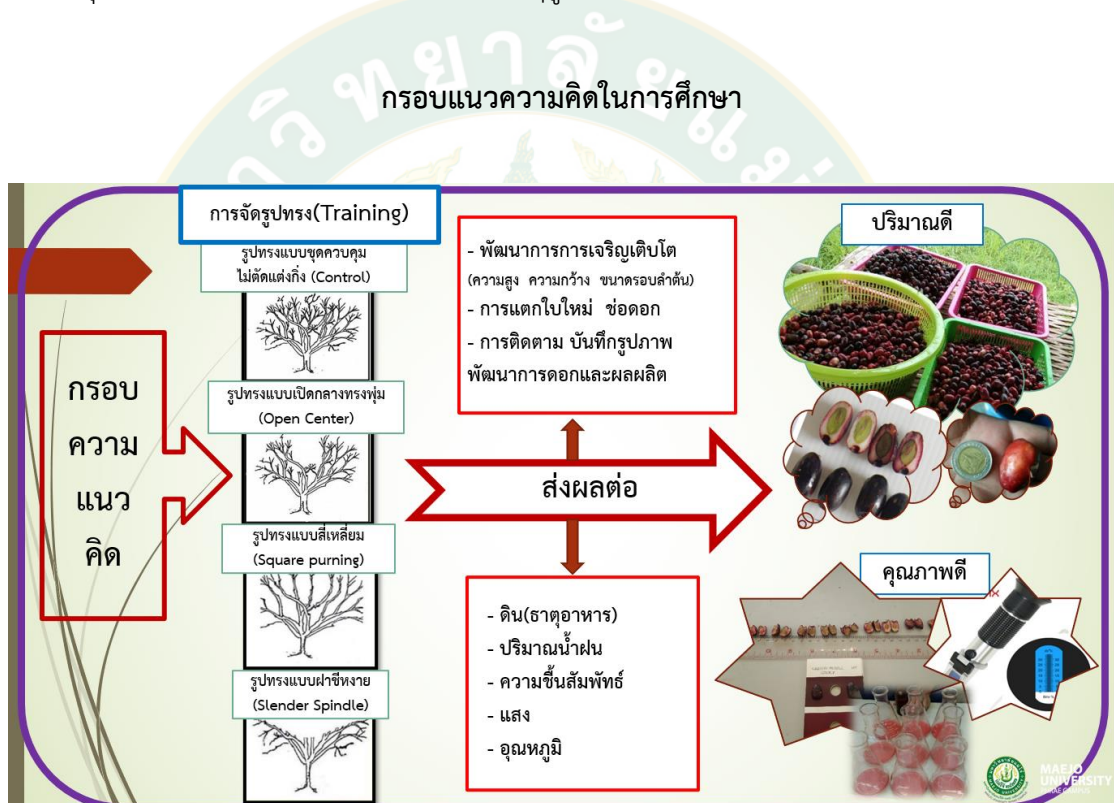
การจัดรูปทรงต่าง ๆ ในลำไย ของ จิรนนท์ (2551) นั้น การตัดแต่งรูปทรงแบน และรูปทรงเหลี่ยม สามารถกระตุ้นการแตกใบอ่อนได้เร็วขึ้น และมีจำนวนครั้งของการแตกใบมากกว่ารูปทรงเปิดกลางทรงพุ่ม และทรงครึ่งทรงกลม การตัดแต่งทุกรูปทรงไม่มีผลต่อการออกดอก คุณภาพผลผลิต แต่การติดผลของลำไยทรงแบนในปีแรกมีการติดผลน้อยกว่ารูปทรงอื่น ๆ การติดผลในปีที่สองไม่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตในปีแรกของการตัดแต่งกิ่งลำไยทรงแบนมีปริมาณผลผลิตน้อยกว่ารูปทรงอื่น ๆ ส่วนรูปทรงเหลี่ยมและทรงเปิดกลางทรงพุ่มมีผลผลิตเฉลี่ยสองปีมากที่สุด ต้นลำไยรูปทรงแบนมีต้นทุนการผลิตและรายได้ต่ำที่สุด แต่รายได้สุทธิพบว่าทรงเหลี่ยมให้ผลตอบแทนเฉลี่ยสองปีมากที่สุด

ในด้านปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตร วิกานดา (2558) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เป็นสาเหตุที่ทำให้ฤดูกาลต่าง ๆ ของโลกเปลี่ยนแปลงไป มีช่วงฤดูร้อนที่ยาวนานขึ้น มีฤดูหนาวที่สั้นลง เกิดภาวะแห้งแล้งที่มีความรุนแรงขึ้นในฤดูแล้ง เกิดฝนตกชุกเพิ่มขึ้นในฤดูฝน อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ทำให้น้ำแข็งขั้วโลกและบนยอดเขาสูงละลาย ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน ทั้งทางด้านสุขภาพ ความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ ผลกระทบต่อการท่องเที่ยว และที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรรมมากที่สุดคือ ผลกระทบต่อการเกษตรกรรม การเพาะปลูก ผลผลิตทางการเกษตรตามลำดับ

อนุชา (2561) ได้กล่าวไว้ว่า ไม้ผลเป็นพืชมีอายุยืนหลายปี มีขนาดใหญ่ ทำให้มีส่วนสำคัญในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและไม้ผลเหล่านี้มีความสำคัญในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียงให้ร่มเงาแก่มนุษย์ สัตว์ และไม้อื่น ๆ มีส่วนช่วยในการป้องกันน้ำกัดเซาะดิน และใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารในดินที่อยู่ในระดับลึก ๆ ลงไป ทำให้เกิดการหมุนเวียนน้ำ และธาตุอาหารของพืชที่อยู่ในระดับลึกเกินกว่าพืชที่มีอายุปีเดียวจะนำเอามาใช้ประโยชน์หากมองอีกด้านหนึ่ง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการทำไร่เลื่อนลอย พื้นที่เหล่านี้ หากเปลี่ยนเป็นสวนไม้ผลแล้ว จะเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของพื้นโลก ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นการตั้งโรงงานสร้างออกซิเจนให้กับโลกอีกวิธีหนึ่ง ก่อให้เกิดความสมบูรณ์ของระบบนิเวศวิทยาต่อไป

ในงานวิจัยการเพิ่มปริมาณผลผลิตของชมพู ของ วลัยภรณ์ และคณะ (2559) ต้องมีการเตรียมต้นให้สมบูรณ์ ใบระยะเพสลาด หรือเริ่มแก่ การดำเนินงานต้องศึกษาปัจจัยแวดล้อม เช่น ปริมาณน้ำฝนที่มีผลกระทบต่อออกดอกของชมพูมาก การบังคับดอกในช่วงที่ไม่มีฝนตกจะออกดอกได้ดี การแตกใบอ่อนน้อย การบังคับดอกนอกฤดูกาล ควรมีการตัดแต่งกิ่ง บำรุงต้น ให้ธาตุอาหารหรือฮอร์โมนให้แตกใบอ่อน และยับยั้งการออกดอกในช่วงในฤดูกาลปกติ (ระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์) การเพิ่มคุณภาพผลผลิตชมพูให้มีคุณภาพดีควรมีการเลือกดอกไว้เพียง 1 รุ่นที่เป็นรุ่นใหญ่ (ชมพูมีดอกจำนวนมาก) ให้ดอกมีขนาดสม่ำเสมอกระจายทั่วทั้งต้นและดอกอยู่ในระยะใกล้เคียงกัน มีอายุแตกต่างกันไม่เกิน 7 วัน

โดยชมพูจะมีพัฒนาการ ตั้งแต่ดอกบานถึงวันเก็บ มีจำนวนวัน 52.43-55.52 วัน การพ่นสาร จิบเบอเรลลิน-แอซิด เข้มข้น 30 ppm หลังดอกบาน 3 วัน ทำให้ผลมีน้ำหนักมากกว่าการไม่ใช้สาร และ ควรรดการให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 7 วัน เพื่อให้ชมพูมีรสชาติที่ดี ปัจจัยแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการออก ดอก เช่น อุณหภูมิ (ความเย็น) ความแห้งแล้ง ความสมบูรณ์ของต้น ความแก่ของใบในช่วงบังคับดอกเมื่อ ติดดอกออกผลแล้วความชื้นในดินและในอากาศที่มากเกินไปก็มีผลให้ดอกร่วง และเกิดโรคผลเน่าตามมา จึงกล่าวได้ว่าปัจจัยภายในต้น และปัจจัยแวดล้อมมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการออกดอก การพัฒนาผล และคุณภาพผล ปัจจัยเหล่านี้จึงมีส่วนให้ระยะเวลาจากบังคับดอกจนเริ่มแทงตาดอก ปริมาณการออกดอก ติดผล คุณภาพผลผลิตมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล



ภาพที่ 5 กรอบแนวความคิดในการศึกษา

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

พื้นที่ในการศึกษา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้เข้าร่วมสนองงานโครงการพระราชดำริฯ ดำเนินการสร้างแปลงศึกษาการปลูกพืชมะเข็ญขึ้น เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อม ในพื้นที่จังหวัดแพร่ ช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ต้นมะเข็ญ มีการเจริญเติบโตได้ค่อนข้างดี มีผลผลิตออกมาทุก ๆ ปี แต่ทั้งนี้ผลผลิตยังไม่มีควมสม่ำเสมอ มีผลผลิตออกมาก ออกน้อยตามสภาพแวดล้อมอย่างเห็นได้ชัด ทำให้เป็นที่น่าสนใจการศึกษาวิจัยในการเรื่องของปัจจัยสภาพแวดล้อมของแปลงศึกษาการปลูกพืชมะเข็ญในสภาพพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติขึ้น เพื่อคาดการณ์ผลผลิตในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้มีการเตรียมความพร้อมการรับมือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะมีผลกระทบต่อเนื่อง รวมไปถึงการควบคุม การจัดรูปทรงในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ต้นมะเข็ญสามารถให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ และเพื่อเป็นการสนองงานโครงการพระราชดำริฯ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (อพ.สธ.) การขยายผลการปลูกพืชมะเข็ญให้กับชุมชนให้เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่อไป โดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้ดำเนินการปลูกพืชมะเข็ญครั้งแรก (แปลงที่ 1) ตั้งแต่ปี พ.ศ.2553 จำนวน 100 ต้น ระยะปลูก 8 เมตร เป็นต้นเพาะจากเมล็ด แล้วได้ดำเนินการเปลี่ยนยอดมะเข็ญเป็นพันธุ์ดี เมื่อวันที่ 17-19 มิ.ย 2554 แบ่งออกเป็น 3 สายต้น ดังนี้ (T1) ไม่เปลี่ยนยอดมะเข็ญพันธุ์ดี (T2) ใช้ยอดพันธุ์มะเข็ญ รหัส ต.4054 (T3) ใช้ยอดพันธุ์มะเข็ญ รหัส ต.1098 (T4) ใช้ยอดพันธุ์มะเข็ญ รหัส ต.1185 ต้นมะเข็ญในแปลงมี จำนวน 100 ต้น

แปลงปลูกครั้งที่ 2 ปลูกเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2554 ได้รับเงินงบประมาณจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ พื้นที่ปลูกจำนวน 3 ไร่ จำนวน 200 ต้น ระยะปลูก 6x6 เมตร และระยะปลูก 4x4 เมตร สภาพพื้นที่เป็นที่ดอน ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี ใช้รถแมคโฮในการขุดหลุมปลูก ผสมวัสดุทางการเกษตรและอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ลงไปในหลุมก่อนปลูกต้นมะเข็ญ โดยมีการดำเนินงานในแปลงปลูกต้นมะเข็ญอยู่สม่ำเสมอ รวมทั้งการปฏิบัติดูแลรักษา ให้น้ำ ให้อปุ๋ย ต้นมะเข็ญมีการเจริญเติบโตได้ค่อนข้างดี มีการแตกยอดใหม่ และแตกกิ่งก้านแขนงใหม่เพิ่มมากขึ้น

แปลงปลูกครั้งที่ 3 ปลูกเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ.2555 ได้รับเงินงบประมาณจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ มีพื้นที่ปลูกประมาณ 3 ไร่ ใช้ระยะปลูก 8 เมตร (แบบขั้นบันได) สภาพพื้นที่เป็นพื้นที่สูงเอียงลาดชัน ใช้วิธีการปลูกแบบขั้นบันได ลักษณะดินเป็นดินแดงลูกรัง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ใช้รถแมคโครในการขุดหลุมปลูก ผสมวัสดุทางการเกษตรและอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ลงไปในหลุมก่อนปลูกต้นมะเกี๋ยง ได้ดำเนินการปลูกต้นมะเกี๋ยงไป จำนวน 160 ต้น วางระบบน้ำแบบน้ำหยดได้โคนต้นทุก ๆ ต้น มีพัฒนาการและการเจริญเติบโตได้ค่อนข้างดี

แปลงปลูกครั้งที่ 4 (แปลงปลูกมะเกี๋ยงแบบแปลงชา) ปลูกเมื่อวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2555 ได้รับเงินงบประมาณจาก สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-เชียงใหม่ พื้นที่ปลูกประมาณ 2 งาน ใช้ระยะปลูกแบบระยะชิด 0.5x2 เมตร จำนวน 7 แถว ๆ ละประมาณ 50-60 ต้น รวมต้นมะเกี๋ยงประมาณ 400 ต้น การปลูกมะเกี๋ยงแบบแปลงชา มีวัตถุประสงค์เพื่อนำยอดอ่อนใบมะเกี๋ยง มาใช้ในการทำงานวิจัยการทำชาใบมะเกี๋ยง การทดสอบและการศึกษาวิจัยมีผลการศึกษาพบว่า มีสารสำคัญที่มีประโยชน์ทางโภชนาการหลาย ๆ ตัว มีการจัดการแปลงปลูกการควบคุมทรงพุ่มหรือการตัดแต่งกิ่งต้นอยู่เสมอ เพื่อให้ต้นมะเกี๋ยงแตกยอดใหม่ และเพื่อนำไปพัฒนาเป็นชาใบมะเกี๋ยงต่อไป

แปลงปลูกครั้งที่ 5 ปลูกเมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม พ.ศ.2556 ได้รับเงินงบประมาณจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้ดำเนินการปลูกแบบขั้นบันได ระยะปลูก 8 เมตร จำนวน 200 ต้น พื้นที่ปลูกประมาณ 3 ไร่ สภาพพื้นที่เป็นพื้นที่สูงเอียงลาดชัน ใช้วิธีการปลูกแบบขั้นบันได ลักษณะดินเป็นดินแดงลูกรัง ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ แก้ไขปัญหาโดยใช้รถแมคโครในการขุดหลุมปลูกแล้วผสมวัสดุทางการเกษตรและอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ลงไปในหลุมก่อนปลูกต้นมะเกี๋ยง การดำเนินงานและการจัดการแปลงโดยการปรับเตรียมพื้นที่ เพื่อเตรียมเป็นสถานที่ขยายพันธุ์พืชอนุรักษ์อื่น ๆ และใช้เป็นพื้นที่ปลูกพืชอนุรักษ์อื่น ๆ เช่น ต้นน้อยหน่าเครือ ต้นมะกิง และต้นตีนช้างตอย ต่อไปในอนาคต

แปลงปลูกครั้งที่ 6 ปลูกเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2557 จำนวน 600 ต้น ปลูกระยะ 6x4 เมตร พื้นที่ประมาณ 3 ไร่ สภาพพื้นที่เป็นที่ลาดเอียงเล็กน้อย ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดี ได้ดำเนินการร่วมกับศูนย์ประสานงานและเครือข่ายการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำจังหวัดแพร่ จัดโครงการประชุมการบริหารจัดการน้ำแบบมีส่วนร่วมในชุมชน ในลุ่มน้ำยม ครั้งที่ 1 ซึ่งในวาระการประชุมมีการกำหนดการปลูกต้นมะเกี๋ยงร่วมกัน ในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ เพื่อส่งเสริมและการขยายผลให้เกษตรกรกลุ่มน้ำยมได้รู้จักคุณประโยชน์ของพืชมะเกี๋ยง ปัจจุบันไปปรับเปลี่ยนเป็นแปลงปลูกพืชแบบผสมผสานภายใต้โครงการเกษตรอินทรีย์ (ซูซีพ และกิตติพงษ์, 2558)

1. พื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง แปลงปลูกพืชมะเขีง ครั้งที่ 2 ปลูกเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2554 ระยะปลูก 4x4 เมตร (ระยะชิด) ใช้ต้นมะเขีงในการศึกษาวิจัย จำนวน 60 ต้น
 - 1.1 พืชมะเขีง (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*)
 - 1.2 ชิ้นส่วนพืชที่ใช้ คือ ทรงพุ่ม กิ่งก้าน ดอก ผล

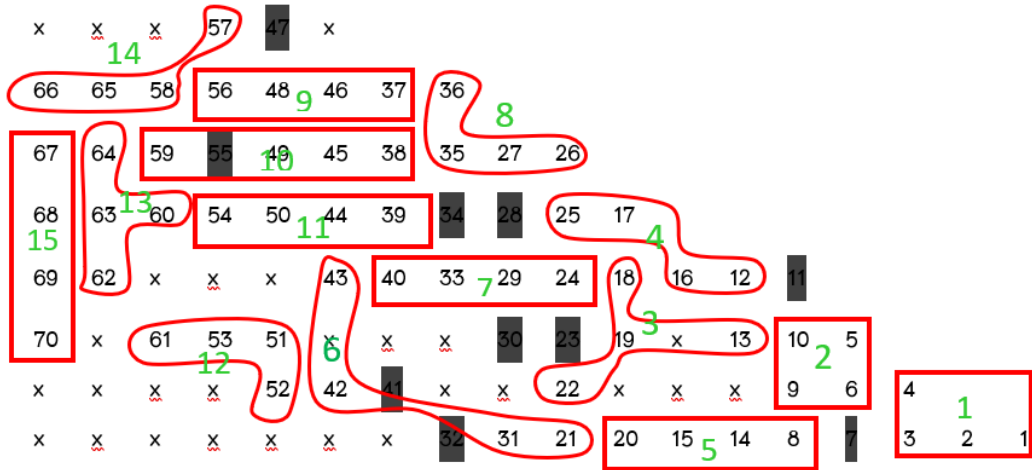
อุปกรณ์และเครื่องมือในการศึกษา

1. ตัวอย่างต้นมะเขีงที่ปลูกระยะชิด 4x4 เมตร อายุ 8-9 ปี จำนวน 60 ต้น
2. วัสดุและอุปกรณ์ติดตั้งระบบน้ำแบบสปริงเกอร์
3. วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน (ปุ๋ยคอก)
4. วัสดุและอุปกรณ์การตัดแต่งกิ่ง (เทปวัดระยะ บันได มีด เลื่อย)
5. อุปกรณ์บันทึกข้อมูลการแตกยอดใหม่ การออกดอก (ปากกา สมุดบันทึก เชือกฟาง บันได)
6. อุปกรณ์เก็บเกี่ยวผลผลิต (แสลนพรางแสง เชือก ไม้ไผ่ ถุงพลาสติก ปากกา)
7. อุปกรณ์บันทึกข้อมูลปริมาณผลผลิต (เครื่องชั่งดิจิตอล ถุงพลาสติก ปากกา สมุดบันทึก)
8. อุปกรณ์และเครื่องมือวัดการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ (กล้องบันทึกภาพ ไม้บรรทัด พิวเจอร์บอร์ด ปากกาลบคำผิด)
9. อุปกรณ์และเครื่องมือหาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
10. อุปกรณ์และเครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (เสียบ ถุงพลาสติก ปากกา)
11. อุปกรณ์และเครื่องมือหาคุณภาพผลผลิต (กระดาษเทียบสีมาตรฐาน (Colour chart) เครื่องชั่งดิจิตอล เวอร์เนียดิจิตอล เครื่องวัดของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Hand Refractometer)
12. อุปกรณ์และเครื่องมือหาปัจจัยแวดล้อม (เครื่องวัดแสง เครื่องวัดอุณหภูมิ)

การวางแผนการศึกษา

1. วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized complete block design: RCBD) มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ โดยวิธีการจับฉลาก ดำเนินการจัดรูปทรงพุ่ม ตามงานวิจัย ของ พาวิน และคณะ (2550) ไว้ 4 รูปทรง คือ รูปทรงแบบชดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง) รูปทรงสี่เหลี่ยม รูปทรงเปิดกลางทรงพุ่ม และรูปทรงผาซีหงาย จึงได้ออกแบบงานวิจัยไว้ ดังนี้
 - Treatment 1 คือ รูปทรงแบบชดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง Control unit shape)
 - Treatment 2 คือ รูปทรงแบบเปิดกลางพุ่ม (Open center shape)
 - Treatment 3 คือ รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (Square shape)

- Treatment 4 คือ รูปทรงแบบผาสีหยาบ (Slender spindle shape)



ภาพที่ 6 การวางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ RCBD ในแปลงปลูกพีชมะเกี๋ยง

ตารางที่ 2 การวางแผนการเก็บข้อมูลพัฒนาการและปริมาณผลผลิตของพีชมะเกี๋ยง

	1	ต้นที่ 1 = T4	ต้นที่ 2 = T2	ต้นที่ 3 = T3	ต้นที่ 4 = T1
Block 1	2	ต้นที่ 5 = T2	ต้นที่ 6 = T4	ต้นที่ 9 = T1	ต้นที่ 10 = T3
	5	ต้นที่ 8 = T3	ต้นที่ 14 = T4	ต้นที่ 15 = T2	ต้นที่ 20 = T1
	3	ต้นที่ 13 = T1	ต้นที่ 18 = T2	ต้นที่ 19 = T3	ต้นที่ 22 = T4
Block 2	4	ต้นที่ 12 = T4	ต้นที่ 16 = T2	ต้นที่ 17 = T1	ต้นที่ 25 = T3
	8	ต้นที่ 26 = T3	ต้นที่ 27 = T2	ต้นที่ 35 = T1	ต้นที่ 36 = T4
	6	ต้นที่ 21 = T4	ต้นที่ 31 = T1	ต้นที่ 43 = T3	ต้นที่ 42 = T2
Block 3	7	ต้นที่ 24 = T2	ต้นที่ 29 = T4	ต้นที่ 33 = T3	ต้นที่ 40 = T1
	12	ต้นที่ 51 = T1	ต้นที่ 52 = T3	ต้นที่ 53 = T4	ต้นที่ 61 = T2
	9	ต้นที่ 37 = T3	ต้นที่ 46 = T1	ต้นที่ 48 = T4	ต้นที่ 56 = T2
Block 4	10	ต้นที่ 38 = T1	ต้นที่ 45 = T2	ต้นที่ 49 = T3	ต้นที่ 59 = T4
	14	ต้นที่ 57 = T2	ต้นที่ 58 = T1	ต้นที่ 65 = T3	ต้นที่ 66 = T4
	11	ต้นที่ 39 = T2	ต้นที่ 44 = T4	ต้นที่ 50 = T1	ต้นที่ 54 = T3
Block 5	13	ต้นที่ 60 = T3	ต้นที่ 62 = T4	ต้นที่ 63 = T1	ต้นที่ 64 = T2
	15	ต้นที่ 67 = T2	ต้นที่ 68 = T4	ต้นที่ 69 = T3	ต้นที่ 70 = T1

วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษา วิจัยการจัดรูปทรง และศึกษาปัจจัยแวดล้อม ในแปลงทดสอบการปลูกพืช มะเข็ญในระบบเกษตรอินทรีย์ ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ เป็นแปลงในระบบ อินทรีย์ที่ได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.) International federation of organic agriculture movements (IFOAM) และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของสหพันธ์เกษตรกรรม ยั่งยืนแห่งประเทศไทย (SDGsPGS) การทดลองนี้ได้คัดเลือกพืชมะเข็ญตัวอย่างจำนวน 60 ต้น โดยมีขนาดความสูง ขนาดความกว้าง ขนาดรอบลำต้นที่ขนาดใกล้เคียงกัน ต้นมะเข็ญมีอายุ 8-9 ปี โดยที่ยังไม่เคยได้รับการจัดรูปทรงและให้ผลผลิตมาก่อน เพื่อนำมาทำการศึกษาช่วยกระตุ้นและช่วย สร้างนิสัยการออกดอก-ติดผล โดยมีวิธีการศึกษาต่าง ๆ ภายในพื้นที่ศึกษาวิจัย คือ

1. แบ่งชุดแผนการทดลองเป็น 2 แผน โดยชุดแผนการทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ สุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design: RCBD) มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ โดยใช้หาค่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของต้นมะเข็ญ และชุดแผนการทดลองที่ 2 วาง แผนการทดลองแบบ 4x3 Factorial in RCBD โดยปัจจัย A คือ การจัดรูปทรง 4 รูปทรง ได้แก่ ทรงชุดควบคุม (A1) ทรงเปิดกลาง (A2) ทรงสี่เหลี่ยม (A3) และ ทรงฝาชีหงาย (A4) ปัจจัย B คือ การศึกษาอายุผล 3 ช่วงเวลา ได้แก่ 24 (B1) 26 (B1) และ 28 (B3) สัปดาห์หลังการออกดอก เพื่อทำ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ส่วนค่าสีเปลือกผลได้ จากกระดาษเทียบค่าสีมาตรฐาน RHS colour chart (Torso-Verlag, 2015) ดำเนินการจัดรูปทรง (การตัดแต่งกิ่ง) ตามกรรมวิธีการต่าง ๆ ทั้ง 4 รูปทรง ในวันที่ 7-9 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562

2. การดำเนินการจัดรูปทรงตามรูปแบบต่าง ๆ 4 รูปทรง ดังนี้

2.1 รูปทรงแบบชุดควบคุม หรือไม่ดำเนินการตัดแต่งกิ่งใด ๆ โดยมีความสูงเฉลี่ย 8 เมตร เพื่อนำข้อมูลจากผลการศึกษามาเป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นในการนำมาเปรียบเทียบกับผล ข้อมูลรูปทรงอื่น ๆ ทั้ง 3 รูปทรง มีการจัดการแปลงดูแลรักษา เหมือนกรรมวิธีอื่น ๆ

2.2 รูปทรงแบบเปิดกลาง วิธีการดำเนินการ คือ การตัดแต่งกิ่งตั้งหลักออกไปประมาณ 1-2 กิ่ง เป็นการจัดรูปทรงที่ไม่หนักรมาก แต่เพื่อให้แสงแดดส่องเข้าถึงบริเวณกลางทรงพุ่มได้ โดยให้มีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 6-8 เมตร

2.3 รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม วิธีการดำเนินการ คือ การตัดแต่งกิ่งตั้งหลักออกให้เสมอกัน ในด้านบน และด้านความกว้างด้านข้าง ทั้ง 4 ด้าน เป็นการจัดรูปทรงที่ค่อนข้างหนัก เพื่อช่วยในการ กระตุ้นให้มีการแตกยอด อ่อนบริเวณส่วนปลายยอดทุก ๆ ด้านของต้นมะเข็ญ โดยให้มีความสูงโดย เฉลี่ยประมาณ 6-8 เมตร

2.4 รูปทรงแบบผ่าซี่หยาบ วิธีการดำเนินการ คือ การตัดแต่งกิ่งตั้งหลักออกไปประมาณ 3-5 กิ่ง เป็นการจัดรูปทรงที่ค่อนข้างหนักมาก เพื่อช่วยให้แสงแดดส่องถึงกลางทรงพุ่ม ได้รับแสงแดดได้มาก ๆ ที่สุด โดยให้มีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 4-6 เมตร

3. การให้น้ำ โดยการดำเนินการติดตั้งระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ และวางแผนการให้น้ำต้นมะเกี๋ยง อาทิ ตัดละ 2 ครั้ง ๆ โดยให้น้ำ จำนวน 3 ระยะดังนี้

3.1 ระยะหลังการจัดรูปทรง ครั้งละ 40 นาที (20 ลิตร/ต้น/ครั้ง)

3.2 ระยะการออกดอก ครั้งละ 60 นาที (30 ลิตร/ต้น/ครั้ง)

3.3 ระยะติดผล ครั้งละ 40 นาที (20 ลิตร/ต้น/ครั้ง โดยจะให้น้ำ ในช่วงเฉพาะเวลาที่ฝนทิ้งช่วงเท่านั้น)

4. การให้ปุ๋ยคอก โดยจะดำเนินการให้ปุ๋ยคอก ในอัตราต้นละ 2 กระสอบ ๆ (ปริมาณ 30-40 กิโลกรัม) จำนวน 2 ระยะ ดังนี้

4.1 ระยะหลังการจัดรูปทรงแล้ว 1 เดือน

4.2 ระยะติดผลอ่อน

5. วิธีการศึกษาพัฒนาการเจริญเติบโตของต้นมะเกี๋ยง

การศึกษ้อัตราการเจริญเติบโต 4 ระยะการเจริญเติบโตของต้นมะเกี๋ยงในรอบ 1 ปี คือ ระยะก่อนจัดรูปทรง ระยะออกดอก ระยะติดผล และระยะหลังการเก็บเกี่ยว โดยจะดำเนินการศึกษา และการบันทึกข้อมูลในลักษณะพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงทางด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ด้านความสูงของทรงพุ่ม โดยทำการวัดความสูงจากโคนต้นมะเกี๋ยง ถึงส่วนปลายยอดด้านบนที่สูงที่สุดของต้นมะเกี๋ยง

5.2 ด้านความกว้างของทรงพุ่ม โดยใช้วิธีการวัดจากส่วนปลายยอดด้านกว้างทรงพุ่ม ในส่วนที่กว้างที่สุด ในบริเวณทางด้านทิศใต้กับทางด้านทิศเหนือของต้นมะเกี๋ยง

5.3 ด้านขนาดรอบลำต้น โดยการวัดจากพื้นดินขึ้นมาก่อนประมาณ 20 เซนติเมตร ก่อนแล้วทำเครื่องหมายตำแหน่งไว้ แล้วดำเนินการใช้เทปวัดระยะวัดขนาดรอบลำต้นมะเกี๋ยงบริเวณที่ทำเครื่องหมายเอาไว้ และวัดขนาดรอบลำต้นในตำแหน่งเดิมในครั้งต่อ ๆ ไป

6. วิธีการศึกษาพัฒนาการการออกดอกติดผลของพีชมะเกี๋ยง

การศึกษาพัฒนาการการออกดอกติดผลของพีชมะเกี๋ยง ถึงลักษณะโครงสร้างการ ของดอก และผลมะเกี๋ยง โดยการสุ่มนับจำนวนต่าง ๆ ของดอก และติดตามการบันทึกข้อมูลรูปภาพดอกและผลของพีชมะเกี๋ยง เพื่อนำมาเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IRRISTAT V.4 (International rice research institute version 4) โดยมีวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

6.1 คัดเลือกต้นมะเกี๋ยงตัวอย่างทดลอง ในแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized complete block design: RCBD) จำนวน 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ติดหมายเลขต้นและหมายเลขการทดลอง

6.2 คัดเลือกกิ่งก้านที่มีขนาด 2-5 นิ้ว และช่อดอกมะเกี๋ยง เพื่อติดตามพัฒนาการการออกดอกในแต่ละการจัดรูปทรงต่าง ๆ ดูแลให้น้ำและให้ปุ๋ยคอกตามแผนงานที่กำหนดไว้

6.3 ดำเนินการเลือกช่อดอกตัวอย่าง ตามการจัดรูปทรงต่าง ๆ ทั้ง 4 รูปทรง เพื่อบันทึกลักษณะสัณฐานของดอกมะเกี๋ยง รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล วิจัยรณผล และสรุปผลการศึกษา

6.4 การสังเกตการณ์ และติดตามพัฒนาการการออกดอกติดผล ตั้งแต่การแทงช่อดอก จำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อ จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนเกสรตัวผู้ต่อดอก

6.5 บันทึกรูปภาพ พัฒนาการการออกดอกติดผล โดยการบันทึกรูปภาพทุก ๆ วันพุธของสัปดาห์ ตามการวางแผนการเก็บข้อมูลรูปภาพ โดยสุ่มการคัดเลือกต้นมะเกี๋ยงตาม ตารางที่ 3 โดยจะเริ่มการบันทึกรูปภาพ พัฒนาการการเจริญเติบโต ตั้งแต่การแตกตาดอกอายุได้ประมาณ 10 วัน ไปจนกระทั่งผลมะเกี๋ยงแก่หลุดร่วงไปทุก ๆ สัปดาห์

ตารางที่ 3 การวางแผนการเก็บข้อมูลรูปภาพพัฒนาการของดอกและผลมะเกี๋ยง

ตัวแทนแต่ละการจัดรูปทรง	ในการติดตามถ่ายภาพพัฒนาการดอกและผลมะเกี๋ยง			
	ในทุก ๆ สัปดาห์ (ต้นที่)			
ทรงชุดควบคุม (T1)	04	13	17	63
ทรงเปิดกลาง (T2)	05	16	45	64
ทรงสี่เหลี่ยม (T3)	03	26	37	60
ทรงผ่าซีกหาง (T4)	06	12	62	66

7. วิธีการศึกษาข้อมูลผลผลิตพีชมะเกี๋ยงเชิงปริมาณและคุณภาพ

การศึกษาข้อมูลผลผลิตพีชมะเกี๋ยงเชิงปริมาณและคุณภาพ จะดำเนินการในช่วงปลายเดือนมิถุนายน-ต้นเดือนสิงหาคม โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ระยะ คือ

- 7.1 คุณภาพผลผลิตช่วงระยะต้นฤดูการ
- 7.2 คุณภาพผลผลิตช่วงระยะกลางฤดูการ
- 7.3 คุณภาพผลผลิตช่วงปลายฤดูการ

โดยจะสุ่มเลือกผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวแต่ละการจัดรูปทรง (กรรมวิธี) โดยทำการคลุกเคล้าผลผลิตในกรรมวิธีหรือต้นที่จัดรูปทรงเดียวกันให้คลุกกัน แล้วคัดเลือกผลที่สมบูรณ์ จำนวน 11 ผลต่อกรรมวิธี เพื่อนำไปวัดหาค่าเชิงปริมาณและคุณภาพด้านต่าง ๆ

8. วิธีการศึกษาข้อมูลปัจจัยแวดล้อม

การศึกษาข้อมูลการจัดการทรงพุ่มที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตของพีชมะเกี๋ยง การสังเกตการณ์และการศึกษาปัจจัยแวดล้อมในด้านต่าง ๆ เช่น ดิน (ธาตุอาหารในดิน) ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ แสง อุณหภูมิ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ดังนี้

8.1 การติดต่อประสานขอข้อมูลจากหน่วยงาน เช่น สถานีอุตุนิคมวิทยาจังหวัดแพร่ สถานีตรวจวัดอากาศสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช (ระบบ MJU IOT smart farm) และใช้เครื่องมืออุปกรณ์วัดแสง เป็นต้น

8.2 การส่งตัวอย่างดินตรวจธาตุอาหารในดิน ครั้งที่ 1 ก่อนตัดแต่งกิ่ง ครั้งที่ 2 ช่วงเตรียมต้นก่อนออกดอก ครั้งที่ 3 ระยะออกดอกติดผล และครั้งที่ 4 ระยะหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

วิธีการบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลการศึกษาการจัดการรูปทรงตามกรรมวิธีการต่าง ๆ ทั้ง 4 รูปทรง ของพีชมะเกี๋ยง ในกรณีพื้นที่ศึกษาของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ มีวิธีการบันทึกข้อมูลในการศึกษาต่าง ๆ ดังนี้

1. การบันทึกผลข้อมูลการจัดการรูปทรงของต้นมะเกี๋ยง
 - 1.1 พัฒนาการเจริญเติบโตของพีชมะเกี๋ยง
 - 1.1.1 ด้านความสูงของทรงพุ่ม
 - 1.1.2 ด้านความกว้างของทรงพุ่ม
 - 1.1.3 ด้านขนาดรอบลำต้น
 - 1.2 พัฒนาการการออกดอก-ติดผลของพีชมะเกี๋ยง
 - 1.2.1 พัฒนาการการแตกใบใหม่และการออกดอกของพีชมะเกี๋ยง
 - 1.2.1.1 จำนวนการแตกตาใบใหม่
 - 1.2.1.2 จำนวนการแตกช่อดอก
 - 1.2.1.3 จำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อ
 - 1.2.1.4 จำนวนดอกต่อช่อ
 - 1.2.1.5 จำนวนเกสรตัวผู้ต่อดอก

- 1.2.2 การติดตามการออกดอก-ติดผลของพีชมะเขี๋ยง
 - 1.2.2.1 พัฒนาการช่วงระยะแทงช่อดอก
 - 1.2.2.2 พัฒนาการช่วงระยะดอกตูม
 - 1.2.2.3 พัฒนาการช่วงระยะดอกบาน
 - 1.2.2.4 พัฒนาการช่วงระยะติดผล
- 1.3 การศึกษาข้อมูลผลผลิตพีชมะเขี๋ยงเชิงปริมาณและคุณภาพ
 - 1.3.1 จำนวนผลผลิตมะเขี๋ยง
 - 1.3.2 ความยาวของผล
 - 1.3.3 ความกว้างของผล
 - 1.3.4 ความหนาของเนื้อมะเขี๋ยง
 - 1.3.5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ดมะเขี๋ยง
 - 1.3.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solids, TSS)
 - 1.3.7 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity, TA)
 - 1.3.8 ค่ารสชาติ (อัตราส่วน TSS: TA)
 - 1.3.9 น้ำหนักต่อผล
2. การบันทึกข้อมูลปัจจัยแวดล้อม
 - 2.1 ข้อมูลดินหรือธาตุอาหารในดิน (Nutrients)
 - 2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (Rainfall)
 - 2.3 ข้อมูลปริมาณความชื้น (Moisture)
 - 2.4 ข้อมูลปริมาณแสง (Light)
 - 2.5 ข้อมูลอุณหภูมิ (Temperature)

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดรูปทรงและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตพีชมะเขี๋ยง ในกรณีศึกษา พื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยได้แบ่งการศึกษาวิจัยข้อมูล การบันทึกผลข้อมูล ตามช่วงระยะเวลาพัฒนาการ การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณ และคุณภาพผลผลิตของต้นมะเขี๋ยง ออกเป็น 4 การศึกษา ดังต่อไปนี้

- 1) การศึกษาการจัดรูปทรงต้นมะเขี๋ยง 4 รูปทรง ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะเขี๋ยง
- 2) การศึกษาการจัดรูปทรงต้นมะเขี๋ยง 4 รูปทรง ที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพการออกดอกของต้นมะเขี๋ยง
- 3) การศึกษาการจัดรูปทรงต้นมะเขี๋ยง 4 รูปทรง ที่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตของต้นมะเขี๋ยง
- 4) การศึกษาปัจจัยแวดล้อม ได้แก่ ดิน (ธาตุอาหารในดิน), ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์ แสง, และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการออกดอก ติดผลของต้นมะเขี๋ยง

1. การศึกษาการจัดรูปทรงต้นมะเขี๋ยง 4 รูปทรง ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะเขี๋ยง

ผลการศึกษาในชุดการทดลองที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพัฒนาการและอัตราการเจริญเติบโตของต้นมะเขี๋ยงก่อนและหลังจากการจัดรูปทรงแล้วเริ่มแตกช่อดอกใช้ระยะเวลา 85 วัน โดยมีผลการศึกษารูปทรงด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ทั้ง 4 รูปแบบ มีดังนี้

1.1 อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นมะเขี๋ยง ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4

เปอร์เซ็นต์อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงในระยะติดผล ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) เท่ากับ 13.73 เปอร์เซ็นต์ รูปทรงแบบผ่าซีกหาง (T4) เท่ากับ 9.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างจาก รูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) เท่ากับ 6.52 เปอร์เซ็นต์ และ รูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) เท่ากับ 2.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงในระยะติดผล การจัดรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และรูปทรงแบบผ่าซีกหาง (T4) จะมีแนวโน้มการเจริญเติบโตดีที่สุดที่สุด เนื่องจากการจัดรูปทรงหรือการตัดแต่งกิ่งที่ค่อนข้างหนัก ทำให้ต้นมะเขี๋ยงมีพัฒนาการการแตกยอดใหม่ และการเจริญเติบโตทางปลายยอดได้เร็วกว่าต้นที่มีการจัดรูปทรงที่ไม่หนักมาก เช่น รูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) และรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) โดยในช่วงระยะการติดผล (ช่วงฤดูฝน) ปลายยอดที่แตกใหม่ จะได้รับน้ำฝนแล้วโน้มลงมา โดยมีสาเหตุมาจาก น้ำหนักของน้ำ น้ำหนักของผล และขนาดของใบ เป็นต้น ทำให้ความสูงของต้นมะเขี๋ยงในระยะติดผลนี้ในบางต้นลดลง แต่บางต้นมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

เปอร์เซ็นต์อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงในระยะหลังการเก็บเกี่ยว ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) เท่ากับ 23.99 เปอร์เซ็นต์ รูปทรงแบบฝาชีหงาย (T4) เท่ากับ 18.50 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกับ รูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) เท่ากับ 10.30 เปอร์เซ็นต์ และรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) เท่ากับ 3.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นมะเขี๋ยง ในระยะหลังการเก็บเกี่ยว การดำเนินการจัดการรูปทรง หรือมีการตัดแต่งที่หนักเกินไป ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงทำให้เกิดความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับต้นมะเขี๋ยงที่ไม่มีการจัดการรูปทรง และมีการตัดแต่งกิ่งที่ไม่หนักเกินไป ทั้งนี้มีความปฏิสัมพันธ์ปัจจัยแวดล้อม หลายปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบที่ทำให้มีการเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มสูงขึ้น เช่น ในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขี๋ยง จะอยู่ในช่วงของฤดูฝน (เดือนกันยายน-เดือนตุลาคม) ต้นมะเขี๋ยงได้รับการสะสมธาตุอาหารจากน้ำฝน โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน (N) จะมีค่อนข้างเยอะที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของลำต้น กิ่งแขนง การแตกใบใหม่ได้ดี และในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขี๋ยงเรียบร้อยแล้ว น้ำหนักจากผลผลิตหายไป กิ่งมะเขี๋ยงจะชูปลายยอดใหม่ตั้งขึ้นขึ้นทำให้ความสูงของมะเขี๋ยงมีความสูงเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 4 แสดงอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดการรูปทรง (%)

Treatments	ระยะติดผล (%)	ระยะหลังการเก็บเกี่ยว (%)
ทรงชุดควบคุม (T1)	2.11 c	3.74 c
ทรงเปิดกลาง (T2)	6.52 bc	10.30 bc
ทรงสี่เหลี่ยม (T3)	13.72 a	23.99 a
ทรงฝาชีหงาย (T4)	9.31 ab	18.50 ab
Mean	7.92	14.13
F-test	*	**
CV.(%)	62.90	57.70

หมายเหตุ a b c d = ค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, * = sig 0.05 ** = sig 0.01

1.2 อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มต้นมะเกี๋ยง ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 5

เปอร์เซ็นต์อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างในระยะออกดอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างในระยะติดผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.11 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างในระยะหลังการเก็บเกี่ยว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.79 เปอร์เซ็นต์ ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้าง หรือการแผ่ขยายกิ่งออกด้านข้างของต้นมะเกี๋ยง พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน เพราะว่าต้นมะเกี๋ยง ที่ทำการศึกษาวิจัย มีอายุประมาณ 8-9 ปี ลำต้นสูงชะลูดยืดหาแสง บางต้นกิ่งด้านข้างแผ่ออกมาซ้อนกัน ทำให้ กิ่ง ก้านสาขา มีพื้นที่ขยายได้จำกัด ได้รับแสงหรือแสงแดดส่องเข้าไปในทรงพุ่มได้ไม่ทั่วถึง ความกว้างของทรงพุ่มต้นมะเกี๋ยงในแปลงที่ทำการศึกษาวิจัย มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 5.01 เมตร มีความสูงจากพื้นดินประมาณ 3-6 เมตร เป็นอุปสรรคและปัญหาต่อการปฏิบัติงาน ในการป็นขึ้นไปตัดแต่งกิ่งด้านข้างของต้นมะเกี๋ยงเป็นอย่างมาก เนื่องจากกิ่งอ่อนไม่แข็งแรง โนมเอนไปมา ไม่สามารถใช้บันไดพิงกิ่งข้างเพื่อทำการตัดแต่งกิ่งได้ จึงทำให้บางต้นไม่สามารถทำได้ แต่ก็ได้พยายามเน้นตัดให้ได้ในกรรมวิธีที่ 3 (รูปทรงสี่เหลี่ยม T3) และจากข้อมูลตารางที่ 5 รูปทรงที่ได้รับการจัดรูปทรงที่หนัก เช่น รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และรูปทรงแบบฝ่าชีหยาบ (T4) มีการเจริญเติบโตด้านความกว้าง และมีพัฒนาการมากกว่าแต่ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลของตายอดข่มไม่ให้ตาข้างเจริญเติบโต (Apical dominance) ซึ่งถ้าเราตัดกิ่งยอดลง จะทำให้กิ่งข้างเจริญเติบโตได้ดี

ตารางที่ 5 แสดงอัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง

Treatments	ระยะออกดอก(%)	ระยะติดผล (%)	ระยะหลังการเก็บเกี่ยว (%)
ทรงชุดควบคุม (T1)	2.02	5.27	9.60
ทรงเปิดกลาง (T2)	4.90	8.21	12.25
ทรงสี่เหลี่ยม (T3)	6.51	9.52	14.36
ทรงฝ่าชีหยาบ (T4)	5.64	9.44	14.95
Mean	4.77	8.11	12.79
F-test	ns	ns	ns
CV.(%)	79.20	66.40	43.40

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.3 อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำต้นมะเกี๋ยง ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 6

เปอร์เซ็นต์อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำต้น ในระยะการออกดอก ระยะการติดผล และระยะหลังการเก็บเกี่ยว ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 เปอร์เซ็นต์ 3.78 เปอร์เซ็นต์ และ 6.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อัตราการเจริญเติบโตด้านรอบลำต้นของต้นมะเกี๋ยง ในทุก ๆ ระยะการเจริญเติบโต และทุก ๆ กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องการเจริญเติบโตด้านรอบลำต้น มีการเจริญเติบโตที่ช้า ไม่ค่อยเห็นการเปลี่ยนแปลงมาก จะต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงที่ยาวนาน การบันทึกข้อมูลมีระยะเวลาที่สั้นจึงไม่สามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงได้ จึงไม่มีความแตกต่างกันในกรรมวิธีต่าง ๆ แต่ก็มีพัฒนาการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) และรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) ที่ได้จัดรูปทรงที่ไม่หนักมากมีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางด้านรอบลำต้นที่ดี โดยสันนิษฐานว่าต้นมะเกี๋ยงมีการลำเลียงธาตุอาหารไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ กระจายไปตามกิ่ง ก้านสาขาตามปกติ แต่ในการจัดรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และรูปทรงแบบผ่าซีกหาง (T4) ที่มีการจัดรูปทรงที่หนัก สูญเสียกิ่งหลักไปการตัดกิ่งหลักออกไปหลายกิ่ง มีการเกิดช่อใบใหม่ มีการเกิดตาดอกใหม่ทีมาก ทำให้มีความต้องการใช้ธาตุอาหารในปริมาณมากในการเจริญเติบโต

ตารางที่ 6 แสดงอัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง

Treatments	ระยะออกดอก (%)	ระยะติดผล (%)	ระยะหลังการเก็บเกี่ยว (%)
ทรงชุดควบคุม (T1)	2.38	3.88	7.61
ทรงเปิดกลาง (T2)	3.22	4.33	6.94
ทรงสี่เหลี่ยม (T3)	1.59	3.22	6.50
ทรงผ่าซีกหาง (T4)	1.60	3.70	5.35
Mean	2.20	3.78	6.60
F-test	ns	ns	ns
CV.(%)	81.70	50.00	38.60

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

1.4 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (linear correlation) ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 7

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (linear correlation) ระหว่างด้านการพัฒนาการเจริญเติบโต ได้แก่ ลักษณะความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และขนาดรอบลำต้น ของช่วงการเจริญเติบโตในระยะติดผล ระยะหลังการเก็บเกี่ยว และระยะออกดอก ที่มีต่อการผลิตมะเกี๋ยง พบว่าไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ในฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิต ปี 2563 เนื่องจาก เป็นการจัดรูปทรงต้นครั้งแรก การให้ผลผลิตครั้งแรกของต้นมะเกี๋ยง ทำให้ผลผลิตออกน้อยและยังไม่มีควมสม่ำเสมอ อีกทั้งการศึกษา วิจัยในครั้งนี้ ทำในแปลงมะเกี๋ยงระบบเกษตรอินทรีย์ จึงไม่สามารถใช้ปุ๋ยเคมีร่วมเพื่อกระตุ้นการออกดอกติดผลได้

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (linear correlation)

ลักษณะ		ผลผลิตมะเกี๋ยง
ความสูง	ระยะติดผล	-0.0821 ns
	ระยะหลังการเก็บเกี่ยว	-0.0512 ns
	ระยะออกดอก	0.2211 ns
ความกว้าง	ระยะติดผล	0.1027 ns
	ระยะหลังการเก็บเกี่ยว	0.1454 ns
	ระยะออกดอก	0.1070 ns
ขนาดรอบลำต้น	ระยะติดผล	-0.2630 ns
	ระยะหลังการเก็บเกี่ยว	-0.0046 ns

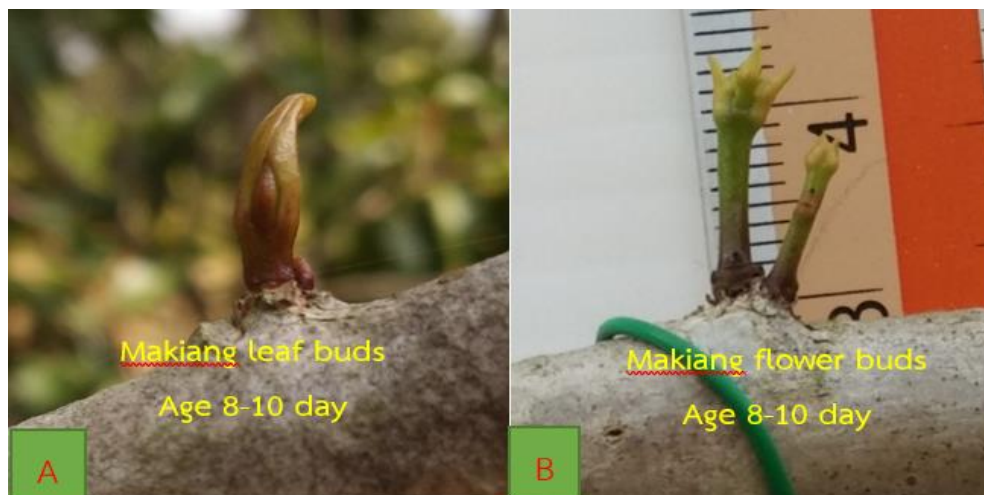
หมายเหตุ ns = ไม่มีสหสัมพันธ์กัน

2. การศึกษาการจัดรูปทรงต้นมะเกี๋ยง 4 รูปทรง ที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพการออกดอกของต้นมะเกี๋ยง

ผลการทดลองในชุดการทดลองที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของต้นมะเกี๋ยง ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 8 หลังจากการจัดรูปทรงแล้วเริ่มแตกช่อดอกใช้ระยะเวลา 85 วัน โดยได้แบ่งการศึกษาข้อมูลออกเป็น 2 การศึกษาหลัก เพื่อศึกษาพัฒนาการและติดตามการออกดอกติดผลของต้นมะเกี๋ยง ได้ดังนี้

2.1 พัฒนาการการแตกใบใหม่และการออกดอกของต้นมะเกี๋ยง หลังจากที่ดินมะเกี๋ยงได้รับการจัดรูปทรงตามกรรมวิธีต่าง ๆ ต้นมะเกี๋ยงจะมีพัฒนาการการเจริญเติบโตในส่วนด้านต่าง ๆ แตกต่างกันไป โดยมีผลการศึกษาของพัฒนาการการแตกใบใหม่และการออกดอกของต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงต่าง ๆ พบว่า ลักษณะจำนวนการแตกตาใบใหม่ โดยเฉลี่ยต่อกิ่ง ในแต่ละกรรมวิธี มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่ รูปทรงแบบผ่าซี่หยาบ (T4) เท่ากับ 37.25 ตาต่อกิ่ง รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) เท่ากับ 32.00 ตาต่อกิ่ง รูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) เท่ากับ 27.72 ตาต่อกิ่ง ซึ่งมีความแตกต่างกับ รูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) เท่ากับ 6.23 ตาต่อกิ่งตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 7 (A) คือภาพลักษณะของตาใบ อายุประมาณ 8-10 วัน การแตกตาใบของต้นมะเกี๋ยง ได้รับอิทธิพลจากการจัดรูปทรงอย่างเห็นได้ชัด การจัดรูปทรงในกรรมวิธีการต่าง ๆ ทำให้การศึกษาวิจัยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เกิดจากต้นมะเกี๋ยงสูญเสียฮอร์โมนพืชบางชนิดไป เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth regulator) โดยส่วนใหญ่จะมีอยู่บริเวณในส่วนของปลายยอดหรือปลายรากของพืช คือ สารออกซิน (Auxin) เป็นฮอร์โมน ที่สามารถเคลื่อนย้ายภายในต้นพืชได้และมีผลกระทบต่อเจริญเติบโต จากอิทธิพลของ ตายอดข่มตาข้าง (Apical dominance) แต่ในการศึกษาการจัดรูปทรงนี้ ได้ดำเนินการตัดตายอดออกทิ้ง ทำให้ตาข้างหรือยอดใหม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการตัดแต่งกิ่งหรือการจัดรูปทรง สอดคล้องกับผลการศึกษาการจัดรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และ รูปทรงแบบผ่าซี่หยาบ (T4) ที่มีจำนวนการแตกตาใบใหม่ในปริมาณที่มาก แตกต่างกับ ต้นที่ไม่ได้จัดรูปทรงต้น (T1) ทั้งนี้การจัดรูปทรงต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญในการปีนขึ้นต้นมะเกี๋ยงเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และเป็นภาระค่าใช้จ่ายในการจัดการแปลงเพิ่มขึ้น

ลักษณะจำนวนการแตกช่อดอกต่อกิ่ง ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยทุกกรรมวิธีมีพัฒนาการการแตกช่อดอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.25 ช่อดอกต่อกิ่ง ดังแสดงในภาพที่ 7 (B) คือลักษณะของช่อดอก อายุประมาณ 8-10 วัน ในการศึกษาวิจัยและการบันทึกข้อมูลการแตกช่อดอกนี้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยสันนิษฐานว่าต้นมะเกี๋ยงที่ได้รับทำการจัดรูปทรงต้น ยังไม่สามารถปรับตัวเข้ากับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ได้ ต้องช่วยสร้างพฤติกรรมหรือสร้างนิสัยในการออกดอกติดผลก่อน เนื่องจากการศึกษานี้ใช้ต้นมะเกี๋ยงที่มีอายุ 8-9 ปี ที่ยังไม่เคยได้รับการกระตุ้นให้มีการออกดอกติดผล หรือยังไม่เคยได้รับปัจจัยต่าง ๆ มาก่อนหน้านั้นเลย เป็นการศึกษาในระยะเวลา 1 ปี ยังไม่ทราบแน่ชัดว่า ระยะเวลาไหนที่เหมาะสมสำหรับการจัดรูปทรงหรือการตัดแต่งกิ่งในพื้นที่ศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่จะช่วยส่งเสริมให้ต้นมะเกี๋ยงมีการออกดอกติดผลที่ดี



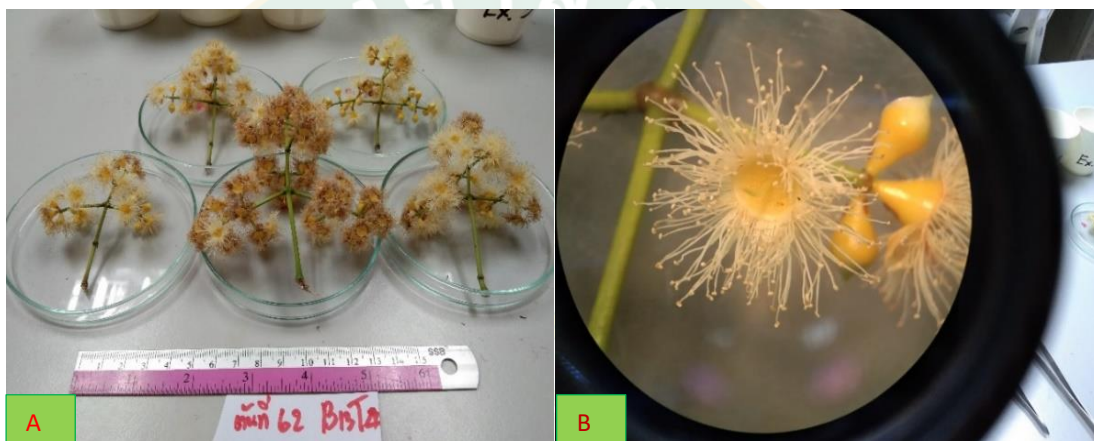
ภาพที่ 7 การแตกตาใบของมะเกี๋ยง (A) และการแตกตาดอกของมะเกี๋ยง (B)

ลักษณะจำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อ ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.30 ช่อดอกย่อยต่อช่อ ช่อดอกย่อย เป็นส่วนหนึ่งของ 1 ช่อดอก พืชมะเกี๋ยงมีการออกดอกเป็นแบบช่อ มีลักษณะเป็นช่อกระจุกแยกแขนง (Cymose panicle) คล้าย ๆ พีระมิด มีลักษณะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ต่าง ๆ บริเวณปลายแต่ละแขนงมักจะมีดอกติดอยู่ 3 ดอก ก้านช่อดอกมีสีเขียว กลม ผิวเรียบ แกนกลางของก้านช่อดอก (Rachis) มีก้านช่อดอกย่อย แยกแขนงออกเป็นคู่และเรียงตั้งฉากสลับกันขึ้นไปจากฐาน โดยมีจำนวนที่แตกต่างกันไปตามความอุดมสมบูรณ์ของต้นมะเกี๋ยงที่ได้สะสมอาหารไว้ ต้นมะเกี๋ยงที่มีความสมบูรณ์สามารถออกดอกได้ดี และใช้ปัจจัยต่าง ๆ ช่วยบำรุงต้นช่วงก่อนการออกดอก จะช่วยให้มีการบานดอก การออกดอก และการติดผลที่สมบูรณ์มากขึ้น

ลักษณะจำนวนดอกต่อช่อ พบว่า การจัดรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) เท่ากับ 72 ดอกต่อช่อมากที่สุด รูปทรงแบบผ่าซีกหาง (T4) เท่ากับ 44.20 ดอกต่อช่อ และรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) เท่ากับ 42.40 ดอกต่อช่อ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) เท่ากับ 31.60 ดอกต่อช่อ สอดคล้องในงานวิจัยพืชมะเกี๋ยง ของ อภินันท์ และคณะ (2549) ที่ศึกษาคุณภาพของผลมะเกี๋ยงโดยใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมปีที่ 2 กับต้นอายุ 6-7 ปี ในสถาบันวิจัยและฝึกอบรมทางการเกษตรลำปาง มีปริมาณดอกต่อช่ออยู่ระหว่าง 34.31-48.00 ดอกต่อช่อ โดยดอกของมะเกี๋ยงเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (Perfect flower) มีลักษณะสมมาตร (Symmetry) ดอกตูมจะมีความยาว 6-8 เซนติเมตร กว้าง 3-5 เซนติเมตร ขนาดและความยาวจะเริ่มคงที่ ในพื้นที่ศึกษาของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ พบว่า ผลจากการจัดรูปทรงมีผลต่อจำนวนดอกต่อช่อของต้นมะเกี๋ยง การจัดรูปทรงทำให้ต้นมะเกี๋ยง สูญเสีย กิ่ง ก้านสาขา และใบ ที่เป็นแหล่งสร้างธาตุอาหารออกไป และการเลือกสูตรตัวอย่างดอกมะเกี๋ยงที่ยังไม่มีความเที่ยงตรง แม่นยำ การจัดรูปทรงจะมีอิทธิพลต่อ

ปริมาณและคุณภาพของดอกต่อช่อของพืชมะเกี๋ยงหรือไม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ควรจะต้องมีการศึกษาต่อไป

ลักษณะจำนวนเกสรตัวผู้ต่อดอก ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 197.95 อัน ใกล้เคียงกับงานวิจัยพืชมะเกี๋ยงของ อภินันท์ และคณะ (2549) ที่ศึกษาในพื้นที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมทางการเกษตรลำปาง พบว่า จำนวนเกสรตัวผู้ต่อดอก อยู่ระหว่าง 190.50-196.60 อัน ก้านเกสรตัวผู้ (filament) มีลักษณะสีขาว มีต่อมสีเหลืองติดอยู่ประปรายโดยรอบตลอดความยาว เรียงเป็นวงกลมสองชั้นติดอยู่รอบขอบฐานดอก อับเรณู (anther) สีน้ำตาล ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาของคุณภาพของผลทำให้ผลมีความสมบูรณ์มากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ตัวอย่างช่อดอกมะเกี๋ยง (A) และการใช้กล้อง Stereo microscope
นับปริมาณเกสรตัวผู้ดอกมะเกี๋ยง (B)

ตารางที่ 8 ข้อมูลพัฒนาการลักษณะทางกายภาพการออกดอกของต้นมะเกี๋ยง

Treatments	จำนวนตาใบ ใหม่ (ตา/กิ่ง)	จำนวนช่อดอก (ช่อ/กิ่ง)	จำนวนช่อดอก ย่อย/ช่อ	จำนวน ดอก/ช่อ	จำนวนเกสร ตัวผู้/ดอก
ทรงชุดควบคุม (T1)	6.23 b	39.38	6.20	72.00 a	205.20
ทรงเปิดกลาง (T2)	27.72 a	45.45	4.60	42.40 ab	199.60
ทรงสี่เหลี่ยม (T3)	32.00 a	42.28	5.40	31.60 b	191.60
ทรงฝาชีหงาย (T4)	37.25 a	29.90	5.00	44.20 ab	211.80
Mean	25.80	39.25	5.30	47.55	197.95
F-test	**	ns	ns	*	ns
CV. (%)	36.90	49.50	23.11	46.24	14.95

หมายเหตุ : a b c d = ค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญ, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*= sig 0.05 **= sig 0.01

2.2 การติดตามการออกดอก-ติดผลมะเกี๋ยง

การติดตามการออกดอกติดผลของต้นมะเกี๋ยงในทุกสัปดาห์ ในพื้นที่ศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ พบว่า ต้นมะเกี๋ยงจะเริ่มเกิดตุ่มเล็ก ๆ หรือเริ่มการแทงตาดอก จากบริเวณมุมใบที่หลุดร่วงไป หรือบริเวณข้อกิ่งที่มีอายุประมาณ 2 ปี ขึ้นไป ประมาณช่วงปลายเดือนธันวาคม ถึงต้นเดือนมกราคมเป็นต้นไป โดยมีการบันทึกข้อมูลการติดตามพัฒนาการ ดังข้อมูลต่อไปนี้

2.2.1 การเก็บข้อมูลบันทึกรูปภาพตามช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ได้เริ่มต้นเก็บข้อมูลภาพถ่ายเมื่อแน่ชัดแล้วว่าเป็นตาดอก ที่มีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร บันทึกภาพถ่ายพัฒนาการทุกสัปดาห์ (ทุกวันพุธของสัปดาห์) พร้อมกันทั้ง 4 รูปทรง ๆ ละ 4 ตัวอย่าง โดยได้นำข้อมูลรูปภาพ พัฒนาการ เรียงตามลำดับการเจริญเติบโตของดอกมะเกี๋ยงตัวอย่างในการจัดรูปทรงตามกรรมวิธีต่าง ๆ ที่มีความสมบูรณ์มาเรียงตามลำดับตามอายุ ตามระยะช่วงระยะเวลาพัฒนาการต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 9-12 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 9 ตัวอย่างพัฒนาการการออกดอกในการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุมหรือไม่ตัดแต่งกิ่ง
(T1, Control unit shape)



ภาพที่ 10 ตัวอย่างพัฒนาการการออกดอกในการจัดรูปทรงแบบเปิดกลาง
(T2, Open center shape)



ภาพที่ 11 ตัวอย่างพัฒนาการการออกดอกในการจัดรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3, Square shape)



ภาพที่ 12 ตัวอย่างพัฒนาการการออกดอกในการจัดรูปทรงแบบฝาชิงาย (T4, Slender spindle shape)

2.2.2 พัฒนาการช่วงระยะแทงช่อดอก (50 วัน) เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนธันวาคมไปจนถึงช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ รวมระยะเวลาประมาณ 43-50 วัน

ตามหนังสือ มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. เรื่องลักษณะทางพฤกษศาสตร์มะเกี๋ยง และความแตกต่างของพืชมะเกี๋ยงและพืชสกุลใกล้เคียง วิจารณ์ และคณะ (2558) ได้กล่าวไว้ว่า ก้านช่อดอกมีสีเขียว กลม ผิวเรียบ แกนกลางของก้านช่อดอก (Rachis) มีก้านช่อดอกย่อย แยกแขนงออกเป็นคู่และเรียงตั้งฉากสลับกันขึ้นไปจากฐาน ขนาดกว้าง 4.90-10.95 เซนติเมตร ความยาว 5.77-11.57 เซนติเมตร ใน 1 ช่อดอก มีการแตกก้านช่อดอกย่อยเพิ่มขึ้น มีจำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อ 33.22-117.10 ดอก และอยู่ในช่วงการพัฒนาเป็นดอกตูม แต่ยังไม่สามารถมองเห็นดอกตูมได้ชัดเจน

2.2.3 พัฒนาการช่วงระยะดอกตูม (41 วัน) เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงช่วงปลายเดือนมีนาคม รวมระยะเวลาประมาณ 84-91 วัน

ตามหนังสือ มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. เรื่องลักษณะทางพฤกษศาสตร์มะเกี๋ยง และความแตกต่างของพืชมะเกี๋ยงและพืชสกุลใกล้เคียง วิจารณ์ และคณะ (2558) ได้กล่าวไว้ว่าช่อดอกตูมจะมีลักษณะเป็นช่อกระจุกแยกแขนง (Cymose-panicle) คล้าย ๆ พีระมิด มีลักษณะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ต่าง ๆ บริเวณปลายแต่ละแขนงมักจะมีดอกติดอยู่ 3 ดอก ดอกของพืชมะเกี๋ยงเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (Perfect flower) มีลักษณะสมมาตร (Symmetry) ดอกตูมจะมีความยาว 6-8 เซนติเมตร กว้าง 3-5 เซนติเมตร ขนาดและความยาวจะเริ่มคงที่ ในช่วงเริ่มมีพัฒนาการช่วงดอกบาน ช่วงต้นเดือนเมษายน

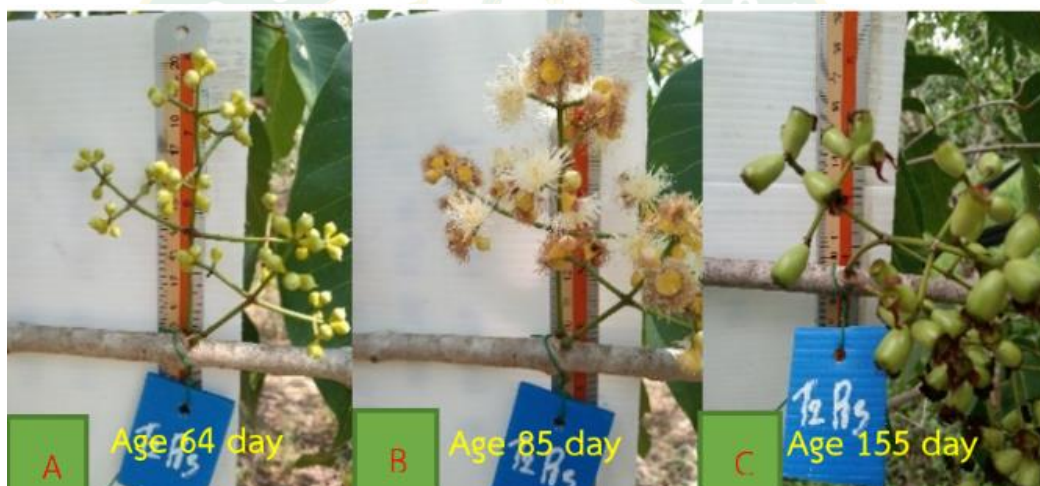
2.2.4 พัฒนาการช่วงระยะดอกบาน (30 วัน) เริ่มตั้งแต่ช่วงต้นเดือนเมษายนไปจนถึงปลายเดือนเมษายน รวมระยะเวลาประมาณ 114-121 วัน

ตามหนังสือ มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. เรื่องลักษณะทางพฤกษศาสตร์มะเกี๋ยง และความแตกต่างของพืชมะเกี๋ยงและพืชสกุลใกล้เคียง วิจารณ์ และคณะ (2558) ได้กล่าวไว้ว่า ช่วงระยะดอกบาน มีลักษณะฐานดอกรูปถ้วยสี่เหลี่ยม มีวงกลีบเลี้ยง (calyx) รูปคล้ายหมวกกลมสี่เหลี่ยม ปิดอยู่ด้านบน ยอดตรงกลางเป็นดิ่งแหลม ยาว 3-5 มิลลิเมตร ใต้วงกลีบเลี้ยงมีกลีบดอก (petal) สี่เหลี่ยมอ่อนจำนวน 4 กลีบแนบซ้อนติดกัน ด้านบนผิวกลีบดอกมีต่อมสี่เหลี่ยมขนาดเล็กกระจายอยู่เป็นจำนวนมาก คือ ก้านเกสรตัวผู้ (filament) มีลักษณะสีขาว มีต่อมสี่เหลี่ยมติดอยู่ประปราย โดยรอบตลอดความยาว มีจำนวน 150-300 อัน เรียงเป็นวงกลมสองชั้นติดอยู่รอบขอบฐานดอก อับเรณู (anther) สีน้ำตาล ส่วนเกสรตัวเมีย (pistil) มีจำนวนเกสรตัวเมีย (style) รูปทรงกระบอกสีเขียว ยกเกสรตัวเมีย (Stigma) เรียวแหลม การบานของดอกจะบานในช่วงเวลากลางคืน การบานของดอกจะบานลักษณะระเบิดออกที่เรียก Cleistocalyx (ระเบิด) หลังจากดอกบานจะมี มด แมลง ผีเสื้อ หรือ มิม่า มาช่วยผสมเกสรตั้งแต่กลางคืนเรื่อยไปจนถึงกลีบดอกเหี่ยวและหลุดออก คงเหลือเป็นรูปกรวย

สีเหลืองเข้ม และมีกลิ่นหอมเฉพาะ ช่วงระยะนี้เป็นช่วงที่มีการหลุดร่วงของดอกค่อนข้างมาก ถ้ามีการจัดการแปลงที่ดีจะช่วยให้ได้ผลผลิตดีขึ้น

2.2.5 พัฒนาการช่วงระยะติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (123 วัน) เริ่มต้นตั้งแต่ต้นเดือน พฤษภาคม ไปจนถึงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม รวมระยะเวลา 244 วัน

ระยะติดผลของมะเกี๋ยง มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วหลังได้รับการผสมเกสรค่อย ๆ พัฒนาเป็นผลจากขนาดเล็กเท่าหัวไม้ขีดไฟไปจนถึงผลสุก ผลมะเกี๋ยงเป็นผลสดมีเนื้อนุ่ม (Berry) เปลือกบางผลรูปไข่ (Ovoid) หรือรูปขอบขนานเมื่อผลสุกแก่เต็มที่ เปลือกผลจะมีสีแดงแดงอมม่วง ถึงดำ น้ำหนักผล 0.41-5.77 กรัม เนื้อผลนิ่มมีสีขาว หรือขาวอมเขียวอ่อน (วิภารัตน์ และคณะ, 2558) ดังแสดงในภาพที่ 13 คือ ลักษณะพัฒนาการของดอกไปสู่การติดผล (A) ระยะดอกตูม ในช่วงอายุ 64 วัน (B) ระยะดอกบาน ในช่วงอายุ 85 วัน (C) ระยะติดผล ในช่วงอายุ 155 วัน



ภาพที่ 13 (A) ระยะดอกตูม ในช่วงอายุ 64 วัน (B) ระยะดอกบาน ในช่วงอายุ 85 วัน
(C) ระยะติดผล ในช่วงอายุ 155 วัน

3. การศึกษาการจัดรูปทรงต้นมะเกี๋ยง 4 รูปทรง ที่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตของต้นมะเกี๋ยง

ผลการทดลองในชุดการทดลองที่ 1 ได้เก็บข้อมูลผลมะเกี๋ยงหลังการออกดอกไว้ 3 ระยะ คือ (1) ผลผลิตหลังการออกดอก 24 สัปดาห์ (ระยะต้นฤดูการ) (2) ผลผลิตหลังการออกดอก 26 สัปดาห์ (ระยะกลางฤดูการ) และ (3) ผลผลิตหลังการออกดอก 28 (ระยะปลายฤดูการ) ดังแสดงในตารางที่ 9 การเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเกี๋ยงจะอยู่ในช่วงปลายเดือนมิถุนายน-ต้นเดือนสิงหาคม โดยการสุ่มเลือกผลผลิตแต่ละรูปทรง (กรรมวิธี) โดยคลุกเคล้าผลผลิตในกรรมวิธี หรือต้นที่จัดรูปทรงเดียวกัน แล้วคัดเลือกผลที่สมบูรณ์ จำนวน 11 ผลต่อกรรมวิธี เพื่อนำไปวัดค่าทางสถิติ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ จำนวนผลผลิตมะเกี๋ยงมีค่าเฉลี่ย 3.16 กิโลกรัมต่อต้น ความยาวของผล

มีค่าเฉลี่ย 16.85 มิลลิเมตร ความกว้างของผลมีค่าเฉลี่ย 12.47 มิลลิเมตร ความหนาของเนื้อมะเขีงมีค่าเฉลี่ย 2.04 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ดมะเขีงมีค่าเฉลี่ย 7.82 มิลลิเมตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนและขนาดผลผลิตของพีชมะเขีง ด้านจำนวนผลผลิต ต่อการจ้ดรูปทรงทุกรวมวิธี พบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน จำนวนผลผลิตมะเขีงมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ในการจ้ดรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) ในปีที่ 1 มีแนวโน้มที่ดี มีจ้ดรูปทรงที่ไม่หนักจนเกินไป ช่วยกระตุ้นการออกดอก-ติดผลที่เหมาะสม ไม่สูญเสียผลผลิตมากนัก ต้นมะเขีงสามารถปรับตัวได้ดี

ในด้านคุณภาพของผลผลิต ในแต่ละการจ้ดรูปทรง ซึ่งได้มีการเก็บบันทึกข้อมูลไว้ 3 ระยะ คือ (1) ผลผลิตหลังการออกดอก 24 สัปดาห์ (ระยะต้นฤดูกาล) (2) ผลผลิตหลังการออกดอก 26 สัปดาห์ (ระยะกลางฤดูกาล) และ (3) ผลผลิตหลังการออกดอก 28 (ระยะปลายฤดูกาล) โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านความยาวของผล ความกว้างของผล ความหนาของเนื้อมะเขีง เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ดมะเขีง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่จากข้อมูลที่ได้ยังไม่ทราบแน่ชัด ควรจะต้องมีการศึกษา วิจัยเปรียบเทียบข้อมูลซ้ำอย่างต่อเนื่องในปีต่อ ๆ ไป เพื่อให้ทราบข้อมูลที่สมบูรณ์ต่อไป

ตารางที่ 9 ข้อมูลด้านคุณภาพผลผลิตของต้นมะเขีง

Treatments	จำนวนผลผลิต มะเขีง (กก./ ต้น)	ความยาว (มม.)	ความกว้าง (มม.)	ความหนาของ เนื้อมะเขีง (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง เมล็ด (มม.)
ทรงชุดควบคุม (T1)	3.24	17.25	11.87	2.08	7.31
ทรงเปิดกลาง (T2)	3.69	16.07	12.43	2.02	7.60
ทรงสี่เหลี่ยม (T3)	3.32	15.86	12.65	2.04	7.96
ทรงผ่าซีก (T4)	2.39	18.25	12.92	2.03	8.42
Mean	3.16	16.85	12.47	2.04	7.82
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	94.70	9.05	7.47	8.28	9.09

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการทดลองในชุดการทดลองที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลผลิตมะเขีง ดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่า ผลข้อมูลการวิเคราะห์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) มีค่าเฉลี่ย 9.76 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA) มีค่าเฉลี่ย 0.44 เปอร์เซ็นต์ คาร์สชาติ (อัตราส่วน TSS:TA) มีค่าเฉลี่ย 23.97 แต่ในส่วนของ

น้ำหนักต่อผล รูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) เท่ากับ 1.64 กรัมมีค่ามากที่สุด มีความแตกต่างทางสถิติกับรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และ รูปทรงแบบผาชีงาย (T4) ที่มีค่าเท่ากับ 1.42 และ 1.27 กรัมตามลำดับอย่างนัยสำคัญ

ในส่วนคุณภาพของคุณสมบัติทางเคมีของผลผลิตมะเกี๋ยง ในแต่ละการจัดรูปทรง มีข้อมูลผลการวิเคราะห์ พบว่า ในการจัดรูปทรงรูปแบบต่าง ๆ มีคุณสมบัติทางเคมีที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งในด้านของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ด้านปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และในด้านของรสชาติ เนื่องจากพื้นที่แปลงวิจัยพีชมะเกี๋ยง อยู่ในปัจจัยแวดล้อมที่ไม่แตกต่างกัน ได้รับการปฏิบัติดูแลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เป็นสิ่งที่น่าสนใจในเรื่องการนำผลผลิตมะเกี๋ยงในพื้นที่ปลูกอื่น ๆ มาเปรียบเทียบหาคุณสมบัติทางเคมีร่วมกัน เพื่อหาสารสำคัญที่มีประโยชน์ และเพื่อบ่งบอกถึงความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกมะเกี๋ยงที่ดี เพราะในแต่ละพื้นที่มีปัจจัยแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ จะสามารถส่งผลทำให้คุณสมบัติทางเคมี มีความแตกต่างกันด้วยเช่นกัน

น้ำหนักต่อผล ของผลผลิตมะเกี๋ยงจากการสังเกตการณ์ ในรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) นั้นมีการออกดอก ในปริมาณที่ค่อนข้างมากในบริเวณที่กิ่งมีอายุ 2 ขึ้นไป และบริเวณที่อยู่ปลายกิ่งด้านบน แต่ในช่วงการเปลี่ยนแปลงจากดอกบานไปเป็นผลนั้น พบว่า ดอกบานของการจัดรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) หลาย ๆ ต้นมีการร่วงของดอกในปริมาณที่มากเช่นกัน อาจเกิดจากความสมบูรณ์ของต้นมะเกี๋ยง ที่อาหารไปหล่อเลี้ยงทั่วลำต้นไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งการจัดรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) นั้น ลักษณะภายนอกจะดูทรุดโทรม ใบด้านมีสีเขียวเข้มไม่มันวาว ทำให้เหลือผลมะเกี๋ยงติดอยู่กับช่อดอกไม่ที่ผล อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตมะเกี๋ยงที่เหลืออยู่ได้รับ แร่ธาตุอาหารได้เต็มที่ คล้ายกับการแต่งช่อผลของไม้ผลหลาย ๆ ชนิดที่ต้องการให้ผลผลิตคุณภาพที่ดี ต้องตัดแต่งช่อผลออกอย่างน้อย 30-50 เปอร์เซ็นต์ เช่น ลำไย ชมพู ส้ม ฝรั่ง เป็นต้น ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจศึกษาในลำดับต่อไป ควบคู่กับการจัดรูปทรงที่เหมาะสมของพีชมะเกี๋ยงในแปลงเชิงพาณิชย์ หรือในแปลงเชิงอุตสาหกรรม การนำผลผลิตที่ดีนำไปแปรรูป การนำองค์ความรู้บริหารจัดการแปลง ดูแลเอาใจใส่ และได้ผลผลิตมะเกี๋ยงเชิงปริมาณและคุณภาพที่ดีที่สุดต่อไป

ตารางที่ 10 ข้อมูลด้านคุณภาพผลผลิตของต้นมะเขี๋ยง

Treatments	ปริมาณของแข็งที่ละลาย น้ำได้ทั้งหมด (%)	ปริมาณกรดทั้งหมด ที่ไทเทรตได้ (%)	รสชาติ (TSS/TA)	น้ำหนัก/ผล (กรัม)
ทรงชุดควบคุม (T1)	9.41	0.43	21.89	1.64 a
ทรงเปิดกลาง (T2)	9.67	0.51	20.33	1.52 ab
ทรงสี่เหลี่ยม (T3)	10.06	0.41	25.84	1.42 b
ทรงฝาชีหงาย (T4)	9.89	0.40	25.04	1.27 c
Mean	9.76	0.44	23.27	1.46
F-test	ns	ns	ns	*
CV.(%)	6.23	14.58	19.48	4.57

หมายเหตุ a b c d = ค่าความแตกต่างทางสถิติ, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = sig 0.05

ผลการทดลองในชุดการทดลองที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด การจัดรูปทรงต้นต่าง ๆ (ปัจจัย A) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และระยะเวลาของการติดผล (ปัจจัย B) ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ส่วนค่าปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างการจัดรูปทรงต่าง ๆ (ปัจจัย A) กับระยะเวลาของการติดผล (ปัจจัย B) พบว่าไม่มีผลกระทบและไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน เนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขี๋ยงต้องรอให้สุกและร่วงมาเอง ควรเพิ่มกระบวนการบริหารจัดการแปลง การดูแลรักษา และควรให้ปุ๋ยน้ำหมักผลไม้รวมเพิ่ม ในช่วงระยะเริ่มติดผลอ่อนอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ระยะของผลหลังการออกดอก

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS)
ทรงชุดควบคุม (A1)	9.41
ทรงเปิดกลาง (A2)	9.67
ทรงสี่เหลี่ยม (A3)	10.06
ทรงฝาชีหงาย (A4)	9.89
F-test	ns
24 สัปดาห์หลังการออกดอก (B1)	9.72
26 สัปดาห์หลังการออกดอก (B2)	9.45
28 สัปดาห์หลังการออกดอก (B3)	10.10
F-test	ns
ทรงชุดควบคุม (A1) x 24 สัปดาห์หลังการออกดอก (B1)	8.77
ทรงชุดควบคุม (A1) x 26 สัปดาห์หลังการออกดอก (B2)	9.82
ทรงชุดควบคุม (A1) x 28 สัปดาห์หลังการออกดอก (B3)	9.64
ทรงเปิดกลาง (A2) x 24 สัปดาห์หลังการออกดอก (B1)	9.91
ทรงเปิดกลาง (A2) x 26 สัปดาห์หลังการออกดอก (B2)	9.00
ทรงเปิดกลาง (A2) x 28 สัปดาห์หลังการออกดอก (B3)	10.09
ทรงสี่เหลี่ยม (A3) x 24 สัปดาห์หลังการออกดอก (B1)	9.59
ทรงสี่เหลี่ยม (A3) x 26 สัปดาห์หลังการออกดอก (B2)	9.82
ทรงสี่เหลี่ยม (A3) x 28 สัปดาห์หลังการออกดอก (B3)	10.77
ทรงฝาชีหงาย (A4) x 24 สัปดาห์หลังการออกดอก (B1)	10.59
ทรงฝาชีหงาย (A4) x 26 สัปดาห์หลังการออกดอก (B2)	9.18
ทรงฝาชีหงาย (A4) x 28 สัปดาห์หลังการออกดอก (B3)	9.91
F-test	ns
CV. (%)	26.61

หมายเหตุ ns= ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, n= 132

ผลการเทียบสีค่าสีเปลือกของผลมะเกี๋ยงหลังการออกดอก ดังแสดงในตารางที่ 12 ค่าสีเปลือกของผลมะเกี๋ยงหลังการออกดอก 24 สัปดาห์ พบว่า ทุกกรรมวิธีที่จัดรูปทรง ให้ค่าสีเปลือกเป็น dark purplish grey (N186-7A) หรือสีม่วงเข้ม ผลหลังการออกดอก 26 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธี สีเปลือกผลเริ่มเปลี่ยนให้ค่าสีเป็น dark red (187A) หรือสีดำแดง แต่ในการรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) มีค่าสี

เปลือกเป็น dark purplish grey (N186A) มีการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่า เนื่องจากกระบวนการตัดแต่งกิ่งทำให้เกิดความทึบจากกิ่งแขนงและใบที่แตกเพิ่มมากขึ้น ทำให้แสงและลมผ่านเข้าไปทรงพุ่มได้ไม่ดี และผลหลังการออกดอก 28 สัปดาห์ สีเปลือกผลเปลี่ยนให้ค่าสีเป็น dark red (187A) หรือสีดำแดง ทั้งหมดทุกกรรมวิธี Watada and Abbott (1975) รายงานว่า การดูดกลืนแสงมีความสัมพันธ์กับสีแดงที่เกิดจากเม็ดสีแอนโทไซยานินและซีไค์ถึงปริมาณของสารแอนโทไซยานิน โดยสีที่นิยมไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ สีแดงถึงสีม่วงดำ (นัยวิทย์, 2538) สีผลหรือสีเปลือกของผลผลิตมะเกี๋ยงทุกกรรมวิธีนี้สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้

ตารางที่ 12 ผลการเทียบค่าสีเปลือกของผลมะเกี๋ยงระยะหลังการออกดอก

Treatments	หลังออกดอก	หลังออกดอก	หลังออกดอก
	24 สัปดาห์	26 สัปดาห์	28 สัปดาห์
ทรงชุดควบคุม (T1)	N186A (DPG)	187A (DR)	187A (DR)
ทรงเปิดกลาง (T2)	N187A (DPG)	187A (DR)	187A (DR)
ทรงสี่เหลี่ยม (T3)	N186-7A (DPG)	N186A (DPG)	187A (DR)
ทรงฟ้าซีหงาย (T4)	N187A (DPG)	187A (DR)	187A (DR)

หมายเหตุ DPG= dark purplish grey (N186-7A) DR= dark red (187A)

4. การศึกษาปัจจัยแวดล้อม ได้แก่ ดิน (ธาตุอาหารในดิน), ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์ แสง, และอุณหภูมิ ที่มีผลต่อการออกดอก ติดผลของต้นมะเกี๋ยง

ปัจจัยแวดล้อมมีปฏิสัมพันธ์กันกับการจัดรูปทรง ส่งผลต่อการออกดอก การติดผล และคุณภาพของผลมะเกี๋ยง ในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ระยะเวลาการบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึง 1 ธันวาคม พ.ศ. 2563 รวมระยะเวลา 1 ปี ทำให้เห็นผลการศึกษาไม่ครอบคลุม แม่นยำ ในปัจจัยแวดล้อมทั้งหมดได้ ซึ่งในแต่ละปีปัจจัยแวดล้อมมีความแตกต่างกันมากในแต่ละปี จากการสังเกตการณ์และการบันทึกข้อมูลปริมาณผลผลิตพีชมะเกี๋ยง หลังจากการดำเนินการจัดรูปทรงที่ผ่านมา ข้อมูลผลผลิตมะเกี๋ยงจากศูนย์ส่งเสริมและสนับสนุนโครงการพระราชดำริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จะพบได้ว่า ในแปลงสาธิตการปลูกพีชมะเกี๋ยงทั้งหมดของมหาวิทยาลัย ที่เริ่มปลูกมาในปี 2553 มีพัฒนาการการเจริญเติบโตมาเรื่อย ๆ และทยอยออกดอกติดผลในปริมาณที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณลดลงในบางปี ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศและปัจจัยสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก โดยมีช่วงระยะพัฒนาการการเจริญเติบโตก่อนและหลังการจัดรูปทรง มีดังต่อไปนี้

4.1 ปัจจัยแวดล้อมในช่วงพัฒนาการการเจริญเติบโตของต้นมะเขี๋ยง (ช่วงระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม)

ดิน (ธาตุอาหารในดิน) ในการศึกษาครั้งนี้ มีผลตัวอย่างการวิเคราะห์ดินในช่วงพัฒนาการการเจริญเติบโตของต้นมะเขี๋ยง คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.69 (กรดจัดมาก) ค่าอินทรีย์วัตถุ (%OM) เท่ากับ 0.90 (ต่ำ) ค่าไนโตรเจน (N) เท่ากับ 0.05 (ต่ำ) ค่า Available-P (ppm) เท่ากับ 3 (ต่ำ) ค่า Potassium (%K) เท่ากับ 26 (ต่ำมาก) ค่า Calcium (%Ca) เท่ากับ 322 (ต่ำมาก) และ Magnesium (%Mg) เท่ากับ 29 (ต่ำมาก) โดยได้ใช้แปลงปลูกพืชมะเขี๋ยงแบบระบบอินทรีย์ จึงไม่สามารถให้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินได้ มีการให้ปุ๋ยคอกแห้ง (มูลสัตว์) ซึ่งไม่ได้ผ่านกระบวนการหมัก เพื่อให้เกิดการย่อยสลาย พร้อมปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ต้นมะเขี๋ยงในช่วงการศึกษา ทดลอง แต่ไปมีผลในฤดูการผลิตถัดไป ควรมีการใช้น้ำหมักอินทรีย์ต่าง ๆ ช่วยพ่นให้ปุ๋ยทางใบในระยะต่าง ๆ ให้กับต้นมะเขี๋ยงเพื่อช่วยเพิ่มแร่ธาตุอาหาร ซึ่งในช่วงที่มีการจัดรูปทรงแล้ว 1 เดือน ต้นมะเขี๋ยงแตกใบใหม่ออกมาเป็นจำนวนมาก ในการจัดรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และรูปทรงแบบฝาชีหงาย (T4) มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญยิ่งกับการจัดรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) ต้นที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งจะต้องการใช้แร่ธาตุอาหารในการหล่อเลี้ยง ส่วนต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตในปริมาณที่มาก ในพืชชมพู เป็นพืชตระกูลเดียวกับมะเขี๋ยงนั้น กรมวิชาการเกษตร (2542) ได้แนะนำการใส่ปุ๋ย ในช่วงระยะหลังการเก็บเกี่ยว จะใช้ปุ๋ยที่มีสูตรเสมอ ในช่วงการเตรียมความพร้อมก่อนการออกดอก และในงานการวิจัยของ สุเมธ (2558) เรื่องการปรับปรุงพันธุ์มะเขี๋ยงเพื่อการแปรรูปเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่ม ในวิธีการปฏิบัติการทดลองได้ให้ปุ๋ยสูตรเสมอร่วมกับปุ๋ยคอกแก่ต้นมะเขี๋ยง ที่มีขนาดทรงพุ่ม (กว้างxสูง) ประมาณ 8.42-10.28 x 7.25-12.33 เมตร ในอัตราเฉลี่ย 24 กิโลกรัมต่อต้น ทำให้มีผลผลิตมะเขี๋ยงเฉลี่ย 135-223 กิโลกรัมต่อต้น ช่วยทำให้ผลผลิตมะเขี๋ยงมีปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสม และสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี

ปริมาณน้ำฝน เป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางกิ่ง ก้าน ใบ และพัฒนาการของ ดอก ผลของพืชมะเขี๋ยง ในช่วงที่มีการจัดรูปทรงต้นจะอยู่ในช่วงปลายฤดูฝนทำให้ต้นมะเขี๋ยงได้รับปริมาณน้ำฝนที่น้อย ซึ่งเมื่อหลังจากที่มีการจัดรูปทรงต้นแล้ว ต้นมะเขี๋ยงจะต้องการใช้น้ำปริมาณที่มากขึ้น เพื่อใช้ในการพัฒนาการเจริญเติบโตทางกิ่งแขนง และการแตกใบอ่อนใหม่ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดและวางแผนการให้น้ำต้นมะเขี๋ยง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยให้ครั้งละ 40 นาที (20 ลิตร/ต้น/ครั้ง) แต่จากการสังเกตการณ์ พบว่า ต้นมะเขี๋ยงที่ขาดน้ำในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม จะสามารถช่วยกระตุ้นให้ต้นมะเขี๋ยงออกดอกได้ดีเป็นอย่างมาก ในรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) จะมีการร่วงของใบแก่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีการแทงช่อดอกออกมาบริเวณมุมใบที่ร่วงไม่มีความแตกต่างกัน กับการจัดรูปทรงอื่น ๆ โดยคล้ายกับการวิจัยการงดน้ำต้นมะเขี๋ยง หรือพืชตระกูลส้ม เพื่อทำให้ใบร่วง แล้วกระตุ้นด้วยการให้น้ำและการให้ปุ๋ย จะช่วยให้ต้นมะเขี๋ยงออกดอก-ติดผล

นอกฤดู ซึ่งวิการ์ตัน และคณะ (2558) กล่าวว่า มะเกี๋ยงจะเริ่มแทงช่อดอกหลังจากการหลุดร่วงของใบ ในบริเวณชอกใบที่หลุดร่วงไป และเกิดบนกิ่งที่มีอายุ 2 ปีขึ้นไป การศึกษาช่วงเวลาการงอต้นน้ำในต้นมะเกี๋ยงในช่วงเวลาหนึ่ง จะช่วยทำให้ใบแก่ของมะเกี๋ยงหลุดร่วงไปเป็นจำนวนมาก และอาจจะช่วยให้ต้นมะเกี๋ยงเกิดตาดอกได้เป็นอย่างดี จากการทดลองไม่ได้ทำการงอต้นน้ำในช่วงเวลาก่อนการออกดอก

ความชื้นสัมพัทธ์ มีสำคัญต่อการพัฒนาการเจริญเติบโต การจัดรูปทรงต้นในต้นที่ได้รับ การจัดรูปทรง จะมีความชื้นสัมพัทธ์ลดลงภายในต้น เนื่องจากการตัดแต่งกิ่ง ช่วยให้ความหนาทึบของใบ และทรงพุ่มลดขนาดลง ช่วยกำจัดโรคแมลงที่หลบซ่อน และที่อาศัยอยู่ในที่มีความชื้นสูงได้ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ตั้งอยู่ในสภาพพื้นที่ป่าเต็งรัง เป็นป่าผลัดใบพื้นที่แห้งแล้ง ลักษณะดิน เป็นดินร่วนปนทราย กรวด หรือลูกรัง ต้นมะเกี๋ยงจะเจริญเติบโตได้ดี ในบริเวณพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้น มีความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดทั้งปี เช่น ริมห้วย ลำคลอง หนอง บึง และเป็นพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง (วิการ์ตัน และทองศักดิ์, 2558) พืชในวงศ์ชมพูน้้น ถ้าปลูกในพื้นที่สภาพป่าเต็งรัง พื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์น้อย และสภาพดินที่เสื่อมโทรม จะต้องดูแล เอาใจใส่ ในระยะ 1-2 ปี เพื่อให้พืชสามารถปรับตัวกับสภาพอากาศได้ก่อน ก็จะสามารถเจริญเติบโตได้ดี พืชมะเกี๋ยงเป็นไม้ป่าผลัดใบได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวเข้าสู่ช่วงฤดูร้อน ในสภาพพื้นที่ป่าเต็งรัง ต้นไม้ชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ป่าเต็งรังจะเริ่มผลัดใบทิ้ง แล้วรอน้ำฝนมาช่วยกระตุ้นการแตกใบใหม่ การใช้เทคนิค การดูแลรักษาต่าง ๆ จึงช่วยให้ต้นมะเกี๋ยงเจริญเติบโตได้ดี มีลำต้น ใบเขียวขจี มีใบอ่อนใบ ใบแก่ปะปนกันอยู่ตลอดทั้งปี เมื่อเข้าไปอยู่ใต้ร่มต้นมะเกี๋ยงในช่วงฤดูร้อน จะรู้สึกเย็นสบาย พืชมะเกี๋ยงยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้น การรักษาความชื้นในดิน ความชื้นในพื้นที่ได้ค่อนข้างดี พืชมะเกี๋ยงยังเหมาะสำหรับการนำไปปลูกเป็นพืชสร้างป่าทดแทนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมได้เป็นอย่างดี

แสง มีผลกระทบหลังจากที่ได้ดำเนินการการจัดรูปทรง คือ รูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และรูปทรงแบบฝ่าชี่หงาย (T4) รูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) ตามรูปแบบต่าง ๆ ความหนาทึบของใบและของทรงพุ่มลดลง มีความโปร่ง แสงส่องเข้าไปทั่วทรงพุ่มได้ ทำให้ต้นมะเกี๋ยงจะได้รับความเข้มข้นของแสงได้มากขึ้น ทำให้ใบทำหน้าที่รับแสงและสังเคราะห์แสงสร้างแร่ธาตุอาหารไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต้นได้ดีมากยิ่งขึ้น ในส่วนต้นมะเกี๋ยงที่ไม่ได้รับการจัดรูปทรง (T1) ต้นมะเกี๋ยงก็สามารถสังเคราะห์แสงสร้างอาหารได้ปกติ แต่อาจจะต้องหาธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้นเพื่อหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ที่มีการขยายเพิ่มมากขึ้นตามอายุการเจริญเติบโตของต้น มะเกี๋ยงเป็นพืชที่ต้องการแสงในการเจริญเติบโตมาก การตัดแต่งกิ่งเป็นการบังคับการออกดอกของไม้ผลบางชนิด การเจริญของกิ่งใหม่ใบใหม่จะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงมากกว่าใบแก่ สร้างอาหารได้ดีกว่า (วาสนา และคณะ, 2563) การตัดแต่งกิ่งมีประโยชน์ต่อการแตกตาใหม่ ทำให้ต้นฟื้นตัวได้เร็ว ใบใหม่สามารถสะสมอาหารไว้สำหรับการออกดอกติดผลในฤดูกาลถัดไป (อนุชา, 2561) ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้ต้นมะเกี๋ยงที่ปลูกในระยะ 4x4 เมตร มีอายุ 9-10 ปี ซึ่งการปลูกในระยะระยะชิด ทำให้ต้นมะเกี๋ยง

มีพื้นที่รับแสงได้น้อย ลำต้นสูงชะลูด ยึดสูง ปลายพุ่มชิดกัน ปริมาณการออกดอก การติดผลน้อย และไม่มีควมสม่ำเสมอ จึงเป็นข้อศีกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อช่วยแก้ปัญหการจัการทรงต้น ที่มีความสูงต่าง ๆ ได้เหมาะสม เพื่อให้ต้นมะเกี๋ยงได้รับแสง ให้แสงส่องเข้าไปในทิศทางต่าง ๆ ได้ทั่วถึง และเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้ต้นมะเกี๋ยงมีการออกดอกติดผลได้ดีมากยิ่งขึ้น

อุณหภูมิ มีความสำคัญและมีความสัมพันธ์กับช่วงระยะพัฒนาการการเจริญเติบโตพืชมะเกี๋ยง หลังมีการจัการรูปทรงมาก โดยการจัการรูปทรงต่าง ๆ สามารถช่วยส่งเสริม ชักนำ กระตุ้น พัฒนาการการเจริญเติบโตของต้นมะเกี๋ยงได้ การเจริญเติบโตและพัฒนาการของใบใหม่ กิ่งใหม่ ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ เป็นอย่างมาก การจัการรูปทรงในช่วงพัฒนาการการเจริญเติบโตก่อนการออกดอกที่เหมาะสม ประกอบกับปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จะสามารถช่วยส่งเสริมการออกดอกติดผลได้ดี ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคมของทุกปี ในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติจังหวัดแพร่ จะมีสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็น อุณหภูมิจะลดต่ำลง ทำให้มีส่วนช่วยในการชักนำให้ต้นมะเกี๋ยงเกิดตาดอกได้ คล้ายกับพืชในเขตกึ่งร้อนทั่วไป อาทิ ลำไย ลิ้นจี่ มะม่วง และพืชอื่น ๆ ออกดอกติดผล มากน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในแต่ละปี ซึ่งควรมีบันทึกข้อมูลสถิติและมีการศึกษาการจัการรูปทรงในช่วงของการพัฒนาของต้นที่เหมาะสมต่อการออกดอกที่แม่นยำต่อไป อุณหภูมิที่ลดลงสามารถช่วยกระตุ้นให้เกิดการออกดอกของต้นมะเกี๋ยงได้

4.2 ปัจจัยแวดล้อมในช่วงพัฒนาการการออกดอกติดผลของต้นมะเกี๋ยง (ช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม)

ดิน (ธาตุอาหารในดิน) ผลการวิเคราะห์ดินในช่วงพัฒนาการออกดอกติดผล มีดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.66 (เป็นกลาง) อินทรีย์วัตถุ (%OM) เท่ากับ 0.75 (ต่ำ) ไนโตรเจน (N) เท่ากับ 0.04 (ต่ำ) Available-P (ppm) เท่ากับ 18 (สูง) Potassium (%K) เท่ากับ 452 (สูงมาก) Calcium (%Ca) เท่ากับ 882 (ต่ำ) และ Magnesium (%Mg) เท่ากับ 95 (ต่ำ) หลังจากการจัการรูปทรงต้น ต้นมะเกี๋ยง จะต้องการใช้ปริมาณธาตุอาหารในการหล่อเลี้ยงใบใหม่ในปริมาณที่มาก รวมไปถึงในระยะการออกดอกติดผลด้วย ทั้งนี้ได้ให้ปุ๋ยคอก (มูลสัตว์) ในรอบที่ 2 จำนวนต้นละ 1 กระสอบ (ปริมาณ 30-40 กิโลกรัม) เพื่อส่งเสริมการออกดอกติดผลให้มีคุณภาพ โดยโรยรอบโคนต้นมะเกี๋ยงเป็นวงกลมห่างโคนต้นประมาณ 2 เมตร มะเกี๋ยงเป็นพืชตระกูลเดียวกับพืชชมพู โดยกรมวิชาการเกษตร (2542) ได้ศึกษาและแนะนำการใส่ปุ๋ยในช่วงระยะก่อนออกดอกติดผล เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการออกดอกติดผลให้กับชมพู คือ ควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารฟอสฟอรัสสูง (P) หรือปุ๋ยสูตรที่มีตัวกลางสูงและควรเพิ่มกระบวนการการบริหารจัการแปลง การดูแลรักษา ให้ปุ๋ยน้ำหมักผลไม้รวมเพิ่มรสชาติ ในช่วงระยะเริ่มติดผลอ่อนอย่างต่อเนื่อง

ปริมาณน้ำฝน ในการศึกษาช่วงระยะออกดอกติดผลหลังการจัดรูปทรง ซึ่งจะอยู่ในระหว่างช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน เป็นช่วงคาบเกี่ยวกันระหว่างฤดูหนาวกับฤดูร้อน (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จะมีความชื้นที่ลดลง เกิดจากปริมาณน้ำฝนลดลงด้วย หลังจากการจัดรูปทรงต้นมะเขี๋ยงจะต้องการน้ำ เพื่อช่วยในการเจริญเติบโต จึงวางแผนการให้น้ำในช่วงระยะการออกดอกติดผล อาทิ ตยลละ 2 ครั้ง โดยให้ครั้งละ 60 นาที (30 ลิตร/ต้น/ครั้ง) โดยให้ปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเป็นช่วงระยะการเปลี่ยนแปลง ของช่วงดอกบานเป็นผลอ่อน ช่วงการเปลี่ยนแปลงนี้จะอยู่ในช่วงปลายมีนาคมถึงต้นเมษายน จะต้องมี การดูแลเอาใจใส่ปริมาณน้ำเป็นอย่างดี ซึ่งช่วงนี้ต้นมะเขี๋ยงจะต้องการน้ำในปริมาณที่มากและ ต่อเนื่อง เพื่อช่วยส่งเสริมให้ต้นมะเขี๋ยงติดผลได้ดีมีคุณภาพ แต่ถ้าขาดน้ำในช่วงนี้ ดอกบานจะร่วงเป็น จำนวนมาก มีการติดผลน้อย ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตน้อยไปด้วย จากการสังเกตการณ์ พบว่า ในการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม หรือไม่ได้จัดรูปทรง (T1) มีการร่วงของดอกเป็นจำนวนมาก เกิดจาก ความไม่สมบูรณ์ของต้น ต้นสูงโปร่ง มีลักษณะทรุดโทรม ไม่ผลัดใบใหม่ มีกิ่งก้านทับซ้อนกันไม่เป็น ระเบียบ ในส่วนต้นที่ได้รับการจัดรูปทรง คือ รูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และรูปทรงแบบฝาชีหงาย (T4) มีการร่วงของดอกน้อย เนื่องจากมีการตัดแต่งกิ่งก้านออกไปบ้าง ทำให้ต้นมะเขี๋ยงมีการหาธาตุอาหารได้เพียงพอต่อความต้องการของต้น โดยจากสถิติปริมาณน้ำฝน ในปี 2560 จังหวัดแพร่ พบว่า ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 117.81 มิลลิเมตร ส่งผลทำให้ปริมาณ ผลผลิตมะเขี๋ยงในปีถัดไป คือ ปี 2561 นั้นมีการออกดอก-ติดผลได้เป็นอย่างดี และได้ปริมาณผลผลิต ที่มากเช่นเดียวกัน แต่ในปีช่วงฤดูกาลปี 2561 และ ปี 2562 มีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย เท่ากับ 87.67 และ 83.33 มิลลิเมตร มีค่าน้อยที่สุด จึงทำให้ส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตใน ฤดูกาลเก็บเกี่ยว ปี 2562-2563 ที่ได้ปริมาณผลผลิตมะเขี๋ยงที่ต่ำมาก ปัจจัยแวดล้อมด้านปริมาณ น้ำฝนในแต่ละปีมีความสำคัญมาก ปริมาณน้ำฝนมีมากมีน้อย ล้วนแต่ส่งผลกระทบต่อ ปริมาณและคุณภาพผลผลิตมะเขี๋ยงในปีถัดไปอย่างเห็นได้ชัด

ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงพัฒนาการการออกดอก-ติดผลของพีชมะเขี๋ยง ช่วงปลายเดือน ธันวาคมถึงกลางเดือนมกราคมทุก ๆ ปี จะเริ่มมีพัฒนาการการแทงตาดอกออกมา และในช่วงปลาย เดือนมีนาคมถึงช่วงต้นเดือนเมษายน ต้นมะเขี๋ยงจะเข้าสู่ช่วงการบานของดอกและเริ่มติดผลอ่อน ถ้าปริมาณค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำจะทำให้ ดอกบานร่วง ผลอ่อนร่วง เกิดความเสียหาย ทำให้ ได้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตมะเขี๋ยงน้อยลง และในช่วงการออกดอก-ติดผลนี้ จะมีแมลง-สัตว์ต่าง ๆ มาอาศัยหาความชื้นภายในต้นมะเขี๋ยง เช่น กระจอก แอ้ มดแดง ปลวก และนกชนิดต่าง ๆ อยู่ตาม ต้นมะเขี๋ยงเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะมดแดง จะเฝ้าเกาะตามดอก-ผลมะเขี๋ยง เพื่ออาศัยน้ำเลี้ยงจาก ดอกเป็นอาหารและเลี้ยงตัวอ่อนให้เจริญเติบโต โดยหนึ่งต้นจะมีรังมดแดง มาสร้างรังอยู่ประมาณ 5-10 รังต่อต้น ซึ่งเป็นอุปสรรคหนึ่งในการปฏิบัติงานในการศึกษาวิจัยนี้เป็นอย่างมาก การควบคุมและ

การดูแลเอาใจใส่ในระยะจึงมีความสำคัญมาก ทั้งในต้นที่มีการจัดรูปทรง (T2 T3 และT4) และต้นที่ไม่ได้จัดรูปทรง (T1) ซึ่งมีความต้องการน้ำและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงนี้ค่อนข้างมาก การปลูกต้นมะเกี๋ยงจะช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นภายใต้แปลงได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากเป็นต้นไม้ที่ผลัดใบอยู่ตลอดเวลา การให้น้ำ อย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่องจะช่วยเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ได้ และช่วยให้การออกดอก-ติดผล ในช่วงนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นด้วย

แสง ในการศึกษานี้ได้ดำเนินการวัดปริมาณ เริ่มตั้งแต่ก่อนการจัดรูปทรง จนถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว โดยที่ปริมาณแสงนอกทรงพุ่ม มีค่าเฉลี่ยที่ 210,000 ลักซ์ และปริมาณแสงในทรงพุ่ม ทางด้านทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และกลางแปลง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 172,500 17,500 และ 25,000 ลักซ์ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงแสงในฤดูการผลิตปี 2562-2563 โดยทั้งนี้ จะต้องมีการศึกษาถึง ปริมาณความเข้มของแสงและการกระจายของแสงในทรงพุ่มภายในต้นมะเกี๋ยงที่เหมาะสมกับความต้องการของต้น และควรจะต้องมีการศึกษาปริมาณแสงที่เหมาะสมในเชิงลึกอย่างต่อเนื่องในลำดับต่อไป เพื่อให้ทราบถึงสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกพืชมะเกี๋ยง เพื่อช่วยให้ต้นมะเกี๋ยงมีการออกดอก ติดผลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยทั้งนี้ การดำเนินการการจัดรูปทรงหรือการตัดแต่งกิ่งลดปริมาณทรงพุ่มลงตามความเหมาะสมของพืชแต่ละชนิด และเพิ่มปริมาณการรับแสงให้กับใบของพืช นั้น จึงเป็นวิธีการที่นิยมใช้ควบคุมการออกดอกติดผลให้ได้คุณภาพที่ดีขึ้น (กวิศร์, 2546)

อุณหภูมิ ในช่วงระยะการออกดอก-ติดผล ในฤดูกาลปี 2562-2563 จะเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 29.48-28.30 องศา และมีความชื้นในอากาศที่ต่ำโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปี 70.82-73.01 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ช่วงที่มีอากาศแห้งแล้ง จะเป็นช่วงที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงและมีพัฒนาการจากดอกบานเป็นผลอ่อน ถ้าขาดการปฏิบัติ ดูแลเอาใจใส่ที่ดี ในด้านการจัดการแปลงการให้น้ำ-ให้ปุ๋ยที่ดี จะเกิดการหลุดร่วงของดอกที่กำลังบานเป็นผลอ่อนได้ง่าย ในช่วงของพัฒนาการของดอกมะเกี๋ยง จะเริ่มตั้งแต่การแทงตาดอก จนถึงดอกบาน มีระยะเวลาประมาณ 114-121 วัน อุณหภูมิมีความสำคัญและส่งผลต่อการแทงตาดอก การออกดอก และติดผลมะเกี๋ยงเป็นอย่างมาก จากเฝ้าติดตามพฤติกรรมลักษณะการออกดอก และการเข้าสำรวจสังเกตการณ์ พบว่า มีต้นมะเกี๋ยงบางต้น มีการออกดอกติดผลนอกฤดูกาลได้ (มีผลมะเกี๋ยงสุกแก่ในเดือนกุมภาพันธ์) เป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษาการใช้ปัจจัยอื่น ๆ มาช่วยกระตุ้นให้มีการทำผลผลิตออกนอกฤดู และเพิ่มประสิทธิภาพการออกดอก ติดผลของพืชมะเกี๋ยงต่อไป

4.3 ปัจจัยแวดล้อมในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขี๋ยง (ช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม)

ดิน (ธาตุอาหารในดิน) ในช่วงระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้มีการบันทึกข้อมูลตัวอย่างการวิเคราะห์ดินในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตของต้นมะเขี๋ยง คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.10 (เป็นกลาง) อินทรีย์วัตถุ (%OM) เท่ากับ 1.46 (ต่ำ) ไนโตรเจน (N) เท่ากับ 0.07 (ต่ำ) Available-P (ppm) เท่ากับ 10 (ปานกลาง) Potassium (%K) เท่ากับ 266 (สูงมาก) Calcium (%Ca) เท่ากับ 518 (ต่ำ) และ Magnesium (%Mg) เท่ากับ 103 (ต่ำ) โดยธาตุอาหารเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นเองได้จากการทับถม ผุพัง การย่อยสลายของเศษใบไม้ตามธรรมชาติ และเกิดจากการนำมูลสัตว์แห้งมาเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการออกดอก-ติดผลของพืชได้ เช่น การใช้น้ำหมักอินทรีย์จากซากพืชซากสัตว์ต่าง ๆ มาพ่นให้กับดอกและผล ในสัดส่วนตามที่พืชมะเขี๋ยงต้องการ จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับปริมาณและคุณภาพของผลผลิตมะเขี๋ยงได้เป็นอย่างดี ควรมีการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในลำดับต่อไป โดยกรมวิชาการเกษตร (2542) ได้แนะนำการใส่ปุ๋ยในช่วงออกดอก-ติดผลของพืชชมพู ที่ปลูกในเชิงการค้าและในพื้นที่สวนเชิงพาณิชย์ให้ประสบผลสำเร็จ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตชมพู คือ การให้ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่มีแร่ธาตุอาหารโพแทสเซียม (K) หรือปุ๋ยสูตรตัวท้ายสูง เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถของผลและทำให้มีรสชาติอร่อยมากยิ่งขึ้น ในงานวิจัยของ อภินันท์ และคณะ (2548) พบว่า การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมกับมะเขี๋ยงอายุ 6 ปี ในช่วงการติดผลทำให้ผลผลิตมะเขี๋ยงมีคุณภาพที่ดีที่สุดในการศึกษาวิจัยนี้ พบว่า ในการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อผล ดีที่สุด มีความแตกต่างจากการจัดรูปทรงแบบอื่น ๆ (T2 T3 และT4) เนื่องจากการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) มีดอกและผลร่วงก่อนเก็บเกี่ยวค่อนข้างมาก ทำให้เหลือผลต่อช่อน้อย และได้รับปริมาณธาตุอาหารได้อย่างเต็มที่ แต่ปริมาณผลผลิตต่อต้นทุกกรรมวิธีที่จัดรูปทรงไม่มีความแตกต่างกัน

ปริมาณน้ำฝน เป็นปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญต่อพัฒนาการของผลมะเขี๋ยง เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต เนื่องจากช่วงในการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขี๋ยงนั้น จะอยู่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคมของทุก ๆ ปี เป็นช่วงต้นของฤดูฝน ต้นมะเขี๋ยงจะได้รับปริมาณน้ำฝน สามารถดูดซับน้ำทุกช่องทางได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตมะเขี๋ยงในการจัดรูปทรงตามกรรมวิธีต่าง ๆ แต่ในการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีในผลมะเขี๋ยงพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่น ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ รสชาติ (อัตราส่วน TSS:TA) เป็นต้น และในช่วงปี 2562 เป็นช่วงการเตรียมความพร้อมต้นมะเขี๋ยงเพื่อทำการศึกษาวิจัย ปริมาณน้ำฝนในช่วงปี 2562 โดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีน้อยที่สุดในรอบ 5 ปี ทำให้ส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตมะเขี๋ยง ในฤดูกาลปี 2563 เป็นอย่างมากในช่วงการศึกษาวิจัยและการเก็บเกี่ยวผลมะเขี๋ยงนั้นพอดี เมื่อต้นมะเขี๋ยงได้รับปริมาณน้ำฝนมากเกินไป จะทำให้รสชาติของผลมะเขี๋ยงเปลี่ยนไป มีผลแตก ผลเน่า มีโรคแมลงเข้ามาทำลาย

ผลมะเกี๋ยง เกิดความเสียหายต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ซึ่งเป็นปัญหาในการบริหารจัดการแปลงที่ดี ซึ่งจะต้องมีการศึกษาระยะยาวในลำดับต่อไป

ความชื้นสัมพัทธ์ การปลุกมะเกี๋ยงในสภาพพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะช่วยให้ผลผลิตมะเกี๋ยงมีสารสำคัญต่าง ๆ ที่เข้มข้นมากขึ้นด้วย แต่ในช่วงที่ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเกี๋ยงจะเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงมาก เนื่องจากเป็นช่วงต้นของฤดูฝน ทำให้ต้นมะเกี๋ยงที่ได้รับการจัดรูปทรง และไม่ได้รับการจัดรูปทรงทุกกรรมวิธี มีการแตกใบใหม่ และกิ่งแขนงเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความหนาทึบของใบและกิ่ง เกิดความชื้นสัมพัทธ์สะสมภายในต้นเพิ่มมากขึ้นไปด้วย แสงแดดเริ่มส่องเข้าไปในทรงพุ่มไม่ทั่วถึง เมื่อผลผลิตมะเกี๋ยงร่วงลงดินในช่วงที่มีความชื้นในอากาศสูง จะเกิดการเน่าเสียได้ง่าย มีแมลงศัตรูเข้ามาตามกลิ้ง และเข้าทำลายผลมะเกี๋ยงทันที เกิดปัญหาเกี่ยวกับผลผลิต จะไม่สามารถนำมาแปรรูปได้ แต่ในช่วงที่ฝนทิ้งช่วงไปความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลงผลผลิตมะเกี๋ยง จะเกิดการเน่าเสียลดลง ดังนั้น การบริหารจัดการแปลง ดูแล และควรมีการเตรียมความพร้อม ของอุปกรณ์แรงงาน ในการเก็บเกี่ยวให้ดี เนื่องจากจะต้องทำการเก็บผลผลิตทุกวัน โดยที่ต้องมีอุปกรณ์รองรับผลผลิตที่ร่วงลงมา เช่น แสลมพรางแสง ตาข่าย เป็นต้น เพื่อป้องกันไม่ให้ผลผลิตสัมผัสกับพื้นดินโดยตรง ทำให้ผลผลิตสะอาด แต่ต้องนำไปล้างกับน้ำสะอาดเพื่อแยกเศษใบ เศษกิ่งไม้ แล้วบรรจุลงเข้าไปแปรรูปหรือแช่แข็งไว้ต่อไป

ความเข้มของแสง แสงยังช่วยในการกำจัดโรค-แมลงในบางชนิดที่หลบซ่อนตัวอยู่ตาม กิ่ง ใบที่หนาทึบได้ จากการสังเกตการณ์ พบว่า กิ่งที่อยู่ด้านบนของต้นที่ได้รับแสงมากจะมีการออกดอก และมีผลผลิตที่มากกว่ากิ่งด้านล่างที่ได้รับแสงน้อย แสงมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตและสีเปลือกผลของมะเกี๋ยง โดยผลผลิตมะเกี๋ยงจะได้คุณภาพดีนั้น ปริมาณความเข้มของแสงต้องมีความเหมาะสม มีการจัดรูปทรงที่เหมาะสม ผลผลิตจะได้รับปริมาณแสงที่เหมาะสม จากผลการเทียบสีค่าสีเปลือกของผลผลิตมะเกี๋ยงในช่วงหลังการออกดอก 24 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธีที่จัดรูปทรงให้ค่าสีเปลือกเป็น dark purplish grey (N186-7A) หรือสีม่วงเข้ม ผลผลิตมะเกี๋ยงในช่วงหลังการออกดอก 26 สัปดาห์ ทุกกรรมวิธี สีเปลือกผลเริ่มเปลี่ยนให้ค่าสีเป็น dark red (187A) หรือสีแดง แต่ในการรูปทรงแบบสีเหลี่ยม (T3) มีค่าสีเปลือกเป็น dark purplish grey (N186A) มีการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่า เนื่องจากกระบวนการจัดรูปทรงหรือการตัดแต่งกิ่ง ทำให้เกิดความทึบจากกิ่งแขนงและใบที่แตกเพิ่มมากขึ้น ทำให้แสงและลมผ่านเข้าไปทรงพุ่มได้ไม่ดี และผลผลิตมะเกี๋ยงในช่วงหลังการออกดอก 28 สัปดาห์ สีเปลือกผลเปลี่ยนให้ค่าสีเป็น dark red (187A) หรือสีแดง ทั้งหมดทุกกรรมวิธี การดูกลิ่นแสงมีความสัมพันธ์กับสีแดงที่เกิดจากเม็ดสีแอนโทไซยานิน และชี้ได้ถึงปริมาณของสารแอนโทไซยานิน โดยสีที่นิยมไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ คือ สีแดงถึงสีม่วงดำ (Watada and Abbott, 1975) ในส่วนของสีเปลือกของผลมะเกี๋ยง จะมีเฉดสีที่เปลี่ยนแปลงไปตามอายุของผล และ

ตามระยะเวลาการติดผลบนกิ่ง เนื้อมะเกี๋ยงที่มีสีเข้มม่วงแดงจะนำมารับประทาน และเหมาะสำหรับการนำไปแปรรูปในทางอุตสาหกรรมได้ดี

อุณหภูมิ มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตมะเกี๋ยงเป็นอย่างมาก ทำให้ผลผลิตมีความสมบูรณ์ มีความสม่ำเสมอ มีพัฒนาการการเจริญเติบโตของผลที่ดี ในการศึกษาวิจัยนี้ พบว่า ลักษณะทางกายภาพของผลมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงทุกกรรมวิธี เช่น น้ำหนักต่อผล การจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) มีค่ามากที่สุด แต่สำหรับในส่วนของ ความยาวผล ความกว้างผล ความหนาเนื้อ เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ด เป็นต้น ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างรูปทรงการตัดแต่งกิ่ง การจัดการแปลง และการดูแลเอาใจใส่แปลงมะเกี๋ยงในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูงเป็นเรื่องที่ค่อนข้างบริหารจัดการได้ยากมาก เนื่องจากเป็นปัจจัยแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ ถ้าสามารถทำได้จะช่วยให้ต้นมะเกี๋ยงมีพัฒนาการการออกดอกติดผลที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตมะเกี๋ยงได้ดีมากขึ้น ในช่วงระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิต ถ้าอยู่ในช่วงที่มีอุณหภูมิในแปลงสูงนั้น ผลผลิตมะเกี๋ยงที่เก็บเกี่ยวมา จะแห้งเหี่ยวได้เร็วกว่าในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า ต้องรีบเก็บเกี่ยวผลผลิตให้ทันก่อนช่วงเวลาเที่ยง แล้วล้างทำความสะอาด นำไปบรรจุถุง และนำไปแปรรูป หรือนำไปเข้าห้องเย็นเก็บผลผลิต -5 ถึง -20 องศาเซลเซียส ทันทีเพื่อรักษาความสดของผลผลิตต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

ผลการศึกษาการจ้ดรูปทรงและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตของพีชมะเกี๋ยง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหารูปทรงที่มีความเหมาะสมต่อการออกดอก การติดผลของต้นมะเกี๋ยง ในฤดูกาลปี 2563 ในสภาพพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยในพื้นที่ที่มีสภาพดินมีความสมบูรณ์ที่น้อย และมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ การจ้ดรูปทรงต้นมะเกี๋ยงช่วยกระตุ้น พัฒนาการการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ด้านความกว้าง และด้านขนาดรอบลำต้นได้ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตของต้นมะเกี๋ยง การจ้ดรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) มีการเจริญเติบโตด้านความสูงที่ดีกว่า แต่การเจริญเติบโตด้านอื่น ๆ ทุกกรรมวิธีที่ได้รับการจ้ดรูปทรง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การแตกตาใบในปริมาณที่มากกว่า ในช่วงหลังการตัดแต่งกิ่งแล้ว 85 วัน จำนวนดอกต่อช่อของชุดควบคุม (T1) และรูปทรงสี่เหลี่ยม (T3) มีความแตกต่างกันทางสถิติ และการจ้ดรูปทรงในชุดควบคุม (T1) มีน้ำหนักผลที่ดี แต่ในด้านขนาดและคุณสมบัติทางเคมีในผลมะเกี๋ยง ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การจ้ดรูปทรงและระยะเวลาการติดผลไม่ส่งผลกระทบต่อค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และค่าสีเปลือกผล แต่ในสัปดาห์ที่ 26 รูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) มีการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกผลที่ช้ากว่า ซึ่งควรมีการศึกษาในระยะยาวต่อไป

โดยความสัมพันธ์ระหว่างการจ้ดรูปทรงกับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ นั้น มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลมะเกี๋ยง ในการเตรียมต้นมะเกี๋ยงเพื่อทำงานวิจัย ในปี 2562 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุด แต่หลังจากมีการจ้ดรูปทรงต้นแล้ว ในช่วงปี 2563 ช่วงที่ต้นมะเกี๋ยงกำลังออกดอกติดผลนั้น กลับมีค่าปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูงที่สุดในรอบ 5 ปี ทำให้ผลมะเกี๋ยง หลุดร่วง ผลแตก แต่บางผลก็มีความสมบูรณ์ดี ต้นมะเกี๋ยงปรับตัวตามสภาพปัจจัยแวดล้อมได้ไม่ทัน ยังส่งผลกระทบต่อการสะสมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศบริเวณโดยรอบ ที่มีความแห้งแล้ง สภาพดินลูกรังไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ดี การจ้ดรูปทรงที่ลดความสูงลงมา การจ้ดรูปทรงต้นทำให้แสงส่องเข้าไปในทรงพุ่มได้ทั่วถึง มีการสังเคราะห์แสง มีการสร้างและสะสมอาหารเพิ่มมากขึ้น และในส่วนของอุณหภูมิช่วยกระตุ้นในการออกดอก อุณหภูมิที่เหมาะสมจะช่วยให้ต้นมะเกี๋ยงติดผลได้เป็นอย่างดีทั้งปริมาณและคุณภาพ การจ้ดรูปทรงต้นมะเกี๋ยงในครั้งนี้ จึงได้สรุปผลจากการสังเกตการณ์ ตามพัฒนาการหลังจากการจ้ดรูปทรงตามรูปแบบต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. การจัตรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) ต้นมะเกี๋ยงไม่ได้รับการกระตุ้นในการจัตรูปทรง ทำให้ต้นมะเกี๋ยงแตกใบใหม่และผลัดใบใหม่น้อย เกิดจากยังมีสารควบคุมการเจริญเติบโต (Auxin) อยู่ที่บริเวณปลายยอด ทำให้มีการเจริญเติบโตที่ปลายยอดตามแสงขึ้นไปเรื่อย ๆ นอกจากนี้ต้นมะเกี๋ยงไม่อยู่ในสภาวะที่เครียดจากการจัตรูปทรง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม อุณหภูมิจะเริ่มลดลงอย่างต่อเนื่อง ต้นมะเกี๋ยงจะเริ่มผลัดใบแก่ร่วงจากต้นเป็นจำนวนมาก ประกอบกับมีอากาศหนาวเย็นเข้ามากระทบ ทำให้ต้นมะเกี๋ยงเริ่มมีการแตกตาดอกออกมาในช่วงต้นเดือนมกราคมของทุก ๆ ปี ทำให้การจัตรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) มีการออกดอก-ติดผลมาก มีการรูปร่างของดอกและผลมากเช่นกัน แต่ก็ยังมีปริมาณผลผลิตที่ดี แต่จากการสังเกตลักษณะโดยรวมของต้นมะเกี๋ยงดูทรุดโทรม มีกิ่งแห้งตาย ต้นสูงชะลูด ใบดำนไม่มันวาว ด้านคุณภาพของผลผลิตมีปริมาณน้ำหนักรต่อผลที่ดี มีค่าน้ำตาลปานกลาง สามารถนำผลผลิตมะเกี๋ยงมาใช้แปรรูปได้สีส้มของผลิตภัณฑ์ออกมาได้ดี

2. การจัตรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) มีการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้า ๆ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ พัฒนาการการแตกตาใบยังมีน้อย เพราะมีการกระตุ้นด้วยการจัตรูปทรงที่ไม่หนักมาก แต่ในด้านปริมาณการออกดอก-ติดผล การจัตรูปทรงแบบเปิดกลาง (T2) สามารถออกดอก-ติดผลได้ดีมากกว่าทุก ๆ กรรมวิธี เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม ประกอบกับมีการกระตุ้นด้วยการจัตรูปทรงที่เหมาะสมไม่หนักเกินไป มีกิ่ง ก้าน ที่สะสมอาหารพร้อมให้ผลผลิตที่เหมาะสม แสงสามารถแสงเข้าไปทรงพุ่มได้ จะช่วยการผลัดใบใหม่ที่ดี มีปริมาณการออกดอกมากที่สุด และมีปริมาณผลผลิตได้ดีมากที่สุด ในด้านคุณภาพผลผลิตมะเกี๋ยงมีปริมาณเนื้อค่อนข้างดี เมล็ดเล็ก มีน้ำหนักรต่อผลที่ดี การจัตรูปทรงนี้จึงเหมาะสำหรับนำไปปฏิบัติในแปลงมะเกี๋ยง การดูแลเอาใจใส่ให้น้ำ ให้ปุ๋ยที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ สามารถนำผลผลิตไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี

3. การจัตรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) มีการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ที่ค่อนข้างดี เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ ด้านพัฒนาการการแตกตาใบได้ดี เนื่องจากมีการกระตุ้นด้วยการจัตรูปทรงที่หนักสามารถรับแสงแดดได้ทุกด้าน มีการจำนวนการแตกตาดอกได้น้อย การติดผลและปริมาณผลผลิตได้ค่อนข้างดี ได้รับการกระตุ้นด้วยการจัตรูปทรงทำให้ต้นมะเกี๋ยงฟื้นตัวได้เร็ว ทำให้เกิดการผลัดใบใหม่ทีมาก ใบใหม่จะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงมากกว่าใบแก่ ทำให้สร้างอาหารได้ดีกว่า การจัตรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) ผลผลิตมะเกี๋ยงมีผลร่วงก่อนกำหนดที่น้อยมาก มีข้าวผลเหนียว ถ้ามีการควบคุมความชื้นที่เหมาะสมได้ดี จะช่วยทำให้ได้ปริมาณผลผลิตค่อนข้างที่ดีมาก ด้านคุณภาพของผลผลิตลักษณะต่าง ๆ โดยรวมไม่มีความแตกต่างกัน มีรสชาติที่ดี ปริมาณน้ำหนักรต่อผลปานกลาง

4. การจัตรูปทรงแบบฝาชิงาย (T4) มีการเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ที่ดี เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ ด้านพัฒนาการการแตกตาใบมากที่สุด เพราะเนื่องจากมีการกระตุ้นด้วยการจัตรูปทรงที่หนักมาก ทำให้การจัตรูปทรงแบบฝาชิงาย (T4) การกระตุ้นให้การแตกตาดอก และได้ปริมาณ

ผลผลิตมะเขี๋ยงที่น้อยมาก อาจจะเป็นเพราะการได้รับการกระตุ้น จากการจัดรูปทรงที่มากไป สูญเสีย กิ่ง ก้าน ที่สะสมอาหารที่พร้อมออกดอก ออกไปมาก ทำให้เกิดการผลัดใบใหม่มากที่สุด ทำให้ต้นมะเขี๋ยงต้องใช้ธาตุอาหารไปเลี้ยงที่ใบใหม่มากขึ้น จากการสังเกตในเบื้องต้น ลำต้น กิ่งก้าน ใบ ของต้นมะเขี๋ยง ค่อนข้างมีความสมบูรณ์มาก ต้นโปร่ง ไม่ทึบ รูปทรงไม่สูง และสามารถจัดการได้ที่ง่าย ขึ้น ข้อมูลด้านคุณภาพของผลผลิตมะเขี๋ยงมีลักษณะผลโดยรวมไม่แตกต่างกัน ปริมาณน้ำหนักรต่อผลน้อย รสชาติดีเป็นสิ่งที่น่าสนใจและน่าติดตามผล ในปีที่ 2 ในปีที่ 3 และในระยะยาวต่อไป

จากผลการศึกษาดังกล่าว การจัดรูปทรงและปัจจัยแวดล้อมในปีที่ 1 ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการออกดอก ผลผลิต รวมถึงคุณภาพของผลมะเขี๋ยง แต่ที่ช่วยกระตุ้นการแตกใบใหม่ได้ดี การจัดรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) และ การจัดรูปทรงเปิดกลาง (T2) มีแนวโน้มและมีปริมาณการออกดอกและมีคุณภาพผลผลิตมะเขี๋ยงที่ดีกว่า แต่ในการจัดรูปทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) และการจัดรูปทรงแบบผ่าซีกหาง (T4) ในปีที่ 1 มีต้นมะเขี๋ยงมีความสมบูรณ์ มีใบสด มั่นวาว พื้นผิวได้เร็วกว่า มีการจัดการแปลงที่ง่ายกว่า จึงควรมีการศึกษาการจัดรูปทรงกับพืชมะเขี๋ยงควบคู่กับการศึกษาปัจจัยแวดล้อมอย่างต่อเนื่องในปีต่อไป เพื่อได้ข้อมูลที่แม่นยำสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยนี้ได้เริ่มดำเนินการในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนกันยายน 2563 รวมระยะ 1 ปี ใช้ต้นมะเขี๋ยง อายุ 8-9 ปี มีความสูงเฉลี่ย 8.82 เมตร ความกว้างเฉลี่ย 4.98 เมตร ปลูกลงแบบระยะชิด 4x4 เมตร เป็นต้นที่ปลูกลงด้วยเมล็ด ยังไม่เคยได้รับการตัดแต่งกิ่งและให้ผลผลิตมาก่อน จึงไม่สามารถสร้างนิสัยในการออกดอก-ติดผล และผลผลิตมีปริมาณยังไม่มีความสม่ำเสมอ คุณภาพผลผลิตต่ำ ผู้วิจัยแนะนำว่า ควรมีการเปลี่ยนยอดพันธุ์ดีหลังจากปลูกลงแล้ว 1-2 ปี การจัดรูปทรงควรมีการเริ่มดำเนินการในขณะที่ต้นมะเขี๋ยงมีอายุประมาณ 4-5 ปี ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะต่อการจัดรูปทรง ขนาดทรงพุ่มไม่ใหญ่จนเกินไป จะสามารถปฏิบัติงานจัดรูปทรงได้ง่ายกว่าต้นที่มีอายุมาก ๆ อาจจะสามารถช่วยกระตุ้นให้ต้นมะเขี๋ยงออกดอกติดผลได้เร็วได้ และควรมีการศึกษาวิจัยลักษณะเชิงพื้นที่ทางด้านเขตกรรม ในแปลงปลูกพืชมะเขี๋ยงตามสถานที่ต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือ เพื่อศึกษาเลือกช่วงเวลาในการจัดรูปทรงที่เหมาะสม เนื่องจากมีการออกดอกติดผลในช่วงเวลาที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ควบคู่กับการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน ลักษณะพื้นที่แบบไหนที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตพืชมะเขี๋ยงในอนาคตที่ดีแบบเชิงพาณิชย์ หรือเชิงอุตสาหกรรมต่อไปได้ดี การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีระยะเวลาที่สั้นเพียงแค่ 1 ปี อาจจะต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาเรื่องปัจจัยแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ที่ยาวนานขึ้นในหลาย ๆ ปีต่อเนื่อง เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการผลิตมะเขี๋ยงที่ดี ทั้งในด้านปริมาณและในด้านคุณภาพของผลผลิต

การศึกษาการรดน้ำในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ การรดน้ำในช่วงเวลาหนึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ต้นมะเขี๋ยงมีการออกดอก-ติดผลได้ในไม้ผลบางชนิดโดยทั่วไป ในพืชมะเขี๋ยงจากการสังเกตการณ์ของผู้วิจัยพบว่า การสลัดใบแก่หรือการหลุดร่วงของใบแก่ จะทำให้เกิดตาดอกใหม่ขึ้นมาแทน บริเวณซอกใบแก่ที่หลุดร่วงบนกิ่งที่มีอายุ 2 ปีขึ้นไป (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง, 2544) เป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษาวิจัยการผลิตพืชมะเขี๋ยงนอกฤดูต่อไป

มะเขี๋ยงเป็นพืชป่า จึงได้เน้นทำการศึกษาวิจัยแบบอินทรีย์ เพื่อให้สอดคล้องกับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ในแปลงมะเขี๋ยงอินทรีย์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่เน้นสร้างระบบนิเวศแบบธรรมชาติ ปลอดภัย และมีเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค จึงได้กำหนดการใช้ปุ๋ยแบบอินทรีย์ (มูลวัว) ในการวิจัยในครั้งนี้ ทั้งนี้ผู้วิจัยแนะนำว่า ควรมีการใช้ปุ๋ยน้ำหมักอินทรีย์จากเศษซากพืชซากสัตว์ต่าง ๆ หรือฮอร์โมนอินทรีย์ต่าง ๆ พ่นให้ทางใบในระยะพัฒนาการต่าง ๆ ร่วมด้วย จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกับผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของต้นมะเขี๋ยงได้เป็นอย่างดี ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบข้อสังเกตและข้อแนะนำตามผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ร่วมกับปัจจัยแวดล้อม ดังนี้

1. ข้อมูลการออกดอกกับปัจจัยแวดล้อม ด้านอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในด้านจำนวนดอกต่อช่อ ในรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) มีจำนวนดอกต่อช่อมากที่สุด เนื่องจากต้นมะเขี๋ยงยังคงมีปริมาณ ใบ กิ่ง ก้านสาขาที่ยังสามารถสังเคราะห์แสงสร้างอาหารส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ได้ตามปกติ จึงทำให้มีน้ำหนักรวมที่ดี แต่ในกรรมวิธีอื่น ๆ หลังการได้รับการจัดทรงรูป ทำให้สูญเสีย ใบ กิ่ง ก้านสาขาออกไปทำให้ไม่มีความพร้อมในการออกดอก และต้องผลิตอาหารเลี้ยงกิ่งใบใหม่มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ จิรนนท์ (2551) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการจัดรูปทรงของพืชมะเขี๋ยง พบว่า จำนวนผลต่อช่อของลำไยที่ตัดแต่งในปีที่ 1 รูปทรงเปิดกลางทรงพุ่มและรูปทรงเหลี่ยม มีจำนวนผลต่อช่อมากที่สุด ส่วนรูปทรงแบน (ผ่าซีกหาง) มีจำนวนผลต่อช่อน้อยที่สุด และในการศึกษาของ วาสนา และคณะ (2563) กล่าวว่า ผลของการตัดแต่งกิ่งเป็นการบังคับการออกดอกของไม้ผลบางชนิด เช่น น้อยหน่า ส้ม และองุ่น การเจริญของกิ่งใหม่ ใบใหม่จะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงมากกว่าใบแก่ ทำให้ต้นพืชสร้างอาหารได้ดี การศึกษาพืชมะเขี๋ยงที่ปลูกแบบธรรมชาติ โดยที่ยังไม่เคยได้รับการดูแลปลูกแบบระยะชิด ต้นสูงยืดหาแสง ซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้วอายุต้นมะเขี๋ยงที่กล่าวข้างต้น ในไม้ผลบางชนิดที่ปลูกด้วย ต้นพันธุ์ที่ขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ (เพาะเมล็ด) จะเริ่มให้ผลผลิตในช่วง 7-10 ปี ผลผลิตในช่วงแรก ๆ จะไม่มีความสม่ำเสมอ เมื่อเทียบกับการปลูกด้วยการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (เสียบยอด) ประกอบกับการเริ่มให้น้ำ ให้ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลทำให้ต้นมะเขี๋ยงเริ่มทยอยออกดอกติดผล และการจัดรูปทรงในช่วงต้นเดือนตุลาคม พบว่า 1 เดือนหลังการจัดรูปทรง มีการเจริญเติบโตทาง กิ่ง ใบ มากกว่าการออกดอก ช่วงเวลาการจัดรูปทรงที่เหมาะสมจะช่วยกระตุ้นให้ต้นมะเขี๋ยงแตกตาดอกได้ดี โดย วาสนา และคณะ (2563) ได้ศึกษาการตัดแต่งกิ่งต้นมะเขี๋ยง ณ มหาวิทยาลัยพะเยา

พบว่า ต้นมะเกี๋ยงจะเริ่มออกดอกวันแรกในช่วงวันที่ 7-13 เดือนมีนาคม และมีการออกดอกเร็วที่สุด 36 วันหลังการตัดแต่ง

2. ข้อมูลผลผลิตกับปัจจัยแวดล้อม ในข้อมูลด้านอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในช่วงการบันทึกข้อมูลการวิจัย พบว่า ยังมีต้นมะเกี๋ยงตัวอย่างอีก 10 กว่าต้น ที่ยังไม่มีผลผลิตและบางต้นก็มีผลผลิตที่น้อยมาก ทั้งนี้อาจเกิดปัจจัยอีกหลาย ๆ ด้านที่จะสามารถช่วยสนับสนุนให้พืชมะเกี๋ยงได้ปริมาณและคุณภาพที่ดีได้ ควรต้องมีการศึกษาร่วมกับการจัดรูปทรงนี้ต่อไป ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โดยพฤติกรรมการออกดอก-ติดผลของมะเกี๋ยงนั้น จะออกดอกบริเวณกิ่งที่มีอายุ 2 ปีขึ้นไปตามซอกใบที่ร่วง ในแบบชูดควบคุม (T1) มีการร่วงของใบมากแล้วแทงช่อดอกในช่วงเดือนมกราคม ทำให้การจัดรูปทรงแบบชูดควบคุม (T1) มีการออกดอกมากกว่าทุกกรรมวิธี และจะพบการออกดอกได้ดีบริเวณกิ่งด้านบนของต้น แต่ในช่วงระยะการเปลี่ยนแปลงจากดอกบานไปเป็นผล มีการร่วงของดอกบานที่เยอะ ทำให้มีน้ำหนักต่อผลที่ดี แต่ปริมาณผลผลิตต่อต้นโดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาการตัดแต่งกิ่งมะเกี๋ยง ในงานวิจัยของ สันติ และคณะ (2550) พบว่า การตัดแต่งกิ่งที่หนักทำให้ต้นมะเกี๋ยงมีอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและความกว้างของทรงพุ่มมากที่สุด ต้นมะเกี๋ยงที่ไม่ตัดแต่งกิ่งมีจำนวนช่อดอก และจำนวนการติดผลมากกว่าต้นมะเกี๋ยงที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งทุกกรรมวิธี

3. ข้อมูลด้านคุณภาพผลผลิตกับปัจจัยแวดล้อม ในด้านรสชาติ และด้านคุณสมบัติทางเคมีในผลมะเกี๋ยงไม่มีความแตกต่างกันทุกการจัดรูปทรง มะเกี๋ยงเป็นพืชป่า ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ในปัจจัยสภาพภูมิอากาศทางภาคเหนือของประเทศไทย จากในอดีตเป็นพืชที่หายาก เป็นพืชใกล้สูญพันธุ์ จึงได้รับเลือกให้เป็นพืชอนุรักษ์ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (อพ.สธ.) ทำให้มีนักวิจัยหลายคนสนใจ ทำการศึกษาทดลองต่าง ๆ หลากหลายด้าน เช่น ด้านผลิตภัณฑ์ทางยา ด้านผลิตภัณฑ์ด้านเครื่องสำอาง ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอาหาร ด้านการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เป็นต้น ผลผลิตมะเกี๋ยงมีสรรพคุณมากมาย แต่ต้องมีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ดีและเหมาะสมด้วย จะทำให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพและสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ให้ได้คุณภาพได้ดีด้วยเช่นกัน

บรรณานุกรม

- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2539. คุณค่าทางโภชนาการของมะเกี๋ยง. ใน **รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ ฉบับที่ 54**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542. **การปลูกชมพู**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ฝ่ายเอกสารคำแนะนำ กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร.
- กวิศร์ วานิชกุล. 2546. **การจัดทรงต้นและการตัดแต่งกิ่งไม้ผล**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิรนนท์ เสนานาญ. 2551. **การตอบสนองของลำไยพันธุ์อีดอต่อการจัดการทรงต้นและการจัดการปุ๋ย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ชูชีพ ชีพอุดม และ กิติพงษ์ วุฒินาถ. 2558. พื้นที่ปฏิบัติการด้านเขตกรรมพืชมะเกี๋ยงในโครงการ อพ.สธ. น. 111-115. ใน **ปิยรัชฎ์ ปริญาพงษ์ เจริญทรัพย์, มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี**. อุดรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- นพพร บุญปลอด และ ตรุณี นภาพรม. 2558. **การจัดการ การเขตกรรมและการพัฒนาคุณภาพผลผลิตมะเกี๋ยง**. เชียงใหม่: สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- นัยวิทย์ เฉลิมนนท์. 2538. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตและการใช้สีแดงธรรมชาติจากเปลือกกระเจี๋ยบแดง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ปิยรัชฎ์ ปริญาพงษ์ เจริญทรัพย์, อินทิรา จารุเพ็ง, อรชร โชติญาณวงษ์ และ ประไพ โมจรินทร์. 2558. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะเกี๋ยง. น. 55-65. ใน **ปิยรัชฎ์ ปริญาพงษ์ เจริญทรัพย์, มะเกี๋ยงพืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี**. อุดรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- พรชัย จุฑามาศ, ปิยรัชฎ์ ปริญาพงษ์ เจริญทรัพย์, ทนงศักดิ์ มณีวรรณ และ วินัย แสงแก้ว. 2558. ประวัติความเป็นมาการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพืชมะเกี๋ยง. น. 10-11. ใน **ปิยรัชฎ์ ปริญาพงษ์ เจริญทรัพย์, มะเกี๋ยง พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี**. อุดรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- พาวิณ มะโนชัย, วรินทร์ สุพนธ์, ชาตรี สิทธิกุล, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง, ยุทธนา เขาสุเมรุ และ

- ดารณี เกียรติสกุล. 2550. **การผลิตลำไยคุณภาพดี ต้นทุนต่ำ : รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- วัลย์ภรณ์ ชัยฤทธิไชย, มัลลิกา นวลแก้ว และ เสาวคนธ์ วิลเลียมส์. 2559. เทคโนโลยีการผลิตชมพู. น. 38-51. ใน **ผลงานชุดโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ปี พ.ศ. 2554 - 2558 การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่อย่างมีคุณภาพในเขตภาคกลาง**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วาสนา พิทักษ์พล, วชิราภรณ์ ตริริยะ, ปวีณพล คุณารูป และ สมสุดา วรพันธุ์. 2563. ผลของการตัดแต่งกิ่งต่อการออกดอกและคุณภาพของผลมะเงี้ยว. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 51(พิเศษ), 243-248.
- วิกานดา วรรณวิเศษ. 2558. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ : ผลกระทบต่อประเทศไทย (Climate Change : Effects to Thailand)**. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา.
- วิภารัตน์ เทพแก้ว, ชุศรี ไตรสนธิ, ปรีทรศน์ ไตรสนธิ และ ทนงศักดิ์ มณีวรรณ. 2558. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์มะเงี้ยวและความแตกต่างของพืชมะเงี้ยวและพืชสกุลใกล้เคียง. น. 26. ใน **ปริญญ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์, มะเงี้ยว พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี**. อุดรดิตต์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์.
- วิภารัตน์ เทพแก้ว และ ทนงศักดิ์ มณีวรรณ. 2558. ชีวิตวิทยาของพืชมะเงี้ยว. น. 22. ใน **ปริญญ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์, มะเงี้ยว พืชอนุรักษ์ อพ.สธ. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี**. อุดรดิตต์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์.
- สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลลำปาง. 2544. **มะเงี้ยว พืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช**. ลำปาง: ศิลป์การพิมพ์ลำปาง.
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2542. **ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช เอกสารคำสอนวิชาหลักการผลิตพืช**. ขอนแก่น: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สันติ ช่างเจราจา, ชิติ ศรีตันทิพย์, สัญชัย พันธโชติ, ยุทธนา เขาสุเมรุ และ อภินันท์ เมฆบั้งวัน. 2550. **ผลของการตัดแต่งกิ่งควบคุมทรงต้นที่มีการเจริญเติบโตของมะเงี้ยว : รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- สุเมธ อ่องภา. 2558. **รายงานโครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์มะเงี้ยวเพื่อการแปรรูปเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่ม**. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดลำปาง กรมวิชาการเกษตร.
- อนุชา จันทบุรีรัตน์. 2561. **การทำสวนไม้ผล**. น่าน: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

อภิรักษ์ เมฆบังวัน, สันติ ช่างเจรจา, ชิติ ศรีตันทิพย์ และ สุเทพ ทองมา. 2549. **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการพัฒนาคุณภาพของผลมะเกี๋ยงโดยใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม**. ลำปาง: สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

Blanco, H. & Lal, R. 2008. **Principles of Soil Conservation and Management**. Kansas: Springer.

Chantaranothai, P. & Parnell, J. 2014. A revision of *Acmena*, *Cleistocalyx*, *Eugenia* s.s and *Syzygium* (Myrtaceae) in Thailand. **Thai Forest Bulletin (Botany)**, 21, 1–123.

Govaerts, R., Sobral, M., Ashton, P., Barrie, F., Holst, B., Landrum, L., Matsumoto, K., Mazine, F., Nic Lughadha, E., Proença, C., Soares-Silva, L., Wilson, P. & Lucas, E. 2008. **World Checklist of Myrtaceae**. Kew, Richmond: Royal Botanic Gardens.

Heywood, V. H. 1978. **Flowering Plants of the World**. Oxford: Oxford University Press.

Montenegro, A. A. A., Abrantes, J. R. C. B., de Lima, J. L. M. P., Singh, V. P. & Santos, T. E. M. 2013. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall. **CATENA**, 109, 139-149.

Parnell, J. & Chantaranothai, P. 2002. Myrtaceae. **Flora of Thailand**, 7(4), 778-914.

Taya, S., Punvittayagul, C., Chewonarin, T. & Wongpoomchai, R. 2009. Effect of Aqueous Extract from *Cleistocalyx nervosum* on Oxidative Status in Rat Liver. **Thai Journal of Toxicology**, 24(2), 101-105.

Torso-Verlag. 2015. **RHS Colour Chart-Sixth Edition 2015 With 916 Colour in 4 Fandecks 20 new Colours-new all colours with code and colour name. List emit Farbnummen und Farbnumen. Auflage 2015-seite 1-9**. Wertheim: Torso-Verlag.

Watada, A. E. & Abbott, J. A. 1975. Objective method of estimating anthocyanin content for determining color grade of grapes. **Journal of Food Science**, 40, 1278-1279.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รูปภาพที่เกี่ยวข้อง

1. แปลงวิจัยการจัดรูปทรงต้นมะเกลือ ณ ศูนย์ส่งเสริมและสนับสนุนโครงการพระราชดำริ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่



ภาพผนวกที่ 1 พื้นที่แปลงวิจัยการจัดรูปทรงต้นมะเกลือ



ภาพผนวกที่ 2 พื้นที่แปลงวิจัย พิกัดกริดแบบ UTM (Universal Transverse Mercator)
47 Q, x=638421, y=2030549 ละติจูด: 18°21'26"N ลองจิจูด: 100°18'31"E

2. การวางแผนการทดลองแบบบล็อกกลุ่มสมบูรณ์ RCBD มี 4 กรรมวิธี
จำนวน 15 ซ้ำ รวมทั้งหมด 60 ต้น



ภาพผนวกที่ 3 ติดป้ายหมายเลข ตามต้นมะเกลือตัวอย่างตามที่ได้อวางแผนการทดลองไว้



ภาพผนวกที่ 4 เขียนผังแปลงและติดป้ายหมายเลขต้นมะเกลือ เพื่อให้เกิดความสะดวกใน
ดำเนินงานเก็บข้อมูลวิจัย

3. การปฏิบัติดูแล รักษา ให้น้ำ ให้ปุ๋ยแปลงวิจัยการจัดรูปทรงพีชมะเกี๋ยง
ตามแผนงานที่กำหนดไว้



ภาพผนวกที่ 5 การกำจัดวัชพืช ตลอดระยะเวลาวิจัย รวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง



ภาพผนวกที่ 6 การให้ปุ๋ยคอก ต้นละ 1 กระสอบ ๆ (ปริมาณ 30-40 กิโลกรัม) จำนวน 2 ระยะ คือ
1. ระยะหลังการจัดรูปทรงแล้ว 1 เดือน 2. ระยะติดผลอ่อน

4. การวางระบบน้ำและให้น้ำอาทิตย์ละ 2 ครั้ง (1) ระยะหลังการจัดรูปทรงให้น้ำ ปริมาณน้ำ 20 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง (2) ระยะการออกดอก ให้น้ำปริมาณน้ำ 30 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง (3) ระยะติดผล ให้น้ำปริมาณน้ำ 20 ลิตรต่อต้นต่อครั้ง (ให้น้ำเฉพาะในช่วงเวลาที่ฝนทิ้งช่วงเท่านั้น)



ภาพผนวกที่ 7 วางระบบน้ำแบบมินิสปริงเกอร์ ในพื้นที่แปลงวิจัย



ภาพผนวกที่ 8 วางระบบน้ำแบบมินิสปริงเกอร์ บริเวณต้นมะเกี๋ยงตัวอย่างทุกต้น

5. การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ด้านความสูง ด้านความกว้าง และขนาดรอบต้น
เก็บข้อมูล 4 ระยะ คือ ระยะก่อนจัดรูปทรง ระยะออกดอก ระยะติดผล
และระยะหลังการเก็บเกี่ยว

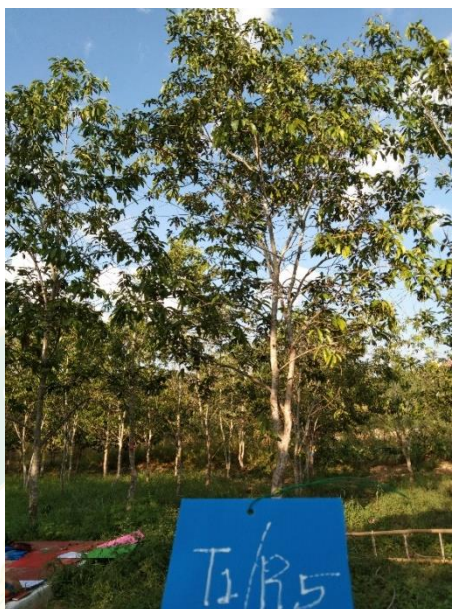


ภาพผนวกที่ 9 A คือ การเก็บข้อมูลด้านความสูงของทรงพุ่มต้นมะเกี๋ยง
B คือ การเก็บข้อมูลขนาดรอบต้นมะเกี๋ยง



ภาพผนวกที่ 10 การเก็บข้อมูลด้านความสูงของทรงพุ่มต้นมะเกี๋ยง ก่อนการจัดรูปทรง

6. การดำเนินการจัดรูปทรงตามแผนงานที่กำหนดไว้ 4 รูปทรง ดังนี้ ทรงชุดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง T1) ทรงเปิดกลางพุ่ม (T2) ทรงสี่เหลี่ยม(T3) และทรงฝาชีหงาย (T4)



ภาพผนวกที่ 11 ก่อนการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง T1)



ภาพผนวกที่ 12 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง T1) ในเดือนตุลาคม 2562 และ B คือ ระยะ 1 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2562)



ภาพผนวกที่ 13 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) ระยะ 4 เดือน (เดือนมกราคม 2563) B คือ ระยะ 8 เดือน (เดือนพฤษภาคม 2563)



ภาพผนวกที่ 14 ก่อนการจัดรูปทรงแบบทรงสี่เหลี่ยม (T3)



ภาพผนวกที่ 15 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงสี่เหลี่ยม (T3) ในเดือนตุลาคม 2562
B คือ ระยะ 1 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2562)



ภาพผนวกที่ 16 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงสี่เหลี่ยม (T3) ระยะ 4 เดือน
(เดือนมกราคม 2563) และ B คือ ระยะ 8 เดือน (เดือนพฤษภาคม 2563)



ภาพผนวกที่ 17 ก่อนการจัดรูปทรงแบบทรงสี่เหลี่ยม (T3)



ภาพผนวกที่ 18 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงสี่เหลี่ยม (T3) ในเดือนตุลาคม 2562

B คือ ระยะ 1 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2562)



ภาพผนวกที่ 19 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงสีเหลี่ยม(T3) ระยะ 4 เดือน (เดือนมกราคม 2563) และ B คือ ระยะ 8 เดือน (เดือนพฤษภาคม 2563)



ภาพผนวกที่ 20 ตัวอย่างรูปต้นมะเกี๋ยงก่อนการจัดรูปทรงฝาชีหงาย (T4)



ภาพผนวกที่ 21 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงฝาชีหงาย(T4) ในเดือนตุลาคม 2562 และ B คือ ระยะ 1 เดือน (เดือนพฤศจิกายน 2562)



ภาพผนวกที่ 22 A คือ ตัวอย่างต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรงฝาชีหงาย(T4) ระยะ 4 เดือน (เดือนมกราคม 2563) และ B คือ ระยะ 8 เดือน (เดือนพฤษภาคม 2563)

7. การเก็บข้อมูลการแตกช่อใบ ช่อดอก ในการจัดรูปทรงในรูปแบบหรือกรรมวิธีต่าง ๆ



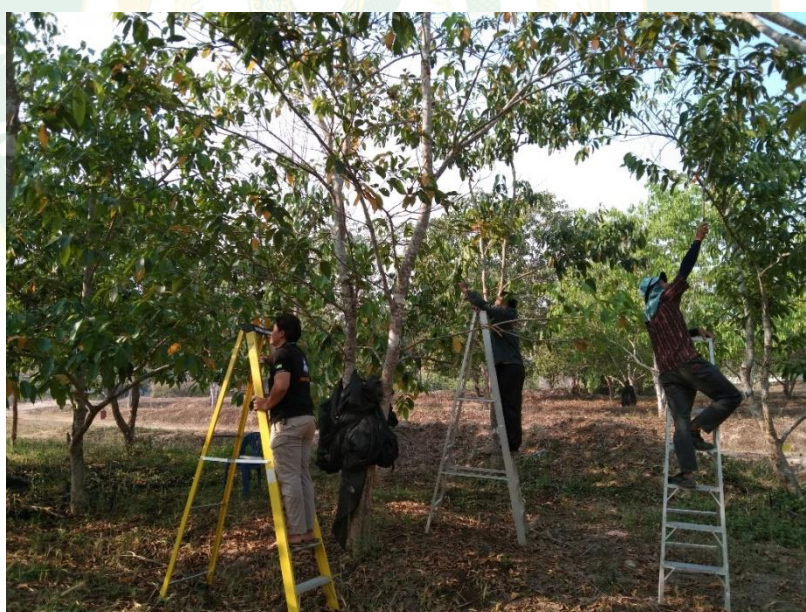
ภาพผนวกที่ 23 A คือ การสุ่มเลือกกิ่งมะเงี้ยวที่มีขนาด 2-5 นิ้ว จำนวน 4 กิ่งต่อ 4 ทิศต่อ 1 ต้น แล้วมัดเชือก 4 สีตามทิศเดียวกัน B คือ การนับจำนวนการแตกช่อใบ



ภาพผนวกที่ 24 การนับจำนวนการแตกช่อใบหลังการจัดรูปทรง 1 เดือน รวม 4 ครั้ง คือ วันที่ 11-13/11/62 วันที่ 2-3/12/62 วันที่ 23-24/12/62 และ วันที่ 13-14/1/63



ภาพผนวกที่ 25 การนับจำนวนการแตกช่อดอกหลังจากสังเกตเห็นช่อดอก โดยรวมยาว 1 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 1 ครั้ง คือ วันที่ 16/02/63



ภาพผนวกที่ 26 การนับจำนวนการแตกช่อดอก ใช้กิ่งมะเกลือเดียวกันกับการนับจำนวนช่อบี จำนวน 4 กิ่งต่อ 4 ทิศต่อ 1 ต้น แล้วมัดเชือก 4 สีตามทิศเดียวกัน

8. การเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อมด้านต่าง ๆ



ภาพผนวกที่ 27 การเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่วิจัยการจัดรูปทรงพีชมะเกี๋ยง เพื่อนำข้อมูลมาประกอบกับข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดแพร่

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน คุณกิติพงษ์ วุฒิชยาน
ห้องปฏิบัติการ หลักสูตร-ปุ๋ยที่ศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
โทรศัพท์ / โทรสาร (053) 873720 - 23 ต่อ119,144

ผลวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่าง
ที่นำมาวิเคราะห์เท่านั้น ห้ามนำไป
ใช้เพื่อประกอบการโฆษณาใดๆ

No.	ชนิดตัวอย่าง ดินปลูกมะเขือ	pH กรด-ด่าง	(%OM) อินทรีย์วัตถุ	(%N) ไนโตรเจน	Available-P (ppm)	Extractable Ions (ppm)		
						โพแทสเซียม (K)	แคลเซียม (Ca)	แมกนีเซียม (Mg)
290	ครั้งที่ 4	6.1	1.46	0.073	10	266	518	103

วรกรณ์ วุฒิชัยวัฒน์
ผู้วิเคราะห์ 8/9/63

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน คุณกิติพงษ์ วุฒิชยาน
ห้องปฏิบัติการ หลักสูตร-ปุ๋ยที่ศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
โทรศัพท์ / โทรสาร (053) 873720 - 23 ต่อ119,144

ผลวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่าง
ที่นำมาวิเคราะห์เท่านั้น ห้ามนำไป
ใช้เพื่อประกอบการโฆษณาใดๆ

No.	ชนิดตัวอย่าง ดินสวนส้ม	pH กรด-ด่าง	kg/rai LR	pH กรด-ด่าง	Available-P (ppm)	Extractable Ions (ppm)		
						โพแทสเซียม (K)	แคลเซียม (Ca)	แมกนีเซียม (Mg)
290	ระยะแตกใบอ่อน	4.69	0.90	0.045	3	26	322	29
291	ระยะแทงช่อดอก	6.66	0.75	0.038	18	452	882	95

No.	ชนิดตัวอย่าง ดินสวนส้ม	pH กรด-ด่าง	kg/rai LR	pH กรด-ด่าง
290	ระยะแตกใบอ่อน	4.69	403	6.67

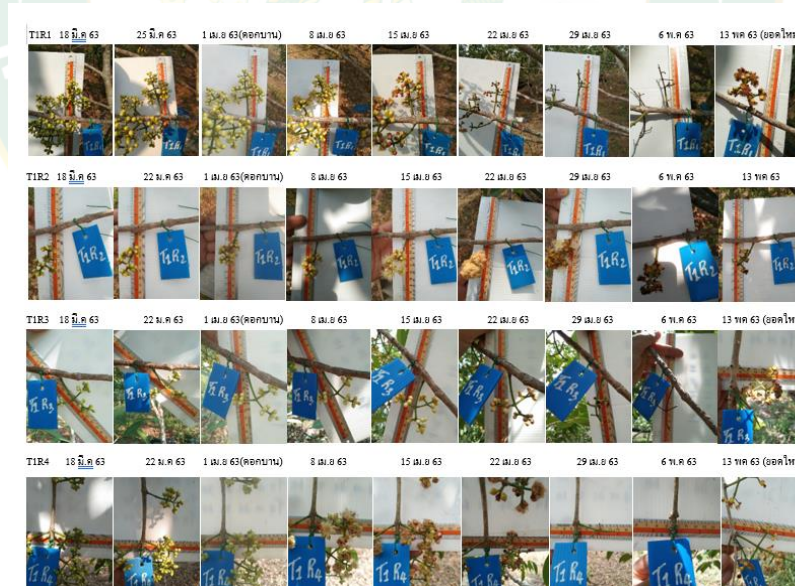
วรกรณ์ วุฒิชัยวัฒน์
ผู้วิเคราะห์ 27/3/63

ภาพผนวกที่ 28 ตัวอย่างเอกสารผลการวิเคราะห์ดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน

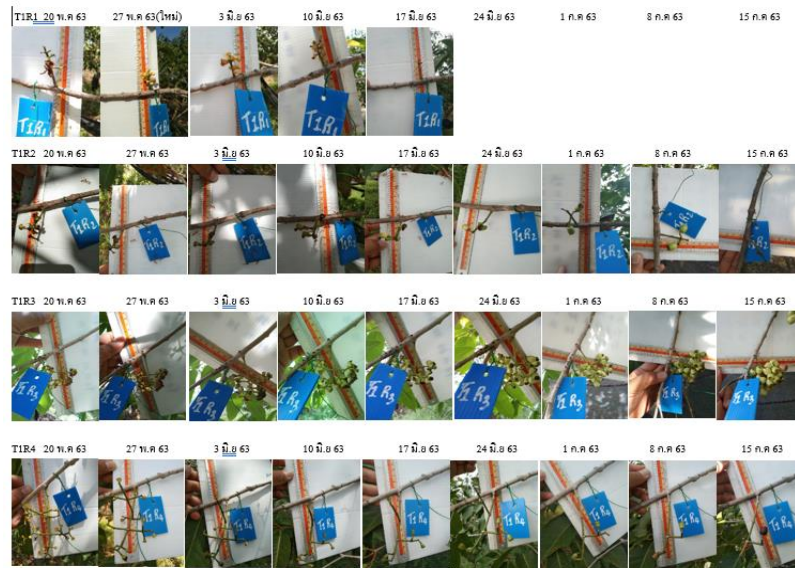
9. การดำเนินงานติดตามพัฒนาการการออกดอก-ติดผลมะเงี๋ยงทุก ๆ สัปดาห์ (ทุกวันพุธ)



ภาพผนวกที่ 29 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเงี๋ยง การจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 15 มกราคม-11 มีนาคม 2563



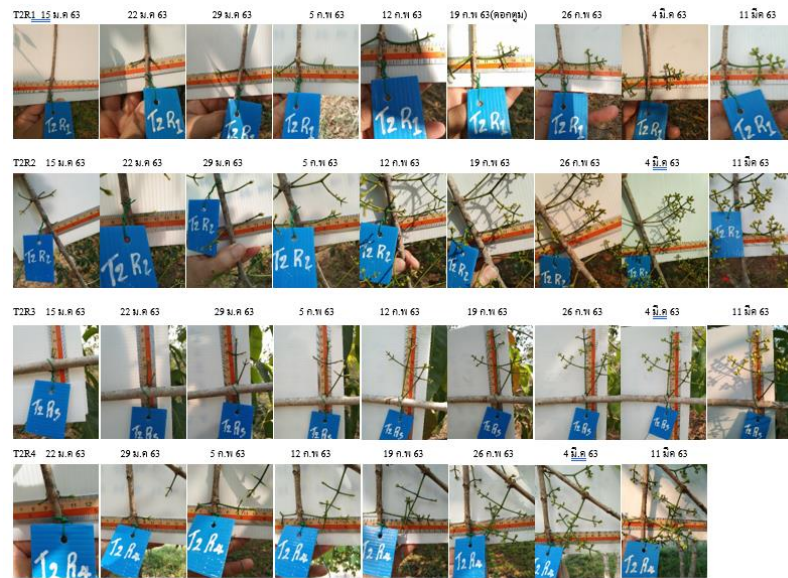
ภาพผนวกที่ 30 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเงี๋ยง การจัดรูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 18 มีนาคม-13 พฤษภาคม 2563



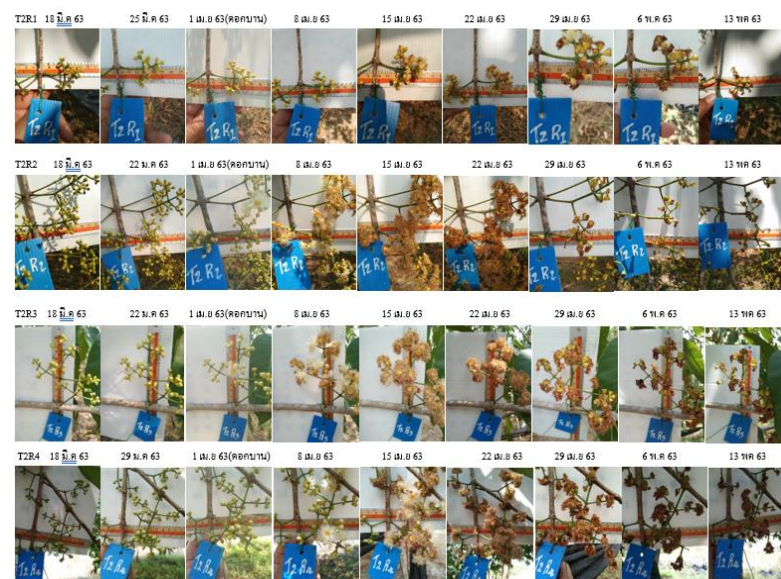
ภาพผนวกที่ 31 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง รูปทรงแบบชุดควบคุม (T1) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม-15 กรกฎาคม 2563



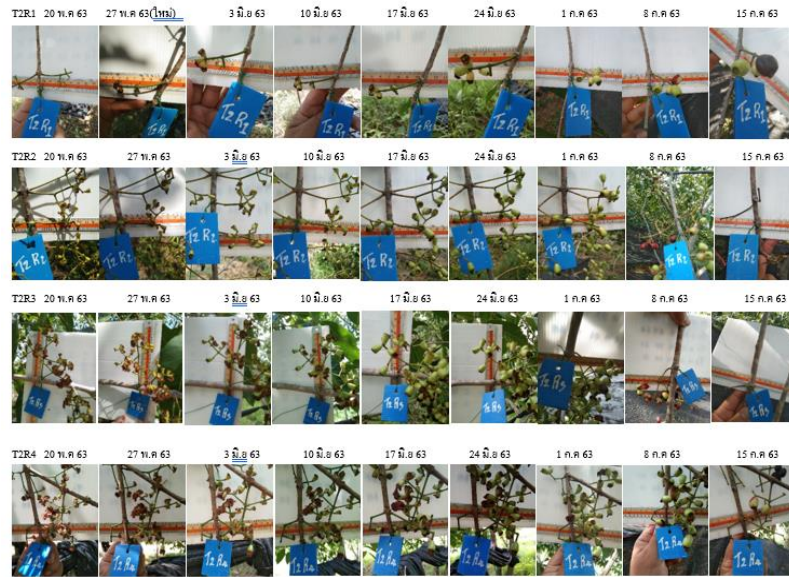
ภาพผนวกที่ 32 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยงแบบชุดควบคุม (T1) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 22 กรกฎาคม – วันที่ 5 สิงหาคม 2563



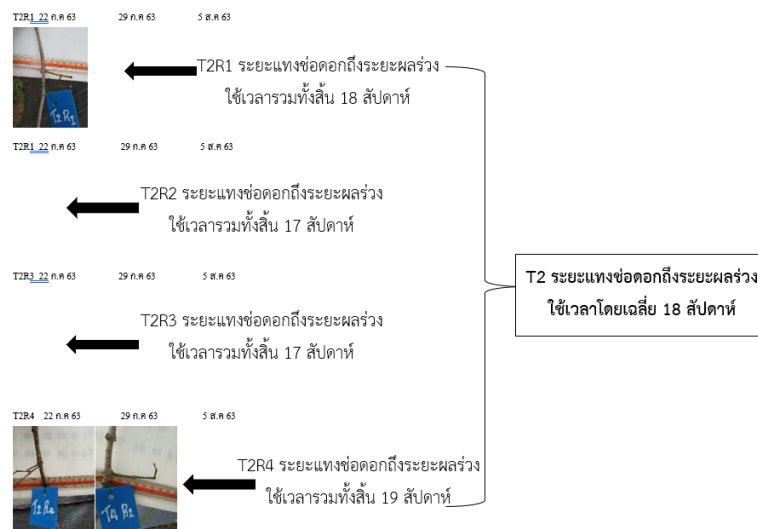
ภาพผนวกที่ 33 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยงทรงเปิดกลางพุ่ม (T2) จำนวน 4 ตัวอย่าง (ช่วงวันที่ 15 มกราคม-วันที่ 11 มีนาคม 2563)



ภาพผนวกที่ 34 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดทรงแบบเปิดกลาง (T2) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 18 มีนาคม-13 พฤษภาคม 2563



ภาพผนวกที่ 35 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการแบบเปิดกลาง (T2) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม-15 กรกฎาคม 2563



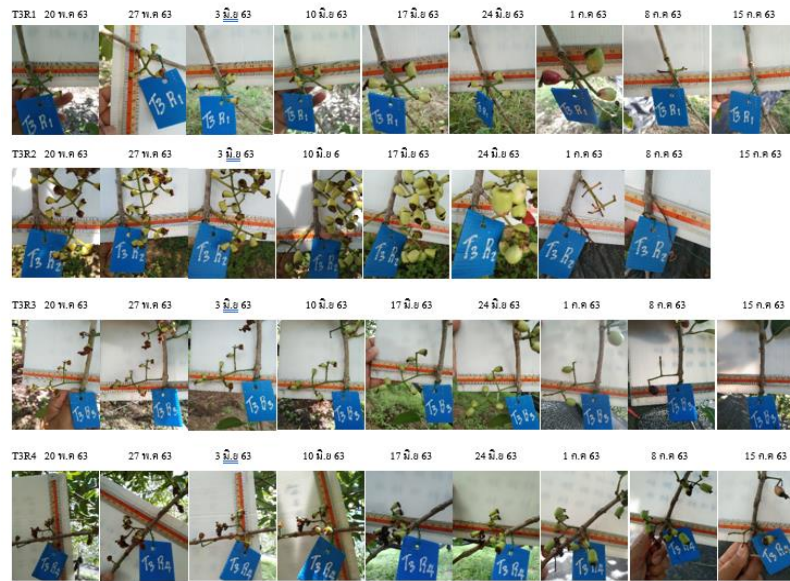
ภาพผนวกที่ 36 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการแบบเปิดกลาง (T2) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 22 กรกฎาคม-29 กรกฎาคม 2563)



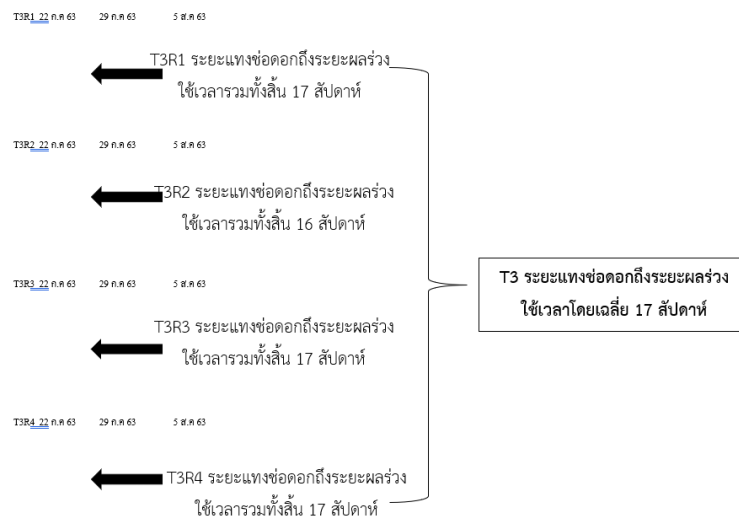
ภาพผนวกที่ 37 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3)
จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 15 มกราคม-11 มีนาคม 2563



ภาพผนวกที่ 38 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยงทรงสี่เหลี่ยม (T3) ในช่วงจำนวน
4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 18 มีนาคม-13 พฤษภาคม 2563



ภาพผนวกที่ 39 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม-15 กรกฎาคม 2563



ภาพผนวกที่ 40 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดทรงแบบสี่เหลี่ยม (T3) จำนวน 4 ตัวอย่าง



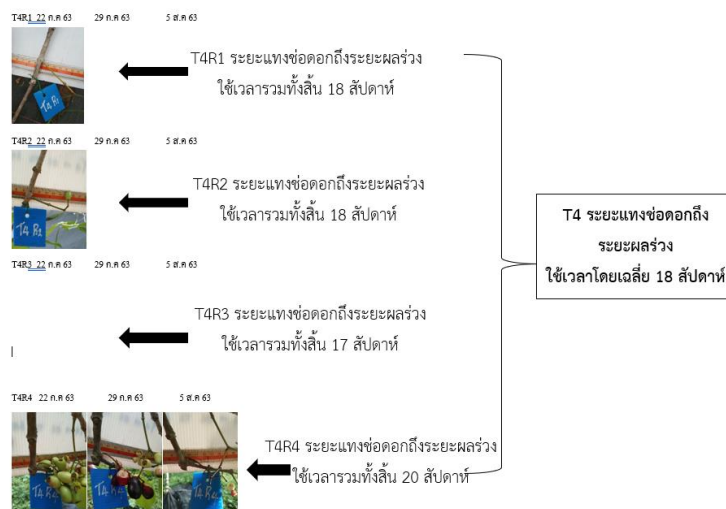
ภาพผนวกที่ 41 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดทรงแบบฝ่าซีหงาย (T4) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 15 มกราคม-11 มีนาคม 2563



ภาพผนวกที่ 42 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดทรงแบบฝ่าซีหงาย (T4) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 18 มีนาคม-13 พฤษภาคม 2563



ภาพผนวกที่ 43 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบผ่าซีหงาย (T4) ในช่วงจำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม-15 กรกฎาคม 2563

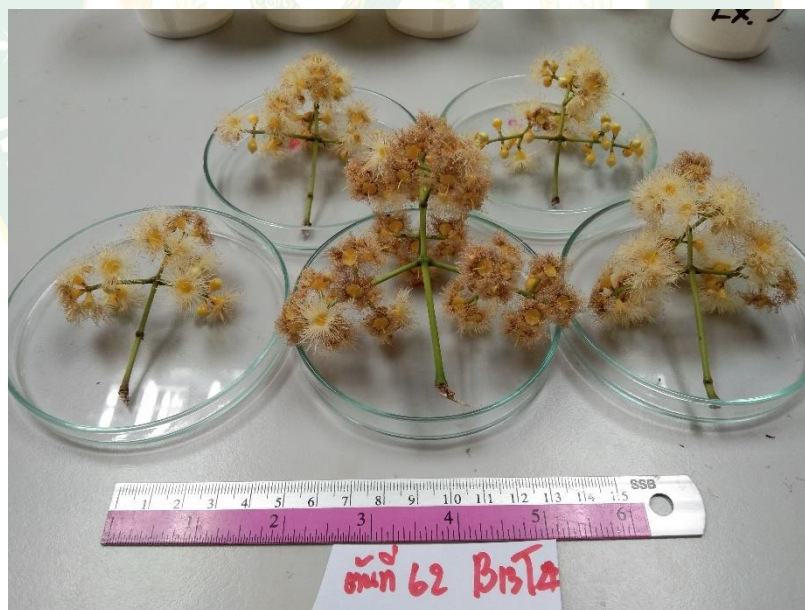


ภาพผนวกที่ 44 การติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง การจัดการทรงแบบผ่าซีหงาย (T4) จำนวน 4 ตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 22 กรกฎาคม-5 สิงหาคม 2563



ภาพผนวกที่ 45 รูป A และ B คือ รูปตัวอย่างการติดตามพัฒนาการการออกดอกของมะเกี๋ยง

10. การศึกษาโครงสร้างของดอกมะเกี๋ยง



ภาพผนวกที่ 46 การเตรียมการบันทึกข้อมูลตัวอย่างช่อดอกมะเกี๋ยง



ภาพผนวกที่ 47 รูปภาพ A และ B การนับจำนวนดอก ช่อดอก เกสรเพศผู้ของดอกมะเกี๋ยง



ภาพผนวกที่ 48 การใช้กล้อง Stereo microscope เพื่อนับจำนวนเกสรเพศผู้ของดอก



ภาพผนวกที่ 49 การใช้กล้อง Stereo microscope เพื่อส่องขยายการนับเกสรเพศผู้ของดอก

11. การเตรียมอุปกรณ์เก็บเกี่ยว และการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขี๋ยงเป็นรายต้น รวม 60 ต้น



ภาพผนวกที่ 50 ปูพื้นเพื่อรองผลผลิตมะเขี๋ยงด้วยสแลนพรางแสง แล้วใช้ไม้ไผ่ดันพื้นสแลนขึ้น เพื่อแยกผลผลิตต่อต้น



ภาพผนวกที่ 51 ยกแสลนพรางแสงให้สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สะอาด และง่ายต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต



ภาพผนวกที่ 52 เก็บผลมะเกี๋ยงที่ร่วงหล่นลงบนพื้นแสลนพรางแสงในช่วงเช้าของทุก ๆ วัน



ภาพผนวกที่ 53 บันทึกจำนวนผลผลิตมะเกี๋ยง ในแต่ละกรรมวิธีและแต่ละต้นทุก ๆ วัน

12. การวัดค่าผลผลิตมะเกี๋ยงเชิงปริมาณและคุณภาพ ในแต่ละการจัดรูปทรงตามกรรมวิธีต่างๆ จำนวน 3 ช่วงในฤดูการเก็บเกี่ยว คือ 1.ช่วงต้นฤดูการ 2.ช่วงกลางฤดูการ 3.ช่วงปลายฤดูการ



ภาพผนวกที่ 54 การเตรียมผลผลิตมะเกี๋ยง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าข้อมูลต่างๆ



ภาพผนวกที่ 55 การชั่งน้ำหนักผลมะเงี๋ยง เพื่อนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยและนำมาวิเคราะห์



ภาพผนวกที่ 56 การบันทึกภาพผลผลิตมะเงี๋ยง เพื่อนำมาประกอบรายงาน



ภาพผนวกที่ 57 การวัดขนาด ด้านความกว้าง ความยาวของผลผลิตมะเกี๋ยง
ในแต่ละ 4 กรรมวิธี



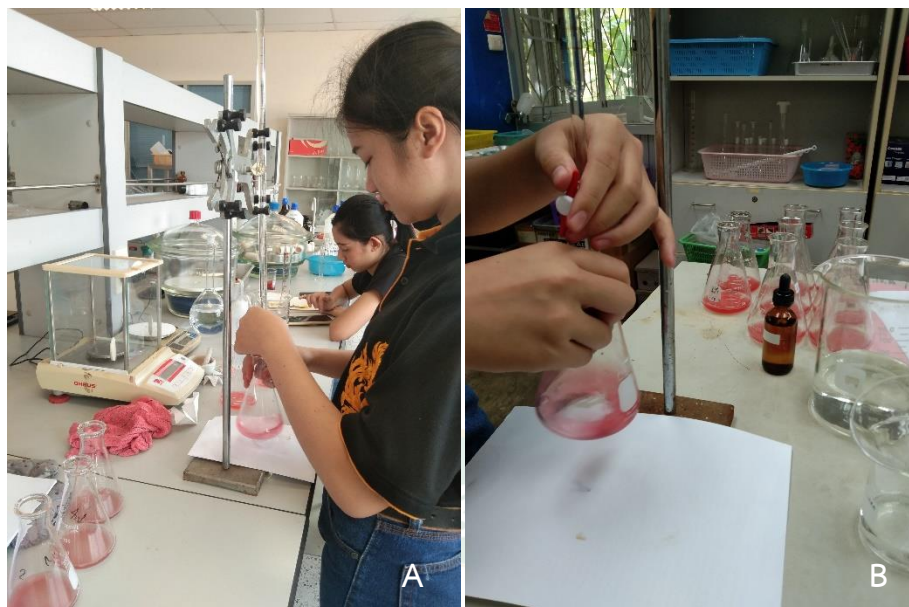
ภาพผนวกที่ 58 การวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ด และความหนาของเนื้อผลผลิตมะเกี๋ยง
ในแต่ละ 4 กรรมวิธี



ภาพผนวกที่ 59 การเทียบสีเปลือกผลมะเกี๋ยง เพื่อจัดกลุ่มสีเปลือกตาม
อุปกรณ์กระดาษเทียบสี (colour chat)

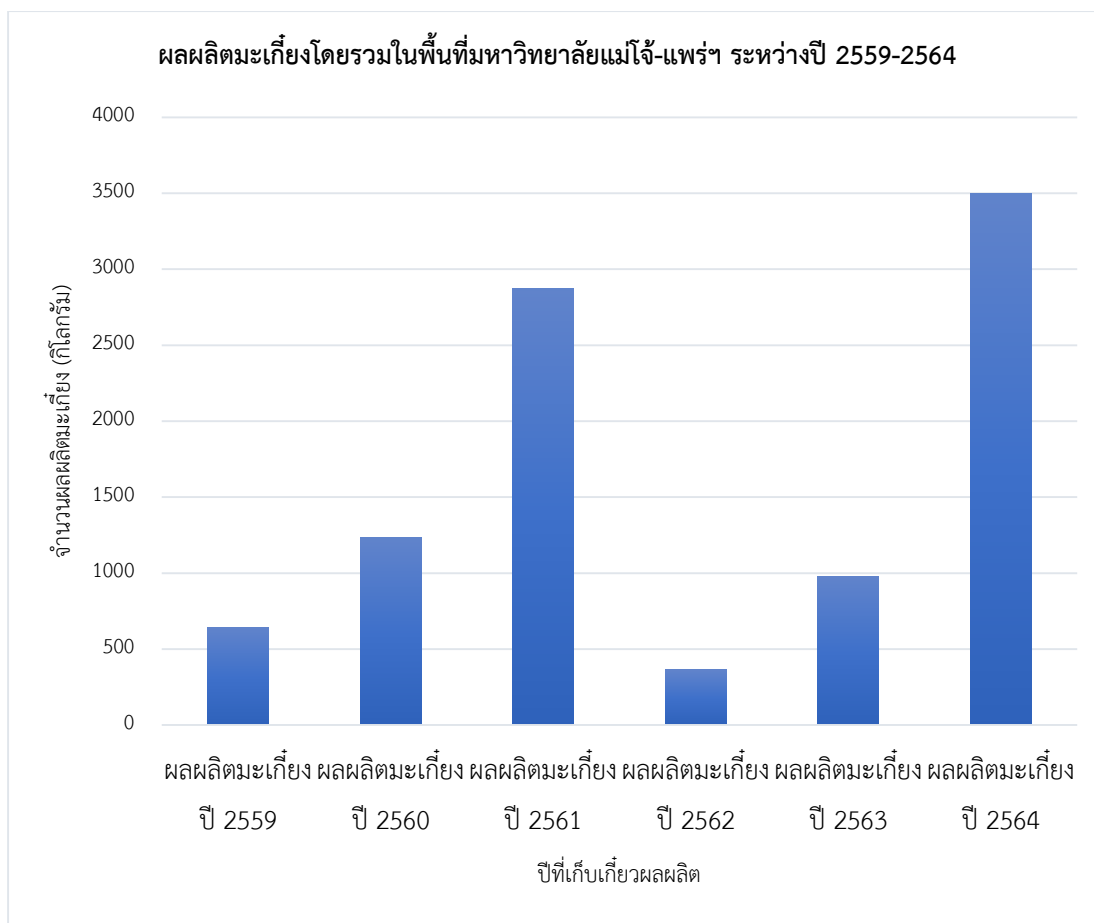


ภาพผนวกที่ 60 รูปภาพ A และ B การหาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด



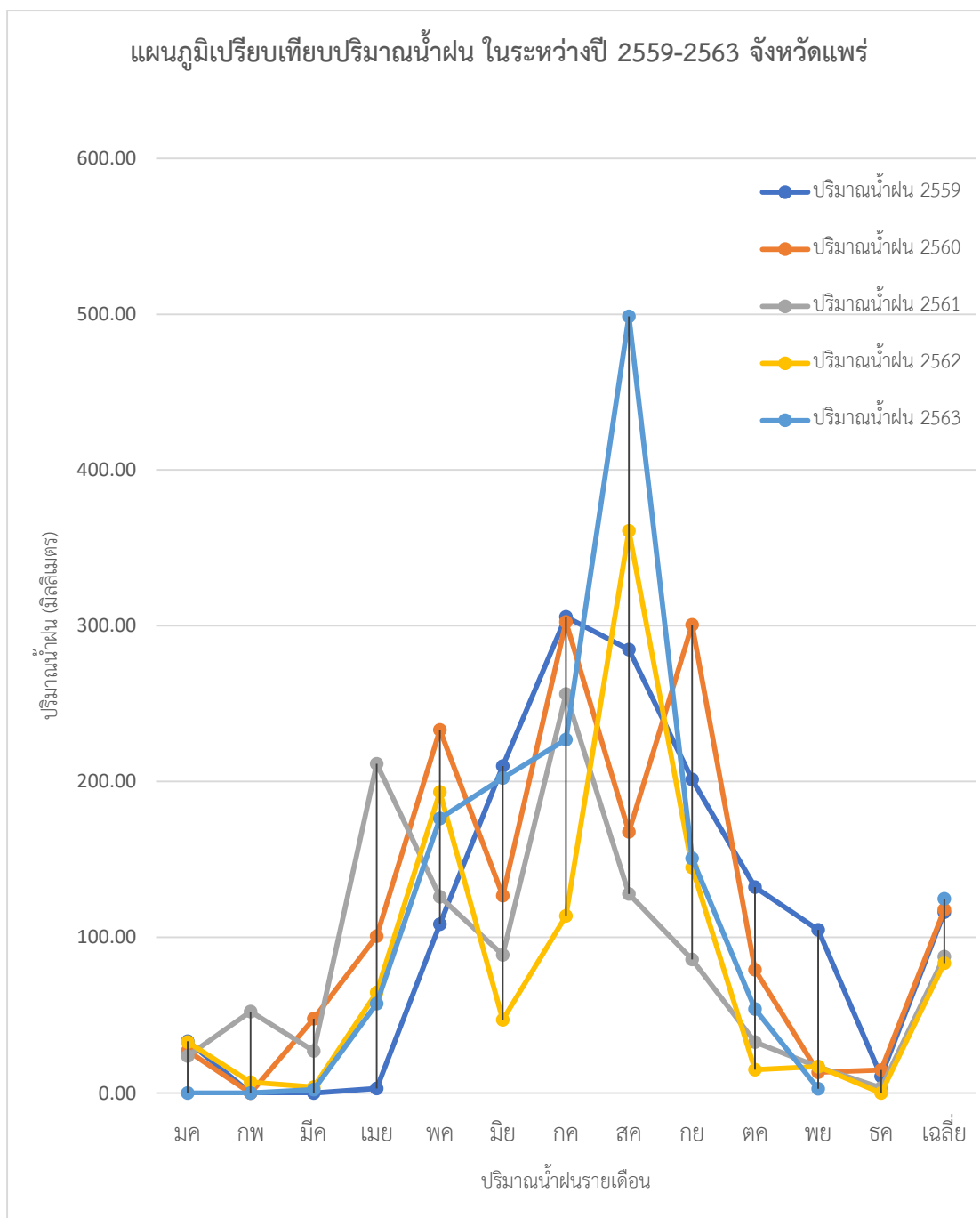
ภาพผนวกที่ 61 รูปภาพ A และ B การหาค่าปริมาตรทั้งหมดที่ไทเทรตได้





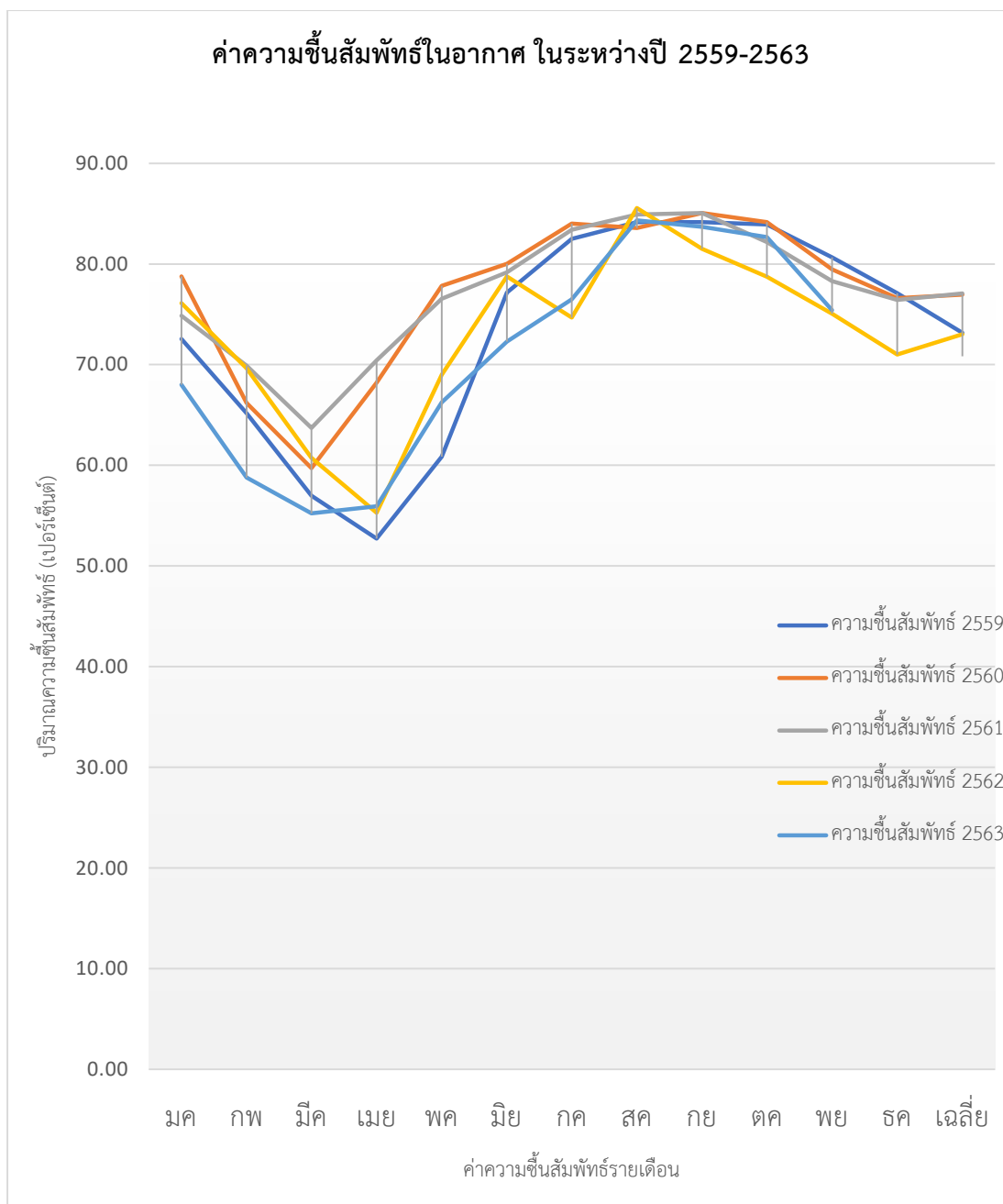
ภาพผนวกที่ 62 แผนภูมิเปรียบเทียบผลผลิตมะเกี๋ยงโดยรวมในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ฯ
ระหว่างปี 2559-2564

ที่มา: ข้อมูลจากศูนย์ส่งเสริมและสนับสนุนโครงการพระราชดำริฯ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่
เฉลิมพระเกียรติ



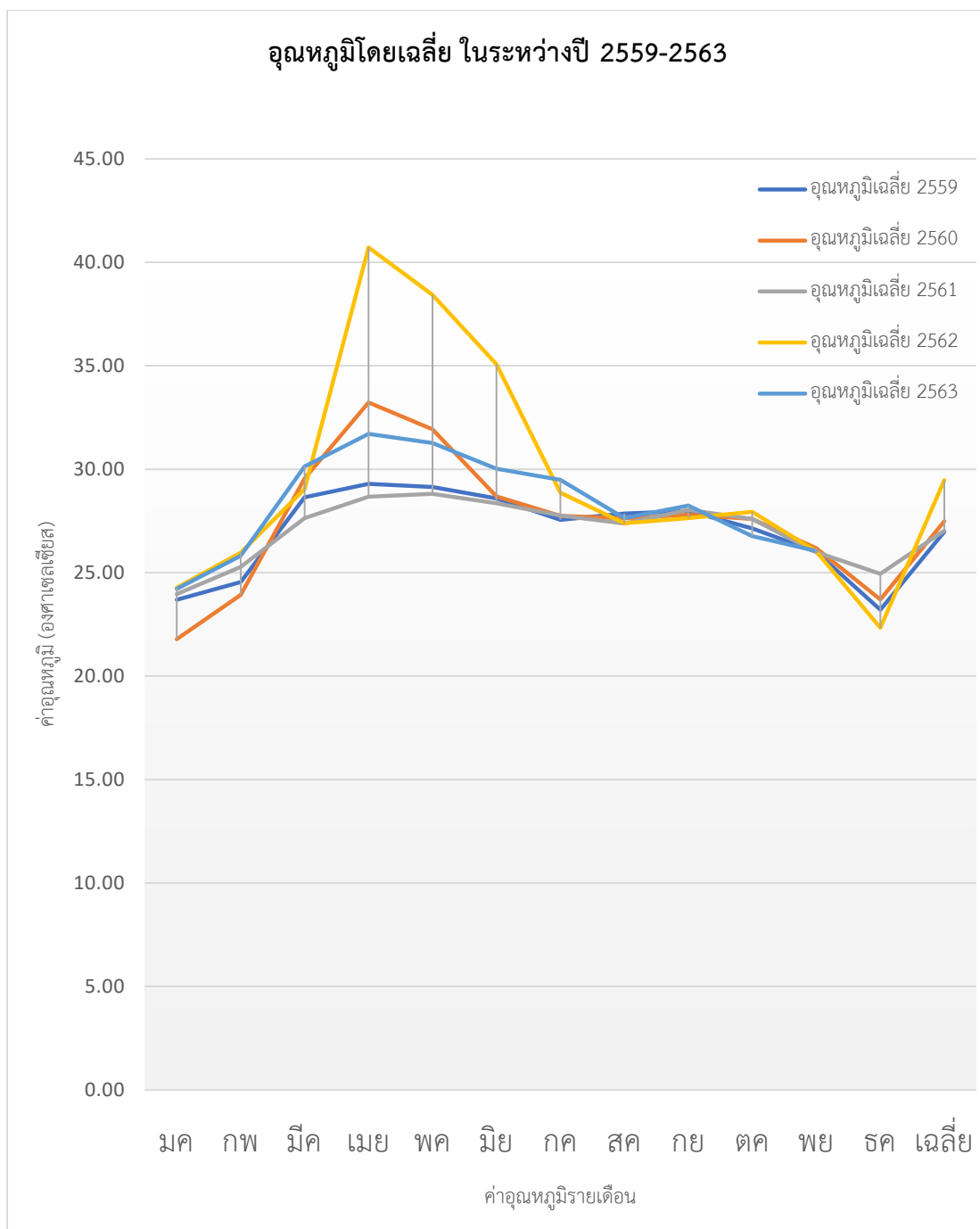
ภาพผนวกที่ 63 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝน ในระหว่างปี 2559-2563 จังหวัดแพร่

ที่มา: ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม 2563 จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดแพร่



ภาพผนวกที่ 64 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ในระหว่างปี 2559-2563

ที่มา: ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม 2563 จากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดแพร่



ภาพผนวกที่ 65 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ย ในระหว่างปี 2559-2563

ที่มา: ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม 2563 จากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดแพร่



ภาคผนวก ข

ตารางที่เกี่ยวข้อง

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินแปลงวิจัยพืชมะเขี๋ยง

ผลการวิเคราะห์ ตัวอย่างดินแปลงวิจัย พืชมะเขี๋ยง	ปี 2560		ปี 2563		
	แปลง ข้างเคียงเพื่อ ใช้เป็นข้อมูล เปรียบเทียบ	แปลงทดสอบ มะเขี๋ยง เพื่อ ใช้เป็นข้อมูล เปรียบเทียบ	แปลงศึกษา พืชมะเขี๋ยง ระยะแตกใบ อ่อน	แปลงศึกษา พืชมะเขี๋ยง ระยะแทงช่อ ดอก	แปลงศึกษา พืชมะเขี๋ยง ระยะหลัง เก็บเกี่ยว
กรด-ด่าง (PH)	7.28 เป็นกลาง	6.09 เป็นกลาง	4.69 กรดจัดมาก	6.66 เป็นกลาง	6.10 เป็นกลาง
อินทรีย์วัตถุ (%OM)	0.52 ต่ำ	1.24 ต่ำ	0.90 ต่ำ	0.75 ต่ำ	1.46 ต่ำ
ไนโตรเจน (%N)			0.05 ต่ำ	0.04 ต่ำ	0.07 ต่ำ
Available-P (ppm)	1.35 ต่ำมาก	13.70 ปานกลาง	3 ต่ำ	18 สูง	10 ปานกลาง
Potassium (%K)	68.3 ปานกลาง	198 สูงมาก	26 ต่ำมาก	452 สูงมาก	266 สูงมาก
Calcium (%Ca)	786 ต่ำ	246 ต่ำมาก	322 ต่ำมาก	882 ต่ำ	518 ต่ำ
Magnesium (%Mg)	99.3 ต่ำ	174 ปานกลาง	29 ต่ำมาก	95 ต่ำ	103 ต่ำ

หมายเหตุ ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากห้องปฏิบัติการ หลักสูตรปริญญาตรี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลปริมาณแสง ในพื้นที่แปลงวิจัยพืชมะเขี๋ยง

ข้อมูลแสง (ลักซ์)	นอกทรงพุ่ม (เปรียบเทียบ)	ในทรงพุ่ม (ตะวันออก)	ในทรงพุ่ม (ตะวันตก)	ในทรงพุ่ม (กลางแปลง)
พิกัด/ตำแหน่ง	บริเวณถนน (หน้าแปลง)	ต้นที่ (1,6,38,40)	ต้นที่ (60,67)	ต้นที่ (49,54)
- ก่อนจัดรูปทรง	480,000	97,500	27,500	83,000
- ระยะแทงช่อดอก	508,000	87,500	65,000	85,000
- ระยะติดผล	610,000	219,750	50,000	92,000
- ระยะหลังเก็บเกี่ยว	210,000	172,500	17,500	25,000
ค่าเฉลี่ย (ลักซ์)	452,000	144,313	40,000	71,250

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง ของ ต้นมะเขี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะติดผล)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	356.701	118.900	4.80	0.020	3
2	REP	4	127.133	31.7832	1.28	0.330	3
*	RESIDUAL	12	296.998	24.7498			
*	TOTAL (CORRECTED)	19	41.0964				

หมายเหตุ GRAND MEAN = 7.92

CV = 62.90 %

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูง ของ ต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะหลังการเก็บเกี่ยว)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	1195.50	398.499	6.00	0.010	3
2	REP	4	53.8494	13.4623	0.20	0.930	3
	* RESIDUAL	12	796.878	66.4065			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	2046.220	107.6960			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 14.13 CV = 57.70 %

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรง พุ่มของต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะออกดอก)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	56.9992	18.9997	1.33	0.310	3
2	REP	4	64.6327	16.1582	1.13	0.388	3
	* RESIDUAL	12	171.2900	14.2742			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	292.9220	15.4170			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 4.77 CV = 79.20 %

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะติดผล)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	59.1042	19.7014	0.68	0.584	3
2	REP	4	125.4870	31.3717	1.08	0.409	3
	* RESIDUAL	12	348.1940	29.0161			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	532.7850	28.0413			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 8.11 CV = 66.40 %

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะหลังการเก็บเกี่ยว)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	88.0245	29.3415	0.95	0.448	3
2	REP	4	389.4160	97.3540	3.16	0.054	3
	* RESIDUAL	12	370.1290	30.8441			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	847.5700	44.6089			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 12.79 CV = 43.40 %

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำ ต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะออกดอก)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	9.04324	3.01441	0.94	0.454	3
2	REP	4	9.43028	2.35757	0.73	0.588	3
	* RESIDUAL	12	38.5880	3.21566			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	57.0615	3.00324			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 2.20 CV = 81.70 %

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำ ต้นมะเกี๋ยงหลังการจัดรูปทรง (ระยะติดผล)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	3.1186	1.03953	0.29	0.833	3
2	REP	4	24.5012	6.12531	1.71	0.211	3
	* RESIDUAL	12	42.9456	3.57880			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	70.5654	3.71397			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 3.78

CV = 50.00 %

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดรอบลำต้นมะเขีงหลังการจัดรูปทรง (ระยะหลังการเก็บเกี่ยว)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	13.5632	4.52108	0.70	0.575	3
2	REP	4	44.5225	11.13060	1.71	0.211	3
	* RESIDUAL	12	78.0190	6.50158			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	136.1050	7.16341			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 6.60 CV = 38.60 %

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาณการแตกตาใบต่อกิ่ง (ตาต่อกิ่ง)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	44485.70	14828.60	10.20	0.001	3
2	REP	4	5769.53	1442.38	0.99	0.450	3
	* RESIDUAL	12	17445.90	1453.83			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	67701.20	3563.22			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 25.80

CV = 36.90 %

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ปริมาณการแตกช่อดอกต่อกิ่ง (ช่อดอกต่อกิ่ง)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEA SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	10806.30	3602.12	0.60	0.633	3
2	REP	4	110421.00	27605.20	4.57	0.018	3
	* RESIDUAL	12	72547.00	6045.58			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	193774.00	10198.60			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 39.25 CV = 49.50 %

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย จำนวนช่อดอกย่อยต่อช่อ (ช่อดอกย่อยต่อช่อ)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEA SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	7.0000	2.3333	1.56	0.2508	3
2	REP	4	1.2000	0.3000	0.20	0.9318	3
	* RESIDUAL	12	18.0000	1.5000			
	* TOTAL (CORRECTE	19	26.2000	1.3789			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 5.30 CV = 23.11 %

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย จำนวนดอกต่อช่อ (ดอกต่อช่อ)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEA SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	4449.7500	1483.2500	3.07	0.0684	3
2	REP	4	1245.7000	311.4250	0.64	0.6435	3
	* RESIDUAL	12	5801.5000	483.4583			
	* TOTAL (CORRECTE	19	11496.9500	605.1026			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 47.55 CV = 46.24 %

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวน จำนวนเกสรตัวผู้ต่อดอก (เกสรตัวผู้ต่อดอก)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEA SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	4	159248.1600	39812.0400	70.99	0.0000	3
2	REP	4	1316.5600	329.1400	0.59	0.6793	3
	* RESIDUAL	16	8973.0400	560.8150			
	* TOTAL (CORRECTE	24	169537.7600	7064.0733			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 158.36 CV = 14.95 %

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนผลผลิตต่อต้น (กิโลกรัมต่อต้น)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	21.9759	7.32531	0.88	0.482	3
2	REP	4	136.876	34.21890	4.10	0.025	3
	* RESIDUAL	12	100.132	8.34437			
	* TOTAL (CORRECTED)	19	258.984	13.6307			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 3.16 CV = 94.70 %

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความยาวผลมะเข็ญ (มิลลิเมตร)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	11.1248	3.7083	1.59	0.2865	3
2	REP	2	28.1525	14.0763	6.05	0.0366	3
	* RESIDUAL	6	13.9655	2.3276			
	* TOTAL (CORRECTED)	11	53.2429	4.8403			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 16.85 CV = 9.05 %

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความกว้างผลมะเกี๋ยง (มิลลิเมตร)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	1.7998	0.5999	0.69	0.5915	3
2	REP	2	7.6618	3.8309	4.42	0.0661	3
*	RESIDUAL	6	5.2049	0.8675			
*	TOTAL (CORRECTED)	11	14.6665	1.3333			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 12.46 CV = 7.47 %

ตารางผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความหนาเนื้อผลผลิตมะเกี๋ยง (มิลลิเมตร)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	0.0064	0.0021	0.07	0.9710	3
2	REP	2	4.0346	2.0173	70.45	0.0003	3
*	RESIDUAL	6	0.1718	0.0286			
*	TOTAL (CORRECTED)	11	4.2128	0.3830			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 2.04 CV = 8.28 %

ตารางผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ด (มิลลิเมตร)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	2.0642	0.6881	1.36	0.3413	3
2	REP	2	4.2904	2.1452	4.24	0.0709	3
	* RESIDUAL	6	3.0333	0.5055			
	* TOTAL (CORRECTED)	11	9.3879	0.8534			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 7.82 CV = 9.09 %

ตารางผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (%Brix)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	0.7169	0.2390	0.64	0.6187	3
2	REP	2	0.8494	0.4247	1.14	0.3826	3
	* RESIDUAL	6	2.2412	0.3735			
	* TOTAL (CORRECTED)	11	3.8074	0.3461			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 9.76 CV = 6.26 %

ตารางผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้(%)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	0.0221	0.0074	1.54	0.2988	3
2	REP	2	0.0579	0.0289	6.04	0.0366	3
*	RESIDUAL	6	0.0287	0.0048			
*	TOTAL (CORRECTED)	11	0.1087	0.0099			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 0.44 CV = 15.85 %

ตารางผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยคาร์สชาติ (อัตราส่วน TSS:TA)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	3	1.4287	0.4762	3.34	0.0975	3
2	REP	2	0.0503	0.0252	0.18	0.8424	3
*	RESIDUAL	6	0.8556	0.1426			
*	TOTAL (CORRECTED)	11	2.3346	0.2122			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 3.16 CV = 11.96 %

ตารางผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักรต่อผล (กรัม)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ERLN
1	TRT	2	1.0187	0.5094	114.25	0.0002	3
2	REP	3	0.2107	0.0702	15.75	0.0038	3
	* RESIDUAL	6	0.0268	0.0045			
	* TOTAL (CORRECTED)	11	1.2562	0.1142			

หมายเหตุ GRAND MEAN = 1.46 CV = 4.57 %

ตารางผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ FACTORIAL ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (%)

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO
1	TRT	11	41.8788	3.8072	0.57
2	REP	10	76.6174	7.6617	1.15
	A	3	7.9242	2.6414	0.40
	B	2	9.3447	4.6723	0.70
	AxB	6	24.6098	4.1016	0.62
	* RESIDUAL	110	732.2462	6.6568	
	TOTAL	131	850.7424	6.4942	

หมายเหตุ GRAND MEAN = 9.76 CV = 26.44 %

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายกิติพงษ์ วุฒิญาณ
เกิดเมื่อ	20 สิงหาคม 2525
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาพืชสวน (พืชศาสตร์) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2548 ปริญญาตรี สาขาวิชาไม้ผล (พืชศาสตร์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2548-2549 ผู้ช่วยนักวิจัย คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2550-2552 นักวิชาการเกษตร โครงการพัฒนาที่ดินมูลนิธิชัยพัฒนา จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2552-ปัจจุบัน นักวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ จังหวัดแพร่