รายงานการวิจัยและพัฒนาการวิจัยการเกษตร ฉบับสมบูรณ์

รหัสโครงการ PRP5705011320

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดและแนวทางแก้ไข

(Factors on Change of Color in Sepal of Mangosteen and Solutions)

เสนอต่อ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

คณะผู้วิจัย

ปิยะมาศ โสมภีร์

จริงแท้ ศิริพานิช

ชมภู จันที

สำเริง ช่างประเสริฐ

เฉลิมพล เอี่ยมพลับ

รายงานการวิจัยและพัฒนาการวิจัยการเกษตร ฉบับสมบูรณ์

รหัสโครงการ PRP5705011320

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดและแนวทางแก้ไข

(Factors on Change of Color in Sepal of Mangosteen and Solutions)

เสนอต่อ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

คณะผู้วิจัย

ปิยะมาศ โสมภีร์

จริงแท้ ศิริพานิช

ชมภู จันที

สำเริง ช่างประเสริฐ

เฉลิมพล เอี่ยมพลับ

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ นางสาวปิยะมาศ โสมภีร์
ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี 63 ม.6 ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี 22110
โทรศัพท์ 039-397030 โทรสาร 039-397236
E- mail address : somphee@windowslive.com

ผู้ร่วมวิจัย ศ.ดร.จริงแท้ ศิริพานิช
ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน
จ.นครปฐม 73140 โทรศัพท์/โทรสาร 034-355-172
E- mail address : agrjts@ku.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย นางชมภู จันที
ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี 63 ม.6 ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี 22110
โทรศัพท์ 039-397030 โทรสาร 039-397236
E- mail address : chompoo_jun@yahoo.com

ผู้ร่วมวิจัย นายสำเริง ช่างประเสริฐ
ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี 63 ม.6 ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี 22110
โทรศัพท์ 039-397030 โทรสาร 039-397236
E- mail address : s_changprasert@hotmail.com

ผู้ร่วมวิจัย นายเฉลิมพล เอี่ยมพลับ
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 63 ม.6 ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี 22110
โทรศัพท์ 039-397134, 039-397076 โทรสาร 039-458765
E- mail address : aia12345@yahoo.com

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) หรือ สวก. ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนการวิจัย โดยได้ให้ทุนสนับสนุนโครงการตั้งแต่วันที่ 4 พฤศจิกายน 2557 ถึง 30 มิถุนายน 2560 ขอขอบพระคุณ ท่านสุขวัฒน์ จันทรปรรณิก ที่ช่วยชี้แนะแนวทางการทำงานวิจัยและแก้ไขโครงการวิจัยจนกระทั่งโครงการสมบูรณ์มากขึ้น ขอขอบคุณศาสตราจารย ดร. จริงแท้ ศิริพานิช ที่เป็นที่ปรึกษาโครงการที่มีคำแนะนำเบื้องต้นมาให้ และขอขอบพระคุณเกษตรกรที่ให้ความอนุเคราะห์ให้เก็บตัวอย่างเพื่อการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย คุณจำนง โพธิ์งาม คุณรัฐไท พงษ์ศักดิ์ คุณบุญเรือน แข็งขัน คุณอินทนิล ทองไม้ คุณไสว นาเจริญ และคุณปาลกวินนา กลับดี ขอขอบคุณผอ.สมบัติ ตงเต๊า ที่ให้โจทย์วิจัยและให้ความอนุเคราะห์ให้สามารถทำงานวิจัยกับหน่วยงานนอกได้ สุดท้ายขอบคุณ คุณบังอร แสนคาน และห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ที่ให้ความอนุเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารจนได้ข้อมูลสมบูรณ์

ปิยะมาศ โสมภีร์

2560

บทคัดย่อ

อาการกลีบเลี้ยงสีแดงของมังคุดเป็นปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อเกษตรกร และผู้ส่งออก ควรมีแนวทางในการป้องกันหรือแก้ไข ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ คือ ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการป้องกันการเกิดกลีบเลี้ยงสีแดงในมังคุดก่อนการเก็บเกี่ยว และหาวิธีที่เหมาะสมในการชะลอการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงมังคุดในกระบวนหลังการเก็บเกี่ยว โดยมีวิธีการทดลองดังนี้ 1) ศึกษาปัจจัยต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุในกลีบเลี้ยงของมังคุด แบ่งออกเป็น 1.1) การจัดการสวนแบบต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุในกลีบเลี้ยงของมังคุด ทำการเก็บข้อมูลการจัดการสวนมังคุดจำนวน 7 สวน ประกอบด้วย สวนมังคุดจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สวนมังคุดเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี 4 สวน และ ภาคใต้ 2 สวน (จ.ระนองและชุมพร) สัมภาษณ์การจัดการสวนของเกษตรกร เก็บตัวอย่างผลผลิต เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของผล (ความกว้าง ยาว หนา และสีของกลีบเลี้ยงมังคุด) ลักษณะทางเคมี (ปริมาณคลอโรฟิลล์ และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยง) และเก็บตัวอย่างดิน และใบ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยง พบว่า ขนาดของกลีบเลี้ยงไม่มีผลต่อการเกิดอาการกลีบเลี้ยงสีแดง การขาดแมกนีเซียม และ แคลเซียมในดิน มีผลต่อการเกิดอาการกลีบเลี้ยงสีแดง และพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงลดลงตามอายุการเก็บเกี่ยว 1.2) การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยงสีแดงระดับต่างๆ โดยแบ่งลักษณะการเกิดสีแดงต่อพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง เป็น 4 ระดับ คือ เกิดสีแดงบนพื้นที่กลีบเลี้ยงร้อยละ 1-30, 40-50, 60-80 และ 80-100 นำกลีบเลี้ยงมาวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน เปรียบเทียบกับกลีบเลี้ยงสีเขียว รวมทั้งการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน และใบด้วย พบว่า ปริมาณแคลเซียมในกลีบเลี้ยงสีแดงต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (ร้อยละ 0.22-0.28) และน้อยกว่าในกลีบเลี้ยงสีเขียว (ร้อยละ 0.56) ส่วนธาตุอื่นๆอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ปริมาณธาตุอาหารในใบมีแคลเซียมที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนในดินพบว่า แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน 1.3) ศึกษาระยะเวลาที่เริ่มแสดงอาการกลีบเลี้ยงสีแดงของมังคุด โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่ระยะติดผลขนาดเล็กจนกระทั่งสามารถเก็บเกี่ยวได้ เพื่อดูการแสดงอาการกลีบเลี้ยงสีแดง พบว่าแสดงอาการกลีบเลี้ยงสีแดงเมื่อเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยวเท่านั้น 2) ศึกษาผลของแมกนีเซียม แคลเซียม โบรอน และจิบเบอเรลลิน ต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบเลี้ยงของมังคุด วางแผนการทดลองแบบ RCB 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ดังนี้ 1) พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น 2) พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,000 กรัม/ต้น 3) พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น 4) พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร 5) พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร 6) พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม 7) ไม่พ่นสาร พบว่าการพ่นแมกนีเซียมอัตรา 1,000-1,500 มิลลิกรัม/กรัม ร่วมกับใส่แมกนีเซียมทางดินอัตรา 1,000-1,500 กรัม/ต้น ทำให้กลีบเลี้ยงมีสีเขียวแตกต่างจากกรรมวิธีการอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ร้อยละ 97.61 และ 97.18 ตามลำดับ 3) ศึกษาการชะลอการเปลี่ยนแปลงสีกลีบเลี้ยงมังคุดหลังกระบวนการเก็บเกี่ยว วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 7 กรรมวิธี 8 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ลูก โดยการแช่เมทิลเซลลูโลสความเข้มข้น 1 และ 2% เป็นเวลา 10 นาที และเก็บไว้อุณหภูมิต่างๆ ดังนี้ 1) เมธิล-

เซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส 2) เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศา-เซลเซียส 3) เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำมาวางที่สภาพอุณหภูมิปกติ 4) เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำมาวางที่สภาพอุณหภูมิปกติ 5) เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ 6) เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ 7) วางอุณหภูมิปกติ พบว่า การใช้เมทิลเซลลูโลส 1% แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษามังคุดได้นาน 12 วัน และกิจกรรมที่ 3 การถ่ายทอดเทคโนโลยี มีการจัดทำเอกสารเผยแพร่ นำเสนอผลงานวิชาการ และจัดอบรม โดยจัดอบรมวันที่ 2 มิถุนายน 2560 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี มีผู้ที่สนใจเข้ารับการอบรมจำนวน 54 ราย ในการอบรมมีการจัดทำเอกสารเผยแพร่ เกี่ยวกับเทคนิคการแก้ไขอาการกลีบเลี้ยงสีแดงของมังคุด เอกสารเผยแพร่เรื่อง “การผลิตมังคุดคุณภาพ ตอน มังคุดหูเขียว” ในการอบรมครั้งนี้ได้นำเสนอรายงานผลการดำเนินงานของโครงการด้วย จากการอบรมผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำข้อมูลของโครงการไปใช้ประโยชน์ในเกณฑ์มากร้อยละ 59.20 และโอกาสที่จะนำข้อมูลของความรู้หรือเทคนิคการแก้อาการกลีบเลี้ยงสีแดงไปใช้อยู่ในเกณฑ์มากร้อยละ 74.07

Abstract

Mangosteen's sepal changing to red is one problem affected to farmers and exporters. It should have preventions or solutions for this problem. The present research aims to study the proper solutions to prevent red sepal in mangosteens before harvesting and find the proper way to slow down the colour changing in mangosteen's sepal in the process of post-harvest. The processes of experiments are as follow; 1) study the factors affecting the colour changing in mangosteen's sepal. 1.1) We studied and collected data of the orchard pattern affecting the colour changing of mangosteen's sepal in 7 orchards: Chanthaburi Horticultural Research Center, 4 mangosteens orchard of farmers in Chanthaburi province, 1 orchard in Ranong and 1 orchard in Chumporn. We interviewed the farmers about the orchard management and to collect the product to study physical feature of fruit (width, length, thickness, colour of sepal). Then we studied the chemical property (quantity of chlorophyll and anthocyanin in sepal). Next, we collected soil and leaves to analyze the quantity of plant nutrient elements in leaves and sepal. It was found that the size of sepal did not affect the red colour in sepal, but the lack of magnesium and calcium in soil affected the red colour in sepal. It also found the quantity of chlorophyll in sepal reduced according with harvest date. 1.2) The study of quantity of plant nutrient elements in red sepal was in different levels by separating the characteristic red sepal per whole area of sepal in 4 levels: 1-30%, 40-50%, 60-80% and 80-100%. We analyzed the nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and boron compared with green sepal. The analysis of plant nutrient elements in soil and leaves found that level of calcium in red sepal lowered than critical standard value (0.22-0.28%) and lowered than in green sepal (0.56%). The other plant nutrient elements existed in proper level. The quantity of plant nutrient elements in leaves is lower than critical standard value. In soil, magnesium, calcium and boron are lower than critical standard value. 1.3) We studied time of red sepal symptom by collecting data from small fruit setting stage until harvest period to watch red sepal symptom. It was found that red sepal symptom appeared in harvest period. 2) We studied the result of magnesium, calcium, boron and gibberellin affecting the colour changing of mangosteen's sepal. RCB 7 was experiment plan by repetition 4, one repetition per 1 tree. 1) Sprayed magnesium sulfate 500 mg/kg plus magnesium sulfate 500 mg/ tree. *2)* Sprayed magnesium sulfate 1000 mg/ kg plus magnesium sulfate 1000 g/ tree. 3) Sprayed magnesium sulfate 1500 mg/ kg plus magnesium sulfate 1500 g/ tree. 4) Sprayed calcium

40% at rate of 10 ml/ 20 L. 5) Sprayed calcium+ boron 200 mg/kg. 6) Sprayed gibberellin 200 mg/ kg. 7) Not sprayed substance. It was found that spraying magnesium at 1000-1500 mg/g plus adding magnesium in soil at 1000-15000 g/tree caused green to sepal differed from another ways at statistical significance ($p \leq 0.01$) 97.61% and 97.18%, respectively. We studied the slowing down of colour changing in sepal after post-harvest period. CRD 7 was experiment plan by 8 repetitions, one repetition per 3 fruit. 1) Soaked 10 min in methylcellulose 1% at 13°C. 2) Soaked 10 min in methylcellulose *2%* at 13 °C. 3) Soaked 10 min in methylcellulose 1% at 13°C for 30 days after that placed the fruit at normal temperature. 4) Soaked 10 min in methylcellulose 2% at 13°C for 30 days after that placed the fruit at normal temperature. 5) Soaked 10 min in methylcellulose 1% *at* normal temperature. 6) Soaked 10 min in methylcellulose 2% at normal temperature. 7) Placed at normal temperature. It was found that soaking in methylcellulose 1% at 13°C could extend mangosteens storage for 12 days. The third activity was transforming technology by making documents to publicize and present the research result and organize training program. The training set up on 2 June, 2017 at Chanthaburi Horticultural Research Center and the people who interested in the training were 54. In the training session, we made the documents to publicize the technique to solve the red sepal of mangosteens. The title of the document was “Production of Qualified Mangosteens: Green Ear Mangosteens”. We also presented the result of the project. The trainees could be able to use the information more than 59.20% and the having opportunity to bring information, knowledge and technique of solving red sepal at 74.07%.

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญเรื่อง	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ฎ
บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	3
วิธีการดำเนินงาน	8
ผลการทดลองและวิจารณ์	17
สรุปผลการทดลอง	78
เอกสารอ้างอิง	79

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
1	ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี	19
2	สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี	20
3	ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี	22
4	ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายจำนง โพธิ์งาม	24
5	สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายจำนง โพธิ์งาม	25
6	ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายจำนง โพธิ์งาม	27
7	ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายรัฐไท พงษ์ศักดิ์	29
8	สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน รัฐไท พงษ์ศักดิ์	30
9	ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายรัฐไท พงษ์ศักดิ์	33
10	ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน	35
11	สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน	36
12	ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน	38
13	ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายอินทนิล ทองไม้	40
14	สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายอินทนิล ทองไม้	41
15	ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายอินทนิล ทองไม้	43
16	ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายไสว นาเจริญ	44
17	สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายไสว นาเจริญ	46
18	ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายไสว นาเจริญ	48
19	ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางปาลกวินนา กลับดี	50
20	สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางปาลกวินนา กลับดี	51
21	ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางปาลกวินนา กลับดี	53
22	ปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดง	55
23	ปริมาณธาตุอาหารในใบมังคุด	55
24	ปริมาณธาตุอาหารในดิน	56
25	การเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดงของแต่ละกรรมวิธี	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
26	ร้อยละการเกิดสีแดงต่อพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยงในแต่ละกรรมวิธี	58
27	คุณสมบัติของดินแต่ละกรรมวิธี	59
28	ปริมาณธาตุอาหารในใบของมังคุดของแต่ละกรรมวิธี	60
29	ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี	61
30	ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี	62
31	ปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี	63
32	ปริมาณธาตุอาหารแมกนีเซียมในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี	63
33	ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี	64
34	ปริมาณธาตุอาหารโบรอนในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี	65
35	ร้อยละความเหี่ยวของกลีบเลี้ยงที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี	66
36	ร้อยละความเหี่ยวของขั้วผลที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี	68
37	ความแน่นเนื้อของผลมังคุดที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี	70
38	สีเปลือกนอกของผลมังคุดที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี	71
39	สีเนื้อในที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี	71
40	กลิ่นที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี	71
41	รายชื่อผู้เข้ารับการอบรมวันที่ 2 มิถุนายน 2560 ณ ห้องประชุมอาคารฝึกอบรม ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี	75
42	ผลการประเมินผลเกี่ยวกับความรู้ก่อนและหลังการอบรม	77

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้าที่
1	โครงสร้างของแอนโทไซยานิน (Anthocyanin)	4
2	วิถีการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน	5
3	ระยะ 0 ถึง 6 ของมังคุด	9
4	แผนผังการสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่ปลูกที่มีระยะปลูกที่แน่นอนและมีพื้นที่เป็นสีเหลี่ยมอย่างชัดเจน	9
5	แผนผังการสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่ปลูกที่มีระยะปลูกไม่แน่นอนและมีการปลูกพืชอื่นผสมพื้นที่สวนเป็นพื้นที่ไม่แน่นอน	10
6	แสดงแนวการเก็บตัวอย่างดินบริเวณทรงพุ่มต้นมังคุด	10
7	การแบ่งตัวอย่างดินหลังจากคลุกเคล้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว	11
8	การวัดขนาดของกลีบเลี้ยงและลักษณะของกลีบเลี้ยงขนาดใหญ่และขนาดเล็กสีเขียวและสีแดง	12
9	ลักษณะสวนมังคุดและดินของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี ลักษณะทางกายภาพ	18
10	สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากแปลงมังคุดศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี	19
11	ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี	21
12	ลักษณะสวนมังคุดและดินของนายจำนง โพธิ์งาม ต.พลับพลา อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี	23
13	สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวน นายจำนง โพธิ์งาม	24
14	ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายจำนง โพธิ์งาม	26
15	ลักษณะสวนมังคุดและดินของนายรัฐไท พงษ์ศักดิ์ ต.ปัถวี อ.มะขาม จ.จันทบุรี	28
16	สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวน นายรัฐไท พงษ์ศักดิ์	30
17	ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายรัฐไท พงษ์ศักดิ์	32
18	ลักษณะสวนมังคุดและดินของนางบุญเรือน แข็งขัน ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี	34
19	สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน	35
20	ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน	37
21	ลักษณะสวนมังคุดและดินของนายอินทนิล ทองไม้ ต.คลองนารายณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
22	สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวนนายอินทนิล ทองไม้	40
23	ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายอินทนิล ทองไม้	42
24	ลักษณะสวนมังคุดและดินของนายไสว นาเจริญ ต.จ.ป.ร. อ.กระบุรี จ.ระนอง	44
25	สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวนนายไสว นาเจริญ	45
26	ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายไสว นาเจริญ	47
27	ลักษณะสวนมังคุดและดินของนางปาลกวินนา กลับดี ต.ทุ่งหลวง อ.ละแม จ.ชุมพร	49
28	สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวนนางปาลกวินนา กลับดี	50
29	ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางปาลกวินนา กลับดี	52
30	ลักษณะของมังคุดหลังจากการแช่เมธิลเซลลูโลส 1% และ 2% เป็นเวลา 10 นาที และนำมาเก็บรักษาไว้อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน กรรมวิธีที่ 3 และ 4	67
31	ลักษณะของมังคุดหลังจากการแช่เมธิลเซลลูโลส 1% และ 2% เป็นเวลา 10 นาที และนำมาวางไว้อุณหภูมิปกติ และการไม่เคลือบสารวางไว้อุณหภูมิปกติ ที่ 16 วัน (กรรมวิธีที่ 5, 6 และ 7 ตามลำดับ)	67
32	บรรยากาศการฝึกอบรมวันที่ 2 มิถุนายน 2560 ณ ห้องประชุมอาคารฝึกอบรม ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี	74

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

มังคุด, กลีบเลี้ยงมังคุด

Mangosteen, Sepal of Mangosteen

บทนำ

มังคุดเป็นผลไม้ที่มีความต้องการของตลาดสูง และเป็นที่นิยมบริโภค ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ มังคุดจัดเป็นผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ไทย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม อินโดนีเซีย เป็นต้น (Osman and Milan, 2006) ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิต และมูลค่าการส่งออกรวมทั้งปี 2559 คือ 143,226,220 กิโลกรัม และ 4,308,728,904.0 บาท (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร, 2560) โดยมีกำลังการผลิตมากที่สุดที่ จ.จันทบุรี คือ 68,871 ตันต่อปี (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) และมีมูลค่าการส่งออกในช่วงปี 2559 ถึง 4,308.7 ล้านบาท จังหวัดที่มีเนื้อที่ยืนต้นมากที่สุด คือ จ.จันทบุรี มีเนื้อที่ยืนต้น 134,500 ต้น เนื้อที่ให้ผล จำนวน 127,594 ไร่ และผลผลิต เท่ากับ 81,660 ตัน ผลผลิตต่อเนื้อที่ให้ผล 640 กิโลกรัม (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

การส่งออกมังคุดไปยังตลาดต่างประเทศผลผลิตมังคุดต้องมีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด โดยจะมีเกณฑ์ในการคัดคุณภาพของผลผลิตหลายอย่างด้วยกันเช่น ขนาด หรือ น้ำหนักโดยขนาดของผลต้องมีน้ำหนักตั้งแต่ 100 กรัม ขึ้นไป ประมาณ 8-10 ผลต่อ 1 กิโลกรัม ผิวสวย (ผิวมัน) ไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง ไม่มีอาการเนื้อแก้วยางไหล (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2556) และนอกจากนี้อาการเกิดสีแดงของกลีบเลี้ยง หรือเรียกว่า “อาการหูแดง” ซึ่งหากมังคุดมีกลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีแดงจะถูกคัดตกเกรด ราคาที่จะขายได้จะต่ำลงไป ถึงแม้ว่าจะมีผลขนาดใหญ่ ผิวมัน ไม่มีอาการเนื้อแก้วยางไหลก็ตาม จากการสอบถามราคาจากเกษตรกรชาวสวนมังคุด และโรงคัดบรรจุพบว่า ราคาสำหรับมังคุดผิวมันกลีบเลี้ยงเขียว น้ำหนัก 90 กรัม ราคา 60-130 บาทต่อกิโลกรัม แต่ถ้าเป็นมังคุดผิวมันกลับเลี้ยงแดง น้ำหนัก 90 กรัม ราคา 45-115 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งราคาต่างกันประมาณ 15 บาทต่อกิโลกรัม

จากการสอบถาม เกษตรกรให้เหตุผลเป็นไปในแนวทางเดียวกันว่า อาการที่กลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีแดงเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ผลิตโดยตรง ควรที่จะต้องการดำเนินการแก้ไขจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องอย่างจริงจัง ในด้านผู้ประกอบการส่งออกมังคุดหากได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดต่างประเทศเป็นจำนวนมากก็จะส่งผลดีทั้งต่อผู้ประกอบการ และเกษตรกรเองด้วย โดยจะทำให้ต่างฝ่ายต่างมีรายได้มากขึ้นจากการขายผลผลิตที่มีคุณภาพ และหากมีเทคโนโลยีในการยืดอายุหรือชะลอการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงมังคุดในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวเข้ามาช่วยอีกทางหนึ่ง ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อโรงคัดบรรจุ เพื่อช่วยรักษาคุณภาพของผลผลิตในขณะเก็บรักษาช่วงรอการส่งออก ตลอดจนในช่วงของการขนส่งสินค้าขณะส่งออกไปยังตลาดปลายทางได้อีกด้วย

จากการค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆการแก้ไขปัญหากลีบเลี้ยงแดงของมังคุดยังไม่มีการศึกษาว่าเกิดจากสาเหตุใด มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) หรือไม่ หรือเกิดจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง มีเพียงเอกสารเผยแพร่ของสำนักงานเกษตร จ.ระนอง (2556) พบว่าจากการสำรวจไรขาวระยะดอกถึงผลอ่อน การเข้าทำลายของไรขาวมีผลทำให้หูมังคุดเป็นสีแดง แต่เกษตรกรในเขต จ.จันทบุรีแก้ไขอาการเกิดมังคุดหูแดงด้วยวิธีฉีดพ่นสารแมกนีเซียมให้กับมังคุดตั้งแต่ระยะดอกบาน แล้วพบว่าสามารถแก้อาการนี้ได้ ซึ่งอาจตั้งเป็นข้อสมมุติฐานได้ว่าอาจเกิดจากอาการขาดแมกนีเซียม

หรือไม่ หรือแมกนีเซียมมีผลอย่างไรต่อการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงของมังคุด จากคุณสมบัติของแมกนีเซียมพบว่าเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ ที่เป็นองค์ประกอบของจุดสีเขียวในส่วนต่างๆของพืช ทำให้ใบพืชมีสีเขียวเข้ม สมบูรณ์ มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสง และสังเคราะห์กรดอะมิโน ทำให้เกิดการสร้างอาหาร วิตามิน ไขมัน น้ำตาล และโปรตีนพืช (นิรนาม, 2556) นอกจากนี้ยังพบว่ามีการนำสารจิบเบอเรลลิน A3 (GA3) มาใชประโยชนทางการเกษตร สามารถชะลอการเหี่ยวและเปลี่ยนเปนสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยงและขั้วผลของมังคุดได เนื่องจากจิบเบอเรลลินเปนสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดหนึ่งที่สามารถชะลอการสลายตัวของคลอโรฟลล (El-Otmani and Coggins, 1991)

ดังนั้นจากสาเหตุของปัจจัยต่างๆที่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าการเกิดกลีบเลี้ยงสีแดงในมังคุดเกิดจากปัจจัยใด จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงมังคุด เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขเพื่อให้มังคุดที่มีคุณภาพเพื่อการส่งออก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการป้องการเกิดกลีบเลี้ยงแดงในมังคุดก่อนการเก็บเกี่ยว
2. เพื่อศึกษาหาวิธีที่เหมาะสมในการชะลอการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงมังคุดในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว

ตรวจเอกสาร

การเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลไม้

การเปลี่ยนแปลงสีผิวของผักและผลไม้ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุ (Pigment) ต่างๆ เช่น การสูญเสียคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ซึ่งมีสีเขียวทำให้ผักเหลือง การพัฒนาของ Carotenoid (สีเหลืองและสีส้ม) ไลโคปีน (Lycopene) ที่มีสีแดง และ Anthocyanin (สีแดงและสีน้ำเงิน) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2556) ผลไม้นั้นจัดเป็นใบที่ดัดแปลงไปและมักมีคลอโรฟิลล์ปรากฏอยู่ในระยะที่กำลังเจริญเติบโต ผลไม้ที่ยังอ่อนอยู่ส่วนใหญ่จึงมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งจะหายไปในช่วงระยะแรกของการสุก ในผลกล้วยและสาลี่พบว่าการหายไปของคลอโรฟิลล์จะเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการสลายตัวของ คลอโรพลาสต์ ส่วนในผลมะเขือเทศและส้ม คลอโรพลาสต์จะเปลี่ยนไปเป็นโครโมพลาสต์ ซึ่งมีรงควัตถุ แคโรทีนอยด์ จากการศึกษาของ สมชาติและคณะ (2549) ได้ศึกษาผลของแสงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของคลอโรฟิลล์ เมื่อทำการเปรียบเทียบการห่อผลและไม่ห่อผลของลำไย พบว่าปริมาณของ คลอโรฟลล เอ (Chlorophyll a) คลอโรฟลล บี (Chlorophyll b) คลอโรฟลลทั้งหมด (Total chlorophyll) ในเปลือกผลลำไยที่หอผลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในส่วนของค่าความสว่าง (L-value) ส่วน คลอโรฟลล เอ (Chlorophyll a) คลอโรฟลล บี (Chlorophyll b) ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับผลลำไยที่ไม่ไดหอ

จากการศึกษาของสุจิตรา และคณะ (2548) ทำการศึกษาผลของแสงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณรงควัตถุ และแอคติวิตีของเอนไซม์ฟีนิลอลีน แอมโมเนียไลเอส (PAL) ของเปลือกมังคุดในระยะสุกแก่ (ระยะที่ 1-6) โดยทำการห่อผลและไม่ห่อผลบนต้นด้วยถุงกระดาษ พบว่าแสงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแอคติวิตีของเอนไซม์ PAL และปริมาณแอนโทไซยานิน โดยแอคติวิตีของเอนไซม์และปริมาณแอนโทไซยานินในผลที่ห่อและไม่ห่อเมื่อเปรียบเทียบกันในทุกระยะมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แสงมีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ และเบตา-คาโรทีน โดยระยะที่ 4-6 ผลที่ไม่ห่อมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าผลที่ห่อ แต่มีปริมาณเบตา-คาโรทีนน้อยกว่า โดยที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ในผลที่ห่อและไม่ห่อเมื่อเปรียบเทียบกันในทุกระยะมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

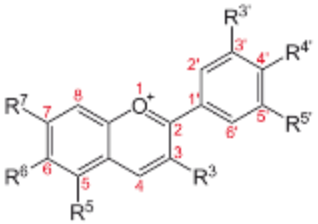
จากการศึกษาของอรุษาและอรัญญา (2550) ศึกษาปริมาณแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ในเปลือกอ่อนและเปลือกแข็งของมังคุด พบว่า ในเปลือกแข็งมีปริมาณแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) มากที่สุด (179.49 มิลลิกรัม Cyn-3-Glu/100 กรัม) รองลงมาคือ ในเปลือกอ่อน 19.71 มิลลิกรัม Cyn-3-Glu/100 กรัม การศึกษาของ Chaovanalikit และคณะ (2012) ทำการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ในผลมังคุดพบว่า ในส่วน Outer pericarp พบแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ชนิด Cyaniding-3-glucoside (Cyn-3-glu) 179.49 มิลลิกรัม/100กรัม และในส่วน Inner pericarp ชนิดของแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ที่พบคือ Galic acid equivalent (GAE) 3,404 มิลลิกรัม/100 กรัม

สำหรับมังคุดการพัฒนาสีแดงของผลมังคุดทั้งในระยะที่อยู่บนต้นและหลังการเก็บเกี่ยวเป็นผลมาจากการผลิตแอนโธไซยานินในส่วนของ Pericarp จากการศึกษาของ Yossapol และคณะ (2009) ที่

ทำการศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนสีของผลมังคุดทั้งในระยะบนต้นและหลังเก็บเกี่ยว โดยทำการศึกษา MYB transcription factors จำนวน 3 ชนิด คือ *GmMYB1 GmMYB7* และ *GmMYB10* และทำการศึกษายีนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (*GmPal-GmUFGT*) จากการวิเคราะห์สายสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ (phylogenetic analysis) จากระดับของโปรตีน R2R3-MYB ผลการศึกษาพบว่า *GmMYB10* มีความสัมพันธ์กันกับการผลิตแอนโทไซยานินใน *Arabidopsis* จากการวิเคราะห์ transient transactivation assay พบว่า *GmMYB10* ทำงานร่วมกับ AtbHLH2, *GmDFR* และ *AtDFR* ซึ่งเป็นตัวควบคุม (promoters) ในช่วงการพัฒนาสีของมังคุดในส่วน pericarp โดยพบปริมาณ *GmMYB10* และ *GmUFGT* มีมากขึ้นในระยะนี้ ดังนั้น *GmMYB10* จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แอนโทไซยานินทั้งในระยะที่ผลมังคุดอยู่บนต้นและระยะหลังเก็บเกี่ยว ในขณะที่ *GmUFGT* อาจจะเป็นกุญแจสำคัญของยีนที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์รงควัตถุ การแสดงออกของ *GmMYB10* และ *GmUFGT* มีความสัมพันธ์กันกับการผลิตเอทิลีน โดยปริมาณเอทิลีนในผลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งผลเข้าสู่ระยะที่ 5 (ผลมีสีม่วงเข้ม (dark purple)) และพบว่ายังมีความสัมพันธ์กับการลดลงของ 1-methylpropene (1-MCP) ซึ่งพบว่า 1-MCP สามารถลดการทำงานของ *GmMYB10* ได้

แอนโทไซยานิน (Anthocyanin)

แอนโทไซยานินจัดอยู่ในกลุ่มของฟลาโวนอยด (Flavonoid) พบในผัก ผลไม้ และดอกไม้ เช่น ในกะหล่ำปลีสีม่วง กระเจี๊ยบแดง องุ่นแดง และดอกอัญชัน แอนโทไซยานินมีสูตรโครงสร้างตามที่แสดงในภาพที่ 1 การแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซีและหมู่เมทิลในตำแหน่ง R- ทำให้เกิด แอนโทไซยานินชนิดที่แตกต่างกันไป แอนโธไซยานินพบมากในธรรมชาติในรูปไกลโคไซด (Glycoside) ซึ่งจับน้ำตาลด้วยพันธะไกลโคซิดิกหรือเรียกว่าแอนโทไซยานิดิน (Anthocyanidin) (จุฬาลักษณ์, 2551) ซึ่งมีอยู่ 6 ชนิด คือ Plaargonidin-3-glucoside (Pg3glc), Cyaniding-3-glucoside (Cy3glc), Peonidin-3-glucoside (Pn3glc), Delphinidin-3-glucoside (Dp3glc), Petunidin-3-glucoside (Pt3glc) และ Malvidin-3-glucoside (Mv3glc) (ยุพาพร, 2547; อรุษา, 2554)

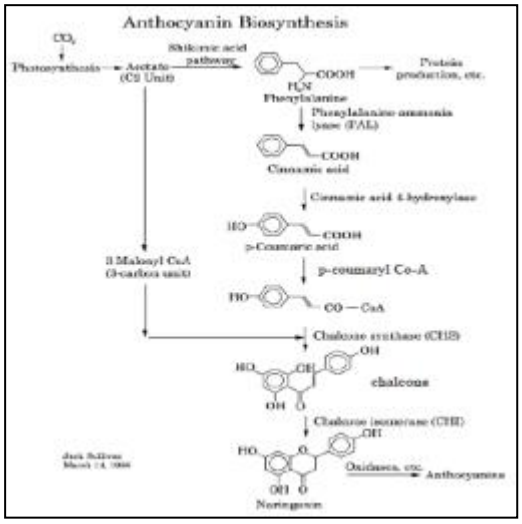


ภาพที่ 1 โครงสร้างของแอนโทไซยานิน (Anthocyanin)

การสังเคราะหแอนโทไซยานิน (Anthocyanin biosynthesis) (จุฬาลักษณ์, 2551)

แอนโทไซยานินมีวิถีการสังเคราะหเริ่มจาก Acetate (C2 unit) ที่ได้จากการสังเคราะหแสง เข้าสู่ Shikimic acid pathway แล้วเปลี่ยนเปนสารตั้งต้น คือ กรดอะมิโน Phenylalanine จากนั้น phenylalanine จะถูกเปลี่ยนเปน Cinnamic acid โดยมีเอนไซม Phenylalanine ammonia-lyase (PAL) เรงปฏิกิริยา Cinnamic acid จะถูกเปลี่ยนเปน p-Coumaric acid จากนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็น p-Coumaryl

co-A แล้วเปลี่ยนเป็น Chalcone (C15 unit) โดยมีเอนไซม์ Chalcone synthase (CHS) เร่งปฏิกิริยา จากนั้น Chalcone จะถูกเปลี่ยนเป็น Nariginine โดยมีเอนไซม์ Chalcone isomerase (CHI) เร่งปฏิกิริยา แล้ว Nariginine จะถูกเปลี่ยนเป็นแอนโทไซยานินต่อไป การสังเคราะห์แอนโทไซยานินอีกวิถีหนึ่งมาจาก การเปลี่ยน Acetate (C2 unit) ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปเป็น Malonyl Co-A (C3 unit) 3 โมเลกุลแล้วเข้าร่วมกับ p-Coumaryl Co-A เพื่อเปลี่ยนเป็น Chalcone โดยมี เอนไซม์ CHS เร่งปฏิกิริยา จากนั้น Chalcone จะถูกเปลี่ยนเป็น Nariginine โดยมีเอนไซม์ CHI เร่งปฏิกิริยา แล้ว Nariginine จะถูกเปลี่ยนเป็นแอนโทไซยานินต่อไป (Anthocyanin biosynthesis pathway ได้แสดงในภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 วิถีการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน

การเกิดกลีบเลี้ยงสีแดงของมังคุด

การเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงมังคุดจากสีเขียวเป็นสีแดงของมังคุดยังไม่มีการศึกษาอย่างแน่ชัดว่าเกิดจากสาเหตุใด การดูแลรักษา โรค แมลง ปุ๋ย น้ำ ลักษณะของสภาพภูมิอากาศ หรือไม่ เนื่องจากส่วนใหญ่จะมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาสีในส่วนของเปลือกผลมากกว่า มีเพียงแต่การรายงานของสำนักงานเกษตรจังหวัดระนอง (2556) ที่รายงานว่า การเข้าทำลายของไรขาวมีผลทำให้กลีบเลี้ยงเป็นสีแดง จากการสำรวจไรขาวระยะดอกถึงผลอ่อน จากการสอบถามเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี เกษตรกรได้ให้ข้อสังเกตว่า ถ้ากลีบเลี้ยงของมังคุดใหญ่และหนาจะมีสีเขียว แต่ถ้ากลีบเลี้ยงเล็กและบางจะมีสีแดง พื้นที่ปลูกมังคุดบริเวณโปร่งแรด อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี จะเกิดอาการกลีบเลี้ยงแดงน้อยกว่ามังคุดที่ปลูกในบริเวณอื่นๆ ในเขตจังหวัดจันทบุรี อาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ โดยเฉพาะทางด้านสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ลักษณะดิน ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ อาจเป็นตัวชักนำ ที่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นได้ในมังคุดที่ปลูกในแหล่งปลูกที่แตกต่างกัน เช่น จากการรายงานของฐิติยา (2546) รายงานว่า มังคุดเมืองนนท์ลักษณะโดยทั่วไปของใบค่อนข้างเรียว ผลมีขนาดเล็กกว่า เปลือกค่อนข้างบาง สีของกลีบที่ปลายขั้วผลมีสีแดง ผลเมื่อสุกจะมีสีม่วงดำ ให้คุณภาพของเนื้อดี ส่วนมังคุดปักษ์ใต้ลักษณะของใบจะอ้วนและป้อม ผลมีขนาดใหญ่กว่า

มังคุดเมืองนนท์ ให้น้ำหนักผลดีเปลือกผลหนา กลีบที่ปลายขั้วผลมีสีเขียวเข้ม ผลเมื่อสุกจะมีสีแดงอมชมพู ผลจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงได้ช้ากว่ามังคุดเมืองนนท์

การแก้ไขของเกษตรกรในเขตจังหวัดจันทบุรีได้ทำการแก้ไขอาการเกิดมังคุดกลีบเลี้ยงแดงด้วยวิธีพ่นสารแมกนีเซียมให้กับมังคุดตั้งแต่ระยะดอกบาน แล้วพบว่าสามารถลดการเกิดกลีบเลี้ยงสีแดงได้ หากพ่นสารแมกนีเซียมหลังจากระยะนี้แล้วไม่สามารถแก้อาการกลีบเลี้ยงสีแดงได้ ซึ่งอาจตั้งเป็นข้อสมมุติฐานได้ว่าอาจเกิดจากอาการขาดแมกนีเซียมหรือไม่ หรือแมกนีเซียมมีผลอย่างไรต่อการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงของมังคุด ซึ่งจากคุณสมบัติของแมกนีเซียมพบว่าเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ ที่เป็นองค์ประกอบของจุดสีเขียวในส่วนต่างๆของพืช ทำให้ใบพืชมีสีเขียวเข้ม สมบูรณ์ มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสง และสังเคราะห์กรดอะมิโน ทำให้เกิดการสร้างอาหาร วิตามิน ไขมัน น้ำตาล และโปรตีนพืช (นิรนาม, 2556)

การศึกษาของสุมิตรา (2557) กล่าวว่า เกษตรกรในเขตจังหวัดจันทบุรีมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูงทำให้มังคุดแสดงอาการขาดแมกนีเซียม จึงทำให้เกิดปฏิปักษ์ (Antagonism) กับ แมกนีเซียม และแคลเซียม จึงได้ทำการศึกษาเบื้องต้นถึงผลของการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต อัตรา 500, 1,000,และ 1,500 กรัม/ต้น ต่อปริมาณธาตุอาหารในใบมังคุด โดยทำการทดลองเพียง 3 ซ้ำ ในสวน 3 แห่ง ผลการทดลองปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟตทั้ง 3 อัตรา ทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียม ในใบเพิ่มขึ้นกว่าต้นมังคุดที่ไม่ใส่ปุ๋ยเพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าใบมังคุดจะมีอาการขาดแคลนแมกนีเซียมก็ตาม

การเหี่ยวของส่วนก้านผลและกลีบเลี้ยง

มังคุดหลังการเก็บเกี่ยวจะเกิดการเหี่ยวของส่วนก้านผลและกลีบเลี้ยงอย่างรวดเร็ว โดยพบการเหี่ยวพร้อมกับการเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีน้ำตาล นับเป็นอุปสรรคต่อการวางขาย วัลลภาและคณะ (2529) พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดมักเกิดขึ้นที่กลีบเลี้ยงเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ส่วนก้านผลและกลีบเลี้ยงของมังคุดเหี่ยวแห้ง สำหรับโมเลกุลของคลอโรฟิลล์นั้นจะถูกสร้างขึ้นและสลายตัวอยู่ตลอดเวลา แต่ในระหว่างการชราภาพ (Senescence) การสลายตัวจะเกิดขึ้นมากกว่า ทำให้คลอโรฟิลล์หมดไปในที่สุด (กวิศร์, 2522; สมโภชน์, 2534) สำหรับกลไกของการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เกิดขึ้นจากการทำงานของเอนไซม์ คลอโรฟิลเลส (Chlorophyllase) จะแยกส่วนหัวและส่วนหางของโมเลกุลออกจากกัน ซึ่งโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ประกอบด้วยส่วนหัวที่มีอะตอมของแมกนีเซียมล้อมรอบด้วยวงแหวนคาร์บอนและไนโตรเจน (Propyrin Ring) และส่วนหางที่เป็นโซ่ยาวของไฮโดรคาร์บอนที่เรียกว่าฟีทอล (Phytol) (Salisbury and Ross, 1985) แต่ผลที่ได้ยังคงมีสีเขียวอยู่ สีเขียวของคลอโรฟิลล์จะหมดไปก็ต่อเมื่อพันธะคู่ 8 (Double bond) ในวงแหวนคาร์บอนและไนโตรเจนถูกทำลายลงซึ่งเกิดขึ้นจากการออกซิไดซ์ด้วย ออกซิเจน (Will *et al*., 1981)

เทคโนโลยีการชะลอการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงในมังคุดหลังการเก็บเกี่ยว

ในปัจจุบันได้มีวิธีการต่างๆ ที่นำมาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามังคุดให้ได้นานขึ้นโดยไม่ทำให้คุณภาพเสียไปหลายวิธี เช่น การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ การใช้สารเคลือบผิว การใช้วัสดุหุ้มผลผลิต ตัวอย่างเช่น

มีการนำสารจิบเบอเรลลิน A3 (GA3) มาใช้ประโยชน 3 รูปดวยกัน คือ รูปสารบริสุทธิ์ รูปผงละลายน้ำ และสารละลายเขมขน โดยพบว่า จิบเบอเรลลิน สามารถชะลอการเหี่ยวและเปลี่ยนเปนสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยง (อาการกลีบเลี้ยงแห้ง) และขั้วผลของมังคุดได้ เนื่องจากจิบเบอเรลลินเปนสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดหนึ่งที่สามารถชะลอการสลายตัวของคลอโรฟลล (El-Otmani and Coggins, 1991) การเปลี่ยนเปนสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยงและขั้วผลของมังคุด เช่นการศึกษาของจินตนา (2546) ได้ทำการจุ่มขั้วผลและกลีบเลี้ยงมังคุดในสารจิบเบอเรลลินเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90% สามารถช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ที่ขั้วผลและกลีบเลี้ยงได้ และสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 18 วัน

สมโภชน (2534) พบวากรดจิบเบอเรลลินความเขมขน 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สามารถรักษาความสดของขั้วผลและกลีบเลี้ยงของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ (28-30 องศาเซลเซียส) ได้นานขึ้นจาก 7 วัน เปน 14 วัน

ฐิติยา (2546) พบวาการเคลือบผิวผลและขั้วผลมังคุดดวยสารเคลือบเมธิลเซลลูโลสสามารถเก็บรักษาได้นาน 32 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ 80±5 นอกจากนี้การใช้สารละลายจิบเบอ-เรลลิน ร่วมกับสารเคลือบเมธิลเซลลูโลส เขมขน 1 และ 2 % ยังช่วยชะลอการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงได้ โดยสารละลายจิบเบอเรลลินไมมีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษา

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าอาการกลีบเลี้ยงสีแดงในมังคุดถือเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อทั้งเกษตรกรผลผลิตและผู้ส่งออกมังคุด ซึ่งกระบวนการแก้ไขควรที่จะต้องเริ่มตั้งแต่กระบวนการผลิตจนกระทั่งกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชาวบ้านเชื่อมโยงปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้ถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้จริง ได้ประโยชน์ทั้งเกษตรกรและผู้ส่งออกให้มีรายได้มากขึ้น จากการขายผลผลิตที่มีคุณภาพ

วิธีการดำเนินงาน

การทดลองที่ 1 ศึกษาปัจจัยต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุในกลีบเลี้ยงของมังคุด

การทดลองที่ 1.1 การจัดการสวนแบบต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุในกลีบเลี้ยงของมังคุด

วิธีการดำเนินการ

การเก็บข้อมูลการจัดการสวน

ทำการเก็บข้อมูลการจัดการสวนมังคุด โดยทำการสอบถามเกษตรกรเกี่ยวกับการจัดการดูแลสวนมังคุดเกี่ยวกับ การจัดการปุ๋ย การฉีดพ่นฮอร์โมน การให้น้ำ การป้องกันกำจัดโรค-แมลง การกำจัดวัชพืช การตัดแต่งกิ่ง การควบคุมปริมาณผล การเก็บเกี่ยว และต้นทุนการผลิต จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี แปลงเกษตรกรใน จ.จันทบุรี จำนวน 4 ราย และเกษตรกรในภาคใต้ 2 ราย แบ่งเป็น จ.ระนอง 1 ราย และ จ.ชุมพร 1 ราย

การสุ่มเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างผลมังคุด

ทำการเก็บมังคุดของแต่ละแหล่งตามดัชนีการเก็บเกี่ยวมังคุดตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 (ภาพที่ 3) ดังนี้

ระยะ 0 ผลมีสีเหลืองอมเขียว ไม่มีจุดปะสีชมพู มียางในเปลือกมาก เนื้อและเปลือกไม่สามารถแยกออกจากกันได้

ระยะ 1 ผลมีสีเหลืองอมเขียว มีจุดปะสีชมพูเล็กน้อย มียางในเปลือกมาก เนื้อและเปลือกไม่สามารถแยกออกจากกันได้

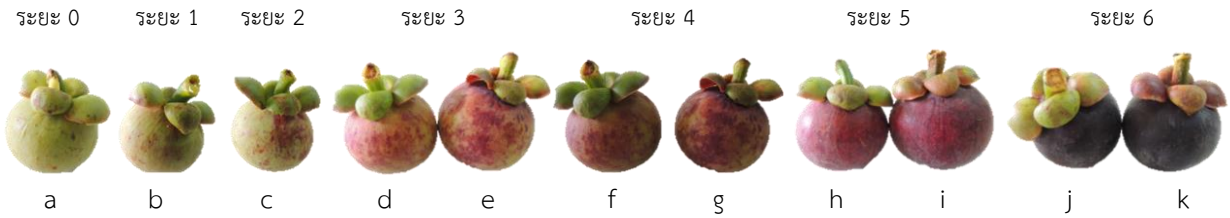
ระยะ 2 ผลมีสีเหลืองอ่อนอมชมพู มีจุดปะสีชมพูทั่วทั้งผล เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ยากถึงปานกลาง

ระยะ 3 ผลมีสีชมพูสม่ำเสมอ มียางในเปลือกเล็กน้อย เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ปานกลาง

ระยะ 4 ผลมีสีแดงหรือน้ำตาลอมแดง มียางในเปลือกน้อย เป็นระยะเกือบจะรับประทานได้

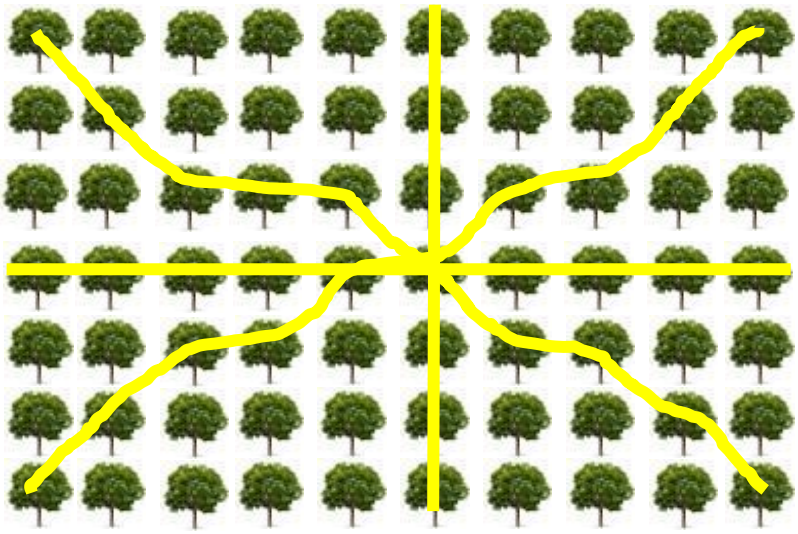
ระยะ 5 ผลมีสีม่วงอมแดง ไม่มียางในเปลือก เนื้อและเปลือกแยกออกจากกันได้ ไม่ทนแรงกด เป็นระยะที่เริ่มรับประทานได้

ระยะ 6 ผลมีสีม่วงเข้มจนถึงดำ ไม่มียางในเปลือกผล เนื้อและเปลือกแยกออกจากกัน ไม่ทนแรงกด เป็นระยะที่เหมาะแก่การรับประทาน



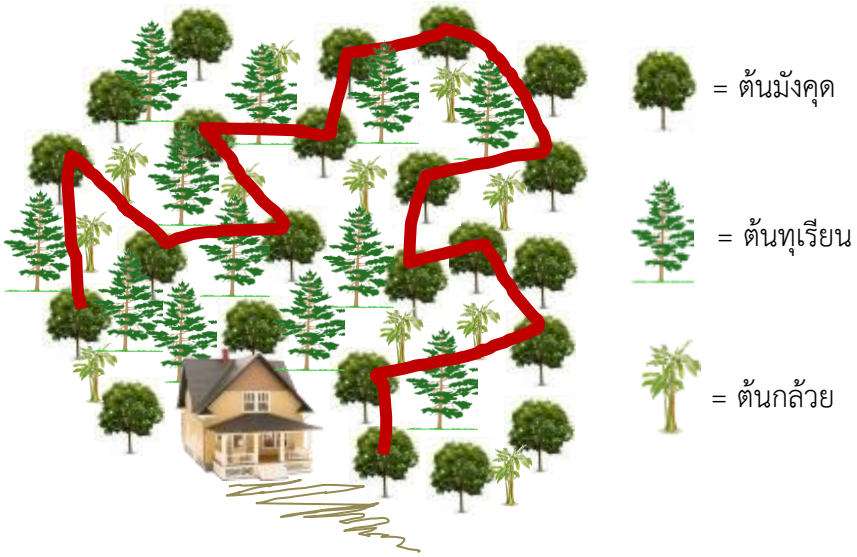
ภาพที่ 3 ระยะ 0 ถึง 6 ของมังคุด จากซ้าย a) มังคุดระยะ 0 กลีบเลี้ยงสีเขียว b) มังคุดระยะ 1 กลีบเลี้ยงสีเขียว c) มังคุดระยะ 2 กลีบเลี้ยงสีเขียว d) มังคุดระยะ 3 กลีบเลี้ยงสีเขียว e) มังคุดระยะ 3 กลีบเลี้ยงสีแดง f) มังคุดระยะ 4 กลีบเลี้ยงสีเขียว g) มังคุดระยะ 4 กลีบเลี้ยงสีแดง h) มังคุดระยะ 5 กลีบเลี้ยงสีเขียว i) มังคุดระยะ 5 กลีบเลี้ยงสีแดง j) มังคุดระยะ 6 กลีบเลี้ยงสีเขียว k) มังคุดระยะ 6 กลีบเลี้ยงสีแดง

การเก็บผลผลิตในแต่ละสวน มีวิธีการ คือ ทำการสุ่มเก็บผลผลิตโดยเลือกต้นที่สุ่มเก็บแบบกระจายทั่วทั้งสวน (ภาพที่ 4 และ 5) การเก็บผลมังคุดนั้นทำการประเมินจากผลผลิตทั้งหมดในต้นแล้วทำการสุ่มเก็บประมาณร้อยละ 10 ของผลผลิตทั้งหมดบนต้น วิธีการเก็บใช้ตะกร้อผ้าสอยผลมังคุดทั้งที่อยู่นอกทรงพุ่มและในทรงพุ่ม เก็บทั้ง 4 ทิศ ให้ทั่วทั้งต้น เก็บทั้งระยะต่ำ กลาง และสูงรวมกัน จากนั้นนำผลผลิตที่เก็บได้มาคัดแยกตามระยะ 0 ถึง 6 และในแต่ละระยะแยกผลมังคุดระหว่างผลที่มีกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดง นับจำนวนผลแต่ละประเภท จากนั้นทำการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพและเคมีต่อไป



แนวเส้นการเดินสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่สวนมังคุด

ภาพที่ 4 แผนผังการสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่ปลูกที่มีระยะปลูกที่แน่นอนและมีพื้นที่เป็นสีเหลี่ยมอย่างชัดเจน



แนวเส้นการเดินสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่สวนมังคุด

ภาพที่ 5 แผนผังการสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่ปลูกที่มีระยะปลูกไม่แน่นอนและมีการปลูกพืชอื่นผสม พื้นที่สวนเป็นพื้นที่ไม่แน่นอน

การสุ่มเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดิน เก็บจากต้นที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิต โดยเก็บดินรอบทรงพุ่มทั้ง 4 ทิศ (ภาพที่ 6) เก็บที่ความลึกประมาณ 20 เซนติเมตร นำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำดินมาแผ่เป็นวงกลม จากนั้นนำมา 1 ส่วน (ไม่น้อยกว่า 3 กิโลกรัม) แต่หากสวนที่มีพื้นที่ หรือต้นที่ทำการสุ่มเก็บน้อยดินไม่เพียงพอ 3 กิโลกรัม ต้องเก็บตัวอย่างดิน 2 ใน 4 ส่วน (ภาพที่ 7) หรือใช้ทั้งหมดเป็นตัวแทนในการส่งวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร โดยก่อนส่งตัวอย่างดินไปทำการวิเคราะห์ ทำการแบ่งตัวอย่างดินออกเป็น 3 ถุง ถุงละ 1 กิโลกรัม โดยให้ 1 ถุง คือ 1 ซ้ำ รวมทั้งหมด 3 ซ้ำ ต่อสวน สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารส่งวิเคราะห์ที่ ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 จ.อุบลราชธานี

ภาพที่ 6 แสดงแนวการเก็บตัวอย่างดินบริเวณทรงพุ่มต้นมังคุด

ภาพที่ 7 การแบ่งตัวอย่างดินหลังจากคลุกเคล้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว

การสุ่มเก็บตัวอย่างใบมังคุด

การเก็บตัวอย่างใบเก็บจากต้นที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิต โดยเก็บรอบทรงพุ่มทั้ง 4 ทิศ ในระดับมือเอื้อมถึง ขนาดใบที่เก็บเป็นใบเพสลาด เมื่อถึงห้องปฏิบัติการทำการล้างใบด้วยน้ำประปา จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ด้วยตู้อบลมร้อน (Oven) จนแห้ง เมื่อแห้งแล้วนำตัวอย่างที่เก็บได้แบ่งเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน ใส่ในถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่น 1 สวน มีตัวอย่างใบ 3 ถุง ถุงละ 1 ซ้ำ รวมทั้งหมด 3 ซ้ำ

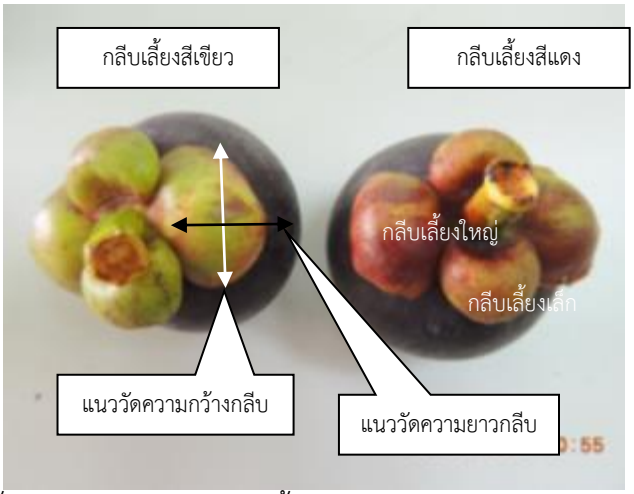
การเก็บตัวอย่างกลีบเลี้ยงมังคุด

การเก็บกลีบเลี้ยงของมังคุดนั้น เก็บแยกแต่สวน โดยแบ่งเป็นแต่ละระยะตั้งแต่ 0 ถึง 6 แยกแต่ละระยะเป็นกลีบเลี้ยงสีเขียว และสีแดง ไม่ได้ทำการแบ่งระหว่างกลีบใหญ่หรือเล็กนำกลีบที่ได้มารวมกัน เช่น ระยะที่ 6 ประกอบด้วยตัวอย่างกลีบเลี้ยง 2 ชุด คือ 1) กลีบเลี้ยงสีเขียว 2) กลีบเลี้ยงสีแดง ทั้งนี้ไม่ได้ทำการแบ่งเป็นร้อยละของการเกิดสี ซึ่งไม่ว่ากลีบเลี้ยงมีสีแดงหรือเขียวทั้งหมดของกลีบ หรือเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยก็ทำการเก็บรวมกันทั้งหมด

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของมังคุด

หลังจากที่ทำการคัดแยกมังคุดแต่ละระยะและแบ่งตามสีของกลีบเลี้ยงแล้วทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

ขนาดของกลีบเลี้ยง: การวัดขนาดของกลีบเลี้ยงแบ่งเป็นการวัดกลีบเลี้ยงขนาดใหญ่และขนาดเล็ก เนื่องจากกลีบเลี้ยงของมังคุด มีขนาดไม่เท่ากัน คือ กลีบเลี้ยงคู่บนมีขนาดเล็กกว่ากลีบเลี้ยงคู่ด้านล่าง การวัดใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier callipera) ในการวัด คือ วัดขนาดความกว้าง และความยาวของกลีบเลี้ยงใหญ่และเล็กดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การวัดขนาดของกลีบเลี้ยงและลักษณะของกลีบเลี้ยงขนาดใหญ่และขนาดเล็กสีเขียวและสีแดง

ความหนาของกลีบเลี้ยง: ใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier callipera) วัดความหนาของกลีบเลี้ยงใหญ่และเล็ก โดยวัดบริเวณกึ่งกลางของกลีบเลี้ยง

สีของกลีบเลี้ยง: ใช้แผ่นเทียบสีวัด การเทียบสีกลีบเลี้ยงสีเขียวทำการเทียบกับส่วนที่เกิดสีเขียวขึ้นส่วนใหญ่ เนื่องจากกลีบเลี้ยงของมังคุด มีสีไม่สม่ำเสมอกันทั่วทั้งกลีบ (ภาพที่ 8) จึงเลือกเทียบสีเฉพาะบริเวณที่มีสีเกิดสีขึ้นเป็นส่วนมาก ส่วนการเทียบสีกลีบเลี้ยงสีแดงทำการเทียบสีจากบริเวณที่เกิดสีแดงเท่านั้น

การศึกษาลักษณะทางเคมีของกลีบเลี้ยงมังคุด

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยง: มีวิธีการดังนี้

นำตัวอย่างมาหั่นให้มีขนาดเล็กแล้วปั่นละเอียด ชั่ง 1 กรัม เติมสารละลายอะซิโตนความเข้มข้น 80% ไป 10 มิลลิลิตร วางไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ปรับปริมาตรด้วยสารละลายอะซิโตนความเข้มข้น 80% ให้ได้ปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 25 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Optical density, OD) ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยใช้สารละลาย อะซิโตนความเข้มข้น 80% เป็น Blank บันทึกค่าที่ได้แล้วนำไปคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์ มีหน่วย เป็น มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม (Fresh weight) คำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ดังนี้

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด} = \frac{[20.2(OD_{645} - 8.02(OD_{663}))] \times V}{1{,}000 \times W}$$

โดยที่ V คือ ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์

W คือ น้ำหนักที่นำมาสกัดคลอโรฟิลล์

OD คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่อง spectrophotometer ตามความยาวคลื่นที่กำหนด

ปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยง (สุรัตน์ และพูนพิสมัย, 2545): มีวิธีการดังนี้

นำตัวอย่างมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ บดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น (Blender) ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม เติมสารละลายที่ใช้ในการสกัด (ซึ่งประกอบด้วยเอทธานอลเข้มข้น 95% และกรดไฮโดคลอลิกเข้มข้น 1% ในอัตราส่วน 98 ต่อ 2 โดยปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าเล็กน้อย (ประมาณ 2 นาที) แล้วเก็บในตู้เย็นเป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 โดย ล้างด้วยตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดซ้ำอีกครั้ง ปรับปริมาตรสารละลายที่กรองได้เป็น 50 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายที่กรองได้ 1 มิลลิลิตร เจือจางด้วยตัวทำลายที่ใช้ในการสกัด ปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างสารละลายไว้ในตู้เย็นนาน 2 ชั่วโมง เพื่อให้แอนโธ-ไซยานินอยู่ในสภาพสมดุล นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานิน ดังนี้

$$A = \frac{B \times C \times D \times 100}{E \times F}$$

เมื่อ A = ค่า OD ทั้งหมดต่อตัวอย่าง 100 กรัม หรือมิลลิลิตร

B = ค่า OD ของตัวอย่างที่ 535 นาโนเมตร

C = ปริมาตรของตัวอย่างจากการสกัดที่ปรับปริมาตรเพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสง (มิลลิลิตร)

D = ปริมาตรของสารสกัดทั้งหมดที่ได้ (มิลลิลิตร)

E = ค่าปริมาตรตัวอย่างที่ใช้วัดค่าการดูดกลืนแสง (มิลลิลิตร)

F = ปริมาณตัวอย่างที่ใช้เริ่มต้นในการสกัด (กรัม หรือมิลลิลิตร)

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด} = \frac{A}{98.2} \quad \text{(มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม หรือมิลลิลิตร)}$$

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุด

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน ในดิน ใบ และกลีบเลี้ยง โดยตัวอย่างดินวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ความสามารถในการนำไฟฟ้า (Electricity conductivity; EC) ส่วนกลีบเลี้ยงของมังคุดวิเคราะห์เฉพาะระยะที่ 6 เท่านั้น โดยทำการวิเคราะห์ทั้งกลีบเลี้ยงสีแดงและสีเขียว โดยดึงกลีบเลี้ยงจากผลมังคุดทั้งสีกลีบออกมาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกว่าจะแห้ง เก็บใส่ถุงซิบพลาสติก นำส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เกิดอาการกลีบเลี้ยงสีแดงระดับต่างๆ

เก็บตัวอย่างมังคุดจากแปลงทดลองของศูนย์พัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก ต.บ่อเวฬุ อ.ขลุง จ.จันทบุรี โดยเก็บแบบเดียวกันสวนของเกษตรกรข้างต้น นำผลที่เก็บได้มาเด็ดเอาเฉพาะกลีบเลี้ยง นำไปล้างน้ำ ผึ่งให้แห้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกว่าจะแห้ง จากนั้นนำตัวอย่างส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 จ. เชียงใหม่ โดยแบ่งเป็นร้อยละการเกิดสีต่อพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยงเป็น 4 แบบ คือ

แบบที่ 1 เกิดสีแดงประมาณร้อยละ 10-30 ของพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง

แบบที่ 2 เกิดสีแดงประมาณร้อยละ 40-50 ของพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง

แบบที่ 3 เกิดสีแดงประมาณร้อยละ 60-80 ของพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง

แบบที่ 4 เกิดสีแดงร้อยละ 80-100 ขึ้นไปของพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง

การทดลองที่ 1.3 ศึกษาระยะเวลาที่เริ่มแสดงอาการกลีบเลี้ยงสีแดงของมังคุด

ทำการเก็บข้อมูลระยะเริ่มเกิดอาการกลีบเลี้ยงสีแดงของผลมังคุดตั้งแต่ระยะที่อยู่บนต้น ณ แปลงทดลองมังคุดศูนย์พัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก ต.บ่อเวฬุ อ.ขลุง จ.จันทบุรี โดยติดป้ายลูกมังคุดจำนวน 60 ลูก/ต้น ทำทั้งหมด 10 ต้น สังเกตการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดตั้งแต่ระยะที่อยู่บนต้นว่ามีการเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นแดงหรือไม่ โดยการเกิดให้คิดเป็นอัตราร้อยละการเกิดของแต่ระยะพัฒนาการของผลมังคุด

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของแมกนีเซียม แคลเซียม โบรอน และจิบเบอเรลลิน ต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบเลี้ยงมังคุด

ทำการวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 กรรมวิธี มี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 2 พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,000 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 3 พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 4 พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

กรรมวิธีที่ 7 ไม่พ่นสาร

ทำการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก ต.บ่อเวฬุ อ.ขลุง จ.จันทบุรี โดยแปลงมังคุดมีเนื้อที่ 5 ไร่ ดินในแปลงมีลักษณะเป็น ดินร่วนปนทราย ภายในแปลงมีจำนวนต้นมังคุด 98 ต้น โดยระยะปลูก คือ 6X6 เมตร และต้นมังคุดมีอายุอยู่ระหว่าง 10-38 ปี วิธีการดำเนินการ คือ วางแผนผังการทดลอง จากนั้นทำการติดป้ายต้นมังคุดที่ใช้ในการทดลองตามแผนผัง เมื่อมังคุดเข้าสู่ระยะดอกตูมทำการพ่น

สารตามกรรมวิธี หลังจากนั้นพ่นซ้ำทุก 10 วัน จำนวน 3 ครั้ง ใส่แมกนีเซียมทางดินหลังจากพ่นปุ๋ยแมกนีเซียมทางใบครั้งสุดท้ายประมาณ 15 วัน

เมื่อผลมังคุดสามารถเก็บเกี่ยวได้ ทำการเก็บผลมังคุดทั้งหมดนำมาหาสัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดง โดยทำการคัดแยกผลมังคุดแบ่งเป็นผลที่มีกลีบเลี้ยงสีเขียว วัดค่าสีของกลีบเลี้ยงของมังคุด โดยใช้แผ่นเทียบสี คิดเป็นร้อยละการเกิดสีแต่ละเฉดสี สำหรับกลีบเลี้ยงสีแดงแบ่งร้อยละการเกิดสีแดงสีต่อพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยงเป็น 4 แบบ คือ เกิดสีแดงประมาณร้อยละ 10, 40, 60 และ 80 ของพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง วิเคราะห์ แมกนีเซียม แคลเซียม โบรอน และ โพแทสเซียม

เก็บตัวอย่างดินจากบริเวณทรงพุ่มของต้นมังคุดแต่ละกรรมวิธี โดยจะทำการเก็บตัวอย่างดินพร้อมกับเก็บผลผลิต วิธีการคือ สุ่มเก็บตัวอย่างดินลึกประมาณ 30 เซนติเมตร รอบทรงพุ่ม ทั้ง 4 ทิศ นำตัวอย่างดินมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นทำการแบ่งเป็นสี่ส่วน เอามา 1 ส่วน ทั้งนี้ตัวอย่างดินต้องมีปริมาณอย่างน้อย 1 กิโลกรัม นำตัวอย่างส่งวิเคราะห์ แมกนีเซียม แคลเซียม โบรอน โพแทสเซียม ค่าความเป็นกรด-ด่าง และ ค่าความสามารถในการนำไฟฟ้า ที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1

การเก็บตัวอย่างใบมังคุด ทำการเก็บตัวอย่างใบมังคุดแยกเป็นแต่ละกรรมวิธี โดยเลือกเก็บในระดับที่มือเอื้อมถึง เก็บคู่ใบคู่แรกให้ทั่วทั้งต้น โดยรอบทั้ง 4 ทิศ จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาด นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกว่าจะแห้ง จากนั้นนำตัวอย่างส่งวิเคราะห์ แมกนีเซียม แคลเซียม โบรอน โพแทสเซียม ค่าความเป็นกรด-ด่าง และ ค่าความสามารถในการนำไฟฟ้า ที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม statistix 8.0 (Tallahassee, FL, USA) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้การทดสอบ Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวิธีด้วย Least significant difference (LSD)

การทดลองที่ 3 ศึกษาการชะลอการเปลี่ยนแปลงกลีบเลี้ยงมังคุดหลังกระบวนการเก็บเกี่ยว

นำผลมังคุดมาจุ่มในสารละลาย 2 ชนิด คือ เมธิลเซลลูโลส 1% และเมธิลเซลลูโลส 2% ด้วยการคือ จุ่มทั่วทั้งผล และแช่นาน 10 นาที ใช้พัดลมระบายอากาศเป่าให้แห้ง จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ และเก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างกัน โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomize Design) จำนวน 8 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ลูก มี 7 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 แช่เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่ 2 แช่เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่ 3 แช่เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำมาวางที่สภาพอุณหภูมิปกติ

กรรมวิธีที่ 4 แช่เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำมาวางที่สภาพอุณหภูมิปกติ

กรรมวิธีที่ 5 แช่เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ

กรรมวิธีที่ 6 แช่เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ

กรรมวิธีที่ 7 วางอุณหภูมิปกติ

ทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายใน โดยนำออกมาบันทึกทุก 4 วัน ยกเว้นกรรมวิธีที่ 3 และ 4 จะทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงหลังจากเก็บไว้ 30 วัน การบันทึกการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย ความเหี่ยวของกลีบเลี้ยงมังคุด ความเหี่ยวของขั้วผล สีเปลือกนอก สีเปลือกใน สีเนื้อใน ความแน่นเนื้อ กลิ่น รสชาติ โดยมีวิธีการดังนี้

ความเหี่ยวของกลีบเลี้ยง : ประเมินคิดเป็นร้อยละความเหี่ยวต่อพื้นที่ของกลีบเลี้ยงทั้งหมด ตั้งแต่ 0-100 โดยทำการประเมินกลีบเลี้ยงทั้ง 4 กลีบ/ลูก ให้ 100% คือแสดงอาการเหี่ยวทั้งหมดของพื้นที่กลีบเลี้ยง จากนั้นคิดร้อยละความเหี่ยวลดหลั่นตามพื้นที่ของกลีบเลี้ยง

ความเหี่ยวของขั้วผล: ประเมินคิดเป็นร้อยละความเหี่ยวต่อพื้นที่ของความยาวทั้งหมดของขั้วผล ตั้งแต่ 0-100 ให้ 100% คือแสดงอาการเหี่ยวทั้งหมดของความยาวขั้วผล จากนั้นคิดร้อยละความเหี่ยวลดหลั่นตามพื้นที่ของขั้วผล

สีเปลือกนอก: ใช้แผ่นเทียบสีเทียบสี โดยเลือกเทียบสีเฉพาะเฉดสีที่ปรากฏให้เห็นที่เปลือกนอกมากที่สุดเพียงสีเดียว

สีเปลือกใน: ใช้มีดผ่าผลมังคุดตามแนวขวางของผล ทุกซ้ำ จากนั้นนำแผ่นเทียบสีเทียบสีบริเวณเปลือกใน

ความแน่นเนื้อ: ใช้เครื่องวัดความแน่น Penetrometer (Fruit firmness tester) โดยกดลึก 5 เซนติเมตร กด 3 จุด/ผล

กลิ่น: ใช้มีดผ่าผลมังคุดตามแนวขวางของผล ทุกซ้ำ แล้วดมกลิ่น

รสชาติ: ใช้มีดผ่าผลมังคุดตามแนวขวางของผล ทุกซ้ำ แล้วชิมเนื้อใน

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

1. การจัดเอกสารเผยแพร่ และนำเสนอผลงานวิชาการ

จากผลงานวิจัยที่ได้ทำงานทดลองมาทั้งหมดนั้นนำมาสรุปผล และจัดทำเป็นเอกสารเผยแพร่ พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน แล้วนำมาแจกให้แก่ผู้เข้ารับการอบรม

2. จัดอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี

จัดอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีในการแก้ปัญหามังคุดกลีบเลี้ยงแดงก่อนและหลังกระบวนการเก็บเกี่ยว โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ เกษตรกรผู้ปลูกมังคุด และผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุ ใน จ.จันทบุรี จัดอบรมจำนวน 1 ครั้ง จำนวน 30 คน

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาปัจจัยต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุในกลีบเลี้ยงของมังคุด

การทดลองที่ 1.1 การจัดการสวนแบบต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุในกลีบเลี้ยงของมังคุด

จากการเก็บตัวอย่างผลมังคุด ดิน และใบ จำนวน 7 สวน มีการสัมภาษณ์ถึงการจัดการสวน จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และปริมาณธาตุอาหาร แต่ละสวนมีรายละเอียดต่างๆดังนี้

1. ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ที่อยู่ 63 หมู่ 6 ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี สวนมังคุดที่ปลูกจะเป็นสวนมังคุดแบบเดี่ยว (ภาพที่ 9) มีพื้นที่ปลูกจำนวน 8 ไร่ ดินเป็นดินร่วนทราย โดยมีระยะการปลูก 4×4 เมตร ต้นมีอายุระหว่าง 10–38 ปี ใส่ปุ๋ยสูตร 12-12-17 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น โดยทำการใส่หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ปุ๋ยอินทรีย์ ภายในศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ใช้ปุ๋ยมูลไก่ เนื่องจากมีราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย อัตราในการใส่ คือ 20 กิโลกรัม/ต้น ซึ่งจะใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด สำหรับสารเคมีที่ใช้สำหรับป้องกันกำจัดโรคและแมลง มีการใช้ ครอป-ไจแอน เป็นสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต เช่น โพลีแซคคาไรด์ มอลตานิค ฟอลริเจน เป็นต้น อัตราในการใช้ คือ 20-30 มิลลิลิตร/200 ลิตร โดยทำการฉีดพ่นในระยะหลังการเก็บเกี่ยว 2-3 ครั้ง โดยเว้นระยะห่าง 10 วัน ฉีดพ่นระยะก่อนออกดอก 1 ครั้ง ฉีดพ่นระยะก่อนเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มคุณภาพและความหวานของผล 1-2 ครั้ง แจคเก็ต (อะบาเม็กติน) อัตราในการใช้ คือ 3 มิลลิลิตร/200 ลิตร โดยทำการฉีดพ่นในช่วงระยะการแตกใบอ่อน หรือเมื่อพบการระบาด ทำการพ่นทุกๆ 8 วัน ซึ่งขึ้นอยู่กับการระบาดของแมลง อัพเทรน (ไซเปอร์เมทริน) อัตราในการใช้ คือ 8 มิลลิลิตร/200 ลิตร การกำจัดวัชพืช ภายในแปลงของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ทำการกำจัดโดยใช้เครื่องตัดหญ้า ในการตัดแต่งกิ่งของมังคุด จะทำการตัดแต่งกิ่ง เมื่อแสงแดดส่องเข้าไปไม่ถึงยังทรงพุ่มของต้นมังคุด ตัดแต่งปีละ 1 ครั้ง หลังเก็บเกี่ยว ระบบการให้น้ำ มีระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ การเก็บเกี่ยว คือ การใช้จำปาสอย และการใช้ถุงผ้า จากนั้นนำมังคุดที่เก็บได้มาวางไว้ในที่ร่ม หลังจากนั้นทำการคัดแยกขนาดของผลมังคุด การจำหน่ายผลผลิต ซึ่งผลผลิตที่ได้ภายในแปลงของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี จะมีพ่อค้ามารับซื้อถึงภายในศูนย์ โดยจำหน่ายกิโลกรัมละประมาณ 25-40 บาท ขายแบบคละขนาด ทั้งนี้ราคาที่เกษตรกรขายได้ในแต่ละวันไม่เท่ากัน ขึ้นลงตามราคารับซื้อของผู้รับซื้อเป็นผู้กำหนด ต้นทุนในการผลิต 80,000 บาท/ปี/8 ไร่ ปริมาณผลผลิตที่ได้จำนวน 8 ตัน/ปี รายได้อยู่ที่ประมาณ 170,000 บาท/ปี/8 ไร่ (หมายเหตุ: รายได้ต่อปีไม่สามารถคำนวณจากราคาต่อกิโลกรัมคูณกับปริมาณผลผลิตที่ได้ เพราะราคาที่ขายได้แต่ละวันไม่เท่ากัน) และการจ้างแรงงาน มีการจ้างแรงงานในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวน 6 คน ซึ่งอัตราค่าจ้างอยู่ที่ 300 บาท/วัน จ้างเฉพาะช่วงเก็บผลผลิต ประมาณ 1 เดือน เท่านั้น ในการจัดการอย่างอื่นใช้แรงงานจากคนงานทดลองการเกษตรของศูนย์ฯ

จากการวัดขนาดกลีบเลี้ยงระยะ 0 ถึง 6 พบว่า กลีบเลี้ยงสีเขียวขนาดใหญ่มีความกว้างอยู่ในช่วง 23.65-24.78 มิลลิเมตร ความยาวอยู่ในช่วง 19.52-20.24 มิลลิเมตร ความหนา 0.58-0.68 มิลลิเมตร กลีบ

เลี้ยงสีเขียวเล็กมีความกว้าง 18.84-19.70 มิลลิเมตร ความยาว 13.28-14.12 มิลลิเมตร หนา 0.74-1.27 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบขนาดระหว่างกลีบเลี้ยงสีเขียวใหญ่สังเกตว่า กลีบเลี้ยงสีเขียวใหญ่กว้างกว่ากลีบเลี้ยงสีเขียวเล็ก 4.82 มิลลิเมตร และยาวกว่า 6.02 มิลลิเมตร แต่กลับมีความหนาน้อยกว่า 0.23 มิลลิเมตร

กลีบเลี้ยงสีแดงมีขนาดความกว้างของกลีบเลี้ยงใหญ่ 23.21-25.64 มิลลิเมตร ยาว 19.50-20.42 หนา 0.46-0.61 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงสีแดงเล็ก กว้าง 18.80-20.03 มิลลิเมตร ยาว 13.25-13.94 มิลลิเมตร หนา 0.61-0.82 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1)

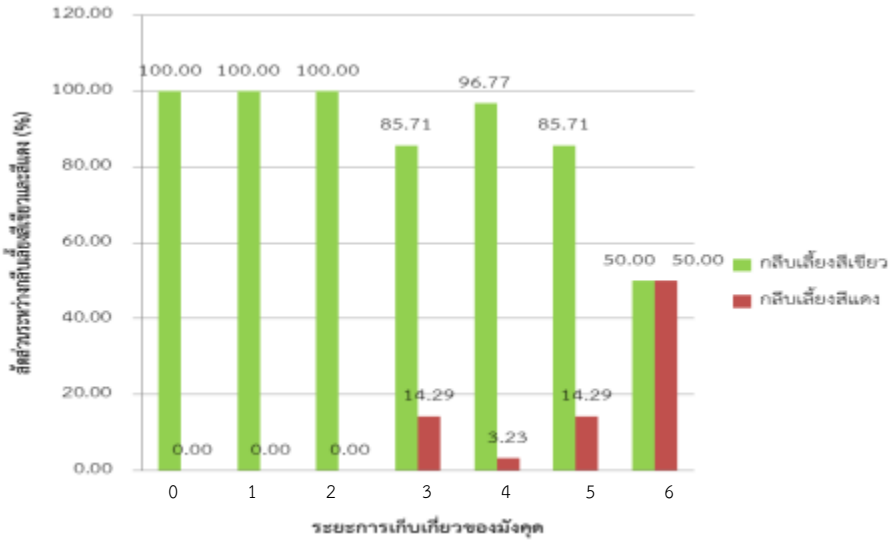
ภาพที่ 9 ลักษณะสวนมังคุดและดินของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี

ลักษณะทางกายภาพ

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตในศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี พบว่า ไม่พบมังคุดที่มีกลีบเลี้ยงเป็นสีแดงในระยะ 0 ถึง 2 แต่พบตั้งแต่ระยะที่ 3 เป็นต้นไป คิดเป็นสัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียว:สีแดง ในระยะที่ 3, 4, 5 และ 6 อัตราส่วนร้อยละ 85.71:14.29, 96.77:3.23, 85.71:14.29 และ 50:50 ตามลำดับ (ภาพที่ 10) เมื่อนำมาวัดค่าสี พบว่า ระยะ 0 ถึง 6 พบสีเขียวในเฉดสี Yellow-green144A, Yellow-green144B และ Yellow-green144C โดยส่วนใหญ่เป็นสี Yellow-green144A ในทุกระยะ สัดส่วนที่พบร้อยละ 80.00, 60.00, 90.00, 66.67, 80.00, 56.67 และ70.00 ตามลำดับ สำหรับค่าสีแดงที่พบในกลีบเลี้ยงสีแดงเป็นสี Red-purple 59A และ Red-purple 59B โดยระยะที่ 3 มีอัตราส่วนร้อยละ 60:40 ระยะที่ 4, 5 และ 6 ร้อยละ 30:40, 57.14: 42.86 และ 60:40 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว						กลีบเลี้ยงสีแดง					
	ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก			ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก		
	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)
0	23.96	19.98	0.68	19.7	13.69	0.78						
1	23.69	19.63	0.58	19.02	13.83	1.27						
2	23.65	19.91	0.63	18.78	13.28	0.82						
3	23.84	19.61	0.62	18.62	14.01	0.77	25.64	21.07	0.46	20.03	13.25	0.61
4	23.82	19.52	0.58	19.43	14.12	0.74	23.21	19.5	0.61	18.31	13.41	0.76
5	23.76	19.79	0.62	19.38	13.54	0.8	24.2	20.42	0.61	19.27	13.94	0.82
6	24.78	20.24	0.65	18.84	14.08	0.79	24.65	20.15	0.61	18.80	13.27	0.82
เฉลี่ย	23.93	19.81	0.62	19.11	13.79	0.85	24.42	20.28	0.57	19.10	13.47	0.75



ภาพที่ 10 สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากแปลงมังคุดศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

ตารางที่ 2 สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

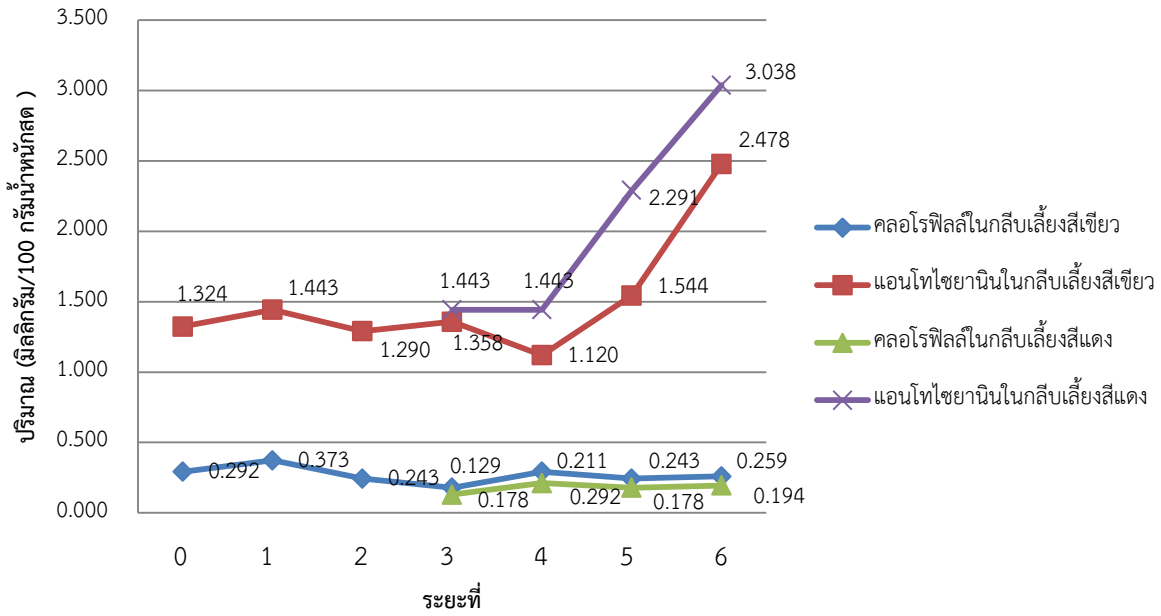
ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว		กลีบเลี้ยงสีแดง	
	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)
0	Yellow-green144A	80.00		
0	Yellow-green144B	20.00		
1	Yellow-green144A	60.00		
1	Yellow-green144B	33.33		
1	Yellow-green144C	6.67		
2	Yellow-green144A	90.00		
2	Yellow-green144B	10.00		
3	Yellow-green144A	66.67	Red-purple 59A	60.00
3	Yellow-green144B	33.33	Red-purple 59B	40.00
4	Yellow-green144A	80.00	Red-purple 59A	30.00
4	Yellow-green144B	20.00	Red-purple 59B	70.00
5	Yellow-green144A	56.67	Red-purple 59A	57.14
5	Yellow-green144B	36.67	Red-purple 59B	42.86
5	Yellow-green144C	6.67		
6	Yellow-green144A	70.00	Red-purple 59A	40.00
6	Yellow-green144B	30.00	Red-purple 59B	60.00

ลักษณะทางเคมี

จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงทั้งสีเขียวและแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณ 0.178 – 0.373 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีแดงระยะ 3 ถึง 6 มีปริมาณ 0.128 - 0.211 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งเมื่อเปรียบระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวกับสีแดง ตั้งแต่ระยะที่ 3 ถึง 6 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดง

ปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณ 1.120 – 2.478 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ในกลีบเลี้ยงสีแดงพบว่ามีปริมาณอยู่ในช่วง 1.443 – 3.038 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อเปรียบปริมาณแอนโท-ไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดระหว่างสีเขียวและสีแดง สังเกตได้ว่าตั้งแต่ระยะที่พบกลีบเลี้ยงสีแดง (ระยะที่ 3) ปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงสีแดงมีมากกว่ากลีบเลี้ยงสีเขียว และเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวมากขึ้นปริมาณแอน-โทไซยานินเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ปริมาณแอนโทไซยานินมีมากกว่าปริมาณคลอโรฟิล์ทั้งในกลีบ

เลี้ยงสีเขียวและสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยทั้งในกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดง (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

ปริมาณธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารในดินจากแปลงมังคุดของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ปริมาณธาตุ แมกนีเซียม และ แคลเซียม ในดินมีปริมาณ 35.92 และ 371.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเทียบกับค่าเหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืชต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม ส่วนโบรอนมีปริมาณอยู่ในระดับที่เหมาะสม ค่า pH 4.36 ต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม ค่าECของดิน 0.53 เดซิซีเมน/เมตร (dS/m) (ตารางที่ 3) สำหรับปริมาณธาตุอาหารในใบมังคุดทั้ง แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน เมื่อเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบแล้ว พบว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมเพียงพอต่อความต้องการของมังคุด แต่ในกลีบเลี้ยงทั้งสีเขียวและสีแดง พบว่าทั้งธาตุอาหารทั้งสามธาตุเมื่อเทียบกับใบ พบว่ามีน้อยกว่า โดยปริมาณ แมกนีเซียม แคลเซียม และ โบรอน ในกลีบเลี้ยงสีเขียว เท่ากับ 0.09 %, 0.43% และ 17.32 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในกลีบเลี้ยงสีแดง 0.09%, 0.58% และ 22.50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

ธาตุอาหาร	ดิน	ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไป สำหรับการปลูกพืช [1/]	ใบ	ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ [2/]	กลีบเลี้ยง	
					สีเขียว	สีแดง
Mg	35.92 (mg/kg)	250-400 (mg/kg)	0.13 (%)	0.12-0.18 (%)	0.09 (%)	0.09 (%)
Ca	371.02 (mg/kg)	800-1,000 (mg/kg)	1.03 (%)	1.00-1.40 (%)	0.43 (%)	0.58 (%)
B	2.25 (mg/kg)	1-6 (mg/kg)	36.83 (mg/kg)	25-45 (mg/kg)	17.32 (mg/kg)	22.50 (mg/kg)
pH	4.36	5.6-7				
EC	0.53 (dS/m)	<2 (dS/m)				

[1/] ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช ที่มา: ชูชาติ สันธทรัพย์ (ม.ป.พ.) เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2/] ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ที่มา: สุมิตรา และคณะ (2547) การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

2. นายจำนง โพธิ์งาม ที่อยู่ 25 หมู่ 5 ต.พลับพลา อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี สวนมังคุดที่ปลูกจะเป็นสวนมังคุดแบบผสมผสานกับ มังคุด ทุเรียน และกล้วยไข่ (ภาพที่ 12) มีพื้นที่ปลูกจำนวน 7 ไร่ โดยมีระยะการปลูกที่ไม่แน่นอน ดินเป็นดินร่วนทราย ต้นมีอายุระหว่าง 10-100 ปี

การดูแลรักษาสวนมังคุด หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 3-5 กิโลกรัม/ต้น หลังจากนั้น 1 เดือน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 อัตราในการใส่ คือ 2-3 กิโลกรัม/ต้น และสูตร 0-0-60 อัตราในการใส่ คือ 2-3 กิโลกรัม/ต้น ถัดไปอีก 1 เดือน พ่นไทโอยูเรีย+สาหร่าย อัตรา 400+200 กรัม/ต้น พ่นใบครั้งแรก เมื่อเริ่มออกดอก พ่นทางใบปุ๋ยสูตร 0-52-34+สาหร่าย+แคลเซียม อัตรา 500+200+200 กรัม/ต้น ประมาณ 3 เดือน พ่นอะบาเม็กติน+สังกะสี อัตรา 200+200 กรัม/ต้น หลังจากนั้น 1 เดือน พ่นอะบาเม็กติน+สังกะสี+สารป้องกันเชื้อรา 200+200+200 กรัม/ต้น ปลายเดือนมกราคม พ่นอิมิดาคลอพริด + แคลเซียม อัตรา 200+200 กรัม/ต้น ต้นเดือนกุมภาพันธุ์พ่นอะบาเม็กติน+แมกนีเซียม+สังกะสี อัตรา 200+200+200 กรัม/ต้น กลางเดือนกุมภาพันธ์พ่นอะบาเม็กติน+แคลเซียม+สังกะสี อัตรา 200+200+200 กรัม/ต้น ต้นเดือนมีนาคม พ่นอิมิดาคลอพริด+แคลเซียม+แมกนีเซียม อัตรา 200+200+200 กรัม/ต้น อีก 15 วัน พ่นอะบาเม็กติน+แคลเซียม+สังกะสี อัตรา 200+200+200 กรัม/ต้น ถัดไปอีก 15 วัน ใส่อิมิดาคลอพริด+แคลเซียม อัตรา 200+200 กรัม/ต้น มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 3-5 กิโลกรัม/ต้น และทำการพ่นสารครั้งสุดท้ายประกอบด้วย อิมิดาคลอพริด+แคลเซียม+อัลโต 109 (กลุ่มสาร Triazole เป็นสารที่ประกอบด้วย อะซ็อกซีสโตรบิน+ไดฟีโนโคนาโซล (Azoxystrobin+Difenoconazole) การกำจัดวัชพืชทำการตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้า การตัดแต่งกิ่งของมังคุดมีการตัดแต่งกิ่งปีเว้นปี โดยควบคุมความสูงของต้นมังคุดไม่ให้สูงเกิน 5 เมตร ทำการตัดแต่งทั้งส่วนยอดและทรงพุ่ม ไม่มีการควบคุมปริมาณผล มีระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ จะทำการให้น้ำเมื่อใส่ปุ๋ยให้กับมังคุด เพื่อให้ปุ๋ยที่ใส่ลงไปค่อยๆซึมลงไปในดิน

การเก็บเกี่ยว คือ การใช้จำปาสอย และการใช้ถุงผ้า จากนั้นนำไปไว้ในที่ร่ม และหลังจากนั้นทำการคัดแยกขนาดของผลมังคุด เพื่อนำไปขายยังกลุ่มมังคุดคุณภาพโปร่งแรด ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการจัดตั้งขึ้นมาเองจากเกษตรกรผู้ปลูกมังคุด ต.โปร่งแรด

การจำหน่ายผลผลิต ผลผลิตที่ได้จะนำไปจำหน่ายเอง โดยจำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 150 บาท ในช่วงต้นฤดู และในช่วงปลายฤดู ราคากิโลกรัมละ 40-150 บาท ผลผลิตที่ได้อยู่ในเกรด A ทั้งหมด ทั้งนี้ราคาที่ขายได้ในแต่ละวันไม่เท่ากัน

ต้นทุนการผลิต ซึ่งจะรวมค่าใช้จ่ายของทุเรียนรวมอยู่ด้วยค่าปุ๋ยและค่ายา อยู่ที่ 100,000 บาท/ปี/7 ไร่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ 11 ตัน/ปี/7 ไร่ รายได้ประมาณ 1,500,000 บาท/ปี/7ไร่ (หมายเหตุ: รายได้ต่อปีไม่สามารถคำนวณจากราคาต่อกิโลกรัมคูณกับปริมาณผลผลิตที่ได้ เพราะราคาที่ขายได้แต่ละวันไม่เท่ากัน) การจ้างแรงงาน จ้างแรงงานจำนวน 4 คน ซึ่งเป็นลูกจ้างประจำ

ภาพที่ 12 ลักษณะสวนมังคุดและดินของนายจำนง โพธิ์งาม ต.พลับพลา อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี

ลักษณะทางกายภาพ

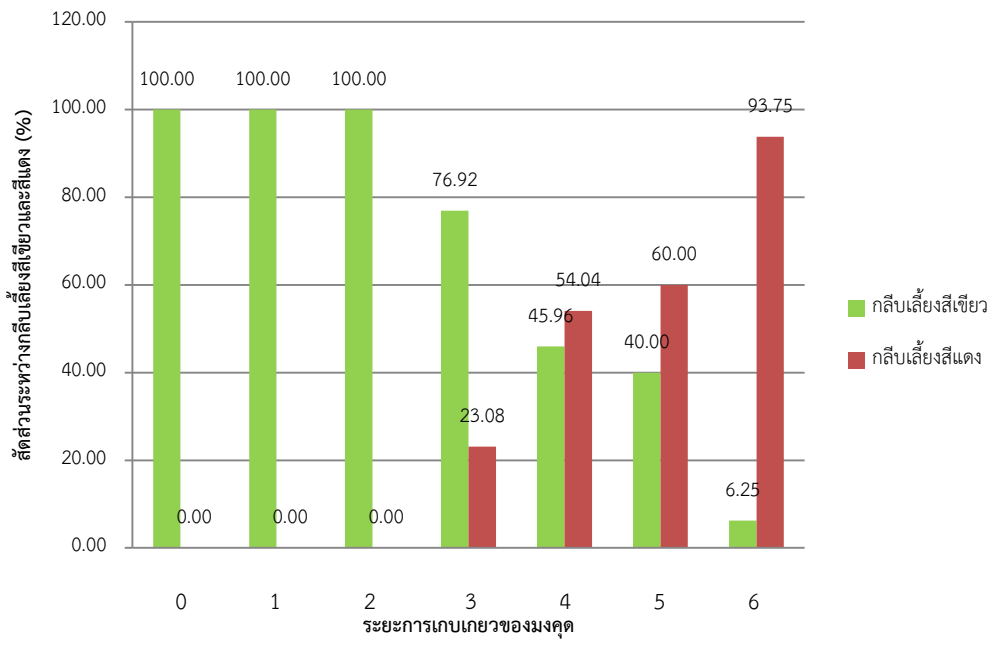
ขนาดกลีบเลี้ยงระยะ 0 ถึง 6 พบว่า กลีบเลี้ยงสีเขียวขนาดใหญ่มีความกว้างเฉลี่ย 24.84 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 20.81 มิลลิเมตร ความหนา 0.89 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงสีเขียวเล็กมีความกว้างเฉลี่ย 19.19 มิลลิเมตร ความยาว 14.39 มิลลิเมตร หนา 0.93 มิลลิเมตร ขนาดของกลีบเลี้ยงสีแดง กลีบใหญ่กว้างเฉลี่ย 23.50 มิลลิเมตร ยาว 20.29 มิลลิเมตร หนา 0.99 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงสีแดงเล็กกว้าง 18.38 มิลลิเมตร ยาว 15.26 มิลลิเมตร ความหนา 1.08 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4)

สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียว:สีแดง พบในระยะที่ 3, 4, 5 และ 6 เช่นเดียวกับศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 76.92:23.08, 45.95:54.04, 40:60 และ 6.25:93.73 ตามลำดับ (ภาพที่ 13) เมื่อนำมาแผ่นเทียบสีมาวัดค่าสีระยะ 0 ถึง 6 สีเขียวที่พบมี 7 สี คือ Yellow-green144A, Yellow-green144B, Yellow-green144C, Yellow-green144D, Yellow-green145A, Yellow-green150B และ Yellow-green150C ระยะที่ 0, 3, 4 ,5 และ6 เฉดสีที่พบมากที่สุดคือ Yellow-green144A ร้อยละ 46.67,

50.00, 41.18, 66.67 และ 100 ตามลำดับ ส่วนในกลีบเลี้ยงสีแดงพบ 2 เฉดสี คือ Red-purple 59A และ Red-purple 59B โดยระยะที่พบเฉดสี Red-purple 59A มากที่สุด คือระยะที่ 3 พบร้อยละ 80.00 เฉดสี Red-purple 59B พบมากที่สุดในระยะที่ 2 ร้อยละ 66.67 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายจำนง โพธิ์งาม

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว						กลีบเลี้ยงสีแดง					
	ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก			ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก		
	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)
0	25.07	21.09	0.57	19.07	14.51	0.74						
1	24.05	20.26	0.90	18.40	13.74	0.97						
2	24.65	20.54	0.84	19.05	14.10	0.94						
3	25.46	20.66	0.86	19.19	14.05	0.94	23.17	19.45	0.90	17.45	14.00	0.97
4	24.50	20.40	1.01	18.82	16.48	1.01	23.78	19.77	1.02	18.03	15.07	1.08
5	24.27	20.47	1.08	19.25	15.89	1.03	22.76	20.37	0.94	18.70	15.89	1.09
6	26.76	23.08	1.18	20.01	12.69	0.99	24.28	21.56	1.10	19.33	16.08	1.17
เฉลี่ย	24.84	20.81	0.89	19.19	14.39	0.93	23.50	20.29	0.99	18.38	15.26	1.08



ภาพที่ 13 สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวน นายจำนง โพธิ์งาม

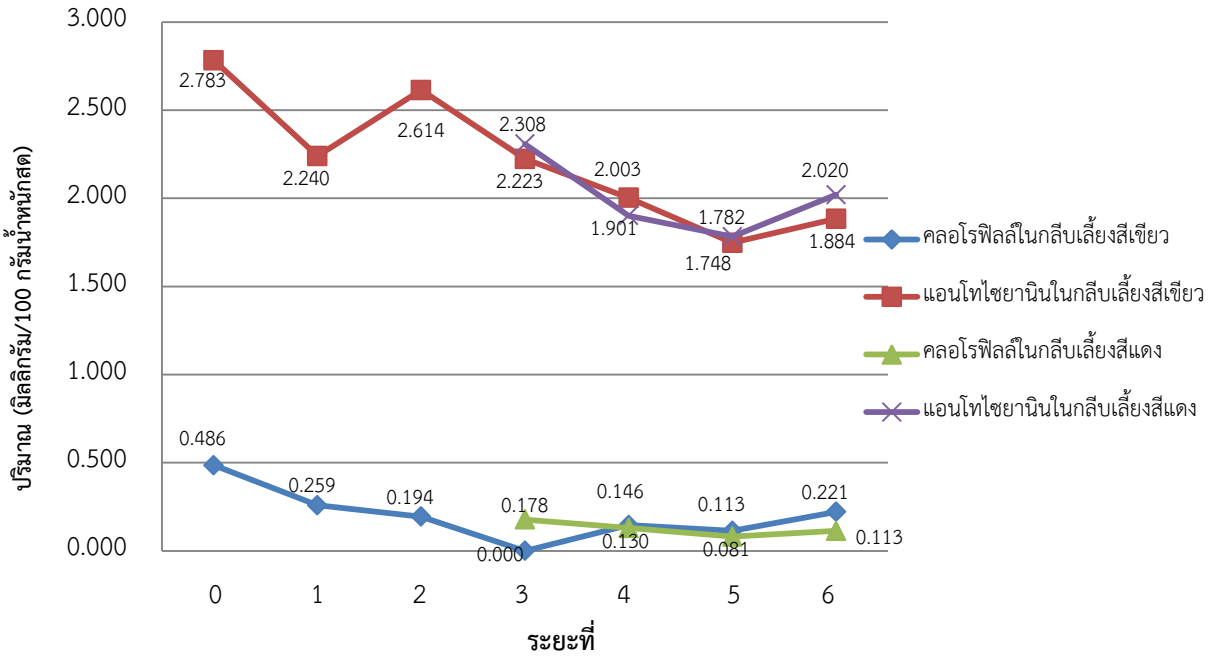
ตารางที่ 5 สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายจำนง โพธิ์งาม

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว		กลีบเลี้ยงสีแดง	
	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)
0	Yellow-green144A	46.67		
0	Yellow-green144B	33.33		
0	Yellow-green144C	13.33		
0	Yellow-green144D	3.33		
0	Yellow-green145A	3.33		
1	Yellow-green144A	6.67		
1	Yellow-green144B	36.67		
1	Yellow-green144C	50.00		
1	Yellow-green150B	3.33		
1	Yellow-green150C	3.33		
2	Yellow-green144A	16.67		
2	Yellow-green144B	16.67		
2	Yellow-green144C	63.33		
2	Yellow-green150B	3.33		
3	Yellow-green144A	50.00	Red-purple 59A	80.00
3	Yellow-green144B	46.67	Red-purple 59B	20.00
3	Yellow-green144C	3.33		
4	Yellow-green144A	41.18	Red-purple 59A	55.00
4	Yellow-green144B	35.29	Red-purple 59B	45.00
4	Yellow-green144C	23.53		
5	Yellow-green144A	66.67	Red-purple 59A	55.56
5	Yellow-green144B	33.33	Red-purple 59B	44.44
6	Yellow-green144A	100.00	Red-purple 59A	60.00
			Red-purple 59B	40.00

ลักษณะทางเคมี

จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงทั้งสีเขียวและแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณ 0.113-0.486 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีแดงระยะ 3 ถึง 6 มีปริมาณ 0.081-0.178 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวกับกลีบเลี้ยงสีแดงระยะที่ 3 ถึง 6 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดง

ปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณ 1.748 – 2.783 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ในกลีบเลี้ยงสีแดงมีปริมาณอยู่ในช่วง 1.782 – 2.308 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด จากผลการทดลองพบว่าเมื่อมังคุดมีอายุการเก็บเกี่ยวมากขึ้น ปริมาณแอนโทไซยานินลดลงจากระยะ 0 ถึง 5 และเมื่อถึงระยะที่ 6 เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 14) โดยระยะที่ 6 ปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงสีแดงมีมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีเขียว โดยปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงสีแดงระยะที่ 3 ถึง 6 เท่ากับ 2.308, 2.003, 1.782 และ 2.020 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งต่างจากตัวอย่างของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีที่พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บเกี่ยว แต่อย่างไรก็ตาม สังเกตได้ว่าปริมาณแอนโทไซยานินจากสวนนายจำนง โพธิ์งาม มีปริมาณแอนโทไซยานินมากตั้งแต่ระยะที่ 0 ซึ่งในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณใกล้เคียงกับระยะที่ 6 จากตัวอย่างของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี



ภาพที่ 14 ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายจำนง โพธิ์งาม

ปริมาณธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารในดิน แมกนีเซียม และ แคลเซียม เท่ากับ 64.34 และ 379.13 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเทียบกับค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืชยังถือว่ามีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความ

ต้องการ สำหรับ โบรอน อยู่ในค่าที่เหมาะสม ค่า pH เป็นกรด 4.6 ค่า EC น้อยกว่า 2 เดซิซีเมน/เมตร (0.79) อยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนปริมาณธาตุอาหารในใบ ทั้ง แมกนีเซียม และ แคลเซียม เท่ากับร้อยละ 0.15 และ 1.19 เมื่อเทียบกับค่าความต้องการพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ปริมาณโบรอน มีปริมาณ 54.51 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มากกว่าค่าความต้องการธาตุอาหารในใบมังคุด (24-45 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) สำหรับในกลีบเลี้ยง พบว่า ในกลีบเลี้ยงสีเขียวปริมาณ แมกนีเซียม แคลเซียม และ โบรอน หากเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบมังคุด มีปริมาณน้อยกว่า ส่วนในกลีบเลี้ยงสีแดง แมกนีเซียม และ แคลเซียม มีปริมาณน้อย ส่วนโบรอนอยู่ในเกณฑ์หากเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบมังคุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายจำนง โพธิ์งาม

ธาตุอาหาร	ดิน	ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไป สำหรับการปลูกพืช [1/]	ใบ	ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ [2/]	กลีบเลี้ยง	
					สีเขียว	สีแดง
Mg	64.34 (mg/kg)	250-400 (mg/kg)	0.15 (%)	0.12-0.18 (%)	0.08 (%)	0.07 (%)
Ca	379.13 (mg/kg)	800-1,000 (mg/kg)	1.19 (%)	1.00-1.40 (%)	0.65 (%)	0.54 (%)
B	1.78 (mg/kg)	1-6 (mg/kg)	54.51 (mg/kg)	25-45 (mg/kg)	18.92 (mg/kg)	32.18 (mg/kg)
pH	4.66	5.6-7				
EC	0.79 (dS/m)	<2 (dS/m)				

[1/] ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช ที่มา: ชูชาติ สันธทรัพย์ (ม.ป.พ.) เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2/] ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ที่มา: สุมิตรา และคณะ (2547) การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

3. นายรัฐไท พงษ์ศักดิ์ ที่อยู่ 5 หมู่ 2 ต.ปัถวี อ.มะขาม จ.จันทบุรี สวนมังคุดที่ปลูกเป็นสวนมังคุดแบบผสมผสานกับ มังคุด เงาะ ทุเรียน และลองกอง (ภาพที่ 15) เป็นการทำสวนอินทรีย์ได้ใบรับรองเกษตรอินทรีย์เรียบร้อยแล้ว มีพื้นที่ปลูกจำนวน 5 ไร่ ดินเป็นดินร่วนทราย โดยมีระยะการปลูกที่ไม่แน่นอน ต้นมีอายุระหว่าง 5-30 ปี ซึ่งภายในแปลงปลูกมังคุดจะไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากเป็นสวนอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้เป็นปุ๋ยมูลวัว มูลหมู และมีการหมักเปลือกมังคุด เงาะ ทุเรียน และแกลบดิบ รวมกัน โดยทำการใส่ให้กับต้นมังคุด 30 กิโลกรัม/ต้น การฉีดพ่นฮอร์โมนทำการหมักฮอร์โมน โดยใช้ฮอร์โมนไข่ ผลไม้สุก เช่น เงาะ ลองกอง ขนุน และฟักทอง จะไม่ใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคและแมลง แต่จะใช้สมุนไพรในการกำจัดโรคและแมลงแทน การกำจัดวัชพืชทำการตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้า มีการตัดแต่งกิ่ง 1 ครั้ง/ปี ไม่มีการควบคุมปริมาณผลต่อต้น มีระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ การเก็บเกี่ยว คือ การใช้จำปาสอย และการใช้ถุงผ้า จากนั้นนำมาทำการคัดแยกขนาดของผล การจำหน่ายผลผลิต ผลผลิตที่ได้จะนำมารวมกลุ่มกัน (กลุ่มมังคุดอินทรีย์นายรัฐไท) จากนั้นผลผลิตที่ได้ จะมีบริษัทมารับซื้อ และบางส่วนขายให้แก่นักท่องเที่ยวที่มาศึกษาดูงานภายในแปลงมังคุด ผลผลิตที่ได้จำหน่ายกิโลกรัมละ 50 บาท (เกรด A) และกิโลกรัมละ 35 บาท (เกรดรองจาก A ทั้งหมด) ต้นทุน 30,000บาท/ปี/5 ไร่ ปริมาณผลผลิตประมาณ 3 ตัน/ 5 ไร่ รายได้ประมาณ 150,000

บาท/ปี/5 ไร่ (หมายเหตุ: รายได้ต่อปีไม่สามารถคำนวณจากราคาต่อกิโลกรัมคูณกับปริมาณผลผลิตที่ได้ เพราะราคาที่ขายได้แต่ละช่วงไม่เท่ากัน) การจ้างแรงงานที่ใช้เก็บผลผลิตมังคุดเป็นแรงงานภายในกลุ่มที่รวมตัวกัน

ลักษณะทางกายภาพ

จากการเก็บตัวอย่างมังคุดแล้วนำมาวัดขนาดของกลีบเลี้ยง พบว่า กลีบเลี้ยงสีเขียวใหญ่มีขนาด กว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 23.78-25.38, 18.78-20.61 และ0.87-1.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ กลีบเลี้ยงสีเขียวเล็กมีขนาด กว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 19.11-20.42, 12.61-15.49 และ 0.92-1.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนกลีบเลี้ยงสีแดงพบในระยะที่ 3 เช่นเดียวกับศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี และสวนนายจำนง โพธิ์งาม โดยมีขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงใหญ่ กว้าง ยาว และหนา 22.35-23.87, 17.56-20.96 และ 0.89-1.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงเล็ก กว้าง ยาว และหนา 17.50-19.83, 12.57-15.94 และ 0.90-1.08 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ภาพที่ 15 ลักษณะสวนมังคุดและดินของนายรัฐไท พงษ์ศักดิ์ ต.ปัถวี อ.มะขาม จ.จันทบุรี

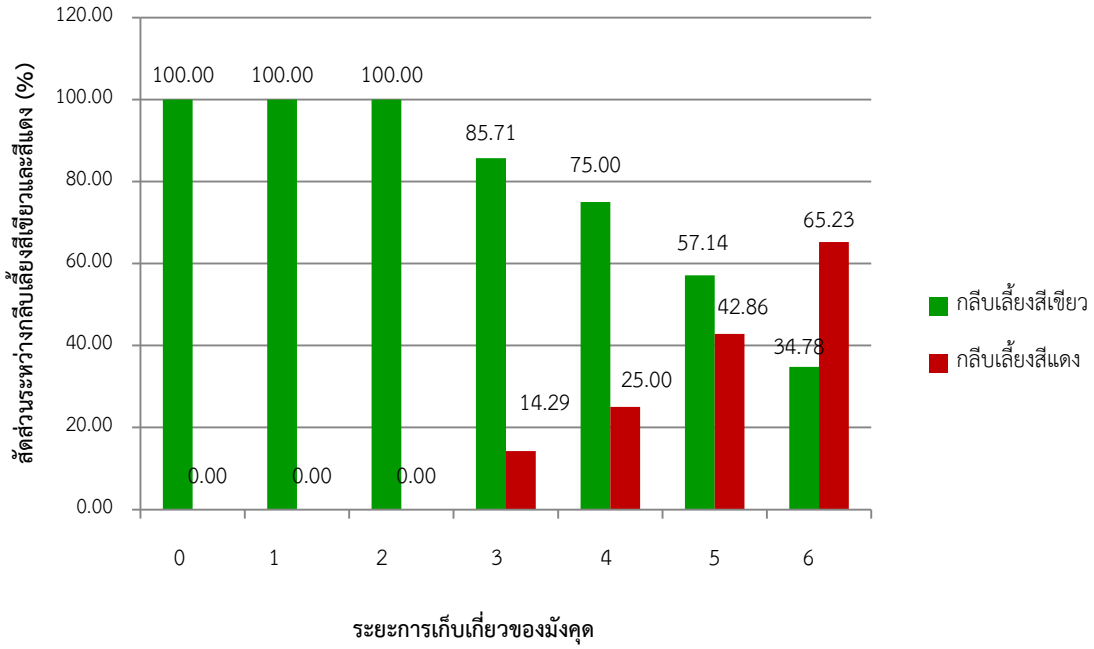
สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดงในแต่ระยะ ตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 พบว่าระยะ 0 ถึง 2 เป็นระยะที่ไม่พบการเกิดอาการกลีบเลี้ยงสีแดง ระยะที่ 3 ถึง 5 พบกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีแดง คือ ร้อยละ 85.71, 75.0 และ 57.14 ส่วนระยะที่ 6 พบกลีบเลี้ยงสีแดงมากกว่าสีเขียว คิดเป็นร้อยละสัดส่วนระหว่างกลีบเลี้ยงสีเขียว:สีแดง เท่ากับร้อยละ 34.78:56.23 (ภาพที่ 16)

เมื่อนำมาวัดค่าสีของกลีบเลี้ยงแต่ละระยะ พบ เฉดสีเขียวทั้งหมด 5 สี คือ Yellow-green144A, Yellow-green144B, Yellow-green144c, Yellow-green150c และ Yellow-green151D เมื่อนำมาคิดเป็นสัดส่วนในการเกิดสีแต่ละสี โดยคิดเทียบแยกกันระหว่างสีเขียวและสีแดง พบว่าในกลีบเลี้ยงสีเขียวเฉดสีที่

พบเป็นส่วนมากคือ Yellow-green144A โดยตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 มีร้อยละการเกิดสี Yellow-green144A เท่ากับ 40.00, 40.00, 46.67, 63.33, 50.00 และ31.25 ยกเว้นระยะที่ 2 และ5 โดยระยะที่ 2 พบเฉดสี Yellow-green144B มากกว่าสีอื่นร้อยละ 46.67 ส่วนระยที่ 5 เฉดสีที่พบสี Yellow-green144A และ Yellow-green144B เท่ากัน คือร้อยละ 40.00 เท่ากัน ส่วนกลีบเลี้ยงสีแดงเฉดสีที่พบมี 3 เฉดสี คือ Red-purple 59A, Red-purple 59B และ Red-purple 59C (ตารางที่ 8) โดยระยะที่ 3 และ 4 พบเฉดสีเดียวคือ Red-purple 59A (100 เปอร์เซ็นต์) ส่วนระยะที่ 5 พบ ทั้ง 3 เฉดสี Red-purple 59A, Red-purple 59B และ Red-purple 59C ร้อยละ 27.78, 61.11 และ 11.11 ระยะที่ 6 พบ 2 เฉดสี คือ Red-purple 59A และ Red-purple 59B ร้อยละ 86.67 และ 13.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายรัฐไท พงษ์ศักดิ์

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว						กลีบเลี้ยงสีแดง					
	ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก			ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก		
	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)
0	24.30	19.83	0.95	19.45	13.33	1.02						
1	24.10	18.93	1.00	19.76	13.07	1.04						
2	24.41	18.78	0.94	19.11	12.78	1.03						
3	23.93	19.76	0.97	19.75	12.92	1.10	22.35	20.36	1.00	19.96	13.34	1.08
4	23.97	19.29	0.99	19.47	12.61	1.02	22.78	17.56	0.99	17.50	12.57	1.03
5	23.78	20.40	0.87	19.19	14.25	0.92	23.79	19.33	0.89	18.70	13.97	0.90
6	25.38	20.61	1.01	20.42	15.49	1.02	23.87	20.96	0.96	19.83	15.94	0.98
เฉลี่ย	24.27	19.66	0.96	19.59	13.49	1.02	23.20	19.55	0.96	19.00	13.96	1.00



ภาพที่ 16 สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวน นายรัฐไท พงษ์ศักดิ์

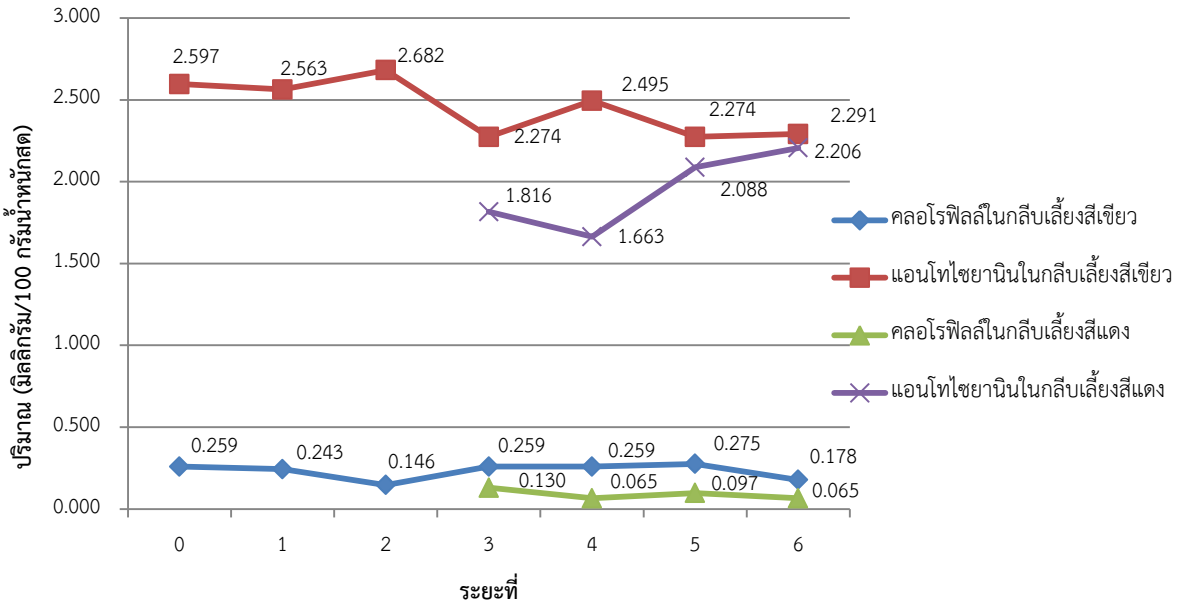
ตารางที่ 8 สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน รัฐไท พงษ์ศักดิ์

	กลีบเลี้ยงสีเขียว		กลีบเลี้ยงสีแดง	
ระยะที่	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)
0	Yellow-green144A	40.00		
0	Yellow-green144B	36.67		
0	Yellow-green 144C	16.67		
0	Yellow-green150C	6.67		
1	Yellow-green144A	40.00		
1	Yellow-green144B	30.00		
1	Yellow-green 144C	16.67		
1	Yellow-green150C	13.33		
2	Yellow-green144A	13.33		
2	Yellow-green144B	46.67		
2	Yellow-green 144C	33.33		
2	Yellow-green150C	6.67		

	กลีบเลี้ยงสีเขียว		กลีบเลี้ยงสีแดง	
ระยะที่	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)
3	Yellow-green144A	40.00	Red-purple 59 B	100.00
3	Yellow-green144B	40.00		
3	Yellow-green 144C	16.67		
3	Yellow-green150C	3.33		
4	Yellow-green144A	63.33	Red-purple 59B	100.00
4	Yellow-green144B	30.00		
4	Yellow-green 144C	6.67		
5	Yellow-green144A	50.00	Red-purple 59A	27.78
5	Yellow-green144B	37.50	Red-purple 59B	61.11
5	Yellow-green146A	12.50	Red-purple 59C	11.11
6	Yellow-green144A	31.25	Red-purple 59A	86.67
6	Yellow-green144B	25.00	Red-purple 59B	13.33
6	Yellow-green146A	25.00		
6	Yellow-green146B	12.50		
6	Yellow-green151D	6.25		

ลักษณะทางเคมี

จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงทั้งสีเขียวและแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณ 0.178 – 0.275 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีแดงระยะ 3 ถึง 6 มีปริมาณ 0.065- 0.130 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวกับกลีบเลี้ยงสีแดงระยะที่ 3 ถึง 6 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดง เช่นเดียวกันกับสวนอื่นๆ สำหรับปริมาณแอนโทยานินในกลีบเลี้ยงสีเขียว มีปริมาณมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดงในระยะ 3 ถึง 6 (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายรัฐไท พงษ์ศักดิ์

ปริมาณธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารในดิน แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน เท่ากับ 116.79, 510.42 และ 0.22 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเทียบกับค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืชยังถือว่ามีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ ค่า pH เป็นกรด 5.1 ค่า EC เท่ากับ 0.53 เดซิซีเมน/เมตร อยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนปริมาณธาตุอาหารในใบ ทั้ง แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน เมื่อเทียบกับค่าความต้องการพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เท่ากับร้อยละ 0.17 และ 1.35 และ 31.22 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยงของมังคุด พบว่า ในกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดงปริมาณ แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน หากเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบมังคุดมีปริมาณน้อยกว่าค่าที่เหมาะสม (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวน นายรัฐไท พงษ์ศักดิ์

ธาตุอาหาร	ดิน	ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไป สำหรับการปลูกพืช [1/]	ใบ	ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ [2/]	กลีบเลี้ยง	
					สีเขียว	สีแดง
Mg	116.79 (mg/kg)	250-400 (mg/kg)	0.17 (%)	0.12-0.18 (%)	0.09 (%)	0.08 (%)
Ca	510.42 (mg/kg)	800-1,000 (mg/kg)	1.35 (%)	1.00-1.40 (%)	0.45 (%)	0.34 (%)
B	0.22 (mg/kg)	1-6 (mg/kg)	31.22 (mg/kg)	25-45 (mg/kg)	22.37 (mg/kg)	20.02 (mg/kg)
pH	5.10	5.6-7				
EC	0.53 (dS/m)	<2 (dS/m)				

[1/] ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช ที่มา: ชูชาติ สันธทรัพย์ เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2/] ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ที่มา: สุมิตรา ภู่วโรดม (2547) การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

4. นางบุญเรือน แข็งขัน ที่อยู่ 7 หมู่ 3 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี สวนมังคุดที่ปลูกเป็นสวนแบบผสมผสานกับ มังคุด ทุเรียน ลองกอง และกล้วยไข่ (ภาพที่ 18) มีพื้นที่ปลูกจำนวน 12 ไร่ ดินเป็นดินร่วนทราย โดยมีระยะการปลูก 8x8 เมตร ต้นมีอายุระหว่าง 20-100 ปี ซึ่งภายในแปลงปลูกมังคุดไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี มีใช้เฉพาะปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยสำเร็จรูป อัตราในการใส่ คือ 30-40 กิโลกรัม/ต้น/ปี โดยทำการใส่ปีละ 1 ครั้ง การใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดโรคและแมลง จะใช้อยู่ 2 สูตรคือ สูตร 1 สะเดา ใส่ในตอนมังคุดใกล้จะออกดอก เพื่อทำการล้างใบ อัตราในการใช้ คือ 10 ลิตร/200 ลิตร สูตร 2 สะเดา+อะบาเม็กติน อัตราในการใช้ คือ 20 มิลลิลิตร/20 ลิตร การกำจัดวัชพืช ทำการตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้า การตัดแต่งกิ่งมังคุดจะทำการไว้ยอดมังคุด 3-5 เมตร ถ้าหากยอดไม่ออกแบบยอดสนก็จะไม่ทำการตัดแต่งกิ่งของมังคุด และในการตัดแต่งกิ่งจะดูตามความสูงของต้นมังคุด ไม่มีการควบคุมปริมาณผลผลิตต่อต้น มีระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ โดยให้น้ำ 3 วัน/ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง การเก็บเกี่ยว คือ การใช้จำปาสอย และการใช้ถุงผ้า หลังจากนั้นทำการคัดแยกขนาดของผลมังคุด การจำหน่ายผลผลิต ผลผลิตที่ได้จะนำไปจำหน่ายที่กลุ่มเกษตรตรอกนอง โดยจำหน่ายกิโลกรัมละประมาณ 50 บาท ปริมาณผลผลิตที่ได้ 30 ตัน/ปี รายได้ 1,500,000 บาท/ปี (หมายเหตุ: รายได้ต่อปีไม่สามารถคำนวณจากราคาต่อกิโลกรัมคูณกับปริมาณผลผลิตที่ได้ เพราะราคาที่ขายได้แต่ละช่วงไม่เท่ากัน) ต้นทุนการผลิตประมาณ 500 บาท/ไร่ อาจยังไม่รวมค่าจ้างส่วนของแรงงานไปด้วย ซึ่งมีการจ้างแรงงาน จำนวน 6 คน ซึ่งอัตราค่าจ้างอยู่ที่ 200 บาท/วัน เป็นแรงงานต่างด้าวกินอยู่กับเจ้าของสวนทั้งหมด ไม่ได้จ้างตลอดทั้งปี หากคิดต้นทุนการผลิตรวมค่าจ้างแรงงานต้องสูงกว่า 500 บาท/ไร่

ภาพที่ 18 ลักษณะสวนมังคุดและดินของนางบุญเรือน แข็งขัน ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี

ลักษณะทางกายภาพ

จากการเก็บตัวอย่างมังคุดแล้วนำมาวัดขนาดของกลีบเลี้ยง พบว่า กลีบเลี้ยงสีเขียวใหญ่มีขนาด กว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 23.55-25.47, 19.14-20.21 และ0.85-0.95 มิลลิเมตร ตามลำดับ กลีบเลี้ยงสีเขียวเล็กมีขนาด กว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 18.85-19.53, 13.21-14.50 และ 0.88-0.99 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนกลีบเลี้ยงสีแดงพบในระยะที่ 4 ต่างจากกับศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สวนนายจำนง โพธิ์งาม และนายรัฐไท พงษ์ศักดิ์ ที่พบกลีบเลี้ยงสีเขียวในระยะที่ 3 โดยมีขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงใหญ่ กว้าง ยาว และหนา 23.27-25.07, 18.25-18.63 และ 0.89-0.94 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงเล็ก กว้าง ยาว และหนา 18.12-18.95, 13.61-13.85 และ0.85-0.94 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

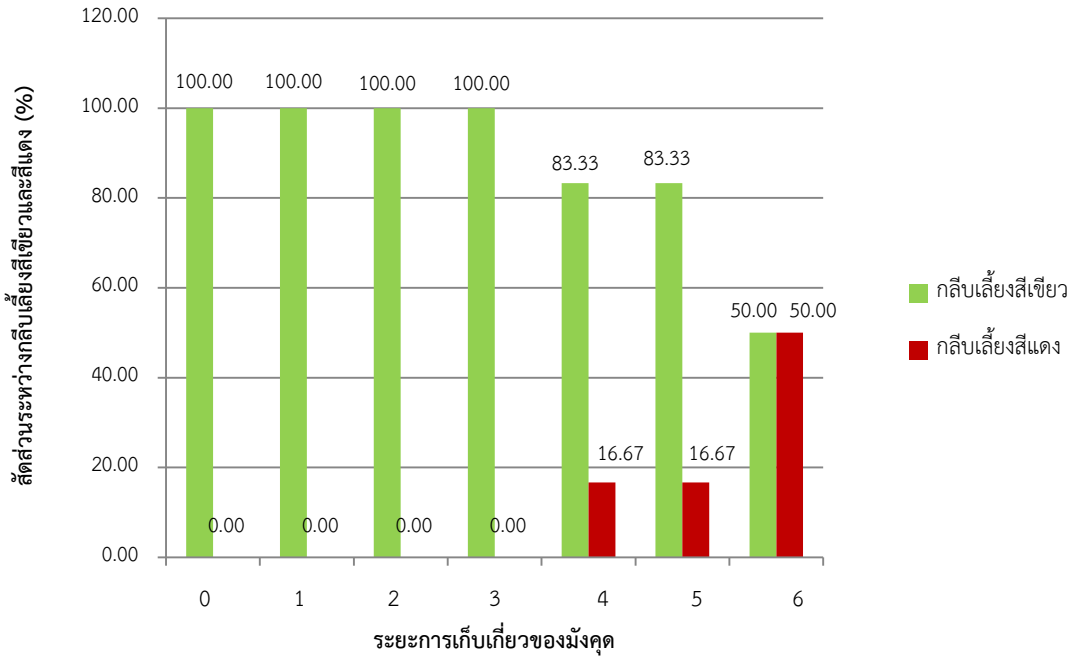
สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดงในแต่ระยะ ตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 พบว่าระยะ 0 ถึง 3 เป็นระยะที่ไม่พบการเกิดอาการกลีบเลี้ยงสีแดง ระยะที่ 4 และ 5 พบกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีแดง คือ สัดส่วนร้อยละ 83.33:16.67 เท่ากัน ส่วนระยะที่ 6 พบสัดส่วนระหว่างกลีบเลี้ยงสีเขียว:สีแดง เท่ากันคือ ร้อยละ 50:50 (ภาพที่ 19)

เมื่อนำมาวัดค่าสีของกลีบเลี้ยงแต่ละระยะ พบ เฉดสีเขียวทั้งหมด 4 สี คือ Yellow-green144A, Yellow-green144B, Yellow-green144C และ Yellow-green150C เมื่อนำมาคิดเป็นสัดส่วนในการเกิดสีแต่ละสี ระยะ 0 และ 1 พบเฉดสี Yellow-green144A ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีอื่นๆ (ร้อยละ 50 และ, 75) ระยะที่ 2 พบสี Yellow-green144C มากกว่าสีอื่นร้อยละ 38.10 ระยะที่ 3 พบเฉดสี Yellow-green144A เท่ากับเฉดสี Yellow-green144C คือร้อยละ 36.84 ระยะที่ 4 พบทั้ง 4 เฉดสี ในกลีบเลี้ยงสีเขียวร้อยละ 40.00, 43.33, 10.00 และ 6.67 ตามลำดับ และในกลีบเลี้ยงสีแดง พบเฉดสีแดง 2 เฉดสี คือ Red-purple 59A และ Red-purple 59B โดยระยะที่ 4 พบทั้ง 2 เฉดสี สัดส่วนร้อยละ 50 เท่ากัน ระยะที่ 5

ในกลีบเลี้ยงสีเขียวพบเฉดสี Yellow-green144B มากที่สุด ร้อยละ 50 และในกลีบเลี้ยงสีแดง พบ 2 เฉดสี คือ Red-purple 59B และ Red-purple 59C ร้อยละ 66.67 และ 33.33 ตามลำดับ ระยะที่ 6 กลีบเลี้ยงสีเขียว พบสี Yellow-green144A มากที่สุด ร้อยละ 56.67 กลีบเลี้ยงสีแดง Red-purple 59A, Red-purple 59B และ Red-purple 59C ร้อยละ 66.67, 26.67 และ 6.67 (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว						กลีบเลี้ยงสีแดง					
	ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก			ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก		
	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)
0	24.36	19.28	0.85	18.89	13.74	0.96						
1	25.47	19.28	0.88	18.89	13.65	0.91						
2	23.85	19.52	0.90	18.85	13.21	0.88						
3	23.55	19.14	0.91	18.66	13.55	0.89						
4	23.78	20.27	0.94	19.25	13.86	0.99	23.56	18.30	0.89	18.12	13.61	0.85
5	24.38	20.21	0.95	19.20	14.50	0.98	25.07	18.25	0.92	18.95	13.85	0.88
6	23.99	19.64	0.93	19.53	13.55	0.96	23.27	18.63	0.94	18.83	13.66	0.94
เฉลี่ย	24.17	19.67	0.88	19.12	13.72	0.92	23.97	18.39	0.92	18.63	13.78	0.91



ภาพที่ 19 สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน

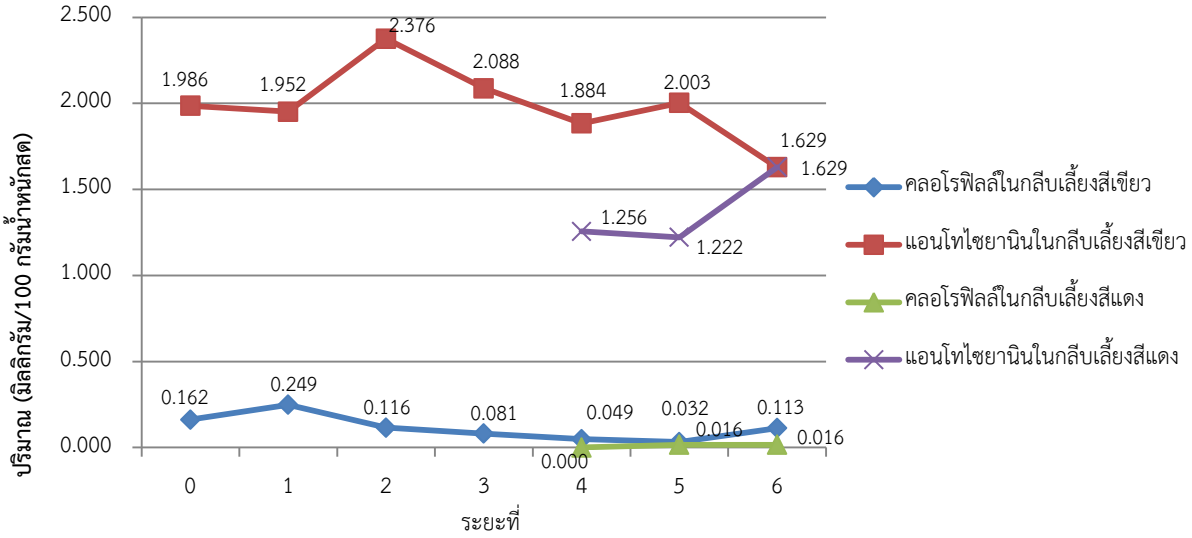
ตารางที่ 11 สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว		กลีบเลี้ยงสีแดง		
	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)	พบ
0	Yellow-green144A	50.00			
0	Yellow-green144B	46.67			
0	Yellow-green144C	3.33			
1	Yellow-green144B	75.00			
1	Yellow-green144C	16.67			
1	Yellow-green150C	8.33			
2	Yellow-green144A	28.57			
2	Yellow-green144B	33.33			
2	Yellow-green144C	38.10			
3	Yellow-green144A	36.84			
3	Yellow-green144B	26.32			
3	Yellow-green144C	36.84			
4	Yellow-green144A	40.00	Red-purple 59A	50.00	
4	Yellow-green144B	43.33	Red-purple 59B	50.00	
4	Yellow-green144C	10.00			
4	Yellow-green150C	6.67			
5	Yellow-green144A	23.33	Red-purple 59B	66.67	
5	Yellow-green144B	50.00	Red-purple 59C	33.33	
5	Yellow-green144C	26.67			
6	Yellow-green144A	56.67	Red-purple 59A	66.67	
6	Yellow-green144B	20.00	Red-purple 59B	26.67	
6	Yellow-green144C	13.33	Red-purple 59C	6.67	
6	Yellow-green150C	13.33			

ลักษณะทางเคมี

จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงทั้งสีเขียวและแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณ 0.049 – 0.249 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีแดงระยะ 4 ถึง 6 ตรวจไม่พบ ถึง 0.016 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวกับกลีบเลี้ยงสีแดงระยะที่ 3 ถึง 6 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดง เช่นเดียวกันกับสวนอื่นๆ

สำหรับปริมาณแอนโทยานินในกลีบเลี้ยงสีเขียว มีปริมาณในช่วง 1.692 ถึง 2.376 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด โดยมีปริมาณสูงสุดในระยะที่ 2 ต่ำสุดในระยะที่ 6 ในกลีบเลี้ยงสีแดงที่พบในระยที่ 4 ถึง 6 พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยว โดยระยะที่ 6 มีปริมาณเท่ากับแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงสีเขียว (1.692 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน

ปริมาณธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารในดิน แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน เท่ากับ 209.63 1,057.79 และ 0.77 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเทียบกับค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืชยัง พบว่า ปริมาณแคลเซียมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม แมกนีเซียม และ โบรอน ยังขาดอยู่ แต่สำหรับ แมกนีเซียม นับว่ายังขาดอีกไม่มาก ค่า pH เป็นกรด 5.99 เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช ค่า EC เท่ากับ 0.46 เดซิซีเมน/เมตร อยู่ในเกณฑ์ดีเช่นเดียวกัน ส่วนปริมาณธาตุอาหารในใบ ทั้ง แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน เท่ากับร้อยละ 0.16 และ 0.93 และ 48.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเทียบกับค่าความต้องการพบว่า แมกนีเซียม และโบรอน อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ส่วนแคลเซียม ขาดไปเล็กน้อย ปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยงของมังคุด พบว่า ในกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดงปริมาณ แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน หากเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบมังคุดมีปริมาณน้อยกว่า ยกเว้นโบรอนที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม (ตารางที่12)

ตารางที่ 12 ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางบุญเรือน แข็งขัน

ธาตุอาหาร	ดิน	ค่าที่เหมาะสมในดิน ทั่วไปสำหรับการปลูกพืช 1/	ใบ	ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ 2/	กลีบเลี้ยง	
					สีเขียว	สีแดง
Mg	209.63 (mg/kg)	250-400 (mg/kg)	0.16 (%)	0.12-0.18 (%)	0.09 (%)	0.09 (%)
Ca	1057.79(mg/kg)	800-1,000 (mg/kg)	0.93 (%)	1.00-1.40 (%)	0.49 (%)	0.49 (%)
B	0.77 (mg/kg)	1-6 (mg/kg)	48.03 (mg/kg)	25-45 (mg/kg)	43.96 (mg/kg)	39.68 (mg/kg)
pH	5.99	5.6-7				
EC	0.46 (dS/m)	<2 (dS/m)				

1/ ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช ที่มา: ชูชาติ สันธทรัพย์ เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2/ ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ที่มา: สุมิตรา ภู่วโรดม (2547) การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

5. นายอินทนิล ทองไม้ ที่อยู่ 51 หมู่ 9 ต.คลองนารายณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี ปลูกมังคุดแบบผสมผสานกับ มังคุด ทุเรียน และลองกอง (ภาพที่ 21) มีพื้นที่ปลูกจำนวน 9 ไร่ ดินเป็นดินร่วนทราย โดยมีระยะการปลูกที่ไม่แน่นอน ต้นมีอายุระหว่าง 30-100 ปี การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เคมี ที่มีการรวมกลุ่มกันผสมขึ้นมาเองแล้วใช้กันภายในกลุ่ม (ทางกลุ่มสงวนสูตร) อัตราในการใส่ คือ 3-5 กิโลกรัม/ต้น ใส่หลังการเก็บเกี่ยวและออกดอก มีการใช้ฮอร์โมนนมจากสหกรณ์โคนม การกำจัดวัชพืชโดยทำการตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าเพียงอย่างเดียวไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช มีการตัดแต่งกิ่ง 2 ปี/ครั้ง ทำโดยการตัดปลายกระโดงยาวทิ้งเท่านั้น ไม่มีการควบคุมปริมาณผล มีระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ โดยให้น้ำเฉลี่ย 4 วัน/ครั้ง ครั้งละ 1.30-2 ชั่วโมง การเก็บเกี่ยว คือ การใช้จำปาสอย และการใช้ถุงผ้า ผลผลิตที่ได้จะนำไปขายยังล้งที่อยู่ใกล้เคียง และผลผลิตที่ได้จำหน่ายกิโลกรัมละ 150 บาท ช่วงต้นฤดู จากนั้น เหลือ 50-30 บาท/กิโลกรัม ต้นทุนการผลิต 30,000 บาท ปริมาณผลผลิตที่ได้ 7 ตัน/ปี/9 ไร่ รายได้ประมาณ 500,000 บาท/ปี 9 ไร่ (หมายเหตุ: รายได้ต่อปีไม่สามารถคำนวณจากราคาต่อกิโลกรัมคูณกับปริมาณผลผลิตที่ได้ เพราะราคาที่ขายได้แต่ละช่วงไม่เท่ากัน) การจ้างแรงงานเป็นการจ้างแบบเหมาเก็บกิโลกรัมละ 4 บาท มีทั้งแรงงานต่างด้าวและแรงงานคนไทย ทั้งนี้แรงงานต่างด้าวเจ้าของสวนมีที่พักให้เท่านั้น การกินอยู่ต้องดูแลตัวเอง ส่วนแรงงานคนไทยเป็นแรงงานในพื้นที่มีที่พักอาศัยอยู่ใกล้กับสวน

ลักษณะทางกายภาพ

จากการเก็บตัวอย่างมังคุดแล้วนำมาวัดขนาดของกลีบเลี้ยง พบว่า กลีบเลี้ยงสีเขียวใหญ่มีขนาด กว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 22.79-24.92, 19.41-20.35 และ0.90-0.96 มิลลิเมตร ตามลำดับ กลีบเลี้ยงสีเขียวเล็กมีขนาด กว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 18.64-19.90, 12.83-14.39 และ 0.99 -1.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนกลีบเลี้ยงสีแดงพบในระยะที่ 4 ขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงใหญ่ กว้าง ยาว และหนา 22.21-23.89,

18.06-19.00 และ 0.91-0.96 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงเล็ก กว้าง ยาว และหนา 17.50-18.20, 12.24-13.16 และ 0.93-0.96 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

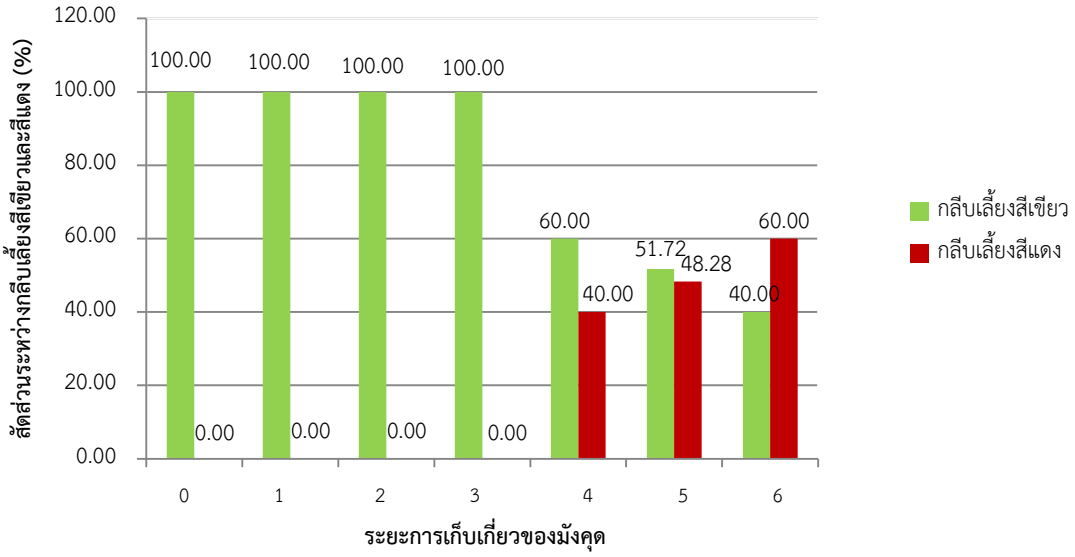
ภาพที่ 21 ลักษณะสวนมังคุดและดินของนายอินทนิล ทองไม้ ต.คลองนารายณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี

สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดง ระยะที่ 4 และ 5 พบกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีแดง คือ ร้อยละ 60:40 และ 51.72: 48.28 ส่วนระยะที่ 6 พบสัดส่วนระหว่างกลีบเลี้ยงสีเขียว:สีแดง คือ ร้อยละ 40:60 พบกลีบเลี้ยงสีแดงมากกว่า (ภาพที่ 22)

เมื่อนำมาวัดค่าสีของกลีบเลี้ยงแต่ละระยะ พบ เฉดสีเขียวทั้งหมด 7 สี คือ Yellow-green 144 A, Yellow-green 14 4B, Yellow-green 144 C, Yellow-green 150 B, Yellow-green 150 C, Yellow-green 153 A และ Yellow-green 153 B ระยะ 0, 1, 2, 5 และ 6 พบเฉดสี Yellow-green 144 A ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีอื่นๆ (ร้อยละ 40.00, 53.33, 53.33, 56.67 และ 50.00 ตามลำดับ) ระยะที่ 3 พบสี Yellow-green144B และ Yellow-green144C มากกว่าสีอื่นร้อยละ 30.00 เท่ากัน กลีบเลี้ยงสีแดง ระยะที่ 4 พบ 2 เฉดสี คือ Red-purple 59A และ Red-purple 59B พบร้อยละ 10 และ 90 ตามลำดับ ระยะที่ 5 พบ 2 เฉดสีเช่นเดียวกัน คือ Red-purple 59A และ Red-purple 59B ร้อยละ 46.43 และ 53.57 ตามลำดับ ระยะที่ 6 พบ 2 เฉดสี คือ Red-purple 59A และ Red-purple 59B ร้อยละ 56.67 และ 43.33 (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 13 ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายอินทนิล ทองไม้

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว						กลีบเลี้ยงสีแดง					
	ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก			ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก		
	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)
0	24.06	20.35	0.91	18.64	14.39	0.94						
1	24.27	20.27	0.90	19.08	14.02	0.95						
2	24.56	19.41	0.95	19.05	13.58	0.92						
3	23.43	19.84	0.96	18.92	13.56	0.93						
4	24.92	19.63	0.92	19.32	12.83	0.94	23.89	19.00	0.96	18.17	13.16	0.94
5	24.23	19.72	0.91	19.13	13.55	0.94	22.57	18.08	0.91	17.50	12.24	0.93
6	22.79	19.72	0.96	19.90	14.15	1.01	22.21	18.06	0.95	18.20	12.94	0.96
เฉลี่ย	24.04	19.85	0.93	19.15	13.73	0.95	22.89	18.38	0.94	17.96	12.78	0.94



ภาพที่ 22 สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวนนายอินทนิล ทองไม้

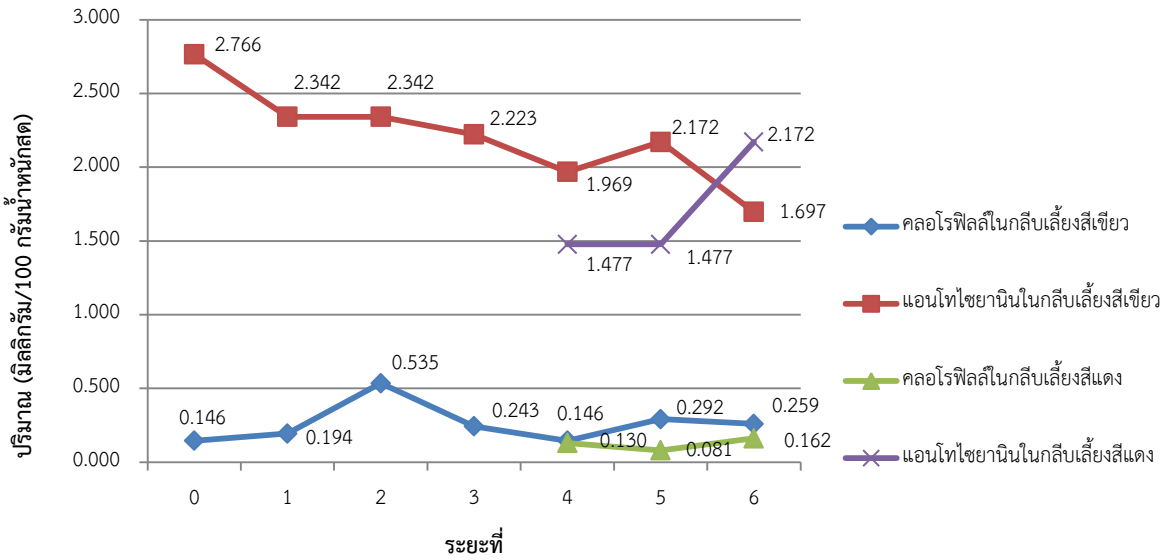
ตารางที่ 14 สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายอินทนิล ทองไม้

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว		กลีบเลี้ยงสีแดง	
	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)
0	Yellow-green144A	40.00		
0	Yellow-green144B	26.67		
0	Yellow-green144C	30.00		
0	Yellow-green150C	3.33		
1	Yellow-green144A	53.33		
1	Yellow-green144B	20.00		
1	Yellow-green150C	6.67		
2	Yellow-green144A	36.67		
2	Yellow-green144B	30.00		
2	Yellow-green150C	3.33		
3	Yellow-green144A	23.33		
3	Yellow-green144B	30.00		
3	Yellow-green144C	30.00		
3	Yellow-green150B	13.33		
3	Yellow-green150C	3.33		
4	Yellow-green144A	53.33	Red-purple 59A	10.00
4	Yellow-green144B	30.00	Red-purple 59B	90.00
4	Yellow-green144C	13.33		
4	Yellow-green150B	3.33		
5	Yellow-green144A	56.67	Red-purple 59A	46.43
5	Yellow-green144B	36.67	Red-purple 59B	53.57
5	Yellow-green150B	6.67		
6	Yellow-green144A	50.00	Red-purple 59A	56.67
6	Yellow-green144B	35.00	Red-purple 59B	43.33
6	Yellow-green153A	5.00		
6	Yellow-green153B	10.00		

ลักษณะทางเคมี

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวระยะ 0 ถึง 6 มีปริมาณ 0.146– 0.535 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีแดงระยะ 4 ถึง 6 ปริมาณ 0.081-0.160 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวกับกลีบเลี้ยงสีแดงระยะที่ 4 ถึง 6 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดง เช่นเดียวกันกับสวนอื่นๆ

สำหรับปริมาณแอนโทยานินในกลีบเลี้ยงสีเขียว มีปริมาณลดลงตามอายุการเก็บเกี่ยวระยะที่ 5 ที่สูงกว่าระยะที่ 4 (0.203 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) และลดต่ำสุดในระยที่ 6 (1.697 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ในกลีบเลี้ยงสีแดงที่พบในระยะที่ 4 ถึง 6 พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินในระยะที่ 4 และ 5 มีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากันคือ 1.477 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ระยะที่ 6 มีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเป็น 2.172 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งระยะที่ 6 นี้ปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงสีแดงมีมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีเขียว (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายอินทนิล ทองไม้

ปริมาณธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารในดิน แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน เท่ากับ 89.42, 439.88 และ 0.67 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเทียบกับค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืชยัง พบว่า ทั้ง 3 ธาตุยังต่ำกว่าค่าเหมาะสม ค่า pH ของดินเป็นกรด 4.85 ค่า EC เท่ากับ 0.39 เดซิซีเมน/เมตร ไม่เกินค่าที่เหมาะสม ส่วนปริมาณธาตุอาหารในใบ ทั้ง แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน เท่ากับร้อยละ 0.16 และ 1.14 และ 76.42 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเทียบกับค่าความต้องการพบว่า แมกนีเซียม และแคลเซียม อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ส่วนโบรอนเกินค่าความต้องการ ปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยงของมังคุด พบว่า ในกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดง

ปริมาณ แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน หากเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบมังคุดมีปริมาณน้อยกว่า โดยปริมาณ แมกนีเซียม และ โบรอน ต่ำกว่าค่าความต้องการเล็กน้อย (ตารางที่15)

ตารางที่ 15 ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายอินทนิล ทองไม้

ธาตุอาหาร	ดิน	ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช [1/]	ใบ	ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ [2/]	กลีบเลี้ยง	
					สีเขียว	สีแดง
Mg	89.42 (mg/kg)	250-400 (mg/kg)	0.16 (%)	0.12-0.18 (%)	0.11 (%)	0.10 (%)
Ca	439.88 (mg/kg)	800-1,000 (mg/kg)	1.14 (%)	1.00-1.40 (%)	0.58 (%)	0.48 (%)
B	0.67 (mg/kg)	1-6 (mg/kg)	76.42 (mg/kg)	25-45 (mg/kg)	20.86 (mg/kg)	22.18 (mg/kg)
pH	4.85	5.6-7				
EC	0.39 (dS/m)	<2 (dS/m)				

[1/] ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช ที่มา: ชูชาติ สันธทรัพย์ (ม.ป.พ.) เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2/] ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ที่มา: สุมิตรา และคณะ (2547) การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

6. นายไสว นาเจริญ ที่อยู่ 178/1 หมู่ 7 ต.จ.ป.ร. อ.กระบุรี จ.ระนอง สวนมังคุดที่ปลูกจะเป็นสวนมังคุดแบบปลูกแซมกับ มังคุด ทุเรียน ลองกอง หมาก และยางพารา (ภาพที่ 24) เป็นพื้นที่ภูเขาสูง มีพื้นที่ปลูกจำนวน 10 ไร่ ดินเป็นดินร่วน โดยมีระยะการปลูกที่ไม่แน่นอน ต้นมีอายุระหว่าง 10-25 ปี ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ การฉีดพ่นฮอร์โมน และการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง เนื่องจากมังคุดเป็นพืชที่ปลูกแซม การที่ต้นมังคุดจะได้รับการใส่ปุ๋ยนั้น ต่อเมื่อมีการใส่ปุ๋ยให้กับพืชหลักอย่างยางพารา การกำจัดวัชพืช ทำการตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้า การตัดแต่งกิ่งมังคุดทำการตัดแต่ง เมื่อต้นมังคุดมีขนาดสูง และแตกกิ่งออกมาจำนวนมาก ไม่มีการควบคุมปริมาณผล มีระบบการให้น้ำแบบสายยาง โดยใช้เครื่องสูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ให้น้ำ 1 เดือน/ครั้ง ให้ทั้งวัน การเก็บเกี่ยว คือ การใช้จำปาสอย และการใช้ถุงผ้า หลังจากที่ทำการเก็บแล้ว นำมาเข้าที่ร่มเพื่อทำการคัดแยกขนาดของผลมังคุด การจำหน่ายผลผลิต ผลผลิตที่ได้จะนำไปจำหน่ายเอง โดยจำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 15-20 บาท ต้นทุนในการผลิต 500 บาท/ไร่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ 1 ตัน/ปี รายได้ 20,000 บาท/ปี (หมายเหตุ: รายได้ต่อปีไม่สามารถคำนวณจากราคาต่อกิโลกรัมคูณกับปริมาณผลผลิตที่ได้ เพราะราคาที่ขายได้แต่ละช่วงไม่เท่ากัน) ไม่มีการจ้างแรงงานในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากแรงงานที่ใช้เป็นแรงงานภายในครอบครัว

ลักษณะทางกายภาพ

จากการเก็บตัวอย่างมังคุดแล้วนำมาวัดขนาดของกลีบเลี้ยง พบว่า กลีบเลี้ยงสีเขียวใหญ่มีขนาดกว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 23.42-26.72, 19.11-21.25 และ 1.14-1.17 มิลลิเมตร ตามลำดับ กลีบเลี้ยงสี

เขียวเล็กมีขนาด กว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 18.49-20.48, 12.70-14.48 และ 1.09-1.21 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนกลีบเลี้ยงสีแดงพบในระยะที่ 5 ขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงใหญ่ กว้าง ยาว และหนา เฉลี่ย 20.36, 15.37 และ 1.11 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงเล็ก กว้าง ยาว และหนา เฉลี่ย 17.30, 13.37 และ 1.08 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ภาพที่ 24 ลักษณะสวนมังคุดและดินของนายไสว นาเจริญ ต.จ.ป.ร. อ.กระบุรี จ.ระนอง

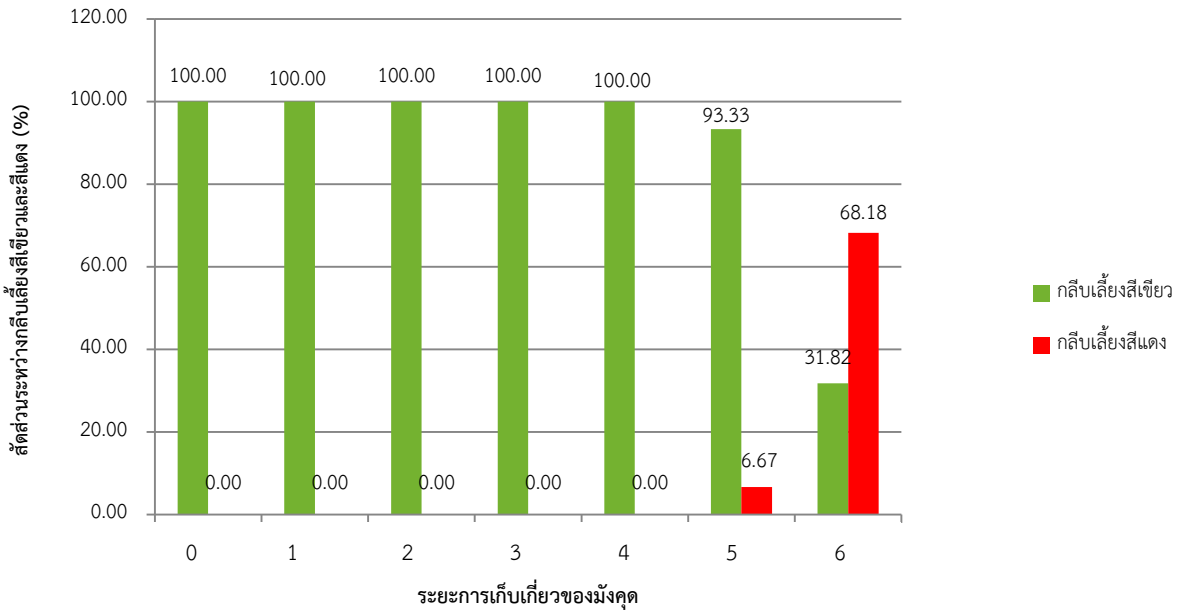
ตารางที่ 16 ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายไสว นาเจริญ

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว						กลีบเลี้ยงสีแดง					
	ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก			ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก		
	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)
0	24.16	19.94	1.14	19.45	14.44	1.09						
1	26.72	21.25	1.16	20.48	14.48	1.21						
2	25.37	19.88	1.17	19.59	13.83	1.19						
3	23.42	18.74	1.16	18.49	13.09	1.21						
4	25.06	19.77	1.16	19.70	13.89	1.19						
5	24.99	19.62	1.16	19.58	13.45	1.19	18.17	11.91	1.04	14.60	12.18	1.03
6	23.62	19.11	1.14	19.28	12.70	1.21	22.55	18.82	1.18	19.99	14.56	1.13
เฉลี่ย	24.76	19.76	1.16	19.51	13.70	1.18	20.36	15.37	1.11	17.30	13.37	1.08

สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดง ระยะที่ 5 และ 6 พบกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีแดง คือ ร้อยละ 93.33:6.67 และ 31.82: 68.18 จากข้อมูลพบว่าระยะที่ 6 พบกลีบเลี้ยงสีแดงมากกว่าสีเขียว (ภาพที่ 25)

เมื่อนำมาวัดค่าสีของกลีบเลี้ยงแต่ละระยะ พบ เฉดสีเขียวทั้งหมด 6 สี คือ Yellow-green144A, Yellow-green144B, Yellow-green144C, Yellow-green151C, Yellow-green152B และ Yellow-green152C ระยะ 0 และ 1 พบเฉดสี Yellow-green144A ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีอื่นๆ (ร้อยละ 46.67 และ 79.92 ตามลำดับ) ระยะที่ 2 ถึง 6 พบเฉดสี Yellow-green144B มากที่สุด ร้อยละ 62.96, 60.00, 48.15, 42.86 และ 85.71 ตามลำดับ

กลีบเลี้ยงสีแดง ระยะที่ 5 พบเพียงเฉดสีเดียว คือ Red-purple 61A (100 เปอร์เซ็นต์) ระยะที่ 6 พบ 4 เฉดสี คือ Red-purple 59A, Red-purple 60A, Red-purple 60B และ Red-purple 60C ร้อยละ 33.33, 20.00, 40.00 และ 6.67 ตามลำดับ (ตารางที่ 17)



ภาพที่ 25 สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวนนายไสว นาเจริญ

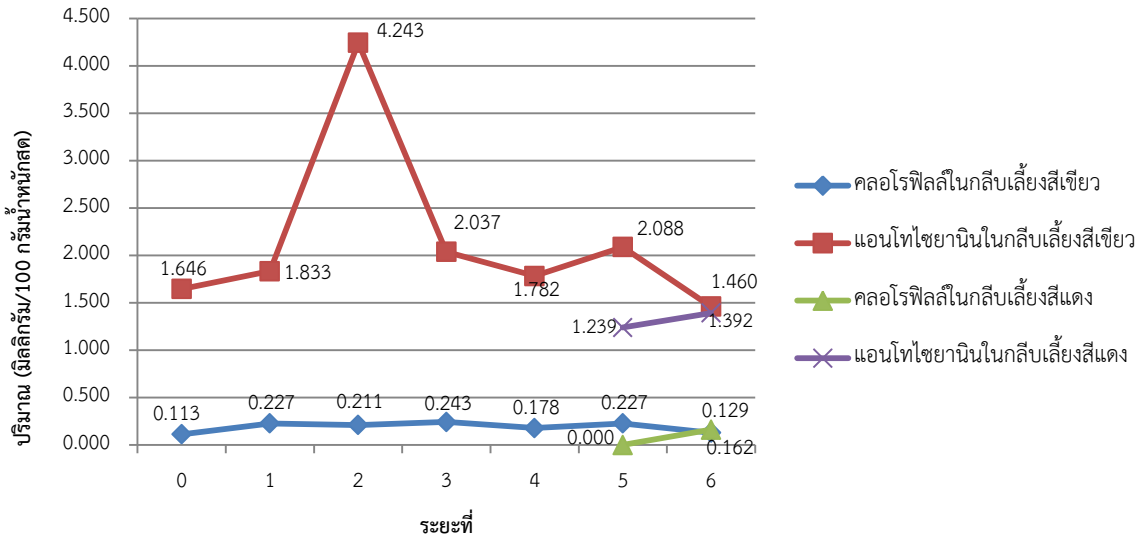
ตารางที่ 17 สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายไสว นาเจริญ

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว		กลีบเลี้ยงสีแดง	
	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)
0	Yellow-green144A	46.67		
0	Yellow-green144B	33.33		
0	Yellow-green144C	16.67		
0	Yellow-green152B	3.33		
1	Yellow-green144A	76.92		
1	Yellow-green144B	15.38		
1	Yellow-green144C	7.69		
2	Yellow-green144A	25.93		
2	Yellow-green144B	62.96		
2	Yellow-green144C	11.11		
3	Yellow-green144A	13.33		
3	Yellow-green144B	60.00		
3	Yellow-green144C	26.67		
4	Yellow-green144A	11.11		
4	Yellow-green144B	48.15		
4	Yellow-green144C	29.63		
4	Yellow-green151C	7.41		
4	Yellow-green152C	3.70		
5	Yellow-green144A	35.71	Red-purple 61A	100.00
5	Yellow-green144B	42.86		
5	Yellow-green144C	7.14		
5	Yellow-green151C	14.29		
6	Yellow-green144B	85.71	Red-purple 59A	33.33
6	Yellow-green144C	14.29	Red-purple 60A	20.00
			Red-purple 60B	40.00
			Red-purple 60C	6.67

ลักษณะทางเคมี

จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงทั้งสีเขียวและแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณ 0.113 – 0.227 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีแดงระยะ 5 ถึง 6 ตรวจไม่พบ ถึง 0.162 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวกับกลีบเลี้ยงสีแดงระยะที่ 5 ถึง 6 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดง เช่นเดียวกันกับสวนอื่นๆ

สำหรับปริมาณแอนโทยานินในกลีบเลี้ยงสีเขียว มีปริมาณในช่วงร้อยละ 1.460 ถึง 4.243 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด โดยมีปริมาณสูงสุดในระยะที่ 2 (4.243 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ต่ำสุดในระยะที่ 6 สำหรับในกลีบเลี้ยงสีแดงที่พบในระยที่ 5 ถึง 6 พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินระยะที่ 6 มากกว่าระยะที่ 5 แต่อย่างไรก็ตาม สังเกตได้ว่า ปริมาณแอนโทไซยานินในระยะที่ 5 และ 6 ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีแดง (ภาพที่ 26)



ภาพที่ 26 ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายไสว นาเจริญ

ปริมาณธาตุอาหาร

จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน พบว่า มีปริมาณต่ำมาก (48.09, 93.04 และ 0.44 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ) รวมถึงค่า pH ของดินด้วย 4.36 จัดเป็นดินกรด มีเพียงค่า EC ที่ไม่สูงเกินค่าที่เหมาะสม เมื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบมังคุด พบว่า มีปริมาณ มิลลิกรัม อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (ร้อยละ 0.17) ปริมาณแคลเซียมต่ำกว่าค่าความต้องการธาตุอาหารในใบมังคุด ส่วนปริมาณโบรอนต่ำกว่าค่าความต้องการเล็กน้อย ในส่วนของกลีบเลี้ยงทั้งสีเขียวและสีแดง ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้เมื่อเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ทั้ง 3 ธาตุ มีปริมาณน้อยกว่าค่าความต้องการ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนายไสว นาเจริญ

ธาตุอาหาร	ดิน	ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช [1/]	ใบ	ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ [2/]	กลีบเลี้ยง	
					สีเขียว	สีแดง
Mg	48.09 (mg/kg)	250-400 (mg/kg)	0.17 (%)	0.12-0.18 (%)	0.08 (%)	0.08 (%)
Ca	93.04 (mg/kg)	800-1,000 (mg/kg)	0.78 (%)	1.00-1.40 (%)	0.34 (%)	0.40 (%)
B	0.44 (mg/kg)	1-6 (mg/kg)	24.34 (mg/kg)	25-45 (mg/kg)	17.89 (mg/kg)	12.66 (mg/kg)
pH	4.36	5.6-7				
EC	0.27 (dS/m)	<2 (dS/m)				

[1/] ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช ที่มา: ชูชาติ สันธทรัพย์ (ม.ป.พ.) เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2/] ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ที่มา: สุมิตรา และคณะ (2547) การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

7. นางปาลกวินนา กลับดี ที่อยู่ 51 หมู่ 6 ต.ทุ่งหลวง อ.ละแม จ.ชุมพร สวนมังคุดที่ปลูกจะเป็นสวนมังคุดแบบปลูกแซมกับ มะพร้าว มังคุด และยางพารา (ภาพที่ 27) มีพื้นที่ปลูกจำนวน 5 ไร่ พื้นส่วนใหญ่เป็นการปลูกยางพารา โดยมีระยะการปลูกที่ไม่แน่นอน ต้นมีอายุระหว่าง 10-30 ปี ลักษณะของดินเป็นดินร่วน ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ การฉีดพ่นฮอร์โมน และการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง เนื่องจากมังคุดเป็นพืชที่ปลูกแซม การที่ต้นมังคุดจะได้รับการใส่ปุ๋ยนั้น ต่อเมื่อมีการใส่ปุ๋ยให้กับพืชหลักอย่างยางพารา การกำจัดวัชพืชทำการตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้า การตัดแต่งกิ่งมังคุด ทำการตัดแต่งต้นที่มีขนาดสูง ไม่มีการควบคุมปริมาณผล การเก็บเกี่ยว คือ การใช้จำปาสอย และการใช้ถุงผ้า เมื่อทำการเก็บมาแล้ว จะทำการคัดแยกขนาดของผลมังคุด ผลผลิตที่ได้จะนำไปจำหน่ายเอง โดยจำหน่ายกิโลกรัมละ 10-15 บาท ต้นทุนในการผลิต 500 บาท/ไร่ ปริมาณผลผลิตที่ได้ 1 ตัน/ปี รายได้ 15,000 บาท/ปี (หมายเหตุ: รายได้ต่อปีไม่สามารถคำนวณจากราคาต่อกิโลกรัมคูณกับปริมาณผลผลิตที่ได้ เพราะราคาที่ขายได้แต่ละช่วงไม่เท่ากัน) ไม่มีการจ้างแรงงาน เนื่องจากแรงงานที่ใช้เป็นแรงงานภายในครอบครัว

ภาพที่ 27 ลักษณะสวนมังคุดและดินของนางปาลกวินนา กลับดี ต.ทุ่งหลวง อ.ละแม จ.ชุมพร

ลักษณะทางกายภาพ

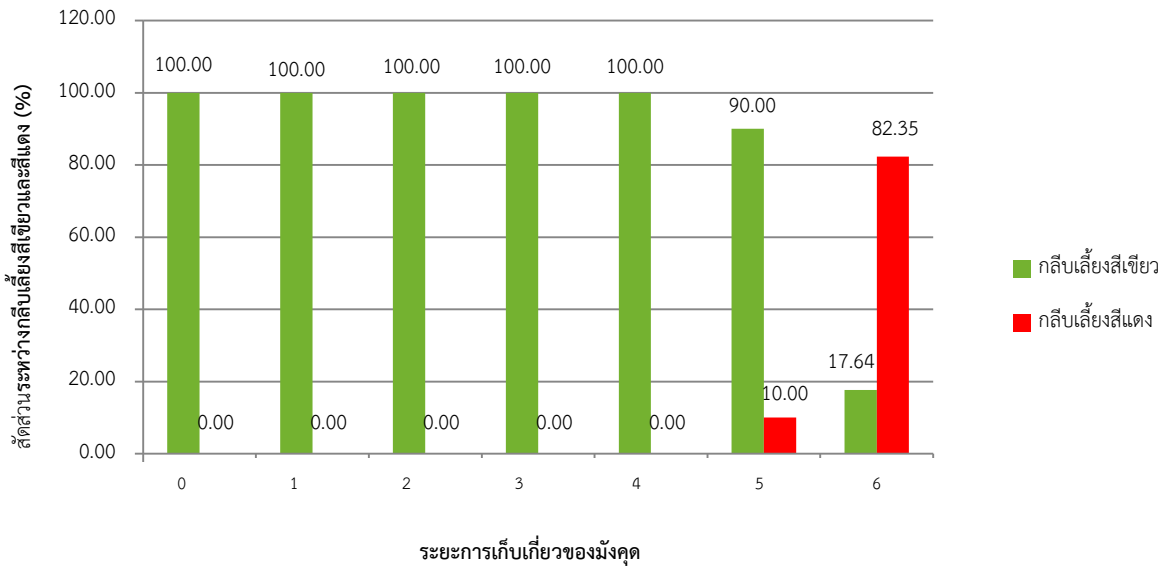
ขนาดของกลีบเลี้ยงสีเขียวขนาดใหญ่มีขนาด กว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 24.11-26.35, 18.62-21.90 และ 0.96-1.19 มิลลิเมตร ตามลำดับ กลีบเลี้ยงสีเขียวเล็กมีขนาด กว้าง ยาว และ หนา ในช่วง 19.67-22.40, 12.23-18.21 และ 1.00-1.23 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนกลีบเลี้ยงสีแดงพบในระยะที่ 5 ขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงใหญ่ กว้าง ยาว และหนา เฉลี่ย 24.86, 18.94 และ 1.19 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขนาดกลีบเลี้ยงสีแดงเล็ก กว้าง ยาว และหนา เฉลี่ย 18.42, 13.16 และ 1.06 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 19)
สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดง ระยะที่ 5 และ 6 พบกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีแดง คือ ร้อยละ 90:10 และ 17.64:82.35 จากข้อมูลพบว่าระยที่ 6 พบกลีบเลี้ยงสีแดงมากกว่าสีเขียว (ภาพที่ 28)

ค่าสีของกลีบเลี้ยงแต่ละระยะ พบ เฉดสีเขียวทั้งหมด 3 สี คือ Yellow-green144A, Yellow-green144B และ Yellow-green144C ระยะ 0 พบสี Yellow-green144A มากที่สุด ร้อยละ 67.86 ระยะที่ 1 และ 2 สี Yellow-green144B พบมากที่สุด ร้อยละ 63.33 และ 43.33 ตามลำดับ ระยะที่ 3 พบสี Yellow-green144A และ Yellow-green144B เท่ากัน คือ ร้อยละ 40.00 ระยะที่ 4 พบสี Yellow-green144C มากที่สุด ร้อยละ 38.89 ระยะที่ 5 พบสี Yellow-green144A และ Yellow-green144B เท่ากัน คือ ร้อยละ 44.44 ระยะที่ 6 พบ 3 เฉดสี คือ Yellow-green144A, Yellow-green144B และ Yellow-green144C ในสัดส่วนที่เท่ากัน ร้อยละ 33.33

ตารางที่ 19 ขนาดกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางปาลกวินนา กลับดี

ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว						กลีบเลี้ยงสีแดง					
	ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก			ขนาดกลีบใหญ่			ขนาดกลีบเล็ก		
	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	หนา (มม.)
0	24.47	20.51	0.96	19.69	16.2	1.00						
1	24.50	21.57	1.09	20.40	15.81	1.12						
2	25.50	21.90	1.11	20.36	15.99	1.13						
3	24.11	20.07	1.12	22.4	18.21	1.09						
4	26.35	21.36	1.19	20.36	15.15	1.13						
5	24.35	20.38	1.09	19.67	14.30	1.05	24.39	17.06	1.18	17.06	12.20	1.00
6	24.25	18.62	1.12	20.08	12.23	1.23	25.34	20.82	1.20	19.77	14.11	1.11
เฉลี่ย	24.79	20.63	1.10	20.42	15.41	1.11	24.86	18.94	1.19	18.42	13.16	1.06

กลีบเลี้ยงสีแดง ระยะที่ 5 พบเพียงเฉดสีเดียว คือ Red-purple 61A คือ ร้อยละ 100 ระยะที่ 6 พบ 4 เฉดสี คือ Red-purple 59A, Red-purple 59B, Red-purple 60A และRed-purple 60B ร้อยละ 28.57, 21.43, 35.71 และ 14.29 ตามลำดับ (ตารางที่ 20)



ภาพที่ 28 สัดส่วนการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวต่อสีแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 จากสวนนางปาลกวินนา กลับดี

ตารางที่ 20 สีกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางปาลกวินนา กลับดี

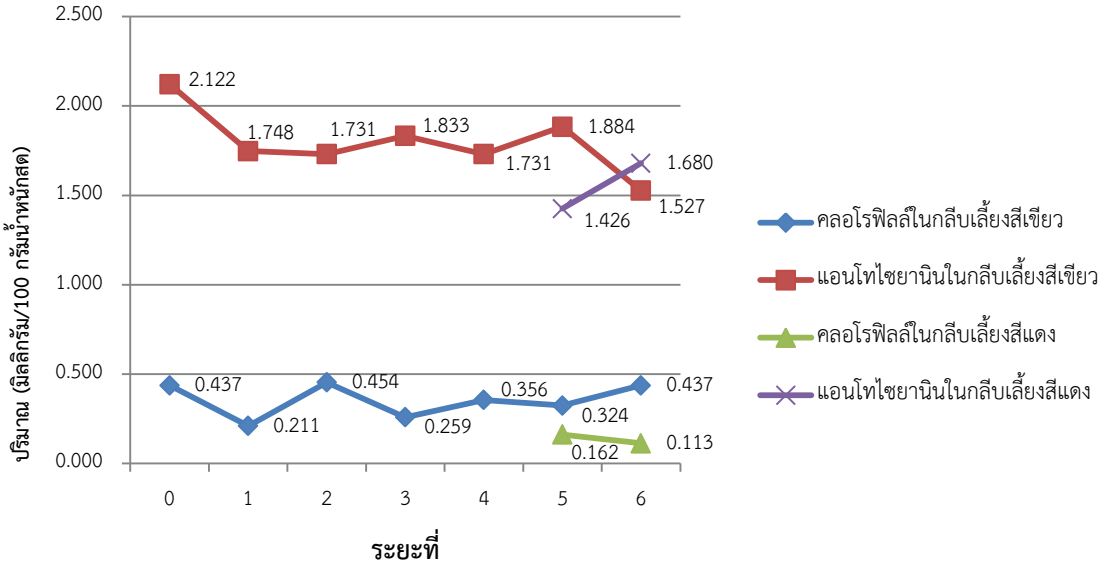
ระยะที่	กลีบเลี้ยงสีเขียว		กลีบเลี้ยงสีแดง	
	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)	เฉดสี	สัดส่วนที่พบ (%)
0	Yellow-green144A	67.86		
0	Yellow-green144B	25.00		
0	Yellow-green144C	7.14		
1	Yellow-green144A	26.67		
1	Yellow-green144B	63.33		
1	Yellow-green144C	10.00		
2	Yellow-green144A	40.00		
2	Yellow-green144B	43.33		
2	Yellow-green144C	16.67		
3	Yellow-green144A	40.00		
3	Yellow-green144B	40.00		
3	Yellow-green144C	20.00		
4	Yellow-green144A	33.33		
4	Yellow-green144B	27.78		
4	Yellow-green144C	38.89		
5	Yellow-green144A	44.44	Red-purple 60B	100.00
5	Yellow-green144B	44.44		
5	Yellow-green144C	11.11		
6	Yellow-green144A	33.33	Red-purple 59A	28.57
6	Yellow-green144B	33.33	Red-purple 59B	21.43
6	Yellow-green144C	33.33	Red-purple 60A	35.71
			Red-purple 60B	14.29

ลักษณะทางเคมี

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงทั้งสีเขียวและแดงตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 6 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณ 0.211 – 0.454 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีแดงระยะ 5 ถึง 6 มีปริมาณ 0.162 และ 0.113 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ปริมาณลดลงเมื่อ

อายุเก็บเกี่ยวมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวกับกลีบเลี้ยงสีแดงระยะที่ 5 ถึง 6 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดง เช่นเดียวกันกับสวนอื่นๆ

สำหรับปริมาณแอนโทยานินในกลีบเลี้ยงสีเขียว มีปริมาณต่ำสุดในระยะที่ 6 คือ 1.680 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด โดยมีปริมาณสูงสุดในระยะที่ 1 (2.122 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) สำหรับในกลีบเลี้ยงสีแดงที่พบในระยะที่ 5 ถึง 6 พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินระยะที่ 6 มากกว่าระยะที่ 5 (1.680 และ 1.426 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) โดยปริมาณแอนโทไซยานินในระยะที่ 6 ในกลีบเลี้ยงสีแดงมีปริมาณมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีเขียว (ภาพที่ 29)



ภาพที่ 29 ปริมาณคลอโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางปาลกวินนา กลับดี

ปริมาณธาตุอาหาร

จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน พบว่า มีปริมาณต่ำค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช (143.63, 294.46 และ 0.35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ) รวมถึงค่า pH ของดินด้วย 4.29 จัดเป็นดินกรด ค่า EC ไม่สูงเกินค่าที่เหมาะสม ปริมาณธาตุอาหารในใบมังคุด พบว่ามีปริมาณ แมกนีเซียม เกินช่วงที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบมังคุด (ร้อยละ 0.20) ปริมาณแคลเซียมต่ำกว่าค่าความต้องการธาตุอาหารในใบมังคุด (ร้อยละ 0.87) ปริมาณโบรอนอยู่ในเกณฑ์ของค่าความต้องการในใบ กลีบเลี้ยงสีเขียว ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้เมื่อเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ทั้ง 3 ธาตุ มีปริมาณต่ำกว่าค่าความต้องการ แต่ในกลีบเลี้ยงสีแดง ปริมาณ แมกนีเซียม และแคลเซียม ต่ำกว่าค่าความต้องการเมื่อเทียบกับค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ (ร้อยละ 0.07 และ 0.39 ตามลำดับ) ยกเว้นโบรอน ที่มีค่าอยู่ในช่วงค่าความต้องการฯ (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 21 ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และกลีบเลี้ยงของมังคุดจากสวนนางปาลกวินนา กลับดี

ธาตุอาหาร	ดิน	ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช [1/]	ใบ	ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ [2/]	กลีบเลี้ยง	
					สีเขียว	สีแดง
Mg	143.63 (mg/kg)	250-400 (mg/kg)	0.20 (%)	0.12-0.18 (%)	0.08 (%)	0.07 (%)
Ca	294.46 (mg/kg)	800-1,000 (mg/kg)	0.87 (%)	1.00-1.40 (%)	0.41 (%)	0.39 (%)
B	0.35 (mg/kg)	1-6 (mg/kg)	33.52 (mg/kg)	25-45 (mg/kg)	19.39 (mg/kg)	26.04 (mg/kg)
pH	4.29	5.6-7				
EC	0.86 (dS/m)	<2 (dS/m)				

หมายเหตุ: [1/] ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช ที่มา: ชูชาติ สันธทรัพย์ (ม.ป.พ.) เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2/] ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ที่มา: สุมิตรา และคณะ (2547) การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าขนาดของกลีบเลี้ยงระหว่างกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดงมีขนาดทั้งกว้าง ยาว และหนา มีความใกล้เคียงกัน ทั้ง 7 สวน โดยกลีบเลี้ยงสีเขียวใหญ่มีขนาดความกว้างเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 24.35 มิลลิเมตร ความยาว 20.05 มิลลิเมตร และหนา 0.88 มิลลิเมตร ส่วนกลีบเลี้ยงสีเขียวเล็กมีความกว้าง 19.37 มิลลิเมตร ยาว 14.08 มิลลิเมตร หนา 0.97 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงแดงใหญ่มีขนาดกว้าง ยาว และหนา 23.49, 18.85 และ 0.90 มิลลิเมตร ตามลำดับ กลีบเลี้ยงแดงเล็ก ขนาดกว้าง ยาว และหนา 18.41, 13.60 และ 0.94 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดแตกต่างกันน้อยมาก โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างความกว้างของกลีบเลี้ยงใหญ่ระหว่างสีเขียวกับสีแดง พบว่า กลีบเลี้ยงสีเขียวใหญ่กว้างกว่าสีแดงใหญ่ 0.86 มิลลิเมตร และยาวกว่า 1.2 มิลลิเมตร แต่กลีบเลี้ยงสีเขียวใหญ่หนาน้อยกว่ากลีบเลี้ยงสีแดง 0.02 มิลลิเมตร และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลีบเลี้ยงเล็กสีเขียวกับสีแดง พบว่า กลีบเลี้ยงสีเขียวเล็กกว้างกว่าสีแดงเล็ก 0.96 มิลลิเมตร ยาวกว่า 0.46 มิลลิเมตร และหนากว่า 0.03 มิลลิเมตร นั้นแสดงให้เห็นว่าขนาดของกลีบเลี้ยงไม่มีผลต่อสีของกลีบเลี้ยง

เมื่อเปรียบเทียบระยะการเก็บเกี่ยวของผลตั้งแต่ระยะที่ 0 ถึง 1 ระยะที่พบแสดงอาการกลีบเลี้ยงสีแดงเริ่มนั้น เริ่มพบว่าแสดงอาการกลีบเลี้ยงแดงตั้งแต่ระยะที่ 3 แต่พบมากในระยะที่ 6 โดยพบว่ามีปริมาณผลที่มีกลีบเลี้ยงสีแดงในระยะที่ 6 ร้อยละ 50 ถึง 93.75

ปริมาณรงควัตถุระหว่างปริมาณแอนโทไซยานินและคลอโรฟิลล์ พบว่า ทั้ง 7 สวนปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงทั้งสีเขียวและสีแดงมีมากกว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดง แต่ที่น่าสนใจคือปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีมากกว่ากลีบเลี้ยงสีแดง ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้ง 7 สวนเป็นในทิศทางเดียวกัน ซึ่งอาจเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เกี่ยวข้องกับเอ็นไซม์และปฏิกิริยาเคมี โดยคลอโรฟิลล์จะสลายตัวไปเป็นสารที่ไม่มีสี ทำให้เม็ดสี (Pigments) อื่นๆ เช่น คาโรทีนอยด์ฯลฯ ปรากฏออกมาให้เห็น คลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลงได้ง่ายในสภาพความเป็นกรดทำให้แมกนีเซียมเคลื่อนย้ายจากศูนย์กลางโครงสร้าง Tetrapyrole และเกิดสารใหม่คือ

Pheophytin ซึ่งเป็นสารทีมีสีเขียวมะกอกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ มี Chlorophyllase ทำหน้าที่เป็น Catalyst ของปฏิกิริยาการสลายตัว (สังคม, 2547) สีเขียวของคลอโรฟิลล์จะหมดไปก็ต่อเมื่อ Double bond ในวงแหวน Porphyrin ถูกทำลายลง ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยการออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจน (จริงแท้, 2546)

สำหรับปริมาณแอนโทไซยานิน จากผลการวิเคราะห์ในแต่ละสวนพบว่า ในกลีบเลี้ยงสีแดงปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บเกี่ยว ถึงแม้ในสวนมังคุดบางสวนปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่าสีแดงก็ตาม การสังเคราะห์แอนโทไซยานิน ในระหว่างที่ผักและผลไม้เริมแก่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อ ซูโครส สามารถทดแทนบางส่วนของแสงและ CO_2 ในการกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์แอนโทไซยานินได้ (สังคม, 2547)

ปริมาณธาตุอาหารพืชในดินส่วนใหญ่ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ได้แก่ แมกนีเซียม และแคลเซียม ส่วนปริมาณธาตุอาหารในใบ โดยรวมแมกนีเซียม และ แคลเซียมอยู่ในค่ามาตรฐานความต้องการของมังคุด ส่วนโบรอนมีบางสวนที่มีเกินค่ามาตรฐาน ส่วนในกลีบเลี้ยงหากเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความต้องการของมังคุด พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมและแคลเซียม มีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานฯ ส่วนโบรอนในกลีบเลี้ยงมีทั้งต่ำกว่าค่ามาตรฐานฯและอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน (ชูชาติ, ม.ป.พ.) ซึ่งอาจสันนิษฐานได้ว่าปริมาณธาตุแมกนีเซียมและแคลเซียมในดินอาจมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยงของมังคุดที่เกิดอาการกลีบเลี้ยงสีแดงระดับต่างๆ

จากการเก็บตัวอย่างกลีบเลี้ยงเพื่อหาปริมาณธาตุอาหาร โดยให้แบ่งเป็นร้อยละการเกิดสีต่อพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยงเป็น 4 แบบ คือ

แบบที่ 1 เกิดสีแดงประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง

แบบที่ 2 เกิดสีแดงประมาณร้อยละ 40 ของพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง

แบบที่ 3 เกิดสีแดงประมาณร้อยละ 60 ของพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง

แบบที่ 4 เกิดสีแดงร้อยละ 80 ขึ้นไปของพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง

เมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยง พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในกลีบเลี้ยงสีเขียวและกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดง 80-100% มีปริมาณมากกว่า กลีบเลี้ยงสีแดงที่ระดับอื่นๆ (1.70 และ 1.50% ตามลำดับ) ส่วนฟอสฟอรัสในกลีบเลี้ยงสีเขียว กลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดง 80-100% และ 40-50% มีปริมาณมากกว่า กลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดง 10-30 และ 60-70% (0.10, 0.10 และ0.08%) สำหรับปริมาณแคลเซียมมีมากที่สุดในกลีบเลี้ยงสีเขียว 0.56% ส่วนโพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบปริมาณธาตุอาหารทั้ง 6 ธาตุ กับค่ามาตรฐานในพืช มีแคลเซียมเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่พบว่าทั้งกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดงมีปริมาณน้อยกว่า ถึงแม้ว่าในกลีบเลี้ยงสีเขียวจะมีปริมาณมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดงก็ตาม (ตารางที่ 22)

ปริมาณธาตุอาหารในใบ เช่นเดียวกันกับในกลีบเลี้ยง คือมีเพียงปริมาณแคลเซียมเท่านั้นที่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานแล้ว ถือว่ามีปริมาณน้อยกว่า (ตารางที่ 23) โดยมีค่าเท่ากับ 0.96% สำหรับปริมาณธาตุ

อาหารในดิน พบว่า แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานมาก (สุมิตรา, 2547) โดยมีค่าเท่ากับ 135.1, 42.1 และ 0.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 24)

จากผลการทดลองอาจสงสัยได้ว่าปริมาณแคลเซียมอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับสีของกลีบเลี้ยง เพราะในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณแคลเซียมมากกว่าในกลีบเลี้ยงสีแดงทั้ง 4 ระดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบกับค่ามาตรฐานในกลีบเลี้ยงสีเขียวยังมีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานฯเช่นเดียวกัน และเมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ปริมาณแมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน มีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ 1.1 ในส่วนของการขาดแมกนีเซียม และแคลเซียมในดิน อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้กลีบเลี้ยงมีสีแดงก็เป็นได้

ตารางที่ 22 ปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดง

รายการ	ปริมาณธาตุอาหาร					
	N[1/] (%)	P[1/] (%)	K[1/] (%)	Ca[1/] (%)	Mg[1/] (%)	B[1/] (mg/kg)
เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยง 10-30%	1.39 b	0.06 b	1.26	0.25 b	0.10	23.81
เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยง 40-50%	1.32 b	0.08 ab	1.20	0.28 b	0.12	21.33
เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยง 60-70%	1.24 b	0.05 b	1.25	0.26 b	0.11	23.30
เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยง 80-100%	1.50 ab	0.10 a	1.25	0.22 b	0.11	21.60
กลีบเลี้ยงสีเขียว	1.70 a	0.10 a	1.18	0.56 a	0.12	21.99
F-test	*	*	ns	**	ns	ns
C.V. (%)	11.12	24.61	7.66	10.60	8.83	6.65
ค่ามาตรฐาน[2/]	1.10-1.40	0.05-0.08	0.06-1.10	1.00-1.40	0.12-0.18	25-40

หมายเหตุ: [1/]ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $p \geq 0.05$, ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

[2/] ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ที่มา: สุมิตรา และคณะ (2547) การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ตารางที่ 23 ปริมาณธาตุอาหารในใบมังคุด

ส่วนของพืช	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	B (mg/kg)
ใบ	1.95	0.07	1.07	0.96	0.14	27.71
ค่ามาตรฐาน[1/]	1.10-1.40	0.05-0.08	0.06-1.10	1.00-1.40	0.12-0.18	25-40

หมายเหตุ: [1/]ค่าความต้องการธาตุอาหารในใบ ที่มา: สุมิตรา และคณะ (2547) การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ตารางที่ 24 ปริมาณธาตุอาหารในดิน

รายการ	O.M. (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	B (mg/kg)	pH	E.C. (ms/cm.)
ดิน	3.2	0.2	40.6	114.6	135.1	42.9	0.6	4.2	0.094
ค่ามาตรฐาน	2-3	-	35-60	100-120	800-1,500	250-400	1-6	6-7	-

หมายเหตุ: [1/] ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช ที่มา: ชูชาติ สันธทรัพย์ (ม.ป.พ.) เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การทดลองที่ 1.3 ศึกษาระยะเวลาที่เริ่มแสดงอาการกลีบเลี้ยงสีแดงของมังคุด

สำหรับการเก็บข้อมูลระยะเริ่มเกิดอาการกลีบเลี้ยงสีแดงของผลมังคุดตั้งแต่ระยะที่อยู่บนต้น โดยติดป้ายไว้ที่ลูกมังคุดตั้งแต่ระยะผลขนาดเล็กจนกระทั้งสามารถเก็บเกี่ยวได้ จำนวน 60 ลูก/ต้น ทำทั้งหมด 10 ต้น ได้ทำการทดลอง ณ แปลงทดลองมังคุด ศูนย์พัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวัน อ.ขลุง จ.จันทบุรี พบว่า กลีบเลี้ยงเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงเมื่อเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยวเท่านั้น (ผลระยะเก็บเกี่ยว คือ ผลเริ่มมีจุดปะสีแดงปรากฏที่ผิว) ไม่พบเมื่อผลมีขนาดเล็กหรือเก็บเกี่ยวไม่ได้

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของแมกนีเซียม แคลเซียม โบรอน และจิบเบอเรลลิน ต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบเลี้ยงมังคุด

การศึกษาผลของแมกนีเซียม แคลเซียม โบรอน และจิบเบอเรลลิน ต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบเลี้ยงมังคุดมีการวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 กรรมวิธี มี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น คือ

กรรมวิธีที่ 1 พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 2 พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,000 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 3 พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น

กรรมวิธีที่ 4 พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

กรรมวิธีที่ 7 ไม่พ่นสาร

จากศึกษาผลของแมกนีเซียม แคลเซียม โบรอน และจิบเบอเรลลิน ต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบเลี้ยงมังคุดทั้ง 7 กรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีที่ 2 และ3 ที่มีพ่นแมกนีเซียมอัตรา 1,000 และ1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และใส่ทางดิน 1,000 และ 1,500 กรัม/ต้น มีร้อยละการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวมากกว่ากรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 25) โดยทั้งสองกรรมวิธีมีร้อยละการเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวเท่ากับ 97.61 และ 97.18 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการพ่นแมกนีเซียมทางใบอัตรา 1,000 และ1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และใส่ทางดิน 1,000 และ1,500 กรัม/ต้น ช่วยให้กลีบเลี้ยงของมังคุดมีสีเขียวขึ้น ซึ่งจากคุณสมบัติของแมกนีเซียมมีหน้าที่สำคัญ คือ เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไขมัน และน้ำตาล ทำให้

สภาพกรด ด่าง ในเซลล์พอเหมาะ ช่วยในการงอกของเมล็ด นอกจากนี้ยังเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) มังคุดที่ปลูกในภาคตะวันออกของประเทศไทย พบอาการขาดแมกนีเซียมมาก และพบในสวนเป็นจำนวนมาก เนื่องจากดินเป็นกรด และมีฝนตกชุก ทำให้มีการชะล้างแมกนีเซียมสูง เกษตรกรส่วนมากไม่ได้ใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมหรือใช้ในปริมาณน้อย (สุมิตรา, 2557)

สำหรับการเกิดอาการกลีบเลี้ยงสีแดงเมื่อแบ่งตามการเกิดสีแดงต่อพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยงเป็น 4 ช่วง คือ 10-30, 40-50, 60-70 และ 80-100 พบว่า การเกิดสีแดงต่อพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยงในช่วงร้อยละ 10-30, 40-50 และ 60-70 ของกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ที่มีพ่นแมกนีเซียมอัตรา 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และใส่ทางดิน 1,000 และ1,500 กรัม/ต้น มีร้อยละการเกิดกลีบเลี้ยงแดงน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 26) แต่ช่วงร้อยละ 80-100 พบว่ากรรมที่มีการใส่แมกนีเซียมทั้ง 3 อัตรา ทั้งทางใบและทางดิน (กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3) การพ่นแคลเซียมร่วมกับโบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20 ลิตร (กรรมวิธีที่ 5) และพ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (กรรมวิธีที่ 6) มีร้อยละการเกิดสีแดงในช่วงนี้น้อยกว่ากรรมวิธีพ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20 ลิตร (กรรมวิธี 4) ส่วนกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร (กรรมที่ 7 ชุดควบคุม) มีร้อยละการเกิดสีแดงในระดับนี้สูงกว่ากรรมวิธีอื่น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการพ่นแมกนีเซียมทั้ง 3 อัตรามีการเกิดสีแดงในระดับที่ไม่รุนแรงหรือไม่มาก และดีกว่าการพ่นด้วยแคลเซียม และโบรอน เพราะการพ่นแคลเซียมและโบรอนในกรรมวิธีที่ 5 และ 6 มีร้อยละการเกิดกลีบเลี้ยงสีแดงมากกว่า ซึ่งเมื่อดูจากคุณสมบัติของธาตุทั้งสองธาตุนี้ก็ไม่เกี่ยวข้องกับรงควัตถุ โดยหน้าที่สำคัญของแคลเซียม เป็นองค์ประกอบในสารที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกัน ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด และช่วยให้เอนไซม์บางชนิดทำงานได้ดี ส่วนโบรอนหน้าที่สำคัญ คือ ช่วยในการออกดอกและผสมเกสร มีบทบาทสำคัญในการติดผลและการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล การเคลื่อนย้ายของฮอร์โมน การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและการแบ่งเซลล์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) โดยอาการขาดแคลเซียมในมังคุด มีการรายงานว่ามีความสัมพันธ์กับอาการเนื้อแก้วและยางไหลมากกว่าอาการอื่นๆในมังคุด จากการทดลองอิทธิพลของแคลเซียมต่อการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลในมังคุด พบว่า การใส่แคลเซียมในรูปยิบซัมทางดิน หรือร่วมกับการพ่นแคลเซียมในรูปแคลเซียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์ หรือการพ่นแคลเซียมร่วมกับโบรอนทางใบและผล สามารถลดอาการเนื้อแก้วและยางไหลในมังคุดได้ (สุมิตรา, 2547; สุมิตรา และคณะ, 2552) ส่วนจิบเบอเรลลินก็ไม่ช่วยให้กลีบเลี้ยงมีสีเขียวเพิ่มขึ้น เนื่องจากจิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนพืชที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาของพืช ทำนองเดียวกันกับออก-ซินและไซโตไคนิน เช่น ช่วยในการยืดตัวของเซลล์ การแบ่งเซลล์ การปลดปล่อยเอนไซม์ การแสดงออกของเพศ และถึงแม้จะช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของพืชการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง แต่ไม่ช่วยชะลอลักษณะการสุกอื่นๆในไม้ผลเช่นเดียวกับไซโตไคนิน (จริงแท้, 2546) ซึ่งโดยส่วนใหญ่การชะลอการเปลี่ยนสีผลของจิบเบอเรลลินมักจะได้ผลดีเมื่อนำมาใช้ในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การศึกษาของจินตนา (2546) ได้ทำการจุ่มขั้วผลและกลีบเลี้ยงมังคุดในสารจิบเบอเรลลิคเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90% สามารถช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ที่ขั้วผลและกลีบเลี้ยงได้ และสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 18 วัน

ตารางที่ 25 การเกิดกลีบเลี้ยงสีเขียวและสีแดงของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ร้อยละการเกิดสีของกลีบเลี้ยง	
	สีเขียว[1/]	สีแดง[1/]
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	95.23 b	4.77 a
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	97.61 a	2.39 b
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	97.18 a	2.82 b
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร	94.06 b	5.94 a
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร	93.71 b	6.29 a
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	93.91 b	6.09 a
7. ไม่พ่นสาร	94.22 b	5.78 a
F-test	**	**
C.V. (%)	1.42	27.71

หมายเหตุ: [1/] ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

ตารางที่ 26 ร้อยละการเกิดสีแดงต่อพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยงในแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ร้อยละการเกิดสีแดงต่อพื้นที่ทั้งหมดของกลีบเลี้ยง			
	10 – 30[1/]	40 - 60[1/]	60 - 80[1/]	80 - 100[1/]
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	1.49 bc	0.88 bc	0.55 c	0.49 c
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	0.68 d	0.52 cd	0.44 cd	0.57 c
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	1.02 cd	0.38 d	0.31 d	0.49 c
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20 ลิตร	2.88 a	1.31 a	0.93 b	1.42 b
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20 ลิตร	2.18 ab	1.57 a	0.43 cd	0.7 c
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	2.34 a	1.27 ab	1.13 b	0.7 c
7. ไม่พ่นสาร	2.48 a	1.24 ab	1.43 a	1.77 a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	28.41	25.81	18.67	23.24

หมายเหตุ: [1/]ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

คุณสมบัติของดินในแต่ละกรรมวิธีเมื่อเทียบกับดินก่อนการทดลอง พบว่า มีเพียงปริมาณฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมเท่านั้นที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดย ปริมาณฟอสฟอรัสในกรรมวิธีที่พ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20 ลิตร มีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่ากรรมวิธีอื่น 88 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนปริมาณแมกนีเซียมในดิน ในกรรมวิธีที่ 3 ที่พ่นแมกนีเซียมซัลเฟต อัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และใส่ทางดินอัตรา 1,500 กรัม/ต้น มีปริมาณแมกนีเซียมมากกว่ากรรมวิธีอื่น 68.14 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยกรรมวิธีอื่นไม่แตกต่างจากปริมาณแมกนีเซียมในดินก่อนการทดลอง (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 คุณสมบัติของดินแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	N[1/] (%)	P[1/] mg/kg	K[1/] mg/kg	Mg[1/] mg/kg	Ca[1/] mg/kg	B[1/] mg/kg	pH[1/] mg/kg	EC[1/] mS/cm
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	0.15	28 c	97	39.36 b	122.69	0.58	4.12	0.09
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	0.14	40 b	101	40.76 b	134.14	0.49	4.28	0.07
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	0.14	40 b	100	68.14 a	128.31	0.58	4.18	0.08
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร	0.15	51 b	94	32.12 b	159.24	0.60	4.20	0.07
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร	0.13	88 a	111	36.76 b	122.24	0.78	4.22	0.07
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	0.14	55 b	104	37.13 b	141.51	0.65	4.22	0.07
7. ไม่พ่นสาร	0.14	39 b	114	37.24 b	85.52	0.69	4.35	0.08
ดินก่อนทำการทดลอง	0.15	38	119	34.78	109.42	0.61	4.22	0.08
F-test	ns	*	ns	**	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	12.51	36.55	22.96	29.98	33.03	28.06	3.21	20.71
ค่ามาตรฐาน[2/]	-	35-60	100-120	800-1,500	250-400	1-6	6-7	-

หมายเหตุ: [1/]ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $p \geq 0.05$, * = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

[2/]ค่าที่เหมาะสมในดินทั่วไปสำหรับการปลูกพืช ที่มา: ชูชาติ สันธทรัพย์ (ม.ป.พ.) เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปริมาณไนโตรเจนในใบมังคุดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยกรรมวิธีที่พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20 ลิตร (กรรมวิธีที่ 4) กรรมวิธีที่พ่นแคลเซียมร่วมกับโบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20

ลิตร (กรรมวิธีที่ 5) กรรมวิธีที่พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (กรรมวิธีที่ 6) และกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร (กรรมวิธีที่ 7) มีปริมาณไนโตรเจนมากกว่ากรรมวิธีพ่นแมกนีเซียมในอัตรา 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และใส่แมกนีเซียมทางดิน 500, 1,000 และ 1,500 กรัม/ต้น ปริมาณแมกนีเซียมในใบของกรรมวิธีที่ 1 มีปริมาณมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (0.18 %) ปริมาณแคลเซียมในใบ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณไม่แตกต่างกัน แต่ทุกกรรมวิธีมีปริมาณมากกว่าในใบมังคุดก่อนทำการทดลอง ส่วนปริมาณโบรอนในใบ พบว่า ปริมาณโบรอนในกรรมวิธีที่ 1, 5, 6, 7 และใบก่อนทำการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณมากกว่ากรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 (ตารางที่ 28) แต่เมื่อเทียบปริมาณธาตุอาหารกับค่ามาตรฐาน สังเกตได้ว่ามีเพียง 3 ธาตุเท่านั้นที่มีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์ คือ แมกนีเซียม แคลเซียม และโบรอน (สุมิตรา, 2547)

ตารางที่ 28 ปริมาณธาตุอาหารในใบของมังคุดของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	B (mg/kg)
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	1.46 c	0.07	0.78	0.18 a	1.32	28.68 ab
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	1.49 c	0.06	0.72	0.14 bc	1.31	24.08 b
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	1.67 bc	0.06	0.77	0.15 b	1.36	15.00 c
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20 ลิตร	1.82 ab	0.04	0.67	0.13 bc	1.26	12.07 c
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20 ลิตร	1.80 ab	0.05	0.60	0.13 c	1.24	28.30 ab
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	1.88 ab	0.06	0.64	0.14 bc	1.25	34.00 a
7. ไม่พ่นสาร	2.03 a	0.05	0.70	0.13 bc	1.22	28.78 ab
ใบมังคุดก่อนทำการทดลอง	1.89	0.07	1.03	0.14	0.92	30.00
F-test	**	ns	ns	**	ns	**
C.V. (%)	11.45	17.92	19.85	10.77	10.39	20.38
ค่ามาตรฐาน	1.10-1.40	0.05-0.08	0.06-1.10	1.00-1.40	0.12-0.18	25-40

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $p \geq 0.05$ และ ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

ปริมาณธาตุอาหารในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี ปริมาณไนโตรเจนในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 10-30 ของแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) โดยกรรมวิธีที่ 1 ที่พ่นแมกนีเซียมทางใบอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และใส่ทางดิน 500 กรัม/ต้น กับการพ่นแคลเซียม 40% อัตรา 10 มิลลิลิตร/20 ลิตร (กรรมวิธีที่ 4) มีปริมาณไนโตรเจนมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (1.59 และ 1.48 % ตามลำดับ) ส่วนปริมาณไนโตรเจนในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 40-100 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในกลีบเลี้ยงสีเขียว

พบว่า การพ่นแมกนีเซียมทางใบอัตรา 1000 และ1500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ร่วมกับใส่ทางดิน 1000 และ 1500 กรัม/ต้น และการพ่นแคลเซียม 40% อัตรา 10 มิลลิลิตร/20 ลิตร มีปริมาณไนโตรเจนมากกว่ากรรมวิธีอื่น โดยเฉพาะไม่พ่นสารที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำสุด (1.09%) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน มีเพียงกรรมวิธีที่ 7 ของกลีบเลี้ยงสีเขียวเท่านั้นที่มีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย (สุมิตรา, 2547) (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 29 ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ปริมาณไนโตรเจน (%)				
	ร้อยละพื้นที่ที่เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยงสีแดง				กลีบเลี้ยงสีเขียว
	10-30	40-50	60-70	80-100	
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	1.59 a	1.26	1.56	1.41	1.43 bc
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	1.28 bc	1.32	1.37	1.15	2.06 a
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	1.25 bc	1.38	1.45	1.23	1.77 ab
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร	1.48 ab	1.16	1.15	1.06	1.71 ab
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร	1.29 bc	1.19	1.53	1.01	1.65 b
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	1.14 c	1.16	1.14	0.86	1.51 b
7. ไม่พ่นสาร	1.12 c	1.10	1.13	1.07	1.09 c
F-test	*	ns	ns	ns	**
C.V. (%)	10.82	14.43	18.8	16.35	25.19
ค่ามาตรฐาน	1.10-1.40				

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $p \geq 0.05$, * = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ และ ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

ปริมาณฟอสฟอรัสในกลีบเลี้ยงที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ กลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 10-30, 40-50 และ 70-80 โดยกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 10-30 การไม่พ่นสารมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่ากรรมวิธีอื่น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในทุกกรรมวิธีอยู่ในช่วงที่เหมาะสม กลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 40-50 กรรมวิธีที่ 1 (การพ่นแมกนีเซียมอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และใส่ทางดิน 500 กรัม/ต้น) มีปริมาณน้อยที่สุด 0.04% ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย ซึ่งกรรมวิธีอื่นๆอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน ในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 60-70 พบว่า กรรมวิธีที่ 1 มีปริมาณน้อยที่สุดเช่นเดียวกัน คือ 0.05% เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วทุกกรรมวิธีอยู่ในช่วงมาตรฐาน (สุมิตรา, 2547) (ตารางที่ 30)

ตารางที่ 30 ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ปริมาณฟอสฟอรัส (%)				
	ร้อยละพื้นที่ที่เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยงสีแดง				กลีบเลี้ยงสีเขียว
	10-30	40-50	60-70	80-100	
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	0.05 b	0.04 b	0.05 b	0.06	0.07
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	0.06 b	0.07 a	0.06 ab	0.06	0.09
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	0.05 b	0.06 a	0.05 ab	0.06	0.07
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร	0.06 b	0.07 a	0.05 ab	0.05	0.08
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร	0.05 b	0.07 a	0.05 ab	0.05	0.06
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	0.05 b	0.06 a	0.07 a	0.08	0.10
7. ไม่พ่นสาร	0.07 a	0.07 a	0.05 ab	0.06	0.08
F-test	**	*	*	ns	ns
C.V. (%)	7.99	15.58	11.97	17.06	37.54
ค่ามาตรฐาน	0.05-0.08				

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $p \geq 0.05$, * = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ และ ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

ปริมาณโพแทสเซียมในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 10-30 พบว่า การพ่นแมกนีเซียมและใส่แมกนีเซียมทางทั้งทางใบและทางดินทั้ง 3 อัตรา (กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3) และการพ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร (กรรมวิธีที่ 5) มีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 40-50 การพ่นแมกนีเซียมซัลเฟต อัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น (กรรมวิธีที่ 1) มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำที่สุด 1.34% ส่วนในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 60-70 กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (1.28, 1.23 และ1.27% ตามลำดับ) ในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 80-100 กรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีปริมาณมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ 1.25 และ1.30% ตามลำดับ ส่วนในกลีบเลี้ยงสีเขียวกลับพบว่า กรรมวิธีที่ 6 มีปริมาณโพแทสเซียมน้อยที่สุด 0.98% (ตารางที่ 31) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานในทุกกรรมวิธี ทั้งในกลีบเลี้ยงสีแดงทุกระดับอาการเกิดสีแดงรวมทั้งกลีบเลี้ยงสีเขียวไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดยเฉพาะในกลีบเลี้ยงสีแดงที่มีการเกิดสีแดงร้อยละ 10-30 และ 40-50 ในทุกกรรมวิธี ในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 60-70 กรรมวิธีที่ 1-4 และกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 80-100 กรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าค่ามาตรฐาน (สุมิตรา, 2547) (ตารางที่ 31)

ปริมาณแมกนีเซียมในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี พบว่า การพ่นแมกนีเซียมในกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีปริมาณแมกนีเซียมมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆทั้งในกลีบเลี้ยงที่เกิดอาการสีแดงระดับต่างรวมทั้งกลีบเลี้ยงสีเขียว และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานมีปริมาณน้อยกว่ามาก (สุมิตรา, 2547) (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 31 ปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ปริมาณโพแทสเซียม (%)				
	ร้อยละพื้นที่ที่เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยงสีแดง				กลีบเลี้ยงสีเขียว
	10-30	40-50	60-70	80-100	
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	1.34 a	1.34 a	1.28 a	1.25 a	1.19 a
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	1.29 ab	1.16 c	1.23 abc	1.30 a	1.19 a
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	1.32 ab	1.18 c	1.21 bc	1.14 cd	1.14 a
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร	1.17 c	1.16 c	1.27 ab	1.17 bc	1.17 a
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร	1.30 ab	1.17 c	1.04 d	1.00 e	1.13 a
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	1.24 bc	1.15 c	1.01 d	1.20 b	0.98 b
7. ไม่พ่นสาร	1.17 c	1.22 b	1.19 c	1.01 d	1.13 a
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	4.16	1.74	1.7	2.24	6.32
ค่ามาตรฐาน	0.06-1.10				

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

ตารางที่ 32 ปริมาณธาตุอาหารแมกนีเซียมในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ปริมาณแมกนีเซียม (%)				
	ร้อยละพื้นที่ที่เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยงสีแดง				กลีบเลี้ยงสีเขียว
	10-30	40-50	60-70	80-100	
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	0.14 a	0.10 abc	0.12 a	0.11 a	0.14 a
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	0.13 ab	0.11 ab	0.11 ab	0.11 a	0.11 bc
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	0.14 a	0.12 a	0.12 a	0.09 b	0.14 a
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร	0.09 cd	0.01 bc	0.10 ab	0.09 b	0.12 b
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร	0.09 cd	0.08 c	0.09 b	0.09 b	0.10 c
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	0.11 bc	0.08 c	0.09 b	0.09 b	0.10 c
7. ไม่พ่นสาร	0.07 d	0.08 c	0.09 b	0.09 b	0.10 c
F-test	**	**	**	*	**
C.V. (%)	11.96	12.15	9.49	9.86	17.72
ค่ามาตรฐาน	1.00-1.40				

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, * = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ และ ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

ปริมาณธาตุแคลเซียมในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 10-30 กรรมวิธีที่ 1 มีปริมาณมากที่สุด 10.42% ส่วนกรรมวิธีที่ที่ 6 และ 7 มีปริมาณแคลเซียมน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (0.10 และ 0.15% ตามลำดับ) กลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 40-50 กรรมวิธีที่ 3 และ 4 มีปริมาณแคลเซียมมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ 0.21 และ 0.25% ตามลำดับ กลีบเลี้ยงเกิดสีแดงร้อยละ 60-70 กรรมวิธีที่ 7 และ 3 มีปริมาณมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (0.24 และ 0.24% ตามลำดับ) แต่กรรมวิธีที่ 1 และ 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 7 และ 3 กลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 80-100 กรรมวิธีที่ 7 การไม่พ่นสารมีปริมาณแคลเซียมมากกว่ากรรมวิธีอื่น 0.24% แต่อย่างไรก็ตามกรรมวิธีที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับกลีบเลี้ยงสีเขียว กรรมวีที่ 4 5 6 และ 7 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (0.52 0.54 0.56 และ 0.57% ตามลำดับ) โดยมีปริมาณมากกว่ากรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 (ตารางที่ 33) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกลีบเลี้ยงสีเขียวกับสีแดง พบว่า ปริมาณแคลเซียมในกลีบเลี้ยงสีเขียวมีปริมาณมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานโดยรวมมีปริมาณสูงกว่าค่ามาตรฐาน ยกเว้นกรรมวิธีที่ 6 ในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 10-30 ที่มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (สุมิตรา, 2547)

ตารางที่ 33 ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ปริมาณแคลเซียม (%)				
	ร้อยละพื้นที่ที่เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยงสีแดง				กลีบเลี้ยงสีเขียว
	10-30	40-50	60-70	80-100	
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	0.42 a	0.14 c	0.20 ab	0.19 ab	0.23 c
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	0.30 b	0.15 c	0.15 bc	0.18 b	0.21 c
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	0.30 b	0.21 ab	0.24 a	0.19 ab	0.41 b
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร	0.23 bc	0.25 a	0.20 abc	0.10 c	0.52 a
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร	0.18 cd	0.17 bc	0.15 bc	0.09 c	0.54 a
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	0.10 d	0.16 c	0.13 c	0.14 bc	0.56 a
7. ไม่พ่นสาร	0.15 d	0.17 bc	0.24 a	0.24 a	0.57 a
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	19.28	16.38	14	18.42	24.36
ค่ามาตรฐาน	0.12-0.18				

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $p \geq 0.05$, * = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ และ ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

ปริมาณโบรอนในกลีบเลี้ยง พบว่า การพ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร (กรรมวิธีที่ 5) โดยรวมทั้งในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงแต่ละระดับและกลีบเลี้ยงสีเขียว พบว่า มีปริมาณโบรอนมากกว่ากรรมวิธีอื่น แต่อย่างไรก็ตามปริมาณโบรอนในกลีบเลี้ยงสีแดงที่ระดับการเกิดสีแดงตั้งแต่ร้อยละ 40-100 เมื่อ

เทียบกับการไม่พ่นสารมีปริมาณไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 34) เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน สังเกตได้ว่าปริมาณโบรอนในกลีบเลี้ยงที่เกิดสีแดงร้อยละ 10-30 ในทุกกรรมวิธี และในกรรมวิธีที่ 5 ในกลีบเลี้ยงสีแดง (เกิดสีแดงร้อยละ 40-100) และสีเขียว ที่มีการโบรอนเสริมเข้าไปมีปริมาณโบรอนในกลีบเลี้ยงใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (สุมิตรา, 2547)

ตารางที่ 34 ปริมาณธาตุอาหารโบรอนในกลีบเลี้ยงของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ปริมาณโบรอน (mg/kg)				
	ร้อยละพื้นที่ที่เกิดสีแดงบนกลีบเลี้ยงสีแดง				กลีบเลี้ยงสีเขียว
	10-30	40-50	60-70	80-100	
1. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 500 กรัม/ต้น	22.20	21.03 bc	18.17 ab	22.07 ab	19.80 d
2. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1000 กรัม/ต้น	23.33	18.20 cd	15.40 b	19.07 bc	23.00 ab
3. พ่นแมกนีเซียมซัลเฟตอัตรา 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม + แมกนีเซียมซัลเฟต 1,500 กรัม/ต้น	23.90	15.17 d	21.60 ab	18.23 bc	21.94 bc
4. พ่นแคลเซียม 40% ในอัตรา 10 มิลลิลิตร/20ลิตร	20.27	20.73 bc	19.70 ab	16.90 c	17.59 e
5. พ่นแคลเซียม+โบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตร/20ลิตร	24.33	25.30 a	24.43 a	23.23 a	24.22 a
6. พ่นจิบเบอเรลลิน 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	22.50	21.63 bc	20.80 ab	20.53 abc	18.72 de
7. ไม่พ่นสาร	22.93	22.10 ab	20.33 ab	21.27 ab	20.21 cd
F-test	ns	**	**	*	**
C.V. (%)	14.66	9.38	11.28	11.18	9.46
ค่ามาตรฐาน	25-40				

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $p \geq 0.05$, * = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ และ ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$

การทดลองที่ 3 ศึกษาการชะลอการเปลี่ยนแปลงกลีบเลี้ยงมังคุดหลังกระบวนการเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาการชะลอการเปลี่ยนแปลงกลีบเลี้ยงมังคุดหลังกระบวนการเก็บเกี่ยวทั้ง 7 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่ 2 เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

กรรมวิธีที่ 3 เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำมาวางที่สภาพอุณหภูมิปกติ

กรรมวิธีที่ 4 เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำมาวางที่สภาพอุณหภูมิปกติ

กรรมวิธีที่ 5 เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ

กรรมวิธีที่ 6 เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ
กรรมวิธีที่ 7 วางอุณหภูมิปกติ

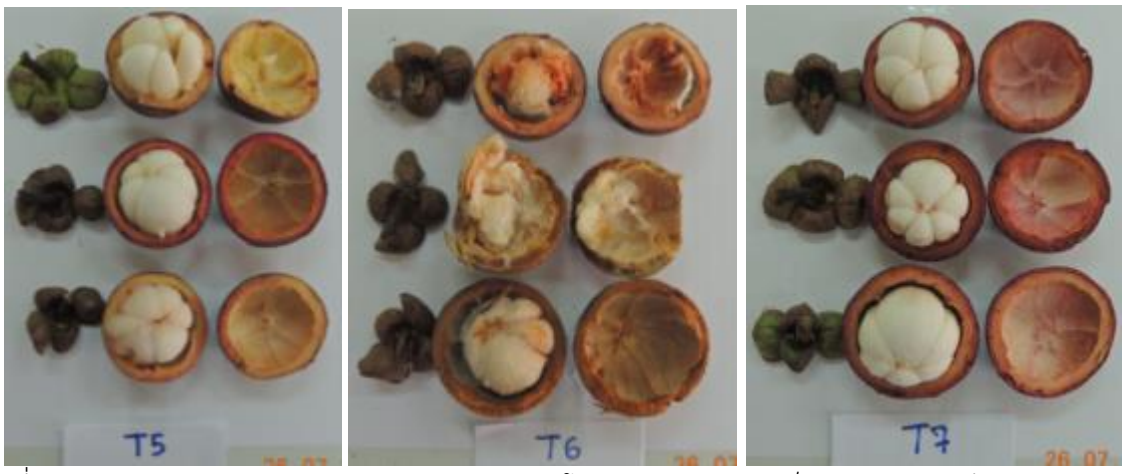
กลีบเลี้ยงของมังคุดที่ใช้เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1) พบว่าชะลอการเหี่ยวของกลีบเลี้ยงได้นานกว่าวิธีอื่นๆ โดยชะลอความเหี่ยวได้นาน 12 วัน การแช่เมธิลเซลลูโลส 1% และ 2% เป็นเวลา 10 นาที และนำมาเก็บรักษาไว้อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำมาวางที่สภาพอุณหภูมิปกติ (กรรมวิธีที่ 3 และ 4) ไม่สามารถชะลอการเก็บรักษาได้ เนื่องจากกลีบเลี้ยง ขั้วผล เหี่ยวมากกว่า 100% รวมถึงสีผิวของผลไม่สวย ลักษณะของสีเนื้อ รสชาติ เริ่มมีกลิ่นเน่าบ้าง สีเนื้อมีตั้งแต่ขาวจนเหลือง (ภาพที่ 30) รวมถึงกรรมวิธีที่ใช้เมธิลเซลลูโลส 1% และ 2% วางไว้อุณหภูมิปกติ และไม่เคลือบสารวางไว้อุณหภูมิปกติ หลังจากการทดลองที่ 16 วัน ให้ผลเช่นเดียวกัน (กรรมวิธีที่ 5, 6 และ 7) (ภาพที่ 31) (ตารางที่ 35)

ตารางที่ 35 ร้อยละความเหี่ยวของกลีบเลี้ยงที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส	อุณหภูมิในการเก็บรักษา	ร้อยละความเหี่ยวของกลีบเลี้ยงที่ระยะเวลาต่างๆ							
			4 วัน	8 วัน	12 วัน	16 วัน	20 วัน	24 วัน	28 วัน	32 วัน
1	1%	13 °ซ.	1.33 d	6.00 c	19.17 d	63.33 b	78.33	83.33	93.33	98.33
2	2%	13 °ซ.	40.83 a	53.33 b	56.67 c	66.67 b	80.00	85.00	91.67	96.67
3	1%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	เริ่มเน่า	
4	2%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	เริ่มเน่า	
5	1%	อุณหภูมิปกติ	9.25 c	68.33 a	91.67 ab	98.33 a	เริ่มเน่า			
6	2%	อุณหภูมิปกติ	27.50 b	69.17 a	99.92 a	99.92 a	เริ่มเน่า			
7	ไม่เคลือบสาร	อุณหภูมิปกติ	36.67 a	68.33 a	85.00 b	99.92 a	เริ่มเน่า			
		F-test	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns
		C.V. (%)	34.99	28.22	22.98	13.27	15.63	9.36	8.09	4.55

หมายเหตุ: หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$, - =ไม่ได้ทำการบันทึกผล

ภาพที่ 30 ลักษณะของมังคุดหลังจากการใช้เมธิลเซลลูโลส 1% และ 2% เป็นเวลา 10 นาที และนำมาเก็บรักษาไว้อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน กรรมวิธีที่ 3 และ 4



ภาพที่ 31 ลักษณะของมังคุดหลังจากการแช่เมธิลเซลลูโลส 1% และ 2% เป็นเวลา 10 นาที และนำมาวางไว้อุณหภูมิปกติ และการไม่เคลือบสารวางไว้อุณหภูมิปกติ ที่ 16 วัน (กรรมวิธีที่ 5, 6 และ 7 ตามลำดับ)

ขั้วผลของมังคุดที่ใช้เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1) พบว่าชะลอการเหี่ยวของขั้วผลได้นานกว่าวิธีอื่นๆ โดยชะลอความเหี่ยวได้กว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดย ที่ 4, 8 และ 12 หลังการทดลอง มีร้อยละความเหี่ยวของขั้วผล 9.1, 13.0, และ 18.0 ตามลำดับ และความเหี่ยวของกรรมวิธีที่ 3 และ 4 (การแช่เมธิลเซลลูโลส 1% และ 2% เป็นเวลา 10 นาที และนำมาเก็บรักษาไว้อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นนำมาวางที่สภาพอุณหภูมิปกติ) ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เนื่องจากครบ 30 วัน แล้ว พบว่าผลผลิตเริ่มเน่าเสีย รวมถึงกรรมวิธีที่ใช้เมธิลเซลลูโลส 1% และ 2% วางไว้อุณหภูมิปกติ และไม่เคลือบสารวางไว้อุณหภูมิปกติ หลังจากการทดลองที่ 16 วัน ให้ผลเช่นเดียวกัน จากข้อมูลสังเกตได้ว่าการใช้เมธิลเซลลูโสล 1% และ 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเหี่ยวของขั้วผลได้ดีกว่า การใช้เมธิลเซลลูโสล 1% และ 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ และการไม่เคลือบสาร ส่วนการเคลือบ

สารเมธิลเซลลูโลส 1% สามารถชะลอการเหี่ยวของขั้วผลได้ดีกว่าการเคลือบสารเมธิลเซลลูโลส 2% (ตารางที่ 36)

มังคุดหลังการเก็บเกี่ยวจะเกิดการเหี่ยวของส่วนก้านผลและกลีบเลี้ยงอย่างรวดเร็ว โดยพบการเหี่ยวพร้อมกับการเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีน้ำตาล นับเป็นอุปสรรคต่อการวางขาย วัลลภาและคณะ (2529) พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดมักเกิดขึ้นที่กลีบเลี้ยงเป็นส่วนใหญ่ ทำ ให้ส่วนก้านผลและกลีบเลี้ยงของมังคุดเหี่ยวแห้ง

ตารางที่ 36 ร้อยละความเหี่ยวของขั้วผลที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส	อุณหภูมิในการเก็บรักษา	ร้อยละความเหี่ยวของขั้วผลที่ระยะเวลาต่างๆ							
			4 วัน	8 วัน	12 วัน	16 วัน	20 วัน	24 วัน	28 วัน	32 วัน
1	1%	13 °ซ.	9.10 d	13.00 c	18.00 d	61.00 b	72.00	85.00	97.00	100.00
2	2%	13 °ซ.	15.00 cd	60.00 b	62.00 c	64.00 b	74.00	94.00	98.00	100.00
3	1%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	เริ่มเน่า	
4	2%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	เริ่มเน่า	
5	1%	อุณหภูมิปกติ	18.70 c	77.00 a	91.00 b	100.00 a	เริ่มเน่า			
6	2%	อุณหภูมิปกติ	46.60 b	86.00 a	98.80 a	100.00 a	เริ่มเน่า			
7	ไม่เคลือบสาร	อุณหภูมิปกติ	73.00 a	87.00 a	99.30 a	100.00 a	เริ่มเน่า			
		F-test	**	**	**	**	ns	ns	ns	-
		C.V. (%)	29.51	20.21	8.69	7.06	11.18	7.86	4.15	-

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$, - =ไม่ได้ทำการบันทึกผล

จากการวัดความแน่นเนื้อของแต่ละกรรมวิธี พบว่า ในทุกกรรมวิธีระยะแรกต้องใช้แรงกดมาก จากนั้นใช้แรงกดลดลง ซึ่งแต่ละช่วงระยะเวลาในการทดลองให้ผลต่างกัน โดยที่ 4 วัน การใช้เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ (กรรมวิธีที่ 6) มีความแน่นเนื้อน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ คือเท่ากับ 19.02 นิวตัน วันที่ 8 การใช้เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1) มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด 6.01 นิวตัน ในขณะที่ การใช้เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 2) มีความแน่นเนื้อมากที่สุด 30.47 นิวตัน ที่ 12 วัน การใช้เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิปกติ (กรรมวิธีที่ 2 และ6 ตามลำดับ) มีความแน่นเนื้อมากกว่า การใช้เมธิลเซลลูโลส 1% เก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิปกติ รวมทั้งการไม่เคลือบสาร วางไว้อุณหภูมิปกติ (กรรมวิธีที่ 1, 5 และ 7 ตามลำดับ) ที่ 16 วัน การ

ใช้เมธิลเซลลูโลส 2% เก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 2) มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด 6.27 นิวตัน และการไม่เคลือบสารวางไว้อุณหภูมิปกติมีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด 1.16 นิวตัน สำหรับวันที่ 20, 24, 28 และ 32 วัน กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีอื่นๆไม่สามารถวัดความแน่นเนื้อได้เนื่องจากผลเริ่มเน่า (ตารางที่ 37) การวัดความแน่นเนื้อเพื่อบ่งบอกถึงความสุกของมังคุด โดยเปลือกของมังคุดเริ่มอ่อนตัวเมื่อสุกมากขึ้น ซึ่งเกิดควบคู่ไปกับการเปลี่ยนแปลงสีเขียวตองอ่อนเป็นสีม่วงแดง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลต่างๆ ภายในผนังเซลล์ โดยเฉพาะเพกติน ซึ่งแต่เดิมอยู่ในรูปของโปรโตเพกติน (Protopectin) ซึ่งไม่ละลายน้ำ เปลี่ยนเป็นรูปที่ละลายน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ 2 ชนิดคือ โพลีกาแลคตูโรเนส (Polygalacturonase: PG) และ เพกตินเอสเตอเรส (Pectin Esterase: PE) (Eskin, 1979) แต่เมื่อเก็บรักษามังคุดนานขึ้นพบว่ามังคุดบางผลจะเกิดอาการแข็งของเปลือก ซึ่งสามารถเป็นดัชนีบอกถึงการเน่าเสียของเนื้อภายใน ความแข็งของเปลือกมังคุดขณะเก็บรักษามีสาเหตุจากการกระทบกระเทือนขณะเก็บเกี่ยวหรือหลังการเก็บเกี่ยว (อภิรดี, 2538) ทำ ให้เกิดการสร้างลิกนินขึ้น (Paxton *et al*., 1974) ซึ่งลิกนินนั้นเป็นสารที่เกิดจากการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ (Polymerization) ของฟีนอลที่มี
โมเลกุลขนาดเล็ก (Rhodes and Wooltorton, 1978) นอกจากนี้การสูญเสียน้ำจากเปลือกผลก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำ ให้เกิดอาการเปลือกแข็ง (Augustin and Azudin, 1986)

สีเปลือกนอกของผลมังคุดพัฒนาเป็นสีม่วงน้ำตาลเฉด Red-purple59A เช่นเดียวกันทุกกรรมวิธี และทุกระยะที่ทำการทดลองตั้งแต่ 4-32 วัน โดยมีปริมาณพื้นที่ที่เกิดสี Red-purple59A เพิ่มขึ้นตามระยะเวลา (ตารางที่ 38) สำหรับสีเนื้อใน พบว่า ที่ระยะ 4-16 วัน ทุกกรรมวิธีมีสีเนื้อในสีขาว แต่เมื่อเก็บไว้ที่ 20 วัน กรรมวิธีที่ใช้เมธิลเซลลูโลส 1% และ2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ และการไม่เคลือบสารโดยที่วางไว้ที่อุณหภูมิปกติ (กรรมวิธีที่ 5, 6 และ 7) สีเนื้อในเริ่มมีสีเหลืองและสีน้ำตาล ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้เมธิลเซลลูโลส 1% และ2% เก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) เนื้อในยังคงมีสีขาวไม่มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาล แต่หลังจากนั้น 24-32 วัน ในทุกกรรมวิธีสีเนื้อในมีสีเหลือง, สีน้ำตาล (ตารางที่ 39) การเปลี่ยนสีของเปลือกมังคุดที่เก็บเกี่ยวในระยะสายเลือดจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกหลังการเก็บเกี่ยว โดยสีแดงของจุดประสายเลือดจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนเป็นสีชมพู สีม่วงแดง จากนั้นผลจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม และสีดำ ในที่สุด (กวิศร์, 2522) การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกที่เกิดขึ้นนั้นเนื่องมาจากเอทิลีนที่ผลิตขึ้นขณะเข้าสู่กระบวนการสุกเร่งให้เกิดการสร้างแอนโทไซยานิน (Faragher and Brohier, 1984) และเอทิลีนยังชักนำ เอนไซม์คลอโรฟิลเลสให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นซึ่งมีผลโดยตรงต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Shimokawa *et al*., 1978)

กลิ่นหลังจากผ่าผลแล้วดมกลิ่น พบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้เมทิลเซลลูโลส 1% และ 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิปกติ และการไม่เคลือบสารวางไว้ที่อุณหภูมิปกติ (กรรมวิธีที่ 5, 6 และ 7) วันที่ 20 มีกลิ่นบูด ในขณะที่กรรมวิธีที่มีการใช้เมทิลเซลลูโลส 1% และ 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) เริ่มมีกลิ่นบูดหลังจากเก็บไว้ที่ 28 วัน ส่วนกรรมวิธีที่ใช้เมทิลเซลลูโลส 1% และ 2% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 30 วัน นำมาว่างต่อที่อุณหภูมิปกติ (กรรมวิธีที่ 3 และ 4) พบว่าเมื่อครบ 30 วัน เปิดกล่องแล้วผ่าดมมีกลิ่นบูด (ตารางที่ 40) การเกิดกลิ่นเป็นดัชนีหนึ่งที่บ่งบอกถึงการเน่าเสีย เนื่องจากเกิด

เนื่องจากเชื้อราต่าง ๆ คือ *Lasiodiplodia theobromae, Colletotrichum gloeosporiodes*, *Phomopsis* sp., *Gliocephalotrichum bulbilium* และ *Pestalotiopsis* sp. ซึ่งเชื้อราเหล่านี้จะเข้าทำลายตามส่วนต่าง ๆ ของผล คือ ก้านผล, กลีบเลี้ยง และ ปลายผล (สมศิริ และรัติยา, 2540)

ตารางที่ 37 ความแน่นเนื้อของผลมังคุดที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส	อุณหภูมิในการเก็บรักษา	ความแน่นเนื้อของผลมังคุดที่ระยะเวลาต่างๆ (นิวตัน)							
			4 วัน	8 วัน	12 วัน	16 วัน	20 วัน	24 วัน	28 วัน	32 วัน
1	1%	13 °ซ.	26.23 ab	6.01 a	2.73 a	1.84 b	1.51	1.51	1.39	1.24
2	2%	13 °ซ.	37.783 c	30.47 c	15.92 b	6.27 d	2.01	1.84	1.57	1.25
3	1%	13 °ซ. นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	เริ่มเน่า	
4	2%	13 °ซ. นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	เริ่มเน่า	
5	1%	อุณหภูมิปกติ	29.93 b	13.52 b	4.70 a	2.05 b	เริ่มเน่า			
6	2%	อุณหภูมิปกติ	19.02 a	18.45 b	14.80 b	3.40 c	เริ่มเน่า			
7	ไม่เคลือบสาร	อุณหภูมิปกติ	32.38 bc	13.62 b	5.27 a	1.16 a	เริ่มเน่า			
		F-test	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns
		C.V. (%)	14.57	21.34	22.66	12.23	15.64	8.77	9.07	12.00

หมายเหตุ: หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี LSD, ns= แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, ** = แตกต่างกันทางสถิติ $p \leq 0.01$, - =ไม่ได้ทำการบันทึกผล

ตารางที่ 38 สีเปลือกนอกของผลมังคุดที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส	อุณหภูมิในการเก็บรักษา	สีเปลือกนอกของผลมังคุดที่ระยะเวลาต่างๆ							
			4 วัน	8 วัน	12 วัน	16 วัน	20 วัน	24 วัน	28 วัน	32 วัน
1	1%	13 °ซ.	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A
2	2%	13 °ซ.	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A
3	1%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	เริ่มเน่า	
4	2%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	เริ่มเน่า	
5	1%	อุณหภูมิปกติ	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	เริ่มเน่า			
6	2%	อุณหภูมิปกติ	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	เริ่มเน่า			
7	ไม่เคลือบสาร	อุณหภูมิปกติ	RP59A	RP59A	RP59A	RP59A	เริ่มเน่า			

หมายเหตุ: RP59A = Red-purple59A, - =ไม่ได้ทำการบันทึกผล

ตารางที่ 39 สีเนื้อในที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส	อุณหภูมิในการเก็บรักษา	สีเนื้อในที่ระยะเวลาต่างๆ							
			4 วัน	8 วัน	12 วัน	16 วัน	20 วัน	24 วัน	28 วัน	32 วัน
1	1%	13 °ซ.	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว, น้ำตาลคล้ำ	ขาว, น้ำตาลคล้ำ	ขาว, น้ำตาลคล้ำ
2	2%	13 °ซ.	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว, เหลือง	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล
3	1%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล
4	2%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล
5	1%	อุณหภูมิปกติ	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล
6	2%	อุณหภูมิปกติ	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล
7	ไม่เคลือบสาร	อุณหภูมิปกติ	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล	ขาว, เหลือง, น้ำตาล

หมายเหตุ: - =ไม่ได้ทำการบันทึกผล

ตารางที่ 40 กลิ่นที่ระยะเวลาต่างๆของแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	ความเข้มข้นเมธิลเซลลูโลส	อุณหภูมิในการเก็บรักษา	กลิ่นที่ระยะเวลาต่างๆ							
			4 วัน	8 วัน	12 วัน	16 วัน	20 วัน	24 วัน	28 วัน	32 วัน
1	1%	13 °ซ.	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	มีกลิ่นบูดเล็กน้อย	มีกลิ่นบูดเล็กน้อย
2	2%	13 °ซ.	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	มีกลิ่นบูดเล็กน้อย	มีกลิ่นบูดเล็กน้อย
3	1%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	บูด	บูด
4	2%	13 °ซ.นาน 30 วัน วางต่ออุณหภูมิปกติ	-	-	-	-	-	-	บูด	บูด
5	1%	อุณหภูมิปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	บูด			
6	2%	อุณหภูมิปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	บูด			
7	ไม่เคลือบสาร	อุณหภูมิปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	บูด			

หมายเหตุ: - =ไม่ได้ทำการบันทึกผล

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการแช่สารเมธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษามังคุดได้นาน 12 วัน ซึ่งทำให้ขั้วผลและกลีบเลี้ยงเหี่ยวช้ากว่ากรรมวิธีอื่นๆ เนื่องจากการเคลือบสารเคลือบผิวจะปกคลุม ทับ หรือทดแทนไขที่เคยมีอยู่และปิดช่องเปิดต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ทำ ให้การคายน้ำที่ก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก และการเหี่ยวของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวลดลง นอกจากนี้ยังช่วยควบคุมการหายใจและช่วยยืดอายุการสุกของผลไม้ด้วย คุณสมบัติของเมธิลเซลลูโลส คือ เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสชนิดหนึ่ง ที่ละลายน้ำได้เกิดจากเซลลูโลสทำ ปฏิกิริยากับหมู่เมธิล (-CH3) จะได้อนุพันธ์เซลลูโลสอีเทอร์ที่เรียกว่า โอ-เมธิลเซลลูโลส (O-methycellulose) มีลักษณะโปร่งแสง เหนียว และยืดตัวได้ ละลายได้ในน้ำ ไม่ละลายในไขมันและน้ำมัน (Krumel and Lindsay, 1976) ซึ่งเมธิลเซลลูโลสนั้นเป็นพวกที่มีโพลิเมอร์ที่ชอบรวมตัวกับน้ำ (Hydrophilic polymer) อยู่น้อยที่สุด ทำ ให้มีความสามารถในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำได้ดีที่สุด ซึ่งสามารถนำ มาใช้เป็นสารเคลือบผิวของผักและผลไม้ เพื่อลดอัตราการแพร่ผ่านของก๊าซ อันเนื่องมาจากการหายใจ และเป็นการยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้ (ฐิติยา, 2546) จากผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ ฐิติยา (2546) ที่เคลือบด้วยเมธิลเซลลูโลสร้อยละ 1 และ 2 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบเลี้ยงได้นาน 32 วัน แต่อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 32 วัน แต่ยืดอายุได้เพียง 12 วัน ซึ่งหากต้องการส่งออกมังคุดไปยังประเทศในแถบยุโรปหรืออเมริกา การยืดอายุได้เพียง 12 วัน ไม่เพียงต่อการขนส่งและอายุในการวางขาย จำเป็นต้องหาวิธีอื่นๆที่ดีกว่านี้ต่อไป

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

1. การจัดเอกสารเผยแพร่ และนำเสนอผลงานวิชาการ

จากผลงานวิจัยที่ได้ทำงานทดลองมาทั้งหมดนั้นนำมาสรุปผล และจัดทำเป็นเอกสารเผยแพร่ พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน แล้วนำมาแจกให้แก่ผู้เข้ารับการอบรม โดยได้จัดทำเอกสารประกอบการอบรมครั้งนี้ได้รวมเอาเทคโนโลยีการผลิตมังคุดคุณภาพของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี แล้วเพิ่มเติมในเทคนิคการทำให้กลีบเลี้ยงของมังคุดมีสีเขียว โดยพ่นแมกนีเซียมทางใบอัตรา 1,000-1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และใส่ทางดิน 1,000-1,500 กรัม/ต้น 3 ช่วงด้วยกัน คือ ระยะสัปดาห์ที่ 3-4 หลังออกดอก, ผลอายุประมาณ 7-8 สัปดาห์หลังดอกบาน และผลอายุประมาณ 10-13 สัปดาห์หลังดอกบาน ซึ่งเอกสารนี้มีชื่อเอกสารว่า “ปฏิทินการผลิตมังคุดคุณภาพ ตอน มังคุดหูเขียว” เนื้อหาประกอบด้วยกิจกรรมต่างที่ต้องปฏิบัติในแต่ละเดือน มี 4 ขั้นตอนที่ต้องทำ คือ 1. ขั้นตอนเตรียมต้นให้พร้อมสำหรับการออกดอก 2. ขั้นตอนจัดการเพื่อชักนำการออกดอก และควบคุมปริมาณดอกต่อต้นให้เหมาะสม 3. ขั้นตอนจัดการเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการของผล และเพิ่มปริมาณผลผลิตคุณภาพ และ 4. ขั้นตอนจัดการเพื่อป้องกันผลผลิตเสียหาย ผลงานวิจัยนี้คาดว่าจะนำเข้าประกวดระดับกรมฯเพื่อเสนอเป็นผลงานวิจัยดีเด่น ในสาขาผลงานวิจัยนำไปใช้ประโยชน์หรืองานวิจัยประยุกต์ต่อไป

2. จัดอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี

จัดอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีวันที่ 2 มิถุนายน 2560 ณ ห้องประชุมอาคารฝึกอบรม ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี ผู้เข้ารับการอบรมตามเป้าหมายของโครงการจำนวน 30 ราย แต่เนื่องจากการอบรมเป็นที่สนใจของเกษตรกรเป็นจำนวนมาก จึงมีผู้ที่เข้ารับการอบรมถึง 54 ราย (ตารางที่ 41) ประกอบด้วยเกษตรกร ข้าราชการ พนักงาน และนักศึกษา ในการอบรมครั้งนี้มีการรายงานผลการดำเนินโครงการ “ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดและแนวทางแก้ไข” และ “เทคนิคแก้อาการกลีบเลี้ยงสีแดงของมังคุด” การอบรมมีการสอดแทรกความรู้ทางวิชาการเรื่องการสร้างรควัตถุในพืช และคุณสมบัติของธาตุอาหารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคลอโรฟิลล์ในพืช (ภาพที่ 32)

การอบรมมีการประเมินความรู้ก่อนและหลังการอบรมความรู้เกี่ยวกับวิธีการทำให้กลีบเลี้ยงของมังคุดมีสีเขียว พบว่าก่อนการอบรมทราบวิธีการทำให้กลีบเลี้ยงมังคุดเป็นสีเขียวในระดับมาก ปานกลาง น้อย และไม่มีเลย ร้อยละ 5.56, 31.48, 42.59 และ20.37 หลังการอบรมทราบวิธีการทำให้กลีบเลี้ยงมังคุดเป็นสีเขียวขึ้นในระดับมากร้อยละ 46.30 ปานกลางร้อยละ 51.85 และน้อยร้อยละ 1.85 ส่วนคนที่ไม่ทราบวิธีไม่มีเลย ประเมินว่าผู้เข้ารับการอบรมทราบคุณสมบัติของปุ๋ยที่มีผลต่อการสร้างรงควัตถุมากน้อยเพียงใด ก่อนการอบรมมีความรู้ในระดับน้อยมากที่สุด (46.30%) หลังการอบรมพบว่ามีความรู้ในระดับปานกลางมากที่สุด 48.15 และที่สำคัญพบว่ามีความเข้ารู้ในระดับมากเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 5.56 เป็นร้อยละ 46.30 การประเมินความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้กลีบเลี้ยงของมังคุดเป็นสีแดงมากน้อยเพียงใด ก่อนการอบรมมีความรู้ในระดับปานกลางร้อยละ 38.89 มีน้อยร้อยละ 29.63 และไม่มีเลยร้อยละ 29.63 หลังการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นในระดับมากถึงร้อยละ 53.70 ระดับปานกลางร้อยละ 42.49 และ น้อยเพียงร้อยละ 3.70 เท่านั้น และไม่มีเลยที่ไม่ทราบปัจจัยที่ทำให้กลีบเลี้ยงเป็นสีแดง ส่วนการประเมินข้อสุดท้ายเกี่ยวกับวิธีการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดก่อนการอบรมยังมีความรู้น้อยร้อยละ 57.41 หลังการอบรมมีทราบถึงวิธีการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดมากขึ้นในระดับมากร้อยละ 48.15 และสามารถนำข้อมูลของโครงการวิจัย "ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดและแนวทางแก้ไข" ไปใช้ประโยชน์ได้มากร้อยละ 59.26 โอกาสที่จะนำความรู้หรือเทคนิคการแก้อาการกลีบเลี้ยงสีแดงไปใช้มากถึงร้อยละ 74.07 (ตารางที่ 42) โดยมีข้อเสนอแนะว่า มีการใช้สารไคโตซานยับยั้งการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงมังคุดได้และมีการนำมาใช้กับล้งผู้ส่งออก โดยการพ่นที่ลูกมังคุดก่อนบรรจุใส่ตะกร้าส่งออก, ไม่สามารถรับทราบข้อมูลข่าวสารจากศูนย์วิจัยฯและสวพ.6ได้เลย ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาการผลิตมังคุดคุณภาพได้ อยากให้ส่งข้อมูลข่าวสารต่างไปยังศพก.เขาคิชฌกูฏด้วย (นายกิติภูมิ พรเจีย ศพก.เขาคิชฌกูฏ 90/5 ม.5 ต.ชากไทย อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี 22210), อยากให้ถ่ายทอดปัญหาและอุปสรรคในการผลิตมังคุดให้ทราบด้วย, อยากให้มีการอบรมอื่นๆบ้าง และมีคำชมสำหรับการบรรยายว่ารักษาเวลาได้ดีมาก และเป็นข้อมูลที่ดีมาก

ภาพที่ 32 บรรยากาศการฝึกอบรมวันที่ 2 มิถุนายน 2560 ณ ห้องประชุมอาคารฝึกอบรม ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี

ตารางที่ 41 รายชื่อผู้เข้ารับการอบรมวันที่ 2 มิถุนายน 2560 ณ ห้องประชุมอาคารฝึกอบรม ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี

ที่	ชื่อ-สกุล	ที่อยู่
1	นายวุฒิพร ไตรธเนศ	17/6 ม.2 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
2	นางกาญจนา ไตรธเนศ	17/7 ม.2 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
3	น.ส.อัฐมาศ ตุ้ยใหม่	35 ม.2 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
4	น.ส.ชื่นจิตร เฟื่องคณะ	27/7 ม.7 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
5	นายชินกร แก้วเจริญ	10 ถ.เทศบาล 7 ต.ขลุง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
6	นางรัตนาภรณ์ แก้วเจริญ	11 ถ.เทศบาล 7 ต.ขลุง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
7	นางเกษร เทพมนตรี	16 ม.4 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
8	นางจำรัส จรัลทรัพย์	18/1 ม.4 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
9	นายอัสนี ศรีประเสริฐ	45 ม. 5 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
10	นางกมลรัตน์ เราประจง	23/2 ม.5 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
11	นางวารี เบญจวรรณ	49/4 ม.2 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
12	น.ส.อัญชสา โภคผดุง	ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
13	น.ส.ยมนา ก้องสโตร์	4 ม.1 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
14	น.ส.ภารดี ศิลาพลอย	2/1 ม.4 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
15	น.ส.ทองพูน เชื้อพูน	8/2 ม.1 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
16	นางกนกนิษฐ์ เรืองไพศาลบำรุง	67/9 ถ.เทศบาล 3 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
17	นายถิรวัฒน์ บุญลาภ	46/1 ม.2 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
18	นางสุวรรณี เทียนดี	8 ม. 5 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
19	นายภาสกร สุดสงวน	8/1 ม.3 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
20	นางรดา เมตตาจิตต์	ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
21	น.ส.เนาวรัตน์ ใจงาม	ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
22	น.ส.ณิชาพร เดชฤชากร	ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
23	นางบุญเรือน แข็งขัน	ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
24	นางขวัญเรือน สังฆวัตร	ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี

ที่	ชื่อ-สกุล	ที่อยู่
25	นางพฤกษา โฮโนริโอ	11 ม.2 ต.เกวียนหัก อ.ขลุง จ.จันทบุรี
26	นางรัตนา เลิศรังสี	3/4 ต.เกวียนหัก อ.ขลุง จ.จันทบุรี
27	นายยงยุทธ สุวรรณเจริญ	14 ม.9 ต.เกาะขวาง อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี
28	นายปรีชา คณาญาติ	29 ม.1 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
29	น.ส.เนาวรัตน์ บุญมี	5/12 ม.1 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
30	นายชนะพล โห้หาญ	5/12 ม.1 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
31	นายอภิวิชญ์ กลิ่นขจร	15/3 ม.8 ต.ซึ้ง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
32	นายมงคล ศรีคงลักษณ์	80 ม.2 ต.ท่าช้าง อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี
33	นายอุทัย ธรรมวงษ์	81 ม.2 ต.ท่าช้าง อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี
34	นายกิตติ หลวงสวัวดิ์	20/1 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
35	นายสมชาย การพานิช	160 ต.ขลุง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
36	นายสุรสิทธิ์ เนาวรัตน์	16/1 ม.6 ต.เกวียนหัก อ.ขลุง จ.จันทบุรี
37	นายกิติภูมิ พรเจีย	90/5 ม.5 ต.ชากไทย อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี
38	นายบรรจบ วงษ์กำปั่น	27/8 ม.8 ต.ชากไทย อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี
39	นางยุพยง วงษ์กำปั่น	27/1 ม.8 ต.ชากไทย อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี
40	นายอรัญ เวชกรรม	25/5 ม.3 ต.มาบไพ อ.ขลุง จ.จันทบุรี
41	น.ส.สิรีธร เบญจวรรณ	49/4 ม.2 ต.ตรอกนอง อ.ขลุง จ.จันทบุรี
42	นายธนพล แสงประเสริฐ	70/3 ม.1 ต.ท่าพริก อ.เมืองฯ จ.ตราด 23000
43	น.ส.ปวันรัตน์ นาควิมล	80/90 ถ.ท่าหลวง ต.วัดใหม่ อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี 22000
44	น.ส.หทัยภัทร อินทร์ประเสริฐ	1/37 ต.ตลาด ถ.แผ่นดินทอง อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี 22000
45	น.ส.ปิยะวรรณ มะเดื่อทอง	59/409 วัชระคอนดวิลล์ ถ.สุขาภิบาล 5 ซอย 76 แขวงวงเงิน เขตสายไหม กรุงเทพฯ 10220
46	น.ส.ธนาภรณ์ หอมบุญยงค์	25 ม. 1 ต.บางกระเจ้า อ.เมืองฯ จ.สมุทรสาคร 74000
47	น.ส.กาญมณี คำกองแก้ว	120 ม. 14 ต.คูบัว อ.เมืองฯ จ.ราชบุรี 70000
48	น.ส.ฉัตรนภา บุญปกครอง	333/202 ถ.สรรพาวุธ เขตบางนา แขวงบางนา กรุงเทพฯ 10261
49	น.ส.ปุณิกา แสงสุข	23 ม. 5 ต.บ้านไทร อ.ปราสาท จ.สุรินทร์ 32140

ที่	ชื่อ-สกุล	ที่อยู่
50	น.ส.นันทิชา สมบูรณ์	123 ม.1 ต.โพธิ์ชัย อ.พนมไพร จ.ร้อยเอ็ด 45140
51	นางนาทระพี สุขจิตไพบูลย์ผล	ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี
52	น.ส.วีรญา เต็มปีติกุล	ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี
53	นางศศิธร หรินทรานนท์	4/398 ม.9 ต.ท่าช้าง อ.เมืองฯ จ.จันทบุรี
54	น.ส.ธัญพร ชัยพร	ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

ตารางที่ 42 ผลการประเมินผลเกี่ยวกับความรู้ก่อนและหลังการอบรม

รายการประเมิน	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 ไม่มี
ก่อนการอบรม				
1. ท่านมีวิธีการทำให้กลีบเลี้ยงของมังคุดในสวนของท่านมีสีเขียวมากน้อยเพียงใด	5.56	31.48	42.59	20.37
2. ท่านทราบคุณสมบัติของปุ๋ยที่มีผลต่อการสร้างรงควัตถุมากน้อยเพียงใด	5.56	33.33	46.30	14.81
3. ท่านทราบปัจจัยที่ทำให้กลีบเลี้ยงของมังคุดเป็นสีแดงมากน้อยเพียงใด	1.85	38.89	29.63	29.63
4. ท่านทราบวิธีการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดมากน้อยเพียงใด	1.85	22.22	57.41	18.52
หลังการอบรม				
1. ท่านมีวิธีการทำให้กลีบเลี้ยงของมังคุดในสวนของท่านมีสีเขียวมากน้อยเพียงใด	46.30	51.85	1.85	0
2. ท่านทราบคุณสมบัติของปุ๋ยที่มีผลต่อการสร้างรงควัตถุมากน้อยเพียงใด	46.30	48.15	5.55	0
3. ท่านทราบปัจจัยที่ทำให้กลีบเลี้ยงของมังคุดเป็นสีแดงมากน้อยเพียงใด	53.70	42.59	3.70	0
4. ท่านทราบวิธีการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดมากน้อยเพียงใด	48.15	46.30	5.55	0
5. ท่านสามารถนำข้อมูลของโครงการวิจัย "ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงของมังคุดและแนวทางแก้ไข" ไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด	59.26	40.74	0	0
6. ท่านมีโอกาสที่จะนำความรู้หรือเทคนิคการแก้อาการกลีบเลี้ยงสีแดงไปใช้มากน้อยเพียงใด	74.07	24.07	1.85	0

สรุปผลการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลการจัดการสวนมังคุดใน จ.จันทบุรี 4 สวน และทางภาคใต้ 2 สวน ซึ่งแต่สวนมีการจัดการที่ต่างกัน ปัจจัยที่ทำให้กลีบเลี้ยงของมังคุดเป็นสีแดง เนื่องจากปริมาณคลอโรฟิลล์ในกลีบเลี้ยงลดลง ดินขาดธาตุแมกนีเซียม และแคลเซียม โดยกลีบเลี้ยงเริ่มมีสีแดงเมื่อเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยว และเมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้ว กลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีแดงมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา การพ่นสารแมกนีเซียมทางใบอัตรา 1,000-1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ร่วมกับใส่ทางดินอัตรา 1,000-1,500 กรัม/ต้น ช่วยทำให้กลีบเลี้ยงของมังคุดมีสีเขียวขึ้น (ร้อยละ 97.67 และ 97.18 ตามลำดับ) การใช้เคลือบสารเมธิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษามังคุดได้นาน 12 วัน ซึ่งนับว่ายังไม่เพียงพอต่อการส่งออกไปยังประเทศที่มีระยะทางไกล แต่สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อพัฒนาต่อไปได้

การถ่ายทอดเทคโนโลยีเกี่ยวกับการแก้ไขอาการกลีบเลี้ยงสีแดงของมังคุดมีจำนวนผู้เข้ารับการอบรมทั้งหมด 54 ราย และผลการประเมินการอบรม พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมสามารถนำข้อมูลของโครงการวิจัย ไปใช้ประโยชน์ได้มากร้อยละ 59.26 และโอกาสที่จะนำความรู้หรือเทคนิคการแก้อาการกลีบเลี้ยงสีแดงไปใช้ร้อยละ 74.07

เอกสารอ้างอิง

กวิศร์ วานิชกุล. 2522. ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมังคุด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 547 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

จินตนา ทำทอง. 2546. ผลของอุณหภูมิ และกรดจิบเบอเรลลิคตอคุณภาพของผลมังคุดภายหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธปริญญาโท คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2546. 135 หนา.

จุฬาลักณ์ ทวีบุตร. 2551. การเพิ่มการสะสมแอนโทไซยานินในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง (Butea superba Roxb.) ด้วยเอทีฟอนและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกวาวเครือแดง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 2551. 74 หน้า.

ชูชาติ สันธทรัพย์ เอกสารแนะนำการจัดการดินสำหรับการเพาะปลูกพืช ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ฐิติยา รัตนไตรภพ. 2546. การพัฒนาสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามังคุด. วิทยานิพนธปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร. 2546. 165 หนา.

นิรนาม. 2556. แมกนีเซียม. จาก http://www.fishorganic.net/2013/01/mg.html (6/5/2556).

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. Fruit ripening / การสุกของผลไม้. จาก http://www.foodnetworks olution.com/wiki/word/1839/fruit-ripening (15/5/2556).

ยุพาพร ผลาขจรศักดิ์. 2547. การสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานินส์ที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปกร. 103 หนา.

วัลลภา ธีรภาวะ, วารุณี ปรีมาโนช, ชัยวัฒน์ กระตุฤกษ์ และดารา พวงสุวรรณ. 2529. การศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพของผลมังคุดเพื่อการส่งออก, น.50-68. ใน กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, บรรณาธิการ. รายงานผลงานวิจัย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วัลลภา ธีรภาวะ, วารุณี ปรีมาโนช, ชัยวัฒน์ กระตุฤกษ์ และดารา พวงสุวรรณ. 2529. การศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพของผลมังคุดเพื่อการส่งออก, น.50-68. ใน กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, บรรณาธิการ. รายงานผลงานวิจัย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2556. มังคุด. จาก http://www.doa.go.th/hrc/chantaburi/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=66 (14/4/2556).

สมชาติ ใหมชู ธีรนุช เจริญกิจ พาวิน มะโนชัย และสุจิตรา รตนะมโน. 2549. ผลของการห่อผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเปลือกผลลำไยพันธุ์อีดอ. ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 116-119.

สมโภชน์ น้อยจินดา. 2534. ผลของ GA_3 ต่อมังคุด (*Garcinia mangostana, L.*) วัยสายเลือด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศิริ แสงโชติ และ รัติยา พงศ์พิสุทธา. 2537. เชื้อราที่ทำ ให้เกิดอาการเน่ากับมังคุดหลังการเก็บเกี่ยว. ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมศิริ แสงโชติ และ รัติยา พงศ์พิสุทธา. 2537. เชื้อราที่ทำ ให้เกิดอาการเน่ากับมังคุดหลังการเก็บเกี่ยว. ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2547. สรีรวิทยาของพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 173 หน้า.

สำนักงานเกษตรจังหวัดระนอง. 2556. เกษตรระนอง แนะนำการดูแลทุเรียน มังคุด ระยะติดดอก ออกผล. จากhttp://www.ranong.doae.go.th/News2550/l-news7-2551.pdf (18/4/2556).

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร. 2556. สถิติการส่งออก (Export) มังคุด: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. จาก http://www.oae.go.th/oae report/export import/export_ result.php (18/4/2556).

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. มังคุด. จาก http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577 (18/4/2556).

สุจิตรา รตนะมโน จำนงค์ อุทัยบุตร และกอบเกียรติ แสงนิล. 2548. ผลของการห่อผลและอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อปริมาณรงควัตถุและกิจกรรมของเอนไซม์ฟีนิลอลานีนแอมโมเนียไลเอสในเปลือกผลมังคุดระหว่างการสุกแก่. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 27(4): 711-717.

สุมิตรา ภู่วโรดม. ธาตุอาหาร.ใน จริงแท้ ศิริพานิช, บรรณาธิการ. มังคุด: นวัตกรรมจากงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.); 2557. หน้า 59-79.

สุมิตรา ภู่วโรดม, พรทิวา กัญยวงศ์หา และนุจรี บุญแปลง. 2547. การวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางใส่ปุ๋ยในมังคุด. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กรุงเทพฯ.

สุมิตรา ภู่วโรดม, พรทิวา กัญยวงศ์หา และนุจรี บุญแปลง. 2552. กี่จัดการธาตุอาหารเพื่อลดปัญหาการเกิดอาการเนื้อแก้วและยางไหลในมังคุด. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กรุงเทพฯ.

สุมิตรา ภู่วโรดม. 2557. การวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยในมังคุด. จาก http://www.tnrr.in.th/index.php?option=com_dscollection&itemid=343608 (10/1/2557).

สุรัตน์ นักหล่อ และ พูนพิสมัย มีลาภ. 2545. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเมล็ดข้าวแดงที่ปลูกบนที่สูง. ระบบออนไลน์.แหล่งข้อมูล: http://www.phtnet.org/download/FullPaper/pdf/2ndSeminarKKU/af029.pdf (15 ธันวาคม 2559).

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2538. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวเคมีของเปลือกผลมังคุดที่แข็งตัวเนื่องจากได้รับอุณหภูมิต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุษา เชาวนลิขิต และ อรัญญา มิ่งเมือง. 2550. ปริมาณแอนโธไซยานินและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของมังคุดและน้ำมังคุด. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 23(1): 68-78.

อรุษา เชาวนลิขิต. 2554. สีธรรมชาติจากเปลือกมังคุด. 10. รายงานวิจัยสีธรรมชาติจากเปลือกมังคุด พ.ศ. 2554. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Augustin, M.A. and M.N. Azudin. 1986. Storage of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.)ASEAN Food J. 2: 78-80.

Chaovanalikit, A., A., Mingmuang, T., Kitbunluewit, N., Choldumrongkool, J.Sondee, and S., Chupratum. 2012. Anthocyanin and total phenolics content of mangosteen and effect of processing on the quality of mangosteen products. International Food Research Journal 19 (3): 1047-1053.

El-Otmani, M. and C.W. Coggins Jr. 1991. Growth regulator effects on retention of quality of stored citrus fruits. Scientia Hortic. 45: 261-272.

Eskin, N.A.M. 1979. The Chemistry and Biochemistry of Select Compounds. AcademicPress, New York.

Faragher, J.D. and R.L. Brohier. 1984. Anthocyanin accumulation in apple skin during ripening: regulation by ethylene and phynylalanine ammonialyase. Scientia Hortic. 22: 89-96.

Krumel, K.L. and T.A. Lindsay. 1976. Nonionic cellulose ethers. Food Technology. 30: 36-43.

Osman, M.B., and A.R. Milan. 2006. Mangosteen *Garcinia mangostana* L.. RPM Print and Design. United Kingdom. 170.

Paxton, J., D.J. Godchildandl and A.M. Cruickshank. 1974. Phaseolin production by lieve bean endocarp. Physiol. Plant Pathol. 4: 167-171.

Rhodes, M.J.C. and L.S. Wooltorton. 1978. The biosynthesis of phenolic compound in wounded plant storage tissues, pp. 243-286. In Biochemistry of Wounded Plant Tissues. Walter de Gruyter & Co., Berlin.

Rhodes, M.J.C. and L.S. Wooltorton. 1978. The biosynthesis of phenolic compound in woundedplant storage tissues, pp. 243-286. In Biochemistry of Wounded Plant Tissues.Walter de Gruyter & Co., Berlin.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1985. Plant physiology. 2nd ed., Wadsworth Inc,

Shimokawa, K., S. Shimada and K. Yaeo. 1978. Ethylene-enhanceed chlorophyllase activity during degreening of citrus unshiu Marc. Scientia Hortic. 8: 129-135.

Wills, R.B.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. Postharvest: anintroduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. N.S.W.Univ. Press, New South Wales.

Yossapol, P., S., Ketsa, K., Lin-Wang, Ian B., Ferguson, and A. C., Allan. 2009. A MYB transcription factor regulates anthocyanin biosynthesis in mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruit during ripening. Planta. 229(6): 1323-1334.