



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม”

Precision agriculture for aromatic coconut production

โดย สมเกียรติ สีสนอง และคณะ

ธันวาคม 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม”

คณะผู้วิจัย สังกัด

นายสมเกียรติ สีสนอง และ นายอิทธิสุนทร นันทกิจ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายเปรม ณ สงขลา

ห้างหุ้นส่วนจำกัด มิตรเกษตรการตลาดและโฆษณา

นายคงพันธุ์ รุ่งประทีปถาวร, นายราชพร เขียนประสิทธิ์, นายเสกสรรค์ ศาสตร์สถิต,

นายสมหมาย โชครุ่ง, นางธนิภา ดวงธนู, นายประชุมพงษ์ แดงสกุล,

นายอนุชิต ลีลายุทธโท และนายจักรภาพ อินถา

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

รายละเอียดโครงการ

สัญญาเลขที่ RDG6020015.....
ชื่อโครงการ (ไทย) ...การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม.....
ชื่อโครงการ (อังกฤษ) ...Precision agriculture for aromatic coconut production.....
หัวหน้าโครงการ...นายสมเกียรติ สีสอนง.....
สังกัด...คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....
งบประมาณ...3,892,225 บาท.....ระยะเวลา...3 ปี.....

บทสรุปผู้บริหาร

มะพร้าวน้ำหอม เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย มีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นคือน้ำที่มีกลิ่นหอมและรสหวาน การผลิตเพื่อให้ได้คุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาด จำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบในการปลูกที่หลากหลายตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์ การจัดการสวน สภาพแวดล้อมในการเพาะปลูก และการเก็บเกี่ยว เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้ได้ต้นแบบสวนที่มีการจัดการแบบเกษตรแม่นยำ ที่มีการนำวิธีการวัดผลข้อมูลที่สำคัญทางการเกษตร คือ สภาพภูมิอากาศจากสถานีตรวจอากาศ ธาตุอาหารในดินและพืช การจัดการน้ำและปุ๋ย มาใช้ในการบริหารจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมให้เหมาะสมกับการนำไปใช้สำหรับเกษตรกรที่จะปลูกมะพร้าวน้ำหอม ให้ได้ผลผลิตที่ดี การนำเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำที่ประกอบด้วยการตรวจวัดพารามิเตอร์ที่สำคัญ เพื่อกำหนดปริมาณและความต้องการน้ำและธาตุอาหารของมะพร้าวน้ำหอม ร่วมกับระบบควบคุมและสั่งการระยะไกล ให้เป็นต้นแบบสวนที่เป็นตัวอย่างในการนำเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำมาใช้ในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการปลูกและระบบการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมแบบแม่นยำ ที่มีการเก็บข้อมูลต้นสภาพแวดล้อมในการปลูกมะพร้าวน้ำหอมที่สะดวก ถูกต้อง นำมาใช้ในการบริหารจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ พร้อมการทดสอบระบบการเก็บข้อมูลและการสั่งงานระบบการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการถ่ายทอดแก่ผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอม

วิธีการวิจัย ประกอบด้วยการสำรวจพื้นที่และการสัมภาษณ์เกษตรกรเพื่อหาแนวทางและวิธีการเพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม และการจัดทำสวนต้นแบบสวนมะพร้าวน้ำหอมของสวนเคหการเกษตร อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี โดยนำเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมาใช้ เพื่อจัดการน้ำและธาตุอาหารพืช ตั้งแต่เริ่มปลูกมะพร้าวเป็นระยะเวลา 3 ปี โดยระบบการให้น้ำและปุ๋ยภายในสวนจะมี 3

แบบ คือ 1) การจัดการแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไป เป็นการให้น้ำแบบดั้งเดิม ที่ให้น้ำโดยการยกระดับน้ำในร่องให้สูงถึงระดับที่ต้องการ ให้น้ำภายในร่องน้ำต่ำกว่าผิวดินที่สันร่องปลูกมะพร้าว 5-10 cm และจะสูบน้ำเข้าร่องอีกครั้งเมื่อระดับน้ำในร่องน้ำลดลงต่ำกว่าผิวดิน 30-50 cm และให้ปุ๋ยทางดินตามคำแนะนำ GAP (ร่องที่ 1) 2) การจัดการแบบเกษตรแม่นยำแบบที่ 1 โดยการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ความถี่ของการให้น้ำสัปดาห์ละ 3 ครั้ง และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินและพืช (ร่องที่ 3) และ 3) การจัดการแบบเกษตรแม่นยำแบบที่ 2 โดยการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ความถี่ของการให้น้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำตามค่าวิเคราะห์ดินและพืชเช่นเดียวกับในแบบที่ 1 (ร่องที่ 4) โดยการให้น้ำแก้มะพร้าว น้ำหอมของระบบน้ำแบบมินิสปริงเกอร์จะถูกควบคุมปริมาณน้ำ และช่วงเวลาการให้น้ำด้วยระบบสั่งการอัตโนมัติจากการวัดสมบัติต่าง ๆ ด้วยเซนเซอร์และการประมวลผลข้อมูลจากสถานีวัดอากาศ เพื่อให้มะพร้าวน้ำหอมได้รับน้ำที่เพียงพอกับความต้องการ การจัดการศัตรูพืช การจัดการโรค แมลง และวัชพืชภายในสวนจะกระทำตามวิธีการจัดการที่เหมาะสมในการปลูกมะพร้าว ข้อมูลที่บันทึกประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในดินและใบ การเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอม คือ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น จำนวนทางใบ ความยาวทางใบ ความเขียวของใบ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมะพร้าวน้ำหอม ปริมาณการให้น้ำ และข้อมูลสภาพอากาศภายในสวนมะพร้าวน้ำหอม

ผลการวิจัย สมบัติของดินก่อนการทดลองมีความเป็นกรดต่าง ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย เท่ากับ 4.66, 1.89 mS/cm, 1.85 %, 42.89 ppm, 159.22 ppm, 8,120.62 ppm, 556.81 ppm และ 423.33 ppm ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า มีเฉพาะความเป็นกรดต่างของดินเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างร่องที่ 1 กับร่องที่ 3 และร่องที่ 4 (4.29 และ 5.08 ตามลำดับ) และสมบัติของดินอื่น ๆ คือ ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.83 mS/cm, 2.77 %, 22.81 ppm, 447.53 ppm, 4,183.83 ppm, 418.32 ppm และ 495.49 ppm ตามลำดับ เนื่องจากดินมีความเป็นกรดจัดมากจึงเป็นข้อจำกัดของพื้นที่การใส่ปูนโดโนไมท์เพื่อปรับสภาพดิน ทำให้จะต้องคำนึงถึงสมดุลของธาตุอาหารพืชกลุ่มประจวบที่ควรใส่เพิ่มเติมลงไปดินในรูปของปุ๋ยมากยิ่งขึ้น การสะสมธาตุอาหารพืชในใบของมะพร้าวน้ำหอมพบว่า มีการสะสม N, P, K, Ca, Mg และ Na เฉลี่ยเท่ากับ 1.87, 0.11, 1.52, 0.52, 0.42 และ 0.31 % ตามลำดับ โดยมีเฉพาะฟอสฟอรัสเท่านั้นที่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับมะพร้าว

การเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมจากเริ่มต้นเมื่ออายุ 6 เดือน ที่มีความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น จำนวนใบ ความยาวใบ และความเขียวใบ เฉลี่ยเท่ากับ 42.10 cm, 5.91 cm, 4.37 ทางใบ, 38.63 cm และ 51.97 SPAD Value ตามลำดับ จนถึงอายุของมะพร้าวน้ำหอม 3.5 ปี เฉลี่ยเท่ากับ 215.70 cm,

22.40 cm, 22.40 ทางใบ, 349.30 cm และ 70.58 SPAD Value ตามลำดับ โดยมีความสูงของต้นและความยาวทางใบในแปลงที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรมีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับแปลงที่มีการจัดการแบบเกษตรแม่นยำ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมะพร้าว น้ำหอม พบว่ามะพร้าว น้ำหอมเริ่มมีการออกจั่นครบทั้ง 3 แปลง เมื่อมะพร้าว น้ำหอมมีอายุ 24 เดือน และออกจั่นครบทุกต้นในแปลงที่มีการจัดการแบบเกษตรแม่นยำ คือมีระบบการให้น้ำและให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และแปลงที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกรทั่วไป คือการให้น้ำโดยการยกระดับน้ำในร่องและปุ๋ยทางดิน เมื่อมะพร้าว น้ำหอมมีอายุ 39 และ 42 เดือน ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองมะพร้าว น้ำหอมมีจำนวนจั่นเฉลี่ยรวมทั้งสามแปลง 9.79 จั่นต่อต้น และมีจำนวนผลเฉลี่ยแตกต่างกันระหว่างแปลงที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป และแปลงที่จัดการแบบเกษตรแม่นยำ (2.60 และ 3.85 ผลต่อต้น) มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตของมะพร้าว น้ำหอมเมื่อมีอายุ 34 เดือน (เมษายน 2562) ซึ่งเกิดจากจั่นที่ติดผลเมื่อมะพร้าว น้ำหอมมีอายุ 27 เดือน (กันยายน 2561) แต่ความสม่ำเสมอของผลผลิตยังน้อย โดยมะพร้าว น้ำหอมให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นต่อเนื่องอีก 3 เดือน ต่อจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งแรก คือในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2562 จาก 3.25 เป็น 6.87 ผลต่อต้น แล้วลดลงในอีก 3 เดือนถัดมา (สิงหาคม-ตุลาคม 2562) จาก 5.16 เป็น 2.38 ผลต่อต้น แล้วกลับมาเพิ่มอีกในเดือนพฤศจิกายนและลดลงในเดือนธันวาคม 2562

ปริมาณฝนในปี 2560 ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงธันวาคม 2560 มีปริมาณฝนที่ตกในแปลงทดลองจาก 9 เดือนที่เก็บข้อมูลทั้งหมด 1,870 mm โดยมีจำนวนวันที่มีฝน 180 วัน ในปี 2561 มีปริมาณฝนทั้งหมด 1,583.8 mm เป็นวันที่มีฝนตกทั้งหมด 133 วัน และในปี 2562 มีปริมาณฝนทั้งหมด 873.1 mm มีจำนวนวันที่ฝนตกทั้งสิ้น 115 วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ทดลอง พบว่า ปริมาณฝนของปี 2561 น้อยกว่าปริมาณฝนที่ตกในช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลเพียง 9 เดือน ของปี 2560 เป็นจำนวน 286.2 mm หรือลดลงร้อยละ 15.30 และปริมาณฝนของปี 2562 มีปริมาณฝนน้อยกว่าฝนของปี 2561 จำนวน 710.7 mm หรือมีปริมาณฝนลดลงกว่าร้อยละ 44 เมื่อเทียบกับปี 2561 และลดลงร้อยละ 53 เมื่อเทียบกับปี 2560 ปริมาณการให้น้ำแก่มะพร้าว น้ำหอมในแปลงทดลองตั้งแต่มกราคม 2561 ถึง 31 ธันวาคม 2562 ในร่องที่ 1 มีการเติมน้ำเข้าไปในร่องน้ำเพื่อยกระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่ต้องการเท่ากับ 1,666.77 mm ร่องที่ 3 และร่องที่ 4 มีการให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์เท่ากับ 1,775.71 และ 1,668.16 mm ตามลำดับ จากปริมาณการใช้น้ำ (ETc) ของมะพร้าว น้ำหอมทั้งหมด 2,657.72 mm ความชื้นในดินโดยปริมาตรเฉลี่ย (%V) เท่ากับร้อยละ 69.37, 68.44 และ 68.28 ในร่องที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ความชื้นของดินสูงสุดที่วัดได้ในแปลงทดลองเท่ากับร้อยละ 73.41, 70.93 และ 72.14 ในร่องที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ความชื้นในดินต่ำที่สุดวัดได้เท่ากับร้อยละ 66.63, 63.02 และ 60.17 ในร่องที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ปริมาตรของน้ำที่ให้กับมะพร้าว น้ำหอมด้วยการเติมน้ำเข้าไปในร่องน้ำแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไป มีการใช้น้ำรวม 3,292.25 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง ส่วนการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ในการจัดการน้ำแบบเกษตรแม่นยำใช้น้ำเฉลี่ยรวม

909.77 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง ต้นทุนการจัดการน้ำและปุ๋ยให้กับมะพร้าวน้ำหอมมีค่าใช้จ่ายของค่าระบบต่างๆ ในปีแรกของการจัดการแบบเกษตรแม่นยำสูงกว่าการจัดการแบบเกษตรทั่วไ คือ คือ 234.92 และ 59.21 บาทต่อต้น ตามลำดับ และเมื่อคำนวณตลอดอายุการเก็บเกี่ยว 25 ปี ในการปฏิบัติแบบเกษตรทั่วไ และแบบเกษตรแม่นยำมีค่าใช้จ่ายรวม เท่ากับ 1,374.19 และ 1,328.94 บาทต่อต้นตามลำดับ

เพื่อเป็นการยืนยันผลการวิจัยที่น่าเชื่อถือและมีความมั่นใจมากยิ่งขึ้น ควรทดลองและเก็บข้อมูลเพิ่มอย่างน้อยอีก 2 ปี เพราะระยะเวลารอบของการเกิดตาดอกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตของมะพร้าวน้ำหอมใช้เวลา 34 เดือน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นผลอันเกิดจากการจัดการปัจจัยการผลิตตั้งแต่เกิดตาดอกจนถึงเก็บเกี่ยว และศึกษาเพิ่มเติมผลของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมะพร้าวน้ำหอม

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำสวนมะพร้าวน้ำหอมต้นแบบ ภายใต้การจัดการแบบเกษตรแม่นยำ โดยการเก็บข้อมูลสภาพอากาศ ธาตุอาหารพืชในดินและใบมะพร้าว น้ำหอม การจัดการน้ำและปุ๋ย การเจริญเติบโตของมะพร้าว น้ำหอม เพื่อใช้สำหรับการจัดการสวนมะพร้าว น้ำหอม ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และเป็นต้นแบบในการถ่ายทอดแก่เกษตรกร ทำการศึกษาในมะพร้าว น้ำหอมพันธุ์กันจิบ อายุ 6 เดือน ที่ปลูกในดินชุดอยุธยา (Ayutthaya series) ณ สวนเคหการเกษตร อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ระหว่างธันวาคม 2559 ถึง ธันวาคม 2562 โดยมีการจัดการ 3 แบบ คือ 1) การจัดการแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไป เป็นการให้น้ำแบบดั้งเดิม โดยการยกระดับน้ำในร่องน้ำให้อยู่ต่ำกว่าผิวดินที่สันร่อง 5-10 cm และให้ปุ๋ยทางดิน (ร่องที่ 1) 2) การจัดการแบบเกษตรแม่นยำ แบบที่ 1 เป็นการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ตามข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ มีความถี่ของการให้น้ำสัปดาห์ละ 3 ครั้ง และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ (ร่องที่ 3) 3) การจัดการแบบเกษตรแม่นยำ แบบที่ 2 มีการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ตามข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ ความถี่ของการให้น้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ (ร่องที่ 4) จากการศึกษพบว่า สมบัติของดินก่อนการทดลองมีความเป็นกรดต่าง ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย เท่ากับ 4.66, 1.89 mS/cm, 1.85 %, 42.89 ppm, 159.22 ppm, 8,120.62 ppm, 556.81 ppm และ 423.33 ppm ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองก็พบว่า มีเฉพาะความแตกต่างของดินเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างการให้น้ำแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไป และ การให้น้ำแบบเกษตรแม่นยำ (4.29 และ 5.08 ตามลำดับ) ส่วนสมบัติของดินด้านค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.83 mS/cm, 2.77 %, 22.81 ppm, 447.53 ppm, 4,183.83 ppm, 418.32 ppm และ 495.49 ppm ตามลำดับ การสะสมของธาตุอาหารพืชในใบมะพร้าว น้ำหอม พบว่า มีเฉพาะฟอสฟอรัสในใบเท่านั้นที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับมะพร้าว โดยมีการสะสมของธาตุอาหารพืช คือ N, P, K, Ca, Mg และ Na เฉลี่ยเท่ากับ 1.87, 0.11, 1.52, 0.52, 0.42 และ 0.31 % ตามลำดับ

การเจริญเติบโตของมะพร้าว น้ำหอมจากเริ่มต้นทดลองที่อายุของมะพร้าว 6 เดือน มีความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น จำนวนใบ ความยาวใบ และความเขียวใบ เฉลี่ยเท่ากับ 42.10 cm, 5.91 cm, 4.37 ทางใบ, 38.63 cm และ 51.97 SPAD Value ตามลำดับ จนถึงอายุของมะพร้าว น้ำหอมเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 3.5 ปี มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 215.70 cm, 22.40 cm, 22.40 ทางใบ, 349.30 cm และ 70.58 SPAD Value ตามลำดับ โดยมะพร้าว น้ำหอมมีความสูงต้นและความยาวทางใบในแปลงที่มีการจัดการแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไปมีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับแปลงที่มีการจัดการแบบเกษตรแม่นยำ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมะพร้าว น้ำหอม พบว่า มะพร้าว มีการออกจั่นในทุกแปลงเมื่ออายุ 24 เดือน และออกจั่นเต็ม 100 % ครบทุกต้นในแปลงที่จัดการแบบเกษตรกรและแบบ

เกษตรกรแม่นยำ เมื่อมะพร้าวมีอายุ 42 และ 39 เดือน ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองมะพร้าวน้ำหอม มีจำนวนจั่นเฉลี่ย 9.79 จั่นต่อต้น และมีจำนวนผลเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ระหว่างการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไปกับแบบเกษตรกรแม่นยำ (2.60 และ 3.85 ผลต่อต้น)

ปริมาณฝนในปี 2560 ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงธันวาคม มีฝนตก 1,870 mm จาก 180 วัน ในปี 2561 และ 2562 มีปริมาณฝนทั้งปี 1,583.8 และ 873.1 mm เป็นวันที่มีฝน 133 และ 115 วัน ตามลำดับ ปริมาณการให้น้ำแก่มะพร้าวน้ำหอมในแปลงทดลองตั้งแต่มกราคม 2561 ถึง 31 ธันวาคม 2562 ในร่องที่ 1 มีการเติมน้ำเข้าไปในร่องน้ำเท่ากับ 1,666.77 mm ร่องที่ 3 และร่องที่ 4 มีการให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์เท่ากับ 1,775.71 และ 1,668.16 mm ตามลำดับ จากปริมาณการใช้น้ำ (ETc) ของมะพร้าวน้ำหอมทั้งหมด 2,657.72 mm ความชื้นในดินโดยปริมาตรเฉลี่ย (%V) เท่ากับร้อยละ 69.37, 68.44 และ 68.28 ในร่องที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ปริมาตรของน้ำที่ให้กับแปลงมะพร้าวน้ำหอมด้วยการเติมน้ำเข้าไปในร่องน้ำแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไป เท่ากับ 3,292.25 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง ส่วนการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ในการจัดการน้ำแบบเกษตรกรแม่นยำมีปริมาตรเฉลี่ย 909.77 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง ต้นทุนการจัดการน้ำและปุ๋ยให้กับมะพร้าวน้ำหอมในปีที่ 1 การจัดการแบบเกษตรกรแม่นยำมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป คือ คือ 234.92 และ 59.21 บาทต่อต้น ตามลำดับ เมื่อคิดตลอดอายุการเก็บเกี่ยว 25 ปี ในการปฏิบัติแบบเกษตรกรทั่วไป และแบบเกษตรกรแม่นยำมีค่าใช้จ่ายรวม เท่ากับ 1,374.19 และ 1,328.94 บาทต่อต้น ตามลำดับ

คำสำคัญ.....มะพร้าวน้ำหอม, การเกษตรแม่นยำ, การให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ, ระบบอัตโนมัติทาง
การเกษตร...

Abstract

The objective of this study was to initiate an aromatic coconut plantation under precise agricultural management by collecting weather data, plant nutrients in soil and coconut leaves, water and fertilizer management and coconut growth and development. This is in order for managing aromatic coconut farm that respond to climate change as a prototype for conveying to farmers. This study was carried out in 6 months old aromatic coconuts, planted in the Ayutthaya soil series at Kheha Kaset Farm, Lat Lum Kaeo District, Pathum Thani Province since in December 2016 until December 2019. There were 3 types of management which were 1) traditional irrigation for watering by raising the water level in the furrow 5-10 cm below the soil surface of ridge and application fertilizer on soil (Row 1), 2) precise agricultural management type 1 by using mini sprinkler irrigation according to the information provided by the data from weather station and there are 2 subsystems, watering 3 times a week and fertigation system (Row 3), 3) precise agricultural management type 2 by using mini sprinkler irrigation according to the information provided by the data from weather station and watering 1 times a week and fertigation system (Row 4). The initial soil properties of pH, electrical conductivity, available phosphorus, exchangeable of potassium, calcium, magnesium and sodium average values were 4.66, 1.89 mS / cm, 1.85 %, 42.89 ppm, 159.22 ppm, 8,120.62 ppm, 556.81 ppm. and 423.33 ppm, respectively. At the end of the experiment, it was found that only pH had statistically significant difference ($P < 0.05$) between traditional irrigation and precision irrigation (4.29 and 5.08 respectively). The other soil properties had an average value of 1.83 mS / cm, 2.77%, 22.81 ppm, 447.53 ppm, 4,183.83 ppm, 418.32 ppm and 495.49 ppm, respectively. The accumulation of nutrients in the aromatic coconut leaves found that only phosphorus was below the optimum level for coconut, with the average accumulation of N, P, K, Ca, Mg and Na equal to 1.87, 0.11, 1.52, 0.52, 0.42 and 0.31%, respectively.

Growth of aromatic coconuts from the beginning at the age of 6 months with the height, diameter of trunk, number of leaf, leaf length and greenness of leaflet average values were 42.10 cm, 5.91 cm, 4.37 frond, 38.63 cm and 51.97 SPAD Value, respectively and the average value that of 3.5 years were 215.70 cm, 22.40 cm, 22.40 frond, 349.30 cm and 70.58 SPAD Value, respectively. Plant height and leaf length of traditional irrigation management was significantly higher ($P < 0.05$) than precise agricultural management.

Yields and yield components of aromatic coconuts showed that all coconut plants were released inflorescence at the age of 24 months. All three rows had inflorescence in the plots that precise agricultural management and plots that traditional management at the age of 39 and 42 months, respectively. At the end of the experiment, the coconuts produced an average of 9.79 inflorescence per plant and the average number of fruits were different ($P < 0.05$) between traditional management and precise agricultural management (2.60 and 3.85 fruits per plant).

The annual rainfall in year 2560 during in April to December for the 180 days period was 1,870 mm. The annual rainfall in year 2561 and 2562 were 1,583.8 and 873.1 mm for the 133 and 115 days period, respectively. The water use of the aromatic coconuts in during January 2561 to December 2562 of row 1 was 1,666.77 mm, whereas, row 3 and 4 using mini sprinkler irrigation the figures were 1,775.71 และ 1,668.16 mm, respectively. The total crop evapotranspiration (Etc) of the aromatic coconut was 2,657.72 mm. The average moisture content by volume in row 1, 3, and 4, showed 69.37, 68.44 and 68.28%, respectively. The water volume provided to the aromatic coconuts by traditional irrigation was $3,292.25 \text{ m}^3/\text{furrow}$) and by using mini sprinkler irrigation of the precise agricultural management was $909.77 \text{ m}^3/\text{ridge}$. The total capital of irrigation and fertilizer use, the first year in the plots that precise agricultural management has cost more than the plots that traditional management at 234.92 and 59.21 bath/plant, respectively, and for the whole period of 25 year of aromatic coconut plantation by using traditional irrigation and mini sprinkler irrigation of the precise agricultural management had the expense value of 1,374.19 and 1,328.94 bath/plant, respectively.

Keyword....aromatic coconut...precision agriculture...fertigation...automated agriculture.....

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนเพื่อการวิจัย โครงการ “การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม” และขอขอบคุณ สวนเคหการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงทดลอง ขอขอบคุณเกษตรกรชาวสวนมะพร้าวที่ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัย

คณะผู้วิจัย

ธันวาคม 2562

สารบัญ

หน้า

บทสรุปผู้บริหาร

บทคัดย่อภาษาไทย

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ระเบียบวิธีการวิจัย.....	5
2.1 การสำรวจพื้นที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอม.....	5
2.2 สวนมะพร้าวต้นแบบที่เหมาะสมกับพื้นที่.....	10
2.3 ระบบการเก็บข้อมูลรายต้นของมะพร้าว น้ำหอมเพื่อบริหารจัดการสวนแบบเกษตรแม่นยำ	19
2.4 เครื่องมือเก็บข้อมูลและการส่งงานระบบการให้น้ำและปุ๋ย.....	19
2.5 เครื่องมือเก็บข้อมูลและการส่งงานระบบการให้น้ำและปุ๋ย.....	22
บทที่ 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	35
3.1 ข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดการสวนมะพร้าว น้ำหอมที่ดี.....	35
3.2 ข้อมูลการตรวจวัดของแปลงทดลอง.....	90
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	103
บทที่ 5 กิจกรรมการฝึกอบรม.....	111
เอกสารอ้างอิง.....	116

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าวิเคราะห์ความเป็นกรดต่างของดิน (pH, 1:2) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน.....	47
2	ค่าวิเคราะห์การนำไฟฟ้าของดิน (EC, 1:5mS/cm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน.....	48
3	ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM, %) ของดินที่ความลึก 2 ชั้นดิน.....	49
4	ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน.....	50
5	ค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน...	51
6	ค่าวิเคราะห์แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน.....	52
7	ค่าวิเคราะห์แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน..	55
8	ค่าวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน.....	56
9	ค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (N) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม.....	67
10	ค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (P) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม.....	68
11	ค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม (K) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม.....	69
12	ค่าวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (Ca) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม.....	70
13	ค่าวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม (Mg) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม.....	71
14	ค่าวิเคราะห์ปริมาณโซเดียม (Na) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม.....	72
15	ต้นทุนต่อต้นต่อปีในการจัดการน้ำและปุ๋ยในสวนมะพร้าว น้ำหอมด้วยการเกษตรแม่นยำ.....	102
16	ผลการประเมินผลแต่ละด้านจากการฝึกอบรมของหลักสูตรและวิทยากร ครั้งที่ 1.....	112
17	ผลการประเมินผลหลักสูตรและวิทยากร ครั้งที่ 1.....	113
18	ผลการประเมินผลแต่ละด้านจากการฝึกอบรมของหลักสูตรและวิทยากร ครั้งที่ 2.....	115
19	ผลการประเมินผลหลักสูตรและวิทยากร ครั้งที่ 2.....	115

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กิจกรรมเยี่ยมชมสวนสุขแก้วและสภาพของมะพร้าว น้ำหอมในสวนมะพร้าว น้ำหอม..	6
2	กิจกรรมเยี่ยมชมสวนลุงแดงและสภาพของมะพร้าว น้ำหอมในสวนมะพร้าว น้ำหอม..	8
3	กิจกรรมเยี่ยมชมสวนสมใจนึกและสภาพของมะพร้าว น้ำหอมในสวนมะพร้าว น้ำหอม.....	9
4	ตำแหน่งการวัดระดับน้ำใต้ดินของแปลงทดลองในสวนมะพร้าว น้ำหอม.....	11
5	พื้นที่ทดลองสวนเคหการเกษตร ต.ระแหง อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี.....	13
6	พื้นที่ทดลอง และแปลงย่อยของแปลงทดลองในสวนมะพร้าว น้ำหอม.....	14
7	รายละเอียดระบบการให้น้ำของ แปลงย่อยที่ 1.....	15
8	รายละเอียดระบบการให้น้ำของ แปลงย่อยที่ 2.....	15
9	รายละเอียดระบบการให้น้ำของ แปลงย่อยที่ 3.....	16
10	การติดตั้งระบบการให้น้ำของแปลงทดลอง.....	16
11	การติดตั้งเครื่องสูบน้ำและระบบควบคุม (ก) ระบบการให้ปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำ (ข) ของแปลงทดลอง การให้ปุ๋ยไปพร้อมกับการให้น้ำแก่มะพร้าว น้ำหอม (ค), (ง)	17
12	Schematic diagram สำหรับแนวคิดการหาปริมาณการให้น้ำของแปลงทดลอง.....	18
13	แสดงอุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆในแปลงปลูกมะพร้าว น้ำหอม.....	21
14	แสดงตำแหน่งติดตั้งโหนดตรวจวัดและควบคุมต่างๆ บริเวณแปลงปลูก.....	23
15	โครงสร้างการเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่างๆภายในระบบตรวจวัดและควบคุมสำหรับสวนมะพร้าวต้นแบบ.....	25
16	โหนดสถานีวัดอากาศ (WS).....	25
17	โหนดตรวจวัดในแปลงปลูก (RS).....	26
18	โหนดควบคุมวาล์วจ่ายน้ำ (VS).....	27
19	โหนดควบคุมหลัก (PS).....	28
20	มาตรวัดน้ำแบบใบพัด.....	28
21	เซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้า.....	29
22	ส่วนประกอบบนแผงวงจร MMSIII.....	30
23	แสดงบอร์ด MMSIII รุ่น Gateway ซึ่งใช้ในโหนดควบคุมหลัก.....	31
24	แสดงบอร์ด MMSIII รุ่นธรรมดา ซึ่งใช้ในโหนดตรวจวัดในแปลงปลูก.....	31
25	แสดงบอร์ด Isolated Relay.....	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	แสดงการติดตั้งบอร์ด Isolated Relay.....	32
27	แสดงโหนดควบคุมหลัก.....	33
28	แสดงบอร์ดควบคุมวาล์วไฟฟ้าในโหนดควบคุมวาล์วรดน้ำ.....	33
29	แสดงเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลระหว่างโหนดภายในแปลงปลูก.....	34
30	แสดงการสื่อสารระหว่างโหนดควบคุมกับผู้ใช้.....	34
31	การวัดการเจริญเติบโตของต้นมะพร้าว ความสูง (ก) เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ข) ความยาวทางใบ (ค) และค่าความเขียวของใบด้วย SPAD Value (ง).....	74
32	ความสูง (cm) ของต้นมะพร้าวน้ำหอม.....	82
33	เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น (cm) ของต้นมะพร้าวน้ำหอม.....	82
34	จำนวนทางใบ (ทางใบ) ของต้นมะพร้าวน้ำหอม.....	83
35	ความยาวทางใบ (cm) ของต้นมะพร้าวน้ำหอม.....	83
36	ความเขียวใบ (SPAD Value) ของต้นมะพร้าวน้ำหอม.....	84
37	ใบมะพร้าวน้ำหอมที่ถูกด้วงแรดเข้าทำลาย (ก) การแทงจั่นของมะพร้าวน้ำหอม (ข) ต้นมะพร้าวน้ำหอมอายุ 30 เดือน (ค, ง)	87
38	ร้อยละของต้นมะพร้าวน้ำหอมที่ออกจั่น.....	88
39	จำนวนทะลายเฉลี่ยของมะพร้าวน้ำหอมเฉพาะต้นที่ออกจั่น.....	88
40	จำนวนผลเฉลี่ยต่อต้นของต้นมะพร้าวน้ำหอม.....	89
41	ปริมาณฝนรายวันระหว่างเดือนเมษายน 2560 ถึงธันวาคม 2562.....	91
42	ปริมาณฝนสะสมรายปีระหว่างเดือนเมษายน 2560 ถึงธันวาคม 2562.....	92
43	ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงจากการคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศพื้นที่ทดลอง จ.ปทุมธานี.....	93
44	ปริมาณการให้น้ำชลประทานสะสมรายปี ระหว่าง 1 กุมภาพันธ์ 2561 ถึง 31 ธันวาคม 2562.....	96
45	ปริมาณการให้น้ำชลประทานในแต่ละครั้ง ระหว่าง 1 กุมภาพันธ์ 2561 ถึง 31 ธันวาคม 2562.....	96
46	ปริมาณการให้น้ำเทียบเป็นปริมาตร (m ³) กับมะพร้าวน้ำหอม ปี 2561 และ 2562	97
47	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำชลประทานแก่มะพร้าว.....	97
48	ความชื้นในดินของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง.....	98

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
49	กิจกรรมการฝึกอบรมภายใต้โครงการ “การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าว น้ำหอม” เรื่อง จากระดับสวนมะพร้าว น้ำหอมด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ รุ่นที่ 1 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2562.....	113
50	กิจกรรมการฝึกอบรมภายใต้โครงการ “การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าว น้ำหอม” เรื่อง จากระดับสวนมะพร้าว น้ำหอมด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ รุ่นที่ 2 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2562.....	116

บทที่ 1

บทนำ

มะพร้าวน้ำหอม (aromatic coconut) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย มีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นคือน้ำที่กลั่นหอม และมีรสหวาน สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและเจริญเติบโตได้ในทุกพื้นที่ของประเทศ แต่จะให้ลักษณะของผลผลิตที่ดีตรงต่อความต้องการของตลาดจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายด้าน และเนื่องจากมะพร้าวเป็นพืชยืนต้นที่มีอายุยาวนานหลังจากปลูกแล้วสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 30-50 ปี แต่กว่าจะให้ผลผลิตจะใช้เวลา 3-5 ปี ด้วยเช่นกัน (อภิชาติ, 2543) ดังนั้นการสร้างสวนมะพร้าวต้องลงทุนและใช้เวลานาน ต้องมีการจัดการที่เหมาะสม ตั้งแต่เริ่มต้นในการสร้างสวนจึงควรทราบสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับมะพร้าวชอบ ลักษณะวิธีการคัดเลือกพันธุ์การเพาะชำ การคัดเลือกหน่อ การปลูก ตลอดจนการปฏิบัติดูแลรักษา เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การจัดการน้ำ การจัดการศัตรูพืช โรคและแมลง การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งการบริหารจัดการสวนที่ดี (ศักดิ์สิทธิ์, 2532; พาณิชย์, 2544; ; เปรม, 2558; กัญญา มาศ, 2558) ผลผลิตที่ได้จะถูกนำไปใช้บริโภคในประเทศและส่งออกในรูปของมะพร้าวผลสดและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยมีการส่งออกไปมากกว่า 10 ประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย จีน มาเลเซีย เป็นต้น ก่อให้เกิดมูลค่ากว่า 400 ล้านบาท ในปี 2554 และเพิ่มเป็นเกือบ 800 ล้านบาท ในปี 2556 จะเห็นได้ว่าจากปริมาณความต้องการมะพร้าวน้ำหอมทั้งใช้ภายในประเทศ และส่งออกไม่เพียงพอกับความต้องการ ประกอบกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นทั้งในและต่างประเทศ ทำให้ราคาของมะพร้าวน้ำหอมเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น และมีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ในปี 2557 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) และราคาจากสวนได้พุ่งสูงขึ้นผลละ 30 บาท จากสวนในฤดูแล้งของปี 2559 ซึ่งอาจเนื่องมาจากสภาพอากาศที่ร้อนและแห้งแล้งทำให้ผลผลิตมะพร้าวลดลง (Oropeza et al., 1999) โดยปริมาณฝนของปีที่ผ่านมาจะมีผลอย่างมากต่อผลผลิตของมะพร้าวในปีนั้นๆ (Peiris et al., 1995) และก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมะพร้าวในระยะยาว และอาจต้องใช้เวลาในการฟื้นฟูผลผลิตกว่าสามปีถึงจะได้ผลผลิตที่สมบูรณ์ดังเดิม (Woodroof, 1979) มะพร้าวเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้นมีการกระจายพื้นที่เพาะปลูกระหว่างละติจูดที่ 23 องศาเหนือและใต้จากเส้นศูนย์สูตร ในระดับความสูงถึง 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง การให้ผลผลิตของมะพร้าวจะได้ผลผลิตสูงเมื่อมีการกระจายตัวของฝนดี โดยมีปริมาณฝนระหว่าง 1,300-2,300 มิลลิเมตรต่อปี การทิ้งช่วงของฝนจะมีผลต่อระยะการสร้างช่อดอกและการพัฒนาของผลมะพร้าว ทำให้มะพร้าวต้องการระบบให้น้ำที่ดี ปัจจัยเรื่องให้น้ำที่ไม่เพียงพอเป็นเหตุผลที่ทำให้ผลผลิตต่ำ จากการขาดน้ำทำให้ใบมะพร้าวเสียหาย ผลผลิตลดลงต่ออีกหลายเดือน การให้น้ำในฤดูแล้งทำให้เพิ่มผลผลิตมะพร้าวได้ (Carr, 2011) อุณหภูมิที่มะพร้าวให้ผลผลิตดีมีค่าเฉลี่ย 27-29 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิที่สูงกว่า 10 องศาเซลเซียส จะกระตุ้นให้เกิดการออกดอกของมะพร้าว แต่หากอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลของมะพร้าวร่วง และหากอุณหภูมิที่สูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จะทำให้พื้นที่ใบและการสร้างน้ำหนกแห้งของมะพร้าวลดลงซึ่งจะทำให้ผลผลิตลดลงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เป็นผลให้อุณหภูมิใบและความแตกต่างของความดันไอของใบสูง แต่ศักยภาพของน้ำในต้นมะพร้าวต่ำ การเปิดปิดปากใบถูกจำกัด จะไปมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ค่าดัชนีพื้นที่ใบ

และอัตราการสังเคราะห์แสงมีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของมะพร้าว อีกทั้งพื้นที่ใบมีผลอย่างยิ่งต่อปริมาณ ดอกตัวเมียและจำนวนลูกของมะพร้าว และมีปริมาณแสงแดด 2,000 ชั่วโมงต่อปี และต้องไม่ต่ำกว่า 120 ชั่วโมงต่อเดือน (Naresh Kumar and Aggarwal, 2013) มะพร้าวจะมีการสร้างใบและตาดอกในทุก 25 ถึง 30 วัน ตลอดอายุ 60-70 ปี โดยมะพร้าวน้ำหอมที่มีระยะเวลาตั้งแต่เริ่มพัฒนาตาดอกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ จะใช้เวลาประมาณ 26 เดือนหรือกว่า 2 ปี ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการสร้างตาดอก ของมะพร้าว การพัฒนาเป็นดอก การสร้างเพศในดอก รวมถึงการเจริญเติบโตของผล ล้วนส่งผลโดยตรงต่อ ผลผลิตของมะพร้าวน้ำหอม ไม่ว่าจะเป็นความอุดมสมบูรณ์ของดิน ช่วงอายุของต้น ที่มาจากการจัดการด้านน้ำ ธาตุอาหารพืช รวมถึงสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม (ฤกษ์ และคณะ, 2559, Ranasinghe et al., 2015) ซึ่ง จากศึกษาการเจริญเติบโตของมะพร้าวที่อายุน้อย (12 เดือน) เมื่อทดลองให้มีการให้น้ำเปรียบเทียบกับการให้ น้ำปกติทำให้ดัชนีพื้นที่ใบ ส่วนเจริญใต้ดินและเหนือดินลดลงอย่างมากคือร้อยละ 26, 61 และ 48 ตามลำดับ (Gomes et al., 2010) การให้น้ำกับมะพร้าวที่มีอายุมากกว่า 6 ปี ในเมือง Kerala ประเทศอินเดีย ทำให้ได้ผล ผลิตเพิ่ม 30-40 ผลต่อต้น (Kumar and Kasturi Bai, 2009) ระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดซึ่งเป็นวิธีการให้น้ำ เฉพาะจุด (localize irrigation) มีความสำคัญในการเพิ่มความชื้นในช่องว่างในดินให้รากมะพร้าวใช้ในช่วงฤดู ร้อนและประหยัดน้ำ (Carr, 2011) การใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาผลผลิตของมะพร้าวภายใต้การเปลี่ยนแปลง ของสภาพภูมิอากาศ (Climate change scenarios of PRECIS A1b for the 2030 (2020-2050) period) ของประเทศอินเดียของ Naresh Kumar et al. (2011) พบว่าผลผลิตของมะพร้าวจะเพิ่มขึ้น 30 % เมื่อมีการ เพิ่มขึ้นของฝน 10 % , อุณหภูมิ 1-2 องศาเซลเซียส และ CO₂ เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะปัจจัยดังกล่าวทำให้อัตรา การสร้างใบและตาดอกเพิ่มขึ้นในมะพร้าวซึ่งเป็นพืช C 3 Azevedo et al. (n.d.) ได้ใช้ข้อมูลจากสถานีวัด อากาศอัตโนมัติ (automatic weather station, AWS) เพื่อประเมินความต้องการน้ำในวัฏจักรของ ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตของมะพร้าวในทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศบราซิล พบว่าค่าปริมาณ การใช้น้ำของมะพร้าว (Crop evapotranspiration; ET_c) ที่คำนวณโดยวิธี Bowen ratio-energy balance (BREB) ได้ค่า ET_c รายวันเท่ากับ 2.5-3.2 มม.ต่อวัน ซึ่งทำให้การให้น้ำของมะพร้าว 50 -150 ลิตรต่อต้นต่อ วัน และค่า ET_c รอบปี มีค่าระหว่าง 900-1100 มม. การคำนวณค่า ET_c ตามวิธีของ BREB เป็นวิธีการที่มี ความคลาดเคลื่อนรายวันที่ 7 % Jayakumar et al. (2017) ศึกษาผลของการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำหยดร่วม คลุมพลาสติกรอบ ๆ โคนต้นมะพร้าว (*Cocos nucifera* L.) พบว่าการให้ปุ๋ย 100% ตามอัตราแนะนำทาง ระบบน้ำหยดและคลุมพลาสติกรอบ ๆ โคนต้นให้ผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 292 ผลต่อต้นต่อปี

ในขณะที่การขยายพื้นที่เพาะปลูกเพื่อรองรับต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นยังมีข้อจำกัดหลายประการ ซึ่ง ได้แก่ องค์ความรู้ในการจัดการการผลิตมะพร้าว พันธุ์ การจัดการสวน ดังนั้นการใช้ระบบการเกษตรแบบ แม่นยำ (precision agriculture) ซึ่งเป็นระบบเกษตรแนวใหม่ที่มีการใช้เทคโนโลยีมาช่วยจัดการกระบวนการ ผลิตให้เหมาะสมกับพืชอย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยมีเป้าหมายเพื่อการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างคุ้มค่า และเป็น มิตรกับสิ่งแวดล้อม มาประยุกต์ใช้ในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมให้ได้ปริมาณและคุณภาพตรงต่อความต้องการ ของตลาด และมีข้อมูลสำหรับตรวจสอบคุณภาพผลผลิตก็จะเป็นการสร้างเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภคที่มีต่อ ผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมของไทยมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังจะต้องคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ความ

แห้งแล้งที่มากขึ้นและยาวนานมากขึ้นด้วย (กฤษณา, 2558) การเกษตรแบบแม่นยำ (Precision agriculture, PA) มีเป้าหมายในการผลิตโดยใช้ปัจจัยการผลิตต่ำ แต่ได้ประสิทธิภาพสูง และมีความยั่งยืน ซึ่ง PA เป็นการนำประโยชน์จากเทคโนโลยีหลากหลายสาขา จะมีการใช้ข้อมูลต่างๆ มาใช้เพื่อดูความแปรผันของผลผลิตทั้งในด้านพื้นที่และเวลา ซึ่งการจัดการความผันแปรในระบบการเกษตรแบบแม่นยำจะบรรลุได้ด้วยสองแนวทาง คือ การใช้ sensor-base ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีด้าน GPS, RS, การติดตามผลผลิต, และการเก็บตัวอย่างดิน ส่วน map-base เป็นวิธีการซึ่งประกอบด้วย การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในแปลง การวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ การทำรายละเอียดในแผนที่ และสุดท้ายคือการใช้แผนที่เพื่อควบคุมความผันแปรของปัจจัยเหล่านั้น ซึ่งทั้งหมดก็เพื่อนำไปสู่การจัดการพื้นที่โดยพื้นฐานจากการใช้เครื่องมือวัดค่าต่างๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่เพาะปลูก การใช้งานข้อมูลที่ได้จากพื้นที่เพาะปลูกในรูปแบบ on-the-go ที่มีข้อมูลเป็น real-time เพื่อจัดการพื้นที่ทางการเกษตรในรูปแบบพื้นที่จำเพาะ (site-specific) ด้วยรูปแบบ agricultural input ที่ได้ข้อมูลจากเครื่องมือวัดสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน (on-the-go soil sensor) สามารถเพิ่มผลผลิตได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ ทั้งยังลดปัญหาที่จะเกิดกับสิ่งแวดล้อมได้ (Adamchuk et al, 2004, Kitchen, 2008) ปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้น เช่น Wireless Sensor Networks (WSN), Radio-Frequency Identification (RFID), Near-Field Communication (NFC), Long Term Evolution (LTE) รวมถึงเทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารอื่น ๆ ที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยในการส่งข้อมูลจากเครื่องมือที่หลากหลายผ่านระบบอินเทอร์เน็ตสู่มือผู้ใช้งาน ในทางการเกษตรได้ใช้เทคโนโลยีนี้พัฒนาระบบในการเก็บข้อมูล เพื่อสร้างแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการจัดการพืชแต่ละชนิด เช่น การใช้ระบบ RFID ที่ประกอบด้วยเครื่องอ่านอย่างน้อยหนึ่งถึงหลายรายการและหลายแท็ก โดยแท็ก RFID จะถูกระบุโดยคุณสมบัติพิเศษและนำไปใช้กับวัตถุ และใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อถ่ายโอนข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุเหล่านั้น แท็กเหล่านี้ฝังอยู่กับข้อมูลที่จัดเก็บทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งผู้อ่าน RFID สามารถอ่านได้เมื่อวัตถุมาใกล้กับเครื่องอ่าน RFID ช่วยให้ตรวจสอบวัตถุแบบ real-time โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวสายตา Kiama et al. (2014) ได้ใช้ RFID ในการเก็บข้อมูลของปาล์มน้ำมันเพื่อนำข้อมูลไปสร้างระบบภูมิสารสนเทศต่อไป ขณะที่ Aziz et al. (2008) ได้ใช้ระบบ RFID ในการเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ อุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีน เป็นต้น และมีการใช้ระบบ Near-Field Communication (NFC) ที่มีคุณสมบัติค่อนข้างคล้ายกับ RFID เป็นการรวมตัวอ่าน RFID เข้ากับโทรศัพท์มือถือ เป็นอุปกรณ์สื่อสารทางวิทยุที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งเปิดใช้งานบนอุปกรณ์มือถือไม่ว่าจะโดยการติดตามตัวเลือก inbuilt ที่ต้องเปิดใช้งานหรือโดยอุปกรณ์ทั้งสองอยู่ใกล้กัน Phillips et al. (2018) ได้ใช้วิธีใหม่ในการจัดการกับความซับซ้อนและท้าทายในการติดตามความชื้นในดิน ด้วยการบูรณาการระบบตรวจวัดที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากหลายแพลตฟอร์ม เช่น Wireless Sensor Networks ข้อมูลดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลสภาพอากาศแบบ real-time ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่ได้จะถูกนำมาป้อนเข้าแบบจำลองเพื่อทำนายการเติบโตของพืชจากการสร้างเส้นโค้ง และทำนายศักยภาพผลตอบแทนเฉพาะพื้นที่ได้ Harun et al. (2015) ใช้ระบบของ WSN เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision support systems; DSS) เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ปัจจุบันสิ่งหนึ่งเป็นที่นิยมในสายงานของ DSS ก็คือการใช้ Precision agriculture (PA) โดยทั่วไปเลือก WSN เป็นทางเลือกและ

ประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาการใช้ทรัพยากรทางเกษตรให้เหมาะสมเพื่อสร้างข้อตัดสินใจ ระบบ PA อยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยี IOT ที่ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ สถาปัตยกรรมเครือข่าย และกระบวนการของซอฟต์แวร์ เพื่อใช้ควบคุมระบบ precision irrigation system ซึ่งระบบนี้มีการรวบรวม วิเคราะห์ และติดตามการทำงานจากเซ็นเซอร์ในการตรวจสอบย้อนกลับ ซึ่งใช้อุปกรณ์ควบคุมบนพื้นฐานของการคำนวณให้ได้ค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งการสร้างและพัฒนาระบบสารสนเทศที่ได้จากการใช้งานระบบการเกษตรแบบแม่นยำเพื่อเก็บและรวบรวมข้อมูลมะพร้าว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่รวดเร็วและมีรายละเอียดที่เพียงพอที่จะติดตามสถานการณ์ เป็นหนึ่งในแนวทางที่จะพัฒนาการผลิตมะพร้าวให้ทันต่อความต้องการได้ (อังคณา, 2554) การใช้ระบบการเกษตรแบบแม่นยำเพื่อเพิ่มศักยภาพทางการเกษตรมีการศึกษาไว้หลากหลายรูปแบบ เช่น Mckinion et al (2001) ได้ใช้ระบบการเกษตรแบบแม่นยำในการปลูกฝ้าย ที่คำนึงถึงช่วงเวลาการปลูก การใช้เมล็ดพันธุ์ สารเคมีทางการเกษตร และการชลประทาน ทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น และสามารถลดการใช้น้ำและปุ๋ยไนโตรเจนได้อีกด้วย Burgos-Artizzu et al (2011) ได้ศึกษาการใช้ภาพถ่ายแบบ real time ในการจัดการวัชพืชในไร่ข้าวโพด Garcia-Sanchez et al (2011) ศึกษาการใช้โครงข่ายเครื่องวัดที่มีทั้งวิธีโอตตรวจการณ์พืชและการติดตามข้อมูลพืชเพื่อออกแบบการปลูกพืช และวิเคราะห์ผลที่ได้จากภาพจริง และ Cock et al (2011) ได้ศึกษาระบบการปลูกอ้อยและกาแฟ โดยการเก็บข้อมูลการจัดการพืช ระบบการปลูก เงื่อนไขต่างๆ ของการเจริญเติบโตในแต่ละรอบของการปลูก ระบบทางการค้า ให้สามารถนำมาใช้เพื่อการตัดสินใจของเกษตรกร พร้อมทั้งแปลผลและเผยแพร่ความรู้ที่ได้เพื่อให้เกษตรกรเกิดความชำนาญในการปลูกเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต Rodriguez et al. (2017) ได้ศึกษาการจัดสภาพแวดล้อมที่ดีในการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบในโรงเรือน ที่มีการติดตั้ง WSN และนำมาใช้เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมทางเกษตร เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสง แต่ละเซ็นเซอร์ที่เก็บข้อมูล พร้อมติดตามสภาพแวดล้อมด้วยระบบ Cloud โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล (data mining) เพื่อแยกรูปแบบของพฤติกรรมที่ทำให้แต่ละเซ็นเซอร์ตรวจวัด จะเห็นได้ว่าการพัฒนาระบบเกษตรแบบแม่นยำ จะต้องพัฒนานวัตกรรมด้านเครื่องมือวัด ระบบควบคุม และเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล ซึ่ง sensor ที่ใช้จะต้องมีความแข็งแรง ราคาถูก และข้อมูลที่เป็นเวลาจริง อีกทั้งการเกษตรแบบแม่นยำ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการปลูกมะพร้าวและระบบการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมแบบแม่นยำที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการถ่ายทอดแก่เกษตรกร
2. เพื่อศึกษาระบบการเก็บข้อมูลรายต้นของมะพร้าวน้ำหอมอย่างสะดวก ถูกต้อง เพื่อการบริหารจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ
3. เพื่อทดสอบระบบการเก็บข้อมูลและการสั่งงานระบบการให้น้ำและปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพในการปลูกมะพร้าวน้ำหอม

บทที่ 2

ระเบียบวิธีการวิจัย

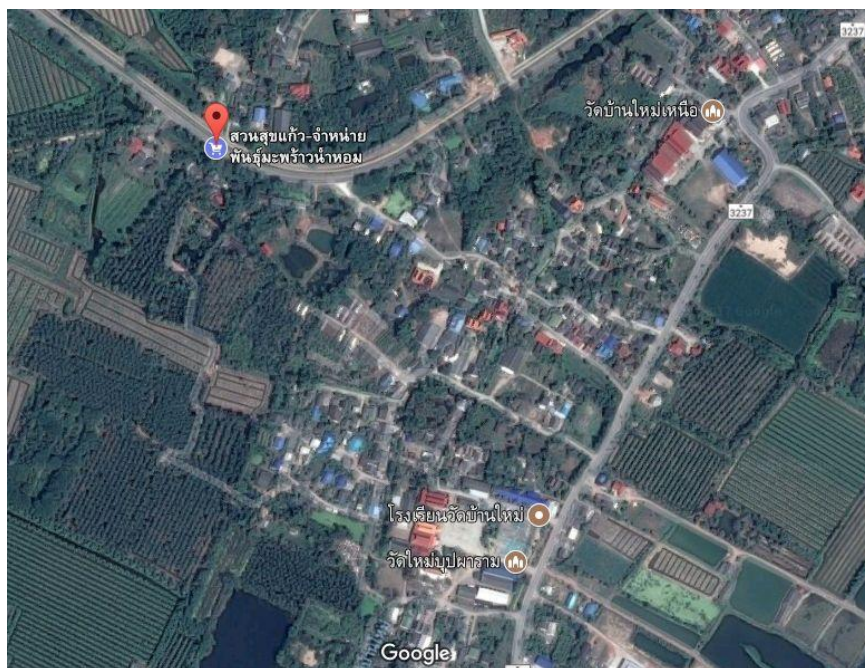
2.1 การสำรวจพื้นที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอม

ทำการสำรวจพื้นที่ที่มีการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเป็นจำนวนมากในพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อศึกษารูปแบบการปลูก วิธีการจัดการ ปัญหาและอุปสรรค ข้อเสนอแนะและแนวคิดของเกษตรกรที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอม เพื่อนำข้อมูลมาหารูปแบบสวน การจัดการด้วยวิธีการเกษตรแบบแม่นยำ

รวบรวมข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมของเกษตรกร

การสำรวจพื้นที่ที่มีการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเป็นจำนวนมากในพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จังหวัดราชบุรี ฉะเชิงเทรา และนครราชสีมา เพื่อศึกษารูปแบบการปลูก วิธีการจัดการ ปัญหาและอุปสรรค ข้อเสนอแนะและแนวคิดของเกษตรกรที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอม เพื่อนำข้อมูลมาหารูปแบบสวน การจัดการด้วยวิธีการเกษตรแบบแม่นยำ จำนวน 3 สวน คือ

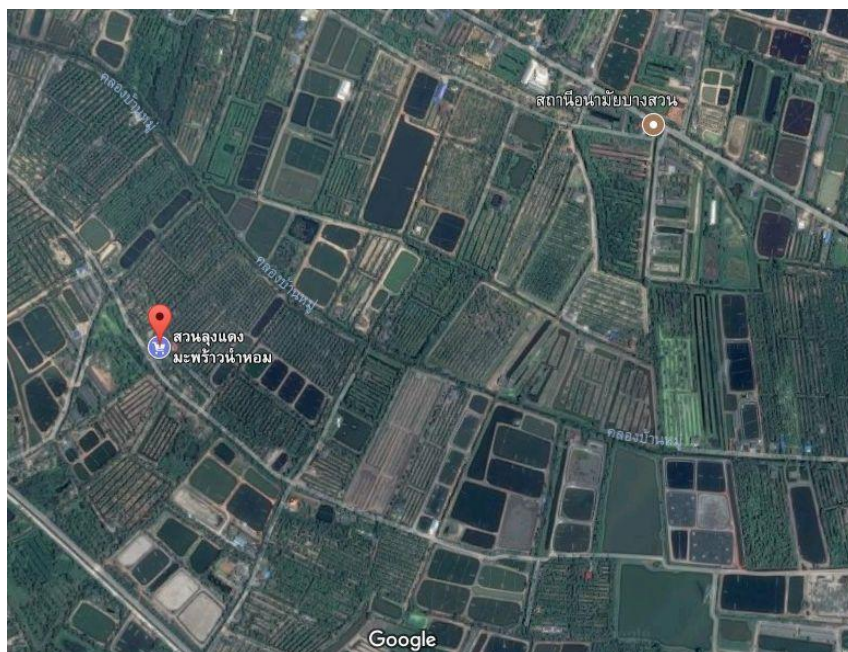
1. สวนสุขแก้ว เลขที่ 10 หมู่ที่ 6 ตำบลวัดแก้ว อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี (ภาพที่ 1) เป็นสวนมะพร้าวน้ำหอมที่ปลูกเพื่อผลิตต้นพันธุ์และจำหน่ายมะพร้าวอ่อน มีการจัดการพื้นที่ปลูก คือ ระยะปลูก 6 x 6 เมตร แบบยกร่องเดี่ยว การให้ปุ๋ยจะใช้ทั้งปุ๋ยเคมี และปุ๋ยคอก คือ ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 จำนวน 0.5 กิโลกรัม ทุกๆ 3 เดือน หรือ 2.0 kg/ต้น/ปี และปุ๋ยคอกจะใช้เป็นขี้ไก่ จำนวน 30 kg/ต้น/ปี การควบคุมระดับน้ำในร่องจะควบคุมที่ 30 cm ในฤดูฝน และ 40 cm ในฤดูแล้ง และจะให้น้ำในฤดูแล้งและหนาว โดยให้น้ำโดยใช้เรื่อรดน้ำทุก 3 วัน การจัดการแมลงศัตรูพืช โดยการใช้สารเคมีคือ ใช้คาร์แทป ไฮโดรคลอไรด์ (Cartap hydrochloride) ป้องกันกำจัดหนอนหัวด้ามะพร้าว และใช้ไซเปอร์เมทริน (Cypermethrin) ป้องกันกำจัดด้วงแรดมะพร้าว การเก็บเกี่ยวจะมีผู้รับซื้อมาเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวทุก 20 วัน โดยมีมาตรฐานของผลขั้นต่ำต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 200 ซี.ซี. ปัญหาที่สำคัญของสวนคือ แมลงศัตรูพืชที่พบทั้งหนอนหัวด้ามะพร้าว และด้วงแรดมะพร้าว และความไม่สมดุลของธาตุอาหารที่เกิดขึ้นกับต้นมะพร้าว



ภาพที่ 1 กิจกรรมเยี่ยมชมสวนสุขแก้วและสภาพของมะพร้าวน้ำหอมในสวนมะพร้าวน้ำหอม

2. สวนลุงแดง เลขที่ 14/1 หมู่ที่ 6 ตำบลสาวชะโงก อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา (ภาพที่ 2) เป็นสวนมะพร้าวที่ปลูกเพื่อจำหน่ายผลมะพร้าวอ่อนและแปรรูป มีการจัดการพื้นที่ปลูก คือ ระยะปลูก 6 x 6 เมตร แบบยกร่องเดี่ยว การให้ปุ๋ยจะใช้ปุ๋ยคอกเป็นขี้ไก่หมักเป็นเวลา 45 วัน อัตรา 30 kg/ต้น/ปี โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ส่วนปุ๋ยเคมีจะให้เมื่อต้นมะพร้าวมีสภาพไม่ดี เช่น มีใบเหลือง แต่ปัจจุบันไม่ค่อยได้ให้ปุ๋ยเคมี การควบคุมระดับน้ำในร่องโดยใช้น้ำที่สวนได้เก็บไว้ในบ่อดินที่เป็นบ่อกึ่งเก่า ทั้งนี้เพราะน้ำเค็มจะขึ้นเร็วและนานกว่า 8 เดือน และจะให้น้ำในฤดูแล้ง โดยให้น้ำโดยใช้เรือดน้ำ การจัดการแมลงศัตรูพืช โดยใช้ชีววิธี คือการปล่อยแตนเบียนที่ได้เพาะเลี้ยงไว้ โดยปล่อยในสวนอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เพียงพอต่อการควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าว การเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวทุก 20 วัน เวียนทั่วสวน เพื่อจำหน่ายเองและแปรรูป ปัญหาที่สำคัญของสวนคือ แมลงศัตรูพืชที่พบทั้งหนอนหัวดำ ตัวแรดมะพร้าว และด้วงไฟ และปัญหาการรุกของน้ำเค็ม ทำให้ต้องกักเก็บน้ำไว้ให้เพียงพอสำหรับหล่อเลี้ยงสวน และจะเกิดการแย่งน้ำระหว่างชาวสวนและเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งเลี้ยงปลาที่ใช้น้ำเป็นปริมาณมากกว่า

3. สวนสมใจนึก เลขที่ 81 หมู่ที่ 2 ตำบลสุขไพบูลย์ อำเภอสว่าง จังหวัดนครราชสีมา (ภาพที่ 3) เป็นสวนมะพร้าวที่ปลูกเพื่อจำหน่ายผลมะพร้าวอ่อน พื้นที่ปลูกมะพร้าวเป็นพื้นที่ลุ่มระหว่างเนิน ทำให้ปลูกพืชไร่ไม่ได้ผล เกษตรกรจึงยกร่องเพื่อปลูกมะพร้าว กอรปกับเป็นพื้นที่ที่มีน้ำซับไหลออกมาทั้งปี มีการจัดการพื้นที่ปลูก คือ ระยะปลูก 6 x 6 เมตร แบบยกร่องปลูกแบบแถวคู่ การให้ปุ๋ยจะใช้ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอก คือ ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 14-14-14 จำนวน 2.0 kg/ต้น/ปี โดยแบ่งให้ปีละ 2 ครั้ง คือต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน และปุ๋ยคอกจะใช้เป็นปุ๋ยขี้ไก่ จำนวน 15 kg/ต้น/ปี การควบคุมระดับน้ำในร่องจะควบคุมที่ 20-30 cm โดยการปรับระดับของฝายควบคุมน้ำ ในฤดูฝนจะลดระดับน้ำในร่องให้ต่ำกว่าในฤดูแล้ง การจัดการแมลงศัตรูพืช โดยใช้สารเคมีคือ ไซเปอร์เมทริน (Cypermethrin) ป้องกันกำจัดด้วงแรดมะพร้าว ไม่พบการระบาดของหนอนหัวดำ การเก็บเกี่ยวจะเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวทุก 25 วัน โดยการเวียนเก็บเกี่ยวทุก 2 วัน และจะขายให้กับพ่อค้าโดยตรง ปัญหาที่สำคัญของสวนคือ ลมพายุที่พัดแรงทำให้ต้นมะพร้าวโค่นล้มทุกปี และการไม่ทราบถึงอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมกับสวนทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารเกิดขึ้นกับต้นมะพร้าว



ภาพที่ 2 กิจกรรมเยี่ยมชมสวนลุงแดงและสภาพของมะพร้าวน้ำหอมในสวนมะพร้าว น้ำหอม



ภาพที่ 3 กิจกรรมเยี่ยมชมสวนสมใจนึกและสภาพของมะพร้าวน้ำหอมในสวนมะพร้าวน้ำหอม

จากการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลสวนมะพร้าวน้ำหอมในสามพื้นที่พบว่า ส่วนใหญ่ปลูกในพื้นที่ที่เป็นดินเนื้อละเอียด คือ ดินร่วนปนเหนียว ถึงดินเหนียว ซึ่งมีปัญหาในเรื่องการระบายน้ำ ประกอบกับเป็นพื้นที่ลุ่มจึงทำให้เกษตรกรต้องยกทรง มีการปลูกมะพร้าวทั้งแบบแถวเดี่ยวและแถวคู่ การให้ปุ๋ยในสวนจะมีการใช้ทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี โดยอัตราที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความต้องการของเกษตรกร โดยปุ๋ยเคมีให้ตั้งแต่ 1 kg/ต้น/ปี ถึง 2 kg/ต้น/ปี ส่วนปุ๋ยอินทรีย์จะใช้ปุ๋ยคอกเป็นขี้ไก่เกลบ อัตรา 15-30 kg/ต้น/ปี การให้น้ำจะใช้วิธี

ควบคุมจากระดับของน้ำในร่องโดยให้อยู่ต่ำกว่าผิวดินประมาณ 30 cm ส่วนในฤดูฝนจะลดระดับน้ำให้ต่ำกว่าฤดูแล้ง และจะมีการให้น้ำเสริมในช่วงฤดูแล้ง

ปัญหาที่พบจากการสำรวจ คือ แมลงศัตรูมะพร้าว ที่พบระบาดมากในพื้นที่ภาคกลางและพื้นที่ที่ปลูกมะพร้าวแหล่งใหญ่ คือ หนอนหัวดำ ตัวมดมะพร้าว ตัวงไฟ ซึ่งเกษตรกรใช้ทั้งสารเคมีและชีววิธีในการควบคุม ความไม่สมดุลของธาตุอาหารที่แสดงออกให้เห็นเป็นการขาดบางธาตุ เช่น อาการใบเหลือง ใบเป็นตะขอ เกษตรกรไม่ทราบว่าต้องใส่ปุ๋ยในอัตราใดจึงจะเหมาะสมกับสวน การขาดแคลนน้ำในช่วงแล้งและลมพายุโดยเฉพาะสวนที่อยู่โดดเดี่ยวจะเกิดความเสียหายได้มาก

2.2 สวนมะพร้าวต้นแบบที่เหมาะสมกับพื้นที่

2.2.1 การสำรวจสภาพพื้นที่

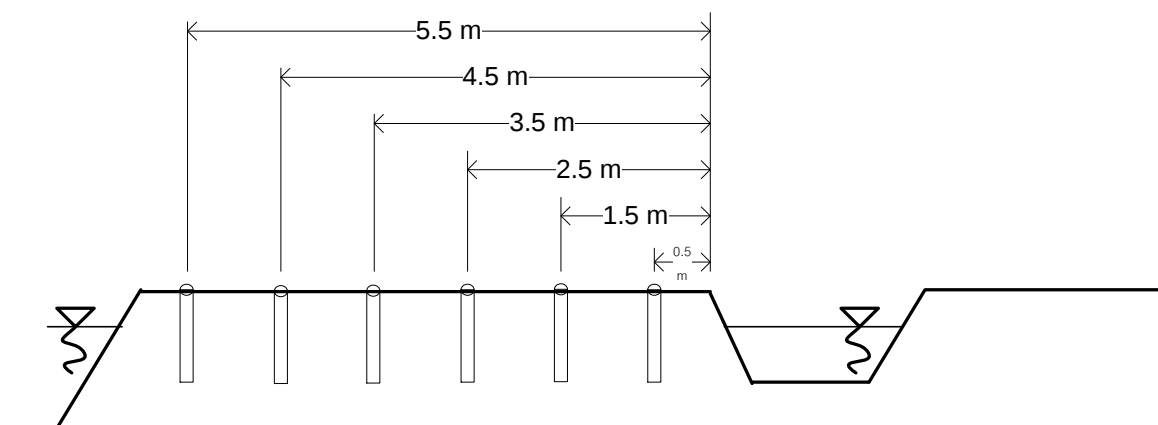
โดยการกำหนดระดับของพื้นที่ที่ทดลองโดยใช้กรรมวิธีงานสำรวจภาคสนาม เพื่อศึกษาถึงลักษณะภูมิประเทศ สภาพพื้นที่ องค์ประกอบด้านต่างๆ ของพื้นที่ทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้เพื่อกำหนดเพื่อการออกแบบสวน ระบบการให้น้ำ และออกแบบโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับสวนมะพร้าวน้ำหอม

2.2.2 การสำรวจและเก็บข้อมูลพื้นที่ทดลอง

โดยการสำรวจความลึกของดิน การจัดเรียงตัวของชั้นดิน การخابซึมน้ำของดิน และความลึกของระดับน้ำใต้ดินในช่วงเดือนต่าง ๆ และเก็บตัวอย่างดินในแต่ละชั้นดินมาวิเคราะห์สมบัติด้านกายภาพและเคมีของดิน ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาประกอบในการกำหนดอัตราของปุ๋ยที่จะใช้ร่วมกับน้ำชลประทาน วิเคราะห์ใบของมะพร้าวน้ำหอมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตรปุ๋ยที่ให้ และทำการติดตั้งสถานีเพื่อตรวจวัดลักษณะของภูมิอากาศ เพื่อใช้ในการจัดการสวน

การสำรวจสภาพพื้นที่และเก็บข้อมูลพื้นที่ทดลอง

จากการสำรวจเพื่อเก็บรายละเอียดพื้นที่ทดลองเพื่อกำหนดการวางผังองค์ประกอบของระบบการให้น้ำ และความต้องการพื้นฐานเพื่อการออกแบบและกำหนดการให้น้ำแก่มะพร้าวน้ำหอม โดยทำการเจาะสำรวจเพื่อหาความลึกของชั้นดินจนถึงระดับน้ำใต้ดิน พบว่าดินมีความลึกกว่า 70 cm บริเวณกลางร่องในขณะที่น้ำที่ขังอยู่ในร่องอยู่ที่ระดับ 40 cm จากสันร่อง และเนื่องจากพื้นที่ทดลองเป็นร่องสวนที่ขุดขึ้นใหม่ทำให้เกิดการปนกันระหว่างดินบนและดินล่าง และไม่สม่ำเสมอของดินบน และจากการวัดอัตราการแทรกซึมของดินมีค่าเฉลี่ย 6.83 mm/hour ซึ่งเป็นอัตราที่มากกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของดินเนื้อละเอียด และเมื่อวัดความลึกของน้ำใต้ดินที่ระยะ 50, 150, 250, 350, 450 และ 550 cm จากริมคันดินของร่องปลูกมะพร้าวระหว่างแปลงทดลอง (ภาพที่ 4) พบว่า มีค่าความลึกของน้ำใต้ดินเฉลี่ย 48.7, 50.1, 59.3, 67.4, 52.3 และ 50.5 cm จากผิวดิน ตามลำดับ



ภาพที่ 4 ตำแหน่งการวัดระดับน้ำใต้ดินของแปลงทดลองในสวนมะพร้าวน้ำหอม

2.2.3 การจัดทำสวนมะพร้าวน้ำหอมต้นแบบเพื่อบริหารจัดการสวนแบบเกษตรแม่นยำ

จากพื้นที่ทั้งหมดของสวนมะพร้าวประมาณ 15 ไร่ (45 x 522 m) มีร่องปลูกจำนวน 6 ร่อง ทำการปลูกมะพร้าวแบบแถวคู่ในร่อง เมื่อเดือนมีนาคม 2559 โดยใช้ต้นพันธุ์มะพร้าวจากสวนในพื้นที่อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร แปลงทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นรูปแบบการจัดการการแบบเกษตรกรทั่วไปคือ ทั้งการจัดการน้ำและปุ๋ย จำนวน 4 ร่อง ได้แก่ ร่องที่ 1, 2, 5 และร่องที่ 6 พื้นที่ประมาณ 10.5 ไร่ โดยเลือกร่องที่ 1 เป็นตัวแทนที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลในรูปแบบการจัดการการแบบเกษตรกร (ร่องที่ 1)

ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 เป็นงานทดลองจำนวนส่วนละ 1 ร่อง โดยส่วนที่ 2 (ร่องที่ 3) และส่วนที่ 3 (ร่องที่ 4) รวม 2 ร่อง พื้นที่ประมาณ 4.5 ไร่ (14 x 522 m) จำนวนต้นมะพร้าวน้ำหอมร่องละ 116 ต้น ในการออกแบบระบบการให้น้ำเพื่อให้ได้ความสม่ำเสมอของการกระจายน้ำ จึงทำการแบ่งแปลงย่อยในแต่ละร่องออกเป็น 3 แปลงย่อย คือ แปลงย่อยที่ 1 ความยาว 207 m แปลงย่อยที่ 2 ความยาว 171 m และแปลงย่อยที่ 3 ความยาว 144 m จากนั้นกำหนดรายละเอียดต่างๆ ของระบบการให้น้ำ และต้นกำลังของระบบการให้น้ำจะใช้เครื่องสูบน้ำไฟฟ้า โดยโรงสูบน้ำอยู่ห่างจากแปลงทดลอง 80 m ดังรายละเอียดของแปลงทดลอง (ภาพที่ 5) แปลงย่อย (ภาพที่ 6-9) และการติดตั้งระบบการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ (ภาพที่ 10 และ 11)

วิธีการให้น้ำและให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ

1. วิธีการให้น้ำ

ส่วนที่ 1 เป็นการปฏิบัติแบบเกษตรกรทั่วไป (ร่องที่ 1) ให้น้ำแก่มะพร้าวน้ำหอมโดยการยกระดับน้ำในร่องน้ำระหว่างร่องให้สูงขึ้นถึงระดับที่ต่ำกว่าผิวดินของสันร่อง 5-10 cm และจะให้น้ำอีกครั้งเมื่อระดับน้ำในร่องต่ำลงจากผิวดินของร่อง 30-50 cm

ส่วนที่ 2 (ร่องที่ 3) และส่วนที่ 3 (ร่องที่ 4) เป็นการปฏิบัติแบบเกษตรแม่นยำ โดยการให้น้ำแก้มะพร้าว น้ำหอมด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ ชนิดหัวคว่ำรูปร่มจำกัดวงการเปียกของน้ำรัศมี 1 เมตร รอบทรงพุ่มในช่วงที่มะพร้าวต้นเล็ก และเมื่อมะพร้าวมีขนาดต้นโตมากขึ้นจะเปลี่ยนชนิดหัวเป็นแบบกระจายน้ำเต็มทรงพุ่ม โดยออกแบบให้มีความสม่ำเสมอของปริมาณน้ำและปุ๋ย โดยให้ 1 หัวต่อต้น ในอัตรา 120 ลิตรต่อชั่วโมง เริ่มให้น้ำเมื่อความชื้นของดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร มีค่าความชื้นต่ำกว่าที่กำหนดที่วัดได้จาก sensor วัดความชื้น และหยุดให้เมื่อความชื้นที่ระดับ 30 เซนติเมตร มีค่าความชื้นเท่ากับที่กำหนดโดยวัดได้จาก sensor วัดความชื้น ปริมาณการให้น้ำจะถูกคำนวณจากข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดอากาศ โดยหักจากจำนวนฝนใช้การ โดยพิจารณาจากความต้องการน้ำของมะพร้าวตาม Woodroof (1979) และตามกรอบแนวความคิดที่แสดงในภาพที่ 12 โดยกำหนดความถี่ของการให้น้ำดังนี้ ส่วนที่ 2 (ร่องที่ 3) ให้น้ำแก้มะพร้าว น้ำหอมสัปดาห์ละ 3 ครั้ง และส่วนที่ 3 (ร่องที่ 4) ให้น้ำแก้มะพร้าว น้ำหอมสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

2. วิธีการให้ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยให้กับต้นมะพร้าวในแปลงทดลอง จะแบ่งออกเป็นสองวิธี คือ ส่วนที่ 1 (ร่องที่ 1) เป็นการให้ปุ๋ยทางดินในแปลงที่เป็นการปฏิบัติแบบเกษตรกรทั่วไป และส่วนที่ 2 (ร่องที่ 3) และส่วนที่ 3 (ร่องที่ 4) เป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ

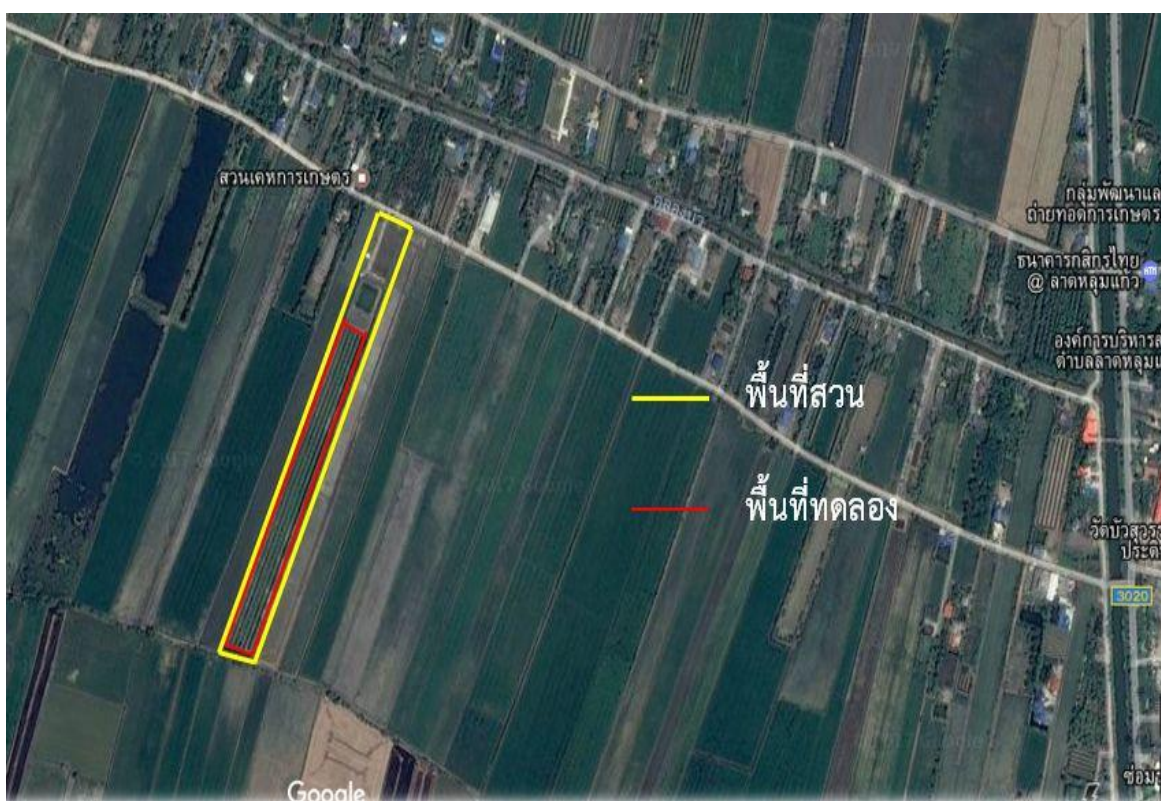
การให้ปุ๋ยทางดินใส่โดยโรยเป็นแถบกว้าง (strip placement) รอบ ๆ ต้นมะพร้าว น้ำหอมในรัศมี 1-2 เมตร ตามระดับปุ๋ยในแผนการทดลองโดยทำการใส่ 2 ครั้ง/ปี และแบ่งใส่ครึ่งหนึ่งของปริมาณปุ๋ยที่ใส่ทั้งหมด ครั้งที่ 1 ใส่เดือนมกราคม ครั้งที่ 2 เดือนมิถุนายน และในแปลงทดลองที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ จะละลายปุ๋ยทั้งหมด (ยกเว้นปุ๋ยฟอสฟอรัสให้ในรูปของไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP, 18-46-0) ที่ให้ทางดินเช่นเดียวกับปุ๋ยที่ให้ทางดิน) แล้วอัดฉีดผ่านอุปกรณ์ให้ปุ๋ย (injector) โดยแบ่งใส่เดือนละ 1 ครั้ง พร้อมกับการให้น้ำ ปริมาณการให้ปุ๋ยกับมะพร้าว น้ำหอมในแปลงทดลองเริ่มให้ในเดือนมีนาคม 2556 โดยปริมาณการให้ปุ๋ยในปีแรกจะพิจารณาจากเกณฑ์ปริมาณปุ๋ยที่ให้กับมะพร้าวแกง ในอัตราของไนโตรเจน 0.5 กิโลกรัมต่อต้น ฟอสฟอรัส 0.3 กิโลกรัมต่อต้น โพแทสเซียม 1.0 กิโลกรัมต่อต้น แคลเซียม 0.5 กิโลกรัมต่อต้น แมกนีเซียม 0.2 กิโลกรัมต่อต้น (ศักดิ์สิทธิ์, 2532, สุพจน์, 2543, กลุ่มเกษตรสัญจร, 2556) รวมกับค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนปีที่ 2 และ 3 ปริมาณการให้ปุ๋ยแก้มะพร้าว น้ำหอมในแต่ละต้นจะพิจารณาจากค่าที่เหมาะสมของธาตุอาหารพืชในใบที่ 14 ที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในใบ คือ ไนโตรเจน 1.8-2.0 % ฟอสฟอรัส 0.12-0.14 % โพแทสเซียม 0.6-0.8 % แคลเซียม 0.15-0.35 % และแมกนีเซียม 0.20-0.35 % (กฤษณา และคณะ, 2559) รวมกับค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จากแปลงทดลอง ได้เป็นจำนวนปุ๋ยที่ให้กับมะพร้าว น้ำหอมทางระบบน้ำดังนี้

ปีที่ 1 ปริมาณปุ๋ยที่ให้มะพร้าว น้ำหอมต่อปี ยูเรีย 0.36 กิโลกรัมต่อต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ 0.54 กิโลกรัมต่อต้น และแมกนีเซียมซัลเฟต 0.30 กิโลกรัมต่อต้น

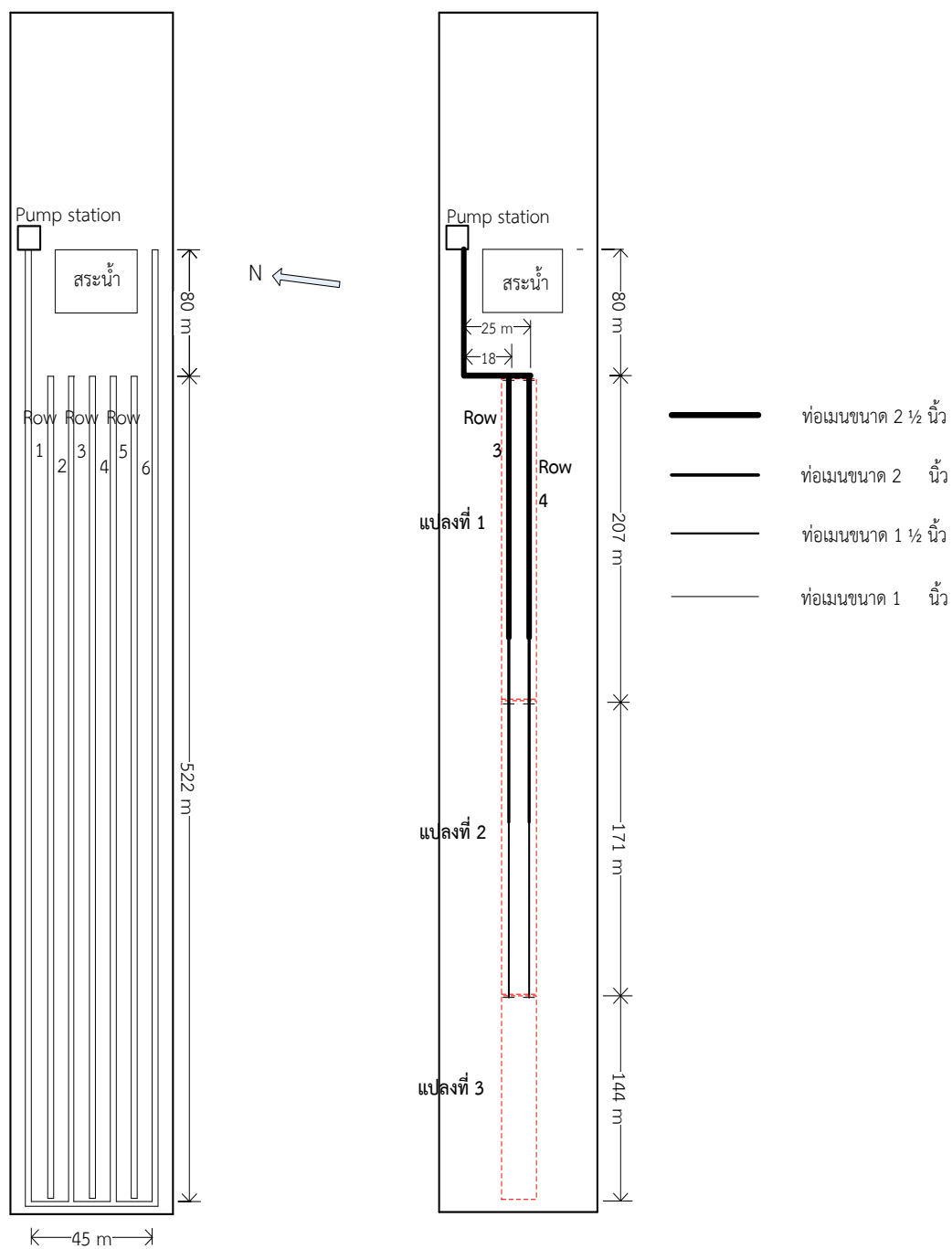
ปีที่ 2 ปริมาณปุ๋ยที่ให้มะพร้าว น้ำหอมต่อปี ยูเรีย 0.54 กิโลกรัมต่อต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ 0.78 กิโลกรัมต่อต้น และแมกนีเซียมซัลเฟต 0.35 กิโลกรัมต่อต้น

ปีที่ 3 ปริมาณปุ๋ยที่ให้มะพร้าว น้ำหอมต่อปี ยูเรีย 0.60 กิโลกรัมต่อต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ 0.78 กิโลกรัมต่อต้น และแมกนีเซียมซัลเฟต 0.35 กิโลกรัมต่อต้น

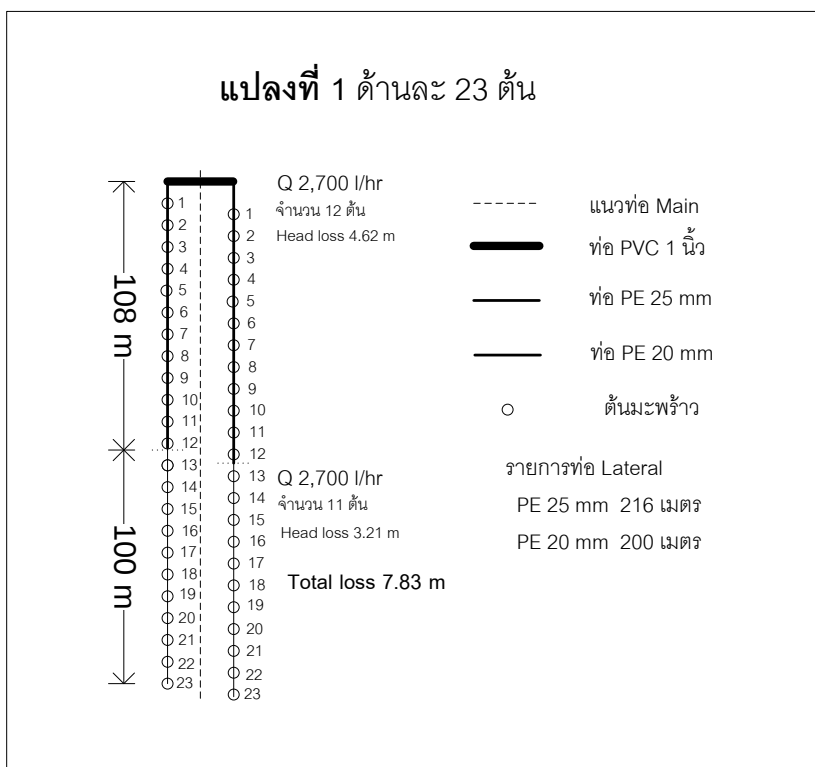
3. การจัดการศัตรูพืช การจัดการโรค แมลง และวัชพืช ภายในสวนจะกระทำตามวิธีการจัดการที่เหมาะสมในการปลูกมะพร้าว (ภาณุพงษ์, 2543, สุพจน์, 2543)
4. การจัดการระบบเกษตร ในช่วงเริ่มต้นปีที่ 1-3 ขณะที่มะพร้าวยังไม่ให้ผลผลิตและมีพื้นที่ระหว่างต้นมะพร้าวจะทำการปลูกพืชแซมในระหว่างร่อง โดยมีวิธีในการจัดการพืชแต่ละชนิดตามความเหมาะสมของพืช และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าว น้ำหอม (ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร, มปป) และประยุกต์วิธีการบริหารจัดการสวนจากการดูงาน และจากวิธีการและข้อคิดเห็นจากการแลกเปลี่ยนกับเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว น้ำหอมในพื้นที่ต่างๆ



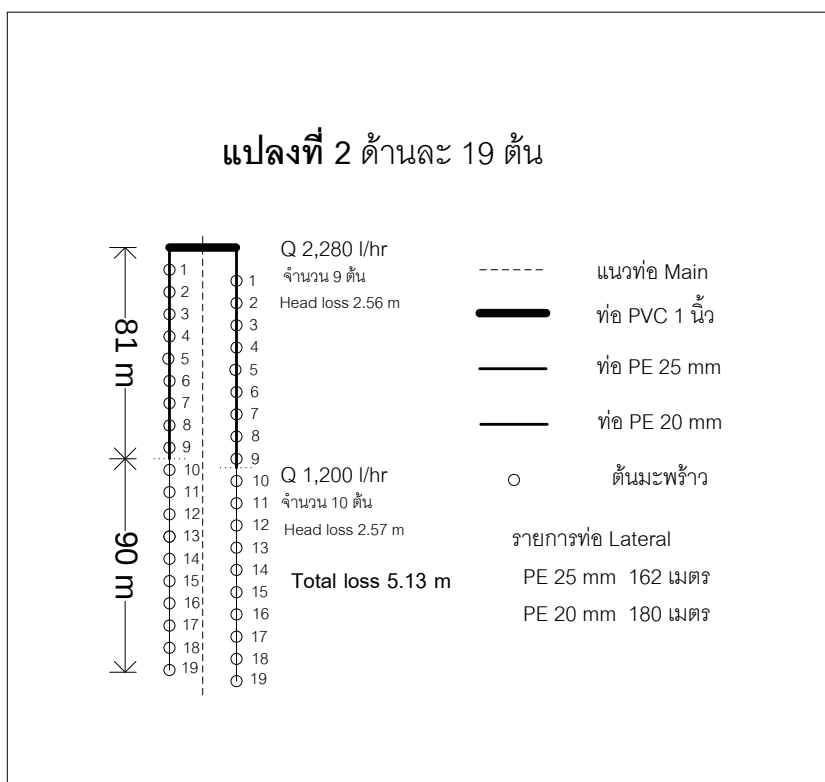
ภาพที่ 5 พื้นที่ทดลองสวนเคหการเกษตร ต.ระแหง อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี



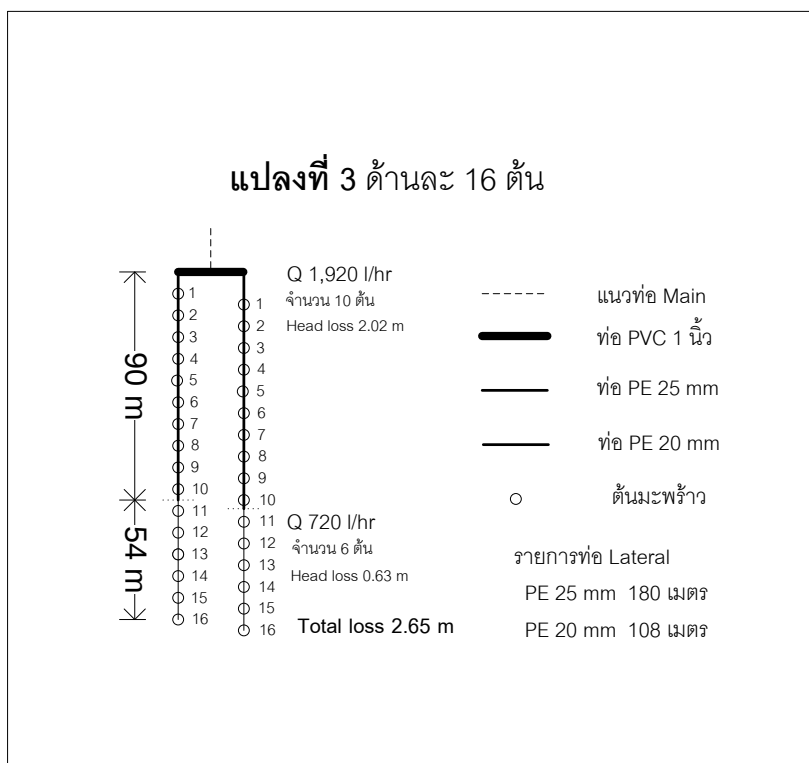
ภาพที่ 6 พื้นที่ทดลอง และแปลงย่อยของแปลงทดลองในสวนมะพร้าว น้ำหอม



ภาพที่ 7 รายละเอียดระบบการให้น้ำของ แปลงย่อยที่ 1



ภาพที่ 8 รายละเอียดระบบการให้น้ำของ แปลงย่อยที่ 2



ภาพที่ 9 รายละเอียดระบบการให้น้ำของ แปลงย่อยที่ 3



ภาพที่ 10 การติดตั้งระบบการให้น้ำของแปลงทดลอง



(ก)



(ข)

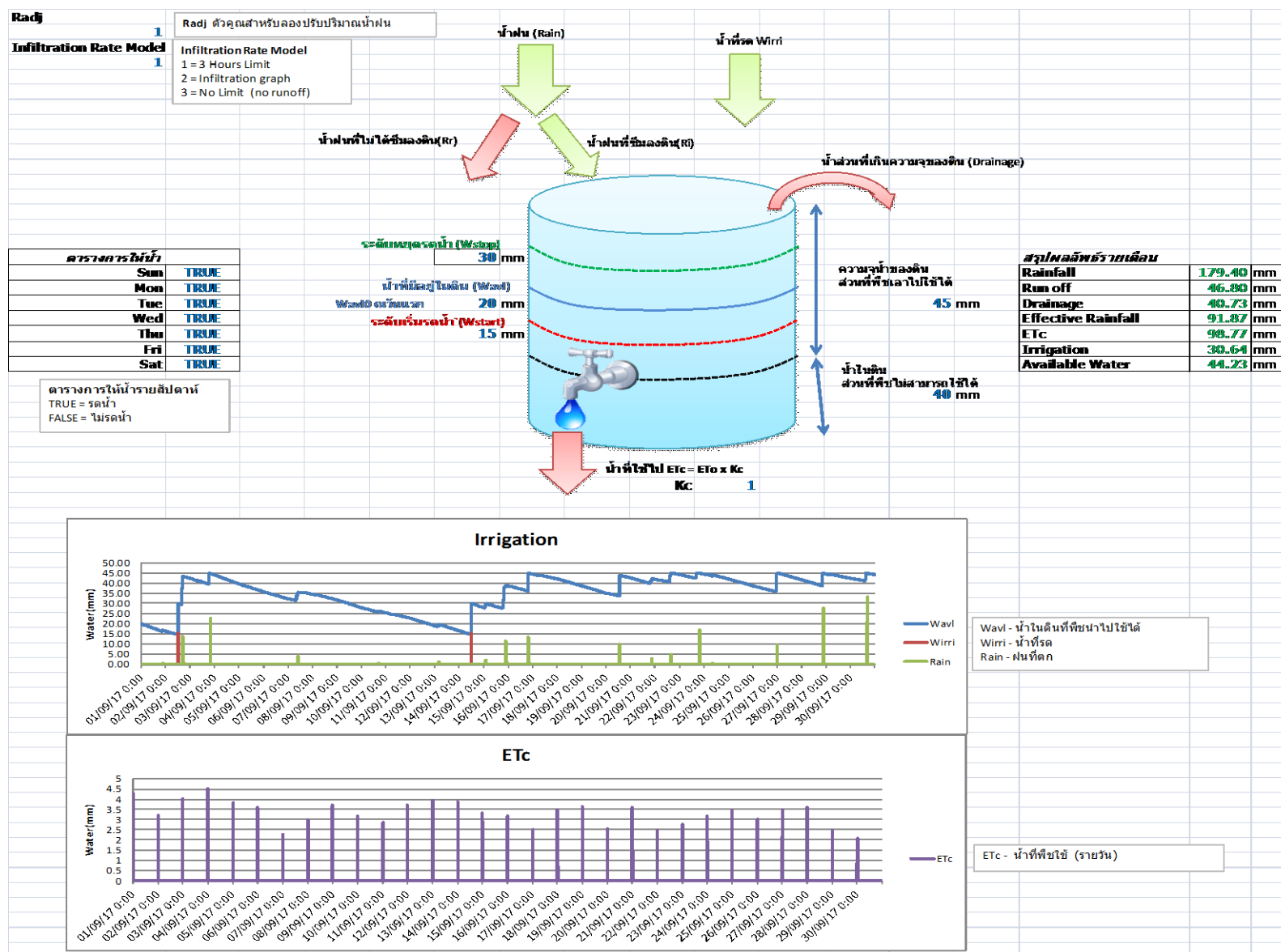


(ค)



(ง)

ภาพที่ 11 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำและระบบควบคุม (ก) ระบบการให้ปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำ (ข) ของแปลงทดลอง การให้ปุ๋ยไปพร้อมกับการให้น้ำแก้มะพร้าว น้ำหอม (ค), (ง)



ภาพที่ 12 Schematic diagram สำหรับแนวคิดการหาปริมาณการให้น้ำของแปลงทดลอง

2.3 ระบบการเก็บข้อมูลรายต้นของมะพร้าว น้ำหอมเพื่อบริหารจัดการสวนแบบเกษตรแม่นยำ

ทำการออกแบบและติดตั้งเซนเซอร์เพื่อวัดข้อมูลรายต้น โดยทำการเลือกตัวแทนของต้น รวมจำนวน 30 ต้น เพื่อเก็บข้อมูลปริมาณการได้รับน้ำและปุ๋ย และเก็บตัวอย่างดินในบริเวณรอบโคนต้นมะพร้าวของร่องที่ 3 และร่องที่ 4 รอบโคนต้น จำนวนร่องละ 30 ต้น เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแปลงทดลอง และเก็บตัวอย่างดินในร่องที่ 1 รอบโคนต้น จำนวน 10 ต้น เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแปลงเกษตรกร ทุกๆ 3 เดือน โดยเก็บจากบริเวณต้นมะพร้าวต้นเดิมตลอดการทดลอง ตัวอย่างดินที่เก็บในช่วงความลึก 0-15 และ 16-30 เซนติเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี คือปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter, %) (Nelson and Sommers, 1996) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P (Bray II), ppm) (Kuo, 1996) ประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (exchangable cation ; K, Ca, Mg, Na ppm) (Sumner and Miller, 1996) ความเป็นกรดของดิน (pH, 1:2, soil : water) (Thomas, 1996) และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (electrical conductivity , EC, 1:5, soil : water) (Rhoades, 1996)

การเก็บตัวอย่างใบของต้นมะพร้าว น้ำหอม จะทำการเก็บตัวอย่างใบตรงกลางทางใบมะพร้าว โดยเก็บตัวอย่างใบข้างละ 2 ใบ ของทางใบที่ 1, 3, 9 และ 14 ขึ้นอยู่กับจำนวนทางใบที่มีของมะพร้าว คือ 4-6, 7-12, 13-18 และ มากกว่า 18 ทางใบ ตามลำดับ (Magat, 1979) โดยนับจากใบอ่อนที่เจริญเต็มที่แล้ว ในร่องปลูกร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ร่องละ 30 ต้น เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแปลงทดลองการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ และเก็บตัวอย่างใบของต้นมะพร้าวในร่องที่ 1 จำนวน 10 ต้น เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแปลงเกษตรกร ทุกๆ 3 เดือน เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของธาตุ N, P, K, Ca, Mg และ Na เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนอัตราของปุ๋ยที่ให้แก่มะพร้าว น้ำหอม โดยนำตัวอย่างที่ได้เข้าอบที่ 65 – 70 องศาเซลเซียส จนแห้งและบดละเอียด เพื่อที่จะวิเคราะห์ธาตุอาหาร โดยการย่อยตัวอย่างใบด้วย H_2SO_4 เข้มข้นใน digestion block และกลั่นหาไนโตรเจน (N) โดย วิธี Kjeldahl และย่อยตัวอย่างใบด้วยกรดผสมเข้มข้นระหว่าง HNO_3 และ $HClO_4$ แล้วนำสารที่ย่อยได้มาหาโพแทสเซียม (K) โดยใช้ Flame photometer แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และโซเดียม (Na) โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ฟอสฟอรัส โดยวิธี Vanadomolybdate การเจริญเติบโตของต้นมะพร้าว ได้แก่ ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางต้น จำนวนทางใบ ความยาวทางใบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปใช้ในระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารสวนมะพร้าว น้ำหอม

2.4 เครื่องมือเก็บข้อมูลและการส่งงานระบบการให้น้ำและปุ๋ย

มีอุปกรณ์การตรวจวัด ควบคุมและเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องสามารถตรวจวัดและควบคุมอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา สามารถตรวจเช็คได้ผ่าน Internet ทาง Smart Phone โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการใช้ปุ๋ยและน้ำอย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยสถานีอากาศ 1 สถานี ทำหน้าที่ในการวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศในแปลงวิจัยเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณการให้น้ำแก่มะพร้าว สถานีวัดในแปลงปลูกมะพร้าวจำนวนไม่น้อยกว่า 5 สถานี ทำการติดตั้งในแปลงทดลองจำนวน 3 สถานี แปลงของเกษตรกรที่

ปลูกอายุเดียวกับแปลงทดลองและจัดการแบบทั่วไปจำนวน 1 สถานี และแปลงของเกษตรกรที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอมที่ให้ผลผลิตแล้วและจัดการแบบทั่วไปจำนวน 1 สถานี (ภาพที่ 13) โดยแต่ละสถานีมีรายละเอียดของการเก็บข้อมูลที่ตรวจวัดค่าต่าง ๆ ดังนี้

สถานีตรวจอากาศ ประกอบด้วย

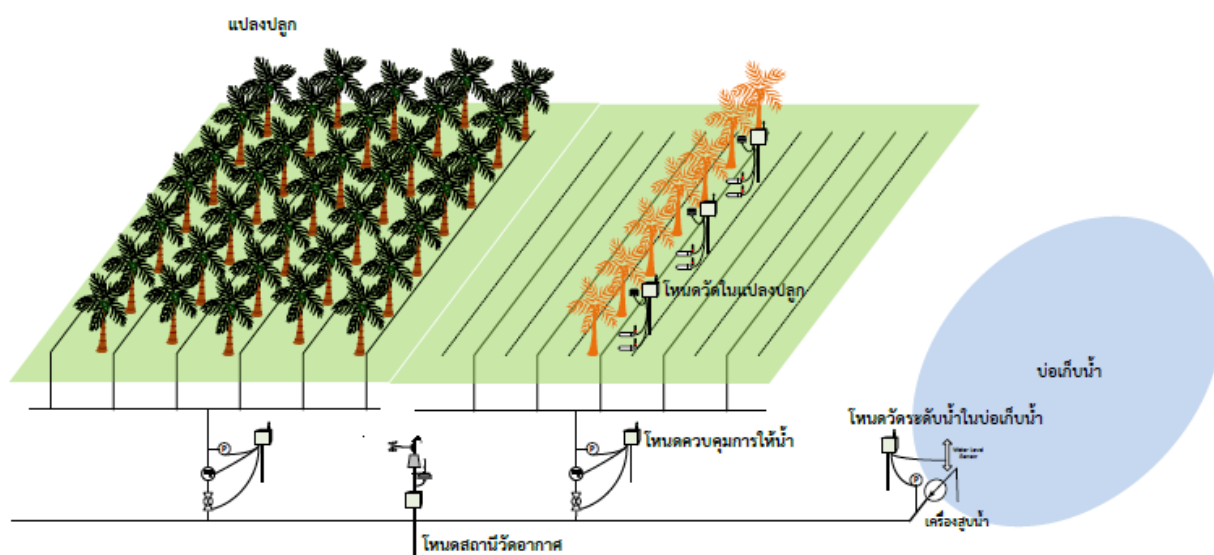
1. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ทำหน้าที่ตรวจวัด อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ในบริเวณแปลงปลูก โดยติดตั้งไว้กับโหนดสถานีวัดอากาศ มีความสามารถในการวัดอุณหภูมิในช่วง -20 ถึง 70 องศาเซลเซียส โดยให้ความถูกต้อง ± 2 องศาเซลเซียส และวัดความชื้นได้ 0 ถึง 100 % โดยให้ความถูกต้อง (Accuracy) ± 4 %
2. เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ติดตั้งไว้กับโหนดสถานีวัดอากาศ โดยเป็นชนิดการวัดแบบ Tipping bucket with magnetic reed switch มีความละเอียดของการวัด 0.1 มิลลิเมตร ให้ความถูกต้อง ± 2 % ที่ 50 mm/hr
3. เซนเซอร์วัดความเร็วและทิศทางลม ทำหน้าที่ตรวจวัดความเร็วและทิศทางลม ติดตั้งไว้กับโหนดสถานีวัดอากาศ เป็นชนิดสามถั่วที่สามารถวัดความเร็วพร้อมทิศทางของลม 0 ถึง 50 m/s ค่าความถูกต้อง ± 0.3 m/s การวัดทิศทางลมได้ 0 ถึง 360 องศา ค่าความถูกต้อง ± 4 องศา และเริ่มหมุนทิศทางลมที่ความเร็ว 0.4 m/s
4. เซนเซอร์วัดความเข้มแสง ทำหน้าที่ตรวจวัดความเข้มแสงอาทิตย์ ติดตั้งไว้กับโหนดสถานีวัดอากาศ เป็นการวัดพลังงานแสง ในช่วงความยาวคลื่นแสงตั้งแต่ 300 ถึง 1,100 นาโนเมตร วัดค่าความเข้มแสงได้ในช่วง 0 ถึง 1.1 kW/m² มี ค่าความถูกต้อง ± 5 %
5. เซนเซอร์วัดความเค็มของน้ำ ทำหน้าที่ตรวจวัดความเค็มของน้ำในคลอง ที่ใช้เป็นแหล่งน้ำของโครงการ เป็นเซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้า ตั้งแต่ 0.01 μ S/cm ถึง 2000 mS/cm ค่าความถูกต้อง ± 0.5 %

เครื่องมือวัดในแปลงปลูก ประกอบด้วย

1. เซนเซอร์วัดความชื้นดิน ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณความชื้นดินในแปลงปลูก ติดตั้งไว้กับโหนดอ่านค่า โดยเครื่องวัดความชื้นจะติดตั้งกระจายในแปลงปลูกจำนวน 3-5 จุด และค่าความชื้นทุกจุดจะทำการหาค่าเฉลี่ยและส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมการให้น้ำ เพื่อเปิดปิดการให้น้ำโดยอัตโนมัติ สามารถวัดความชื้นได้ตั้งแต่ดินแห้งถึงอิ่มตัวด้วยน้ำ (Zero to saturation) โดยวัดได้ 0 ถึง 1500 mV ความถูกต้อง ± 0.3 %
2. เซนเซอร์วัดระดับน้ำ ทำหน้าที่วัดระยะทางอ้างอิงจากตำแหน่งที่เซนเซอร์ติดตั้งไปยังผิวน้ำ ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ในแหล่งน้ำ ทำให้ทราบถึง

ปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในแหล่งน้ำว่ามีพอเพียงหรือไม่ หรือในกรณีที่มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมทำให้สามารถป้องกันได้ทันเวลา เป็นเซนเซอร์วัดแบบเรดาร์สามารถวัดได้ตั้งแต่ 0.8 ถึง 5 เมตรจากระดับที่ติดตั้ง ค่าความถูกต้อง $\pm 0.2\%$

3. อุปกรณ์วัดแรงดันน้ำ ทำหน้าที่ตรวจวัดแรงดันน้ำในท่อชลประทาน เพื่อตรวจวัดการทำงานของระบบน้ำว่าแรงดันที่ใช้ถูกต้องหรือไม่ และจะแสดงการแตกหรือรั่วของท่อส่งน้ำถ้าความดันที่วัดได้ต่ำเกินไป เป็นแบบ Signal transmitter ที่มีสัญญาณ input 0-40 mA และ output 0-40 mA
4. เซนเซอร์วัดปริมาณการไหลของน้ำ ทำหน้าที่วัดปริมาณการไหลของน้ำซึ่งจ่ายเข้าสู่แปลงปลูก ทำให้ทราบปริมาณการให้น้ำแก่มะพร้าว และจะใช้ในการตรวจวัดการทำงานของระบบการให้น้ำอัตโนมัติว่ามีการผิดปกติหรือไม่ และใช้ในการคำนวณปริมาณการให้ปุ๋ยในระบบน้ำในแปลงปลูก เป็นมาตรวัดน้ำแบบใบพัดที่ติดตั้งโมดูลส่งสัญญาณปริมาณการไหลของน้ำเป็นปริมาตรน้ำ
5. เซนเซอร์วัดความเข้มข้นของปุ๋ย ทำหน้าที่วัดปริมาณของปุ๋ยในระบบน้ำ เพื่อใช้วัดปริมาณปุ๋ยที่ให้แก่มะพร้าว เป็นเซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้า ตั้งแต่ $0.01 \mu\text{S}/\text{cm}$ ถึง $2000 \text{ mS}/\text{cm}$ ค่าความถูกต้อง $\pm 0.5\%$



ภาพที่ 13 แสดงอุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆในแปลงปลูกมะพร้าวน้ำหอม

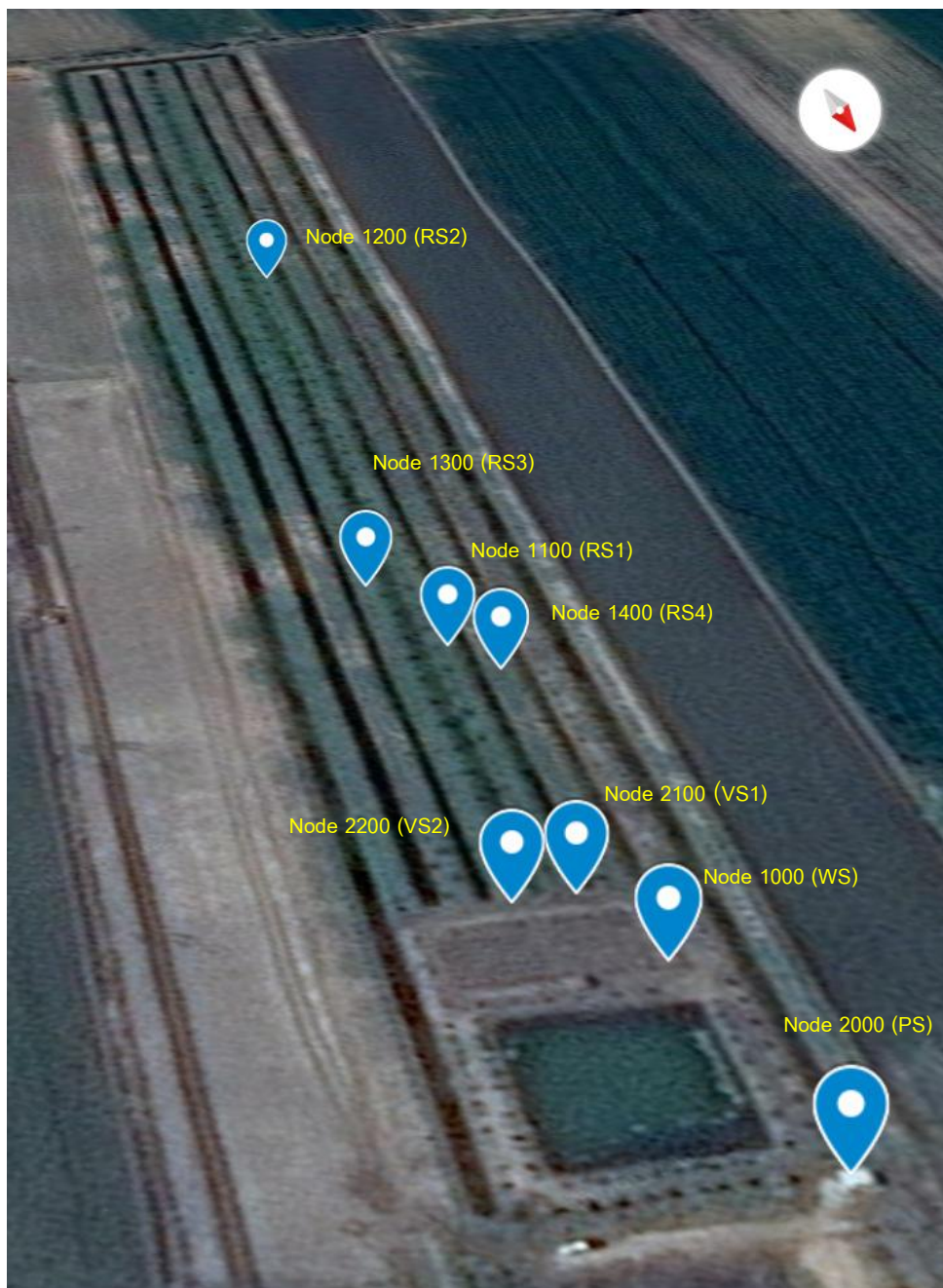
2.5 เครื่องมือเก็บข้อมูลและการส่งงานระบบการให้น้ำและปุ๋ย

2.5.1 ระบบตรวจวัดและควบคุมสำหรับสวนมะพร้าวต้นแบบ

ระบบตรวจวัดและควบคุมสำหรับสวนมะพร้าวต้นแบบ ที่ดำเนินการติดตั้งในโครงการระยะที่ 1 นี้ ทำหน้าที่ตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าว และทำหน้าที่ควบคุมการให้น้ำในสวนมะพร้าวตามปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ตรวจวัดได้ จากรูปที่ 15 แสดงแปลงปลูกมะพร้าวที่มีความยาวประมาณ 522 เมตร โดยมีการยกร่องตามแนวยาวจำนวน 6 ร่อง แต่ละสันร่องมีการปลูกมะพร้าวทั้งสองฝั่งของสันร่องไปตลอดตามแนวยาว โดยในระยะแรกของโครงการวิจัยจะติดตั้งวาล์วควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติในร่องที่ 3 และ 4 จากจำนวน 6 ร่อง และ ดำเนินการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในแปลงในร่องที่ 1 เพิ่มเติมจากร่องที่ 3 และ 4 เพื่อใช้เป็นข้อมูลตัวแทนสภาพแวดล้อมแปลงในส่วนที่มีการจัดการให้น้ำโดยไม่มีระบบอัตโนมัติ (แบบที่เกษตรกรปฏิบัติทั่วไป)

โหนดที่ติดตั้งในบริเวณสวนมะพร้าวต้นแบบประกอบไปด้วยโหนดจำนวน 8 โหนด ดังต่อไปนี้

- Node 1000 – โหนดสถานีวัดอากาศ (WS)
- Node 1100 – โหนดตรวจวัดในแปลงปลูกร่องที่ 3 ตำแหน่งที่ 1 (RS1)
- Node 1200 – โหนดตรวจวัดในแปลงปลูกร่องที่ 3 ตำแหน่งที่ 2 (RS2)
- Node 1300 – โหนดตรวจวัดในแปลงปลูกร่องที่ 4 (RS3)
- Node 1400 – โหนดตรวจวัดในแปลงปลูกร่องที่ 1 (RS4)
- Node 2000 – โหนดควบคุมหลักโรงสูบน้ำ (PS)
- Node 2100 – โหนดควบคุมวาล์วน้ำร่องที่ 3 (VS1)
- Node 2200 – โหนดควบคุมวาล์วน้ำร่องที่ 4 (VS2) (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 แสดงตำแหน่งติดตั้งโหนดตรวจวัดและควบคุมต่างๆ บริเวณแปลงปลูก

เมื่อแบ่งโหนดตามหน้าที่การทำงาน จะประกอบไปด้วย สถานีวัดอากาศ 1 โหนด โหนดตรวจวัดในแปลงปลูกจำนวน 4 โหนด โหนดควบคุมหลักจำนวน 1 โหนด โหนดควบคุมวาล์วน้ำจำนวน 2 โหนด ซึ่งรายละเอียดของโหนดแต่ละประเภทจะได้กล่าวแสดงในรายละเอียดต่อไป โดยที่หมายเลขโหนดและชนิดโหนดเป็นดังต่อไปนี้ โหนดแต่ละโหนดจะมีหมายเลขประจำตัวเพื่อใช้เป็นหมายเลขอ้างอิงสำหรับการติดต่อสื่อสาร ระหว่างโหนด

ในภาพรวมโหนดเหล่านี้จะติดต่อสื่อสารกันผ่านระบบสื่อสารไร้สายในย่านความถี่ 915 MHz ด้วยโปรโตคอล DigiMesh ทำให้โหนดเหล่านี้มีความสามารถในการทวนส่งข้อมูลในการสื่อสารระหว่างโหนดได้

ช่วยให้โหนดที่ไม่อยู่ในรัศมีสัญญาณไร้สายของกันและกัน แต่ต้องการจะสื่อสารสามารถส่งผ่านข้อมูลถึงกันได้ โดยอาศัยการส่งต่อเป็นช่วงๆ ของโหนดที่มีอยู่ในเครือข่ายไปจนถึงโหนดปลายทางที่ต้องการได้

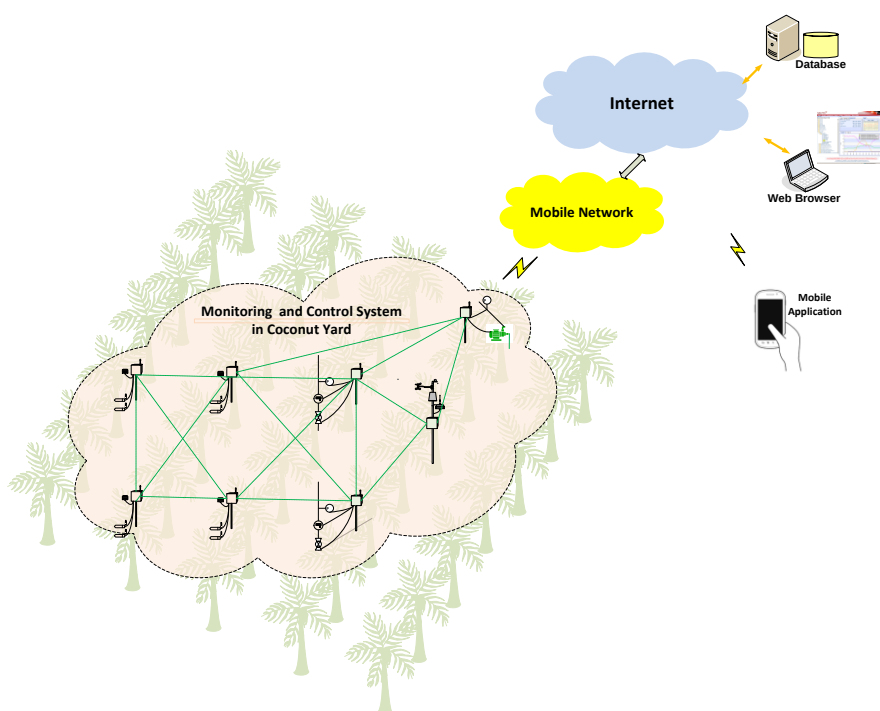
ระบบตรวจวัดและควบคุมสำหรับสวนมะพร้าวต้นแบบ จะมีการทำงานเป็นอัตโนมัติ แต่ละโหนดจะทำงานตามที่ได้กำหนดไว้ และมีการบันทึกข้อมูลการตรวจวัดและการควบคุมการทำงานเก็บไว้ภายในหน่วยความจำของแต่ละโหนด และจะทำการส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังเครื่องแม่ข่าย ผ่านโหนดพิเศษที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เครื่องแม่ข่ายนี้ทำหน้าที่เก็บข้อมูลการตรวจวัดและการทำงานของระบบเอาไว้ นอกจากนี้เครื่องแม่ข่ายนี้ยังใช้ในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานระยะไกลตลอดจนรวมไปถึงการดูแลรักษาระบบที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ เช่น การปรับรุ่นเฟิร์มแวร์ภายในโหนด เป็นต้น ผู้ใช้จะสามารถเข้าถึงข้อมูลและควบคุมการทำงานโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ สมาร์ทโฟน ในภาพที่ 15 แสดงการลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่างๆ ของระบบ

รายละเอียดโหนดชนิดต่าง

โหนดสถานีวัดอากาศ (SW)

โหนดสถานีวัดอากาศทำหน้าที่ตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา (ภาพที่ 16) ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาและเจริญเติบโตของมะพร้าว โดยมีความถี่ในการตรวจวัดทุก 5 นาที โดยใช้พลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 10 วัตต์ ค่าที่ทำการตรวจวัดประกอบด้วย

- อุณหภูมิอากาศ
- ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ
- ปริมาณน้ำฝน
- ความเร็วลม
- ทิศทางลม
- ความเข้มแสงอาทิตย์



ภาพที่ 15 โครงสร้างการเชื่อมโยงระหว่างส่วนต่างๆภายในระบบตรวจวัดและควบคุมสำหรับสวนมะพร้าว
ต้นแบบ



ภาพที่ 16 สถานีวัดอากาศ (WS)

โหนดตรวจวัดในแปลงปลูก (RS1, RS2, RS3 และ RS4)

โหนดตรวจวัดในแปลงปลูก ทำหน้าที่หลักในการตรวจวัด ความชื้นในดินในบริเวณแปลงปลูก และค่าสภาพแวดล้อมในแปลงปลูก เพื่อใช้ในการประเมินการให้น้ำให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของมะพร้าว โดยในปัจจุบันค่าที่ทำการตรวจวัดได้แก่

- ความชื้นดินที่ระดับ 15 เซนติเมตร
- ความชื้นดินที่ระดับ 30 เซนติเมตร
- อุณหภูมิอากาศ
- ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 โหนดตรวจวัดในแปลงปลูก (RS)

โหนดควบคุมวาล์วให้น้ำ (VS1 และ VS2)

โหนดควบคุมวาล์วให้น้ำทำหน้าที่ควบคุมวาล์วให้น้ำ เพื่อให้จ่ายน้ำตามคำสั่งที่ได้รับจากโหนดควบคุมหลัก ทำงานโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากโซลาร์เซลล์ซึ่งสำรองไว้ในแบตเตอรี่กรดตะกั่วขนาด 7.2 แอมป์แปร์ ชั่วโมง เพื่อให้สามารถทำงานโดยใช้แบตเตอรี่ได้ วาล์วให้น้ำที่ใช้จะเป็นชนิด วาล์วให้น้ำชนิดที่มี

คอลลีเป็นชนิดสามารถค้างสถานะตัวเอง (Latching Solenoid) ซึ่งการเปลี่ยนสถานะทำได้โดยการจ่ายพลังงานเป็นช่วงระยะเวลาสั้นในช่วง 20-100 มิลลิวินาที เมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะตรงข้ามจากเดิมก็ทำเช่นเดียวกัน แต่กลับขั้วไฟฟ้า ซึ่งการทำเช่นนี้ทำให้โหนดสามารถควบคุมวาล์วได้แม้จะมีแหล่งเก็บพลังงานน้อย โดยที่โหนดควบคุมวาล์วน้ำแต่ละโหนดจะสามารถควบคุมวาล์วน้ำได้สูงสุด จำนวน 4 ตัว แต่ในระยะแรกจะต่อเพียง 1 ตัว และเหลือไว้สำหรับเพิ่มขยายในอนาคต สำหรับแปลงที่เหลือซึ่งปัจจุบันยังมีการควบคุมแบบไม่เป็นอัตโนมัติ นอกจากนี้โหนดยังสามารถเพิ่มเติมเซนเซอร์ต่าง ๆ เช่น มิเตอร์น้ำ เซนเซอร์วัดแรงดันน้ำ เพื่อใช้ในการดูแลและตรวจสอบการทำงานของระบบน้ำได้ในอนาคต (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 โหนดควบคุมวาล์วจ่ายน้ำ (VS)

โหนดควบคุมหลัก (PS)

โหนดควบคุมหลัก ทำหน้าที่ควบคุมการให้น้ำแก่มะพร้าวให้เหมาะสมต่อการใช้น้ำตามเงื่อนไขและเวลาที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ ด้วยการเปิดปิดเครื่องสูบน้ำ และสั่งให้โหนดควบคุมวาล์วให้เปิดปิดวาล์วน้ำ ปัจจุบันได้กำหนดให้การให้น้ำเป็นสัดส่วนกับปริมาณอัตราการคายระเหยอ้างอิง ที่เครื่องแม่ข่ายคำนวณจากการตรวจวัดของสถานีวัดอากาศในแปลงปลูก ร่วมกับปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ นอกจากนี้โหนดควบคุมหลักยังทำหน้าที่เป็นช่องทางผ่านในการสื่อสารข้อมูลการตรวจวัดและข้อมูลการทำงานของโหนดต่าง ๆ ไปยังเครื่องแม่ข่ายในอินเทอร์เน็ตอีกด้วย (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 โหนดควบคุมหลัก (PS)

การตรวจวัดปริมาณน้ำและปุ๋ยในสวนมะพร้าว

การติดตั้งระบบตรวจวัดปริมาณการให้น้ำและปุ๋ยที่ให้พร้อมกับการให้น้ำ เพื่อตรวจวัดปริมาณน้ำและความเข้มข้นของปุ๋ยผ่านระบบการให้น้ำ โดยการวัดปริมาณการให้น้ำของแปลงทดลองทำการติดตั้งมาตรวัดน้ำแบบใบพัดที่มีสัญญาณออกโดยเชื่อมต่อกับโหนดควบคุมวาล์วให้น้ำ (VS1 และ VS2) เพื่อปริมาณน้ำของแปลงทดลองร่องที่ 3 และร่องที่ 4 (ภาพที่ 20)

การตรวจวัดปุ๋ยที่ให้กับมะพร้าวของแปลงทดลอง เป็นการติดตามเพื่อตรวจสอบระบบการให้ปุ๋ยว่าระบบมีการอัดฉีดปุ๋ยเข้าในระบบหรือไม่ โดยการติดตั้งเซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity electrodes) เชื่อมต่อกับโหนดควบคุมวาล์วให้น้ำ (VS1 และ VS2) เช่นเดียวกับมาตรวัดน้ำ (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 20 มาตรวัดน้ำแบบใบพัด



ภาพที่ 21 เซนเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้า

ระบบสั่งการระยะไกลเพื่อควบคุมการให้น้ำและปุ๋ย

การกำหนดและควบคุมการให้น้ำของแปลงทดลองจะประมวลผลจากปริมาณน้ำน้ำเข้า (input) และปริมาณน้ำออก (output) ของน้ำในแปลงทดลอง โดยปริมาณน้ำเข้าพิจารณาจากปริมาณน้ำสองส่วน คือน้ำชลประทานที่ให้ และปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่วัดได้จากสถานีวัดสภาพอากาศ ที่คิดเฉพาะส่วนที่เป็นฝนใช้การ (effective rainfall) ได้จากจำนวนฝนที่ตกย้อนหลังไป 3 ชั่วโมง ร่วมกับอัตราการแทรกซึมน้ำของดินของพื้นที่ทดลอง ส่วนปริมาณน้ำออกพิจารณาจากการใช้น้ำของพืช ที่ได้จากการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) คำนวณจากข้อมูลของสถานีวัดอากาศ กับค่าสัมประสิทธิ์พืช (K_c) ของมะพร้าว และน้ำที่เกินความจุของดิน ดังแสดงในรูปที่ 39 เมื่อได้ปริมาณน้ำที่จะต้องให้กับแปลงทดลองแล้ว จะกำหนดเป็นเวลาที่จะต้องเปิดปิดเครื่องสูบน้ำโดยสั่งการมาที่โหนดควบคุมหลัก (PS) พร้อมทั้งสั่งเปิดประตูน้ำที่หัวแปลงที่โหนดควบคุมวาล์วให้น้ำ (VS1 และ VS2) ซึ่งมีรายละเอียดของการออกแบบระบบสั่งการระยะไกล ดังต่อไปนี้

การออกแบบระบบสั่งการระยะไกลเพื่อควบคุมน้ำและปุ๋ย

ระบบสั่งการระยะไกลเพื่อควบคุมน้ำและปุ๋ย ประกอบด้วยบอร์ดชนิดต่างๆ ดังนี้

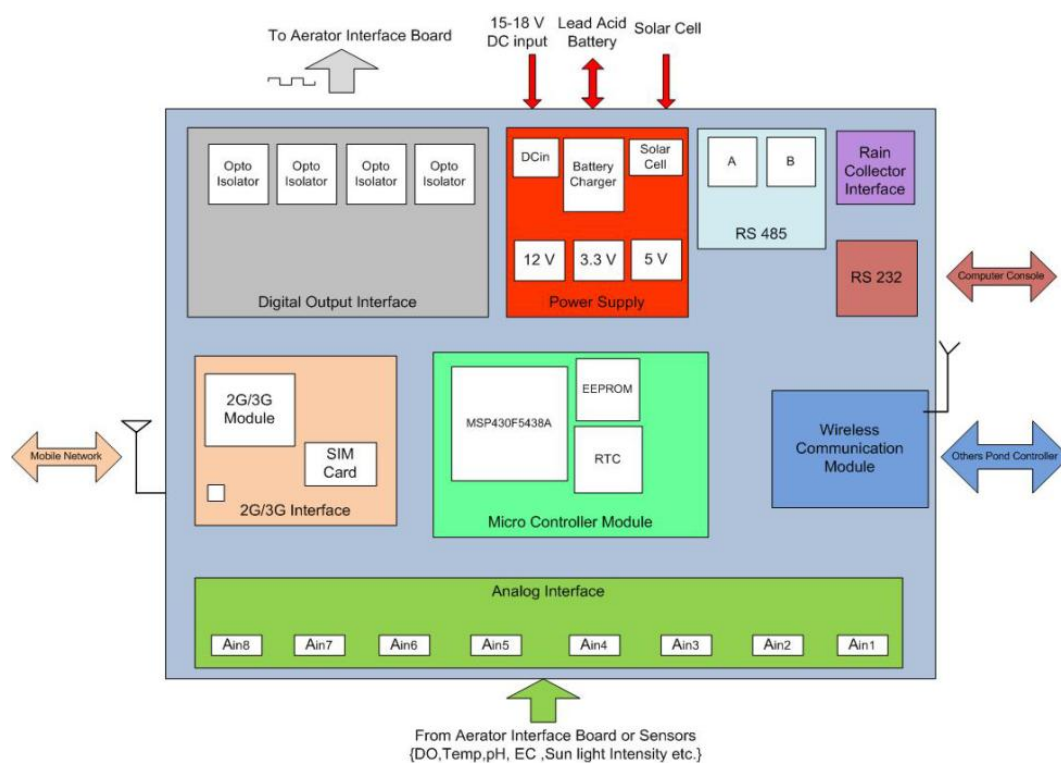
- บอร์ด MMSIII รุ่น Gateway
- บอร์ด MMSIII รุ่นธรรมดา
- บอร์ด Isolated Relay
- บอร์ดควบคุมวาล์วไฟฟ้า

บอร์ด MMSIII

บอร์ด MMSIII เป็นบอร์ดสำหรับทำหน้าที่ควบคุม ประมวลผล สื่อสาร และเชื่อมต่อเซนเซอร์ต่างๆ คุณสมบัติของบอร์ด MMSIII สามารถสรุปได้ดังนี้

- ส่วนเชื่อมต่อเซนเซอร์
 - ช่องสำหรับต่อเซนเซอร์แบบอะนาล็อก 8 ช่อง

- ช่องต่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ
- ช่องต่อเซ็นเซอร์วัดความดันบรรยากาศ
- ช่องต่อเซ็นเซอร์วัดความเร็วและทิศทางของลม
- ช่องต่อเซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน หรือต่อมิเตอร์วัดปริมาณน้ำ
- ส่วนสื่อสารข้อมูล
 - ส่วนสื่อสารข้อมูลไร้สายด้วยความถี่ 900 MHz
 - ส่วนสื่อสารข้อมูล RS485
 - ส่วนสื่อสารข้อมูล RS232
 - ส่วนสื่อสารข้อมูลแบบ I2C (ใช้ร่วมกับช่องต่อเซ็นเซอร์วัดความดันบรรยากาศ)
 - ส่วนสื่อสารข้อมูล GSM แบบ 2G/3G (จะมีในรุ่น Gateway เท่านั้น)
- ส่วนควบคุมอุปกรณ์
 - ส่วนเชื่อมต่อโซลาร์เซลล์และควบคุมการชาร์จไฟแบตเตอรี่
 - ส่วนควบคุมเปิด/ปิดอุปกรณ์ 4 ช่อง
- ส่วนหน่วยความจำ
 - หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล EEPROM ขนาด 512 Kbytes สามารถจัดเก็บข้อมูลตรวจวัดประมาณ 5,400 ชุดข้อมูล (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 ส่วนประกอบบนแผงวงจร MMSIII

บอร์ด MMSIII มีอยู่ 2 รุ่น คือรุ่น Gateway และรุ่นธรรมดา โดยคุณสมบัติจะเหมือนกันทุกอย่าง ยกเว้นรุ่น Gateway จะมีชุดสื่อสารข้อมูล GSM 2G/3G/4G เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ แต่รุ่นธรรมดาจะไม่มีส่วนสื่อสารข้อมูลนี้

บอร์ด MMSIII รุ่น Gateway จะใช้ในโหมดควบคุมหลักเท่านั้น ส่วนบอร์ด MMSIII รุ่นธรรมดา จะใช้ในโหมดควบคุมวาล์วรดน้ำ โหมดตรวจวัดในแปลงปลูก และโหมดสถานีวัดอากาศ (ภาพที่ 23 และ 24)



ภาพที่ 23 แสดงบอร์ด MMSIII รุ่น Gateway ซึ่งใช้ในโหมดควบคุมหลัก



ภาพที่ 24 แสดงบอร์ด MMSIII รุ่นธรรมดา ซึ่งใช้ในโหมดตรวจวัดในแปลงปลูก

บอร์ด Isolated Relay

บอร์ด Isolated Relay เป็นบอร์ดสำหรับต่อไฟฟ้า 220 V เพื่อไปเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า อาทิเช่น ปั๊มน้ำ เพื่อความปลอดภัยของบอร์ดควบคุม MMSIII หากเกิดความผิดปกติจากไฟฟ้า 220V โดยรับสัญญาณควบคุมมาจากส่วนควบคุมเปิด/ปิดอุปกรณ์ของบอร์ด MMSIII บอร์ด Isolated Relay สามารถต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าได้ 4 ตัว บอร์ด Isolated Relay จะใช้ในโหนดควบคุมหลัก (ภาพที่ 25-27)



ภาพที่ 25 แสดงบอร์ด Isolated Relay



ภาพที่ 26 แสดงการติดตั้งบอร์ด Isolated Relay



ภาพที่ 27 แสดงโหนดควบคุมหลัก

บอร์ดควบคุมวาล์วไฟฟ้า

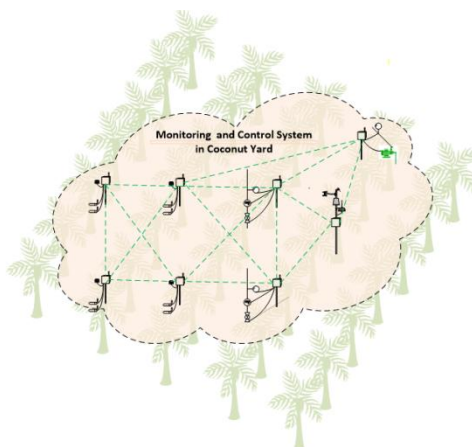
ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด/ปิดวาล์วไฟฟ้าชนิดที่ใช้ Latching Solenoid จำนวน 4 ช่อง และมี Latching Relay 1 ช่อง สำหรับเป็นสวิตช์เปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีแหล่งไฟเอง อาทิเช่น โซลาร์ปั๊ม (เนื่องจากการติดตั้งใช้กลางแจ้ง ไม่ได้ใช้ไฟ 220V แต่ใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์แทน จึงใช้วาล์วไฟฟ้าแบบ Latching Solenoid และการใช้ Latching Relay ซึ่งจะทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าวาล์วไฟฟ้าแบบธรรมดา) บอร์ดควบคุมวาล์วไฟฟ้ารับสัญญาณควบคุมมาจากช่องสื่อสารข้อมูลแบบ I2C ของบอร์ด MMSIII บอร์ดควบคุมวาล์วไฟฟ้าจะใช้ในโหนดควบคุมวาล์วรดน้ำ (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 แสดงบอร์ดควบคุมวาล์วไฟฟ้าในโหนดควบคุมวาล์วรดน้ำ

การติดต่อสื่อสารระหว่างโหนด

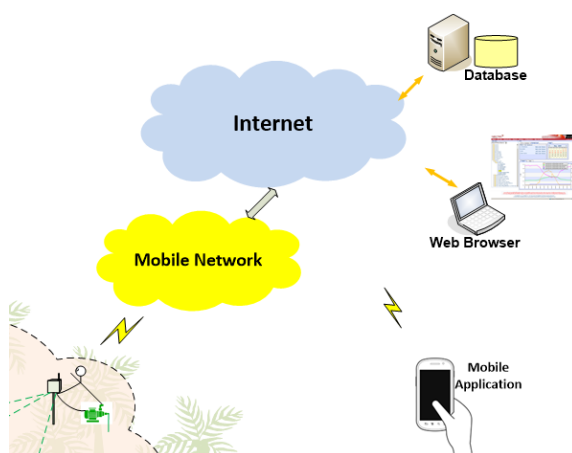
การติดต่อสื่อสารระหว่างโหนดต่างๆ ในระบบ จะสื่อสารผ่านทางสัญญาณวิทยุย่านความถี่ 915 MHz โดยใช้โมดูลสื่อสารไร้สายของบริษัท Digimesh รุ่น XBEE-PRO XSC S3B ระยะทางรับส่งสูงสุด 3 km ด้วยกำลังส่ง 50 mW โดยมีโหนดควบคุมหลักเป็นศูนย์กลาง ที่ทำหน้าที่อ่านค่าข้อมูลเซ็นเซอร์ต่างๆ จากโหนดทุกตัวที่ติดตั้งในแปลง แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาประมวลผล เพื่อใช้ในการควบคุมการรดน้ำในแปลงปลูกต่อไป (ภาพที่ 29)



ภาพที่ 29 แสดงเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลระหว่างโหนดภายในแปลงปลูก

การสื่อสารของระบบกับผู้ใช้

ระบบจะติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งานที่อยู่นอกแปลงปลูกผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยที่โหนดควบคุมหลักจะเป็นผู้ส่งข้อมูลตรวจวัดของเซ็นเซอร์ในระบบ ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เชื่อมต่อไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วไปเก็บยังเครื่องแม่ข่ายฐานข้อมูล ผู้ใช้สามารถอ่านค่าข้อมูลเซ็นเซอร์และสั่งงานระบบ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์ Smart Phone ขณะนี้ผู้ใช้สามารถใช้งานผ่านเว็บไซต์ได้เท่านั้น (ภาพที่ 29)



ภาพที่ 30 แสดงการสื่อสารระหว่างโหนดควบคุมกับผู้ใช้

บทที่ 3

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมที่ดี

1. ปริมาณธาตุอาหารในดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนธันวาคม 2559 ก่อนที่จะมีการให้ปุ๋ยของการทดลอง พบว่า pH (1:2) ของดินชั้นความลึก 0-15 cm ของทั้ง 3 ร่อง มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่า pH ของดินชั้นบนสูงกว่าดินชั้นล่าง (16-30 cm) โดยมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างสูงของดินบนและดินล่าง เท่ากับ 5.20 และ 4.12 ตามลำดับ จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินบนและดินล่างใกล้เคียงกัน คือ 1.94 และ 1.84 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 2.05, 1.64 % ตามลำดับ โดยที่ดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าดินล่างในทุกร่องที่ปลูกมะพร้าว ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.19, 37.77 ppm ตามลำดับ ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 159.22, 180.50 ppm ตามลำดับ โดยที่ดินชั้นล่างมีปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินชั้นบน ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8,120.62, 4,154.06 ppm ตามลำดับ โดยที่ดินชั้นบนมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าดินล่างในทุกร่องที่ปลูกมะพร้าว ทั้งนี้ก่อนการปลูกมะพร้าว น้ำหอมมีการใส่โดโลไมต์เพื่อยกระดับความเป็นกรดต่างของดินจำนวน 500 กิโลกรัมต่อไร่ จากปริมาณความต้องการปูนที่เป็นหินขาว 883 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 551.14, 562.47 ppm ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 440.84, 405.82 ppm ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า มีเฉพาะโพแทสเซียมและแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในชั้นดินล่างเท่านั้น ที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1-8)

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนมีนาคม 2560 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยครั้งแรกหนึ่งเดือน โดยในปีแรกการให้ปุ๋ยแก่มะพร้าว น้ำหอมจะใช้ค่าวิเคราะห์ดินประกอบกับคำแนะนำการให้ปุ๋ยในมะพร้าวต้นสูง โดยกำหนดให้ปุ๋ย 3 ชนิด คือ ยูเรีย 520 กรัม/ตัน/ปี (50% ของอัตราแนะนำ) โพแทสเซียมคลอไรด์ 625 กรัม/ตัน/ปี (40% ของอัตราแนะนำ) และแมกนีเซียมซัลเฟต 300 กรัม/ตัน/ปี (30% ของอัตราแนะนำ) ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและแคลเซียมไม่ใส่เนื่องจากค่าวิเคราะห์ดินมีธาตุทั้งสองอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก อันเป็นผลจากการใส่หินฟอสเฟตและโดโลไมต์ในขั้นตอนการเตรียมพื้นที่ โดยในร่องที่ 1 การใส่ปุ๋ยจะให้ทางดิน และแบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง ส่วนในร่องที่ 3 และ 4 จะให้ทางระบบการให้น้ำโดยแบ่งให้ทุกเดือนรวม

เป็น 12 ครั้ง พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกของทั้ง 3 ร่อง มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างสูงของดินบนและดินล่าง เท่ากับ 4.42 และ 4.26 ตามลำดับ จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดมากขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินบนและดินล่างใกล้เคียงกัน คือ 1.66 และ 1.47 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 2.67, 2.10 % ตามลำดับ โดยที่ดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าดินล่างในทุกครั้งที่ปลูกมะพร้าว และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.53, 34.75 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยในดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณน้อยกว่าจนแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) กับร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 217.77, 156.57 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินชั้นบนเพิ่มขึ้น ส่วนดินล่างมีลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยที่ดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าน้อยกว่าร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8,858.85, 9,328.07 ppm ตามลำดับ โดยที่ดินชั้นล่างของแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำพบการสะสมของแคลเซียมมากกว่าดินบน ซึ่งตรงกันข้ามกับแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดิน และพบว่าค่าเฉลี่ยของแคลเซียมในดินล่างสูงขึ้นมากกว่าเท่าตัวเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 841.50, 900.88 ppm โดยพบการสะสมในดินเพิ่มสูงขึ้นทั้งดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 713.28, 705.67 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัวเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน (ตารางที่ 1-8)

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนมิถุนายน 2560 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 4 ครั้ง และก่อนการให้ปุ๋ยทางดิน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกของทั้ง 3 ร่องปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างสูงของดินบนและดินล่าง เท่ากับ 4.25 และ 4.31 ตามลำดับ จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินบนและดินล่างใกล้เคียงกัน คือ 1.08 และ 1.10 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 3.40, 2.87 % ตามลำดับ โดยที่ดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าดินล่างในทุกครั้งที่ปลูกมะพร้าว และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้ง

ที่หนึ่ง และครั้งที่สอง และพบว่าทั้งดินชั้นบนและดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.00, 38.11 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน และในดินล่างของร่องที่ให้ปุ๋ยทางดินมีน้อยกว่าร่องอื่นที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 161.82, 122.89 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลงทั้งดินชั้นบนและดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยทั้งดินบนและดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าน้อยกว่าร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10,420.38, 12,312.15 ppm ตามลำดับ โดยที่ดินชั้นล่างของแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำพบการสะสมของแคลเซียมมากกว่าดินบน ซึ่งตรงกันข้ามกับแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดิน และพบว่าค่าเฉลี่ยของแคลเซียมในดินบนและดินล่างสูงขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยที่ในร่องที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำในร่องที่ 4 พบว่ามีค่าน้อยกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าน้อยกว่าร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยทางสถิติ ($p < 0.05$) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 481.02, 570.24 ppm โดยพบการสะสมในดินลดลงเกือบเท่าตัวทั้งดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 296.41 , 618.36 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนลดลงมากกว่าเท่าตัว ส่วนในดินชั้นล่างลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยในร่องที่ 4 พบว่าในดินชั้นล่างมีแมกนีเซียมและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าน้อยกว่าร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1-8)

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนกันยายน 2560 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 7 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 1 ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 3 เดือน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกของทั้ง 3 ร่องปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างสูงของดินบนและดินล่าง เท่ากับ 4.60 และ 4.68 ตามลำดับ จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินบนและดินล่างใกล้เคียงกัน คือ 1.65 และ 1.62 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 2.43, 2.91 % ตามลำดับ โดยที่ดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมา แต่ในดินล่างพบว่าเพิ่มขึ้น และมีปริมาณมากกว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งที่หนึ่ง และครั้งที่สอง ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมี

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.03, 23.90 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงทั้งดินบน และดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน และพบว่าในดินชั้นล่างของร่องที่ 3 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าน้อยกว่าร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 220.80, 167.26 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินเพิ่มขึ้นทั้งดินชั้นบนและดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ผ่านมา ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,029.93, 7,043.38 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งดินชั้นบนและชั้นล่างลดลงทั้งสามแปลง แต่ที่ลดลงมากที่สุดได้แก่แปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน เมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 387.61, 437.73 ppm โดยพบการสะสมในดินลดลงทั้งดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 570.11, 486.97 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนเพิ่มขึ้น แต่ลดลงในดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน (ตารางที่ 1-8)

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนธันวาคม 2560 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 10 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 6 เดือน (ก่อนการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 2) โดยการให้ปุ๋ยในปีที่ 2 นี้ จะใช้ค่าวิเคราะห์ดินประกอบกับคำแนะนำการให้ปุ๋ยในมะพร้าวต้นสูง โดยกำหนดให้ปุ๋ย 3 ชนิด คือ ยูเรีย 650 กรัม/ตัน/ปี (60% ของอัตราแนะนำ) โพแทสเซียมคลอไรด์ 625 กรัม/ตัน/ปี (45% ของอัตราแนะนำ) และแมกนีเซียมซัลเฟต 400 กรัม/ตัน/ปี (40% ของอัตราแนะนำ) โดยแมกนีเซียมซัลเฟตให้เฉพาะในแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและแคลเซียมไม่ใส่เนื่องจากค่าวิเคราะห์ดินมีธาตุทั้งสองอยู่ในเกณฑ์ที่สูง อันเป็นผลจากการใส่หินฟอสเฟตและโดโลไมต์ในขั้นตอนการเตรียมพื้นที่ โดยในร่องที่ 1 การใส่ปุ๋ยจะให้ทางดิน และแบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง ส่วนในร่องที่ 3 และ 4 จะให้ทางระบบการให้น้ำโดยแบ่งให้ทุกเดือนรวมเป็น 12 ครั้ง พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทั้ง 2 ร่องปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน และมีความเป็นกรดสูงกว่าดินในร่องที่ให้ปุ๋ยทางดิน โดยมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างสูงของดินบนและดินล่าง เท่ากับ 4.79 และ 4.77 ตามลำดับ จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินบนและดินล่างใกล้เคียงกัน คือ 1.26 และ 1.27 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน โดยที่ดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่าร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าน้อยกว่าร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยทาง

สถิติ ($p < 0.05$) ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 3.90, 4.12 % ตามลำดับ โดยที่ดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมา เช่นเดียวกันกับดินล่าง โดยมีปริมาณสูงกว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งที่ผ่านมาทั้งหมด ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.41, 24.09 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงทั้งดินบน แต่ในดินล่างใกล้เคียงกับตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 159.15, 161.96 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลงมากกว่าในดินชั้นบนและดินล่างเปลี่ยนแปลงไม่มากนักเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยที่ร่องที่ 3 ที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณสะสมสูงกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ดินล่างของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าน้อยกว่าร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,318.00, 5,166.52 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงไม่มากนักทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว โดยแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำในร่องที่ 3 ลดลงมากที่สุดทำให้มีปริมาณสะสมในดินน้อยกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 346.61, 384.18 ppm โดยพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงทั้งดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน เมื่อพิจารณารายแปลงกับพบว่าในร่องที่ 3 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 629.80, 648.77 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนและดินชั้นล่างเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน แต่ในร่องที่ 1 ทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างและร่องที่ 4 ในดินชั้นบนกับพบว่ามีค่าลดลง (ตารางที่ 1-8)

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนมีนาคม 2561 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 13 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 2 ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 3 เดือน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกโดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 0-15 cm พบว่าร่องที่ 1 ที่เป็นการปฏิบัติแบบเกษตรกรรมและร่องที่ 3 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนร่องที่ 4 มี pH สูงกว่าทั้งสองร่องที่กล่าวมา และระดับความลึกของดินที่ 16-30 cm กลับพบว่าร่องที่ปฏิบัติแบบเกษตรกรรมมีระดับ pH สูงกว่าร่องที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำของร่องที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทั้ง โดยมีความเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างสูงของดินบนและดินล่าง เท่ากับ 4.72 และ 4.67 ตามลำดับ จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินบนและดินล่างใกล้เคียงกัน คือ 1.55 และ 1.49 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 2.71 และ 2.31 % ตามลำดับ โดยที่ดิน

ชั้นบนและล่างมีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมา แต่มีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ 1-4 คือ ธันวาคม 2559 ถึง กันยายน 2560 และพบว่าในร่องที่ 4 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.68, 23.34 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 4 และ 5 (กันยายน 2559 และ ธันวาคม 2560) และลดลงทั้งดินบนและดินล่างจากปริมาณที่มีเมื่อเริ่มต้นทดลอง ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 216.36, 146.09 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว โดยมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ 2 และ 4 (มีนาคมและกันยายน 2560) ส่วนดินล่างมีค่าลดลงแต่เปลี่ยนแปลงไม่มากนักเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งที่ผ่านมามาทั้งหมด ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,022.30, 6,116.07 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว และมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในเดือนกันยายน 2560 โดยแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำในร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุดทั้งในดินบนและดินล่าง ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 415.40, 418.65 ppm โดยพบว่าค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้งดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อนเช่นเดียวกับโพแทสเซียมและแคลเซียม แต่เมื่อพิจารณารายแปลงกับพบว่าในร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยแบบเกษตรกรรมมีค่าลดลงในดินบนส่วนดินล่างมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้มีการสะสมในดินน้อยกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งดินชั้นบนและดินล่าง และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 595.41, 528.37 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนและดินชั้นล่างลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน แต่เมื่อพิจารณารายแปลงพบว่าในร่องที่ 1 ในดินชั้นบนมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงชั้นดินเดียว (ตารางที่ 1-8)

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนมิถุนายน 2561 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 16 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 2 ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 6 เดือน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกโดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 0-15 cm พบว่าร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนร่องที่ 1 ที่เป็นการปฏิบัติแบบเกษตรกรรม มี pH ต่ำกว่าทั้งสองร่องที่กล่าวมา ซึ่งก็เป็นเช่นเดียวกันในระดับความลึกของดินที่ 16-30 cm โดยมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของดินบนและดินล่างมีค่าลดลง เท่ากับ 4.52 และ 4.56 ตามลำดับ จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินบนและดินล่างใกล้เคียงกัน คือ 1.79 และ 1.55 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ

ละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 3.33 และ 2.90 % ตามลำดับ โดยทั้งดินชั้นบนและล่างมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมา แต่มีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ 3 คือ มิถุนายน 2560 ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.52, 26.94 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นทั้งดินชั้นบนและดินล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา โดยที่ในดินชั้นล่างพบวาร์รองที่ 4 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีการสะสมในดินสูงกว่าวาร์รองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาอีกพบว่ามีแนวโน้มลดลงทั้งดินบนและดินล่างจากปริมาณที่มีเมื่อเริ่มต้นทดลอง ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 213.26, 201.64 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนลดลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว และมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ 2 และ 4 (มีนาคมและกันยายน 2560) ส่วนดินล่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งที่ผ่านมาทั้งหมด ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7,656.49, 4,480.91 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้งดินชั้นบนเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว แต่ลดลงในดินชั้นล่าง โดยแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินในวาร์รองที่ 1 และแปลงที่ให้ปุ๋ยระบบน้ำในวาร์รองที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุดในดินบน ส่วนดินล่างลดลงทุกวาร์รองเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 484.42, 369.93 ppm โดยพบวาร์รองที่ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในดินบน แต่ลดลงในดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน แต่เมื่อพิจารณารายแปลงกับพบวาร์รองที่ 3 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีการสะสมเพิ่มขึ้นมากที่สุดทำให้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับวาร์รองที่ 1 ส่วนดินล่างก็พบว่าในวาร์รองที่ 1 มีปริมาณการสะสมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับวาร์รองอื่น ๆ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 501.03, 520.05 ppm ตามลำดับ โดยพบวาร์รองที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนเพิ่มขึ้น แต่ในดินชั้นล่างลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน (ตารางที่ 1-8)

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนกันยายน 2561 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 19 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 3 ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 3 เดือน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกโดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 0-15 cm พบวาร์รองที่ 1 ที่เป็นการปฏิบัติแบบเกษตรกรรมยังมีความเป็นกรดต่างต่ำกว่าวาร์รองที่ 3 และวาร์รองที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ และระดับความลึกของดินที่ 16-30 cm กลับพบวาร์รองที่ปฏิบัติแบบเกษตรกรรมมีระดับ pH สูงกว่าวาร์รองที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำของวาร์รองที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทั้งสองวาร์รอง โดยมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดต่างสูงของดินบนและดินล่าง เท่ากับ 4.80 และ 4.87 ตามลำดับ จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินบนและ

ดินล่างใกล้เคียงกัน คือ 1.65 และ 1.21 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 3.32 และ 2.56 % ตามลำดับ โดยทั้งดินชั้นบนและล่างมีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมา และพบว่าในร่องที่ 4 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าร่องอื่นในดินบนแต่ในดินล่างมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งกลับกันกับในร่องที่ 1 ที่มีมากในดินชั้นล่างแต่น้อยกว่าในดินบน ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.21, 23.40 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 4 (กันยายน 2559) และลดลงทั้งดินบนและดินล่างจากปริมาณที่มีเมื่อเริ่มต้นทดลองและเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 215.38, 179.05 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนเพิ่มขึ้น แต่ลดลงในดินล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว โดยในดินบนมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ 6 และ 7 (มีนาคมและมิถุนายน 2561) ส่วนดินล่างเปลี่ยนแปลงไม่มากนักเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งที่ผ่านมาทั้งหมด ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,905.06, 5,897.07 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงในดินบนแต่เพิ่มในดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว และมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในเดือนธันวาคม 2560 โดยแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำในร่องที่ 3 มีการสะสมมากที่สุดทั้งในดินบน ส่วนดินล่างเป็นร่องที่ 4 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 440.02, 336.72 ppm โดยพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงทั้งดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน แต่เมื่อพิจารณารายแปลงกับพบว่าในร่องที่ 4 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีค่าเพิ่มขึ้นทั้งในดินบนและดินล่าง ส่วนดินชั้นบนของร่องที่ 1 มีการสะสมของแมกนีเซียมในดินน้อยกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 520.05, 480.65 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนและดินชั้นล่างลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน แต่เมื่อพิจารณารายแปลงพบว่าในร่องที่ 1 และร่องที่ 4 ในดินชั้นบนและดินล่างมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1-8)

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนธันวาคม 2561 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 22 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 3 ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 6 เดือน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกโดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 0-15 cm พบว่าร่องที่ 1 ที่เป็นการปฏิบัติแบบเกษตรกรรมยังมีความเป็นกรดต่ำกว่าร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ และระดับความลึกของดินที่ 16-30 cm พบว่าร่องที่ปฏิบัติแบบเกษตรกรรมมีระดับ pH สูงกว่าร่องที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำของร่องที่ 4 แต่ต่ำกว่าร่องที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างสูงของดินบนและดินล่าง เท่ากับ 4.68 และ 4.53 ตามลำดับ จากค่า pH ของดินที่ได้

แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินบนและดินล่างใกล้เคียงกัน คือ 1.75 และ 1.64 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 3.46 และ 2.64 % ตามลำดับ โดยทั้งดินชั้นบนและล่างมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมา และพบว่าในร่องที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าร่องอื่นในดินบน แต่ในดินล่างพบว่าในร่องที่ 4 มีค่าสูงที่สุด และในร่องที่ 1 พบว่ามีน้อยที่สุดทั้งดินบนและดินล่าง ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.50, 23.98 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 4 และ 8 (กันยายน 2560 และกันยายน 2561) และเพิ่มขึ้นทั้งดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 239.50, 280.40 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นทั้งในดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,625.83, 4,826.88 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว และมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในเดือนกันยายน 2561 โดยแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินในร่องที่ 1 มีการสะสมมากที่สุดทั้งในดินบนและดินล่าง ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 343.15, 306.45 ppm โดยพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงทั้งดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน แต่เมื่อพิจารณารายแปลงในดินชั้นบนพบว่า มีเพียงร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินที่มีค่าลดลง ส่วนดินล่างมีค่าเพิ่มขึ้น ในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 มีปริมาณการสะสมลดลงทั้งดินบนและดินชั้นล่าง และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 557.87, 506.37 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนและดินชั้นล่างเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยทั้งหมดของค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินในเดือนธันวาคม 2561 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ทุกพารามิเตอร์ (ตารางที่ 1-8)

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนมีนาคม 2562 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 25 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 4 ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 3 เดือน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกโดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน คือ เฉลี่ยเท่ากับ 4.73 และ 4.71 ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 0-15 cm พบว่าร่องที่ 1 ที่เป็นการปฏิบัติแบบเกษตรกรรมยังมีความเป็นกรดต่างต่ำกว่าร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว และที่ระดับความลึกของดิน 16-30 cm พบว่าทุกแปลงมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของดินล่างใกล้เคียงกัน จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า

(EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบนสูงกว่าดินชั้นล่าง คือ 1.84 และ 1.68 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินทั้งสองชั้นความลึกเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 3.09 และ 2.64 % ตามลำดับ โดยทั้งดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง แต่ในดินชั้นล่างมีปริมาณเท่ากันเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมา และพบว่าในร่องที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าร่องอื่นในดินบน แต่ในดินล่างพบว่าในร่องที่ 3 มีค่าสูงที่สุด ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.22, 25.72 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 4, 8 และ 9 (กันยายน 2560 กันยายนและธันวาคม 2561) และมีปริมาณลดลงเล็กน้อยในดินชั้นบน แต่ในดินชั้นล่างเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 229.20, 277.35 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงทั้งในดินบนและดินล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว โดยในดินชั้นบนพบว่าในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่เป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ แต่ในดินชั้นล่างกลับพบว่ามีความสูงค่าทั้งสองร่องของการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,089.28, 5,124.32 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว และมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในเดือนธันวาคม 2560 โดยแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินในร่องที่ 1 มีการสะสมมากที่สุดทั้งในดินบน ส่วนในดินชั้นล่างเป็นร่องที่ 3 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 492.70, 429.12 ppm ตามลำดับ โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยพบว่าในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่เป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 532.93, 489.02 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนและดินชั้นล่างลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยพบการสะสมของโซเดียมของดินชั้นบนสูงกว่าดินชั้นล่าง

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนมิถุนายน 2562 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 28 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 4 ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 6 เดือน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกโดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน คือ เฉลี่ยเท่ากับ 4.87 และ 4.63 ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 0-15 cm พบว่าร่องที่ 1 ที่เป็นการปฏิบัติแบบเกษตรกรรมมีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว และที่ระดับความลึกของดิน 16-30 cm พบว่าทุกแปลงมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของดินล่างใกล้เคียงกัน จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็น

กรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นในดินชั้นบน แต่ลดลงในดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบนต่ำกว่าดินชั้นล่าง คือ 1.79 และ 1.91 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินชั้นบนลดลง แต่เพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้นในดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 2.84 และ 2.38 % ตามลำดับ โดยทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง โดยดินชั้นบนมีปริมาณสูงมากกว่าดินชั้นล่างในทุกแปลงและเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมาก็มีปริมาณที่ต่ำกว่าเช่นเดียวกัน และพบว่าในร่องที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าร่องอื่นในดินบน แต่ในดินล่างพบว่าในร่องที่ 3 มีค่าสูงที่สุด ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.72, 25.79 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างในเดือนกันยายนและธันวาคม 2561 มีนาคม 2562 และมีปริมาณลดลงเล็กน้อยในดินชั้นบน แต่ในดินชั้นล่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเช่นเดียวกันเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 300.61, 320.40 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นทั้งในดินชั้นบนและล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว โดยในดินชั้นบนพบว่าในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณน้อยกว่าร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่เป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ แต่ในดินชั้นล่างพบว่ามีความใกล้เคียงกัน ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4,517.64, 5,062.44 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงในทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว และมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างดินในเดือนธันวาคม 2561 โดยแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินในร่องที่ 1 มีการสะสมมากที่สุดทั้งในดินบน ส่วนในดินชั้นล่างเป็นร่องที่ 3 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดินในครั้งที่ผ่านมา ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 492.11, 465.87 ppm ตามลำดับ โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบนใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา แต่ในดินชั้นล่างมีปริมาณการสะสมเพิ่มขึ้น โดยในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่เป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 498.30, 505.55 ppm ตามลำดับ โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนลดลง ส่วนในดินชั้นล่างมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยพบการสะสมของโซเดียมของดินชั้นบนต่ำกว่าดินชั้นล่าง

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนกันยายน 2562 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 31 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 5 ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 3 เดือน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกโดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน คือ เฉลี่ยเท่ากับ 4.93 และ 4.48 ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 0-15 cm พบว่าร่องที่ 1 ที่เป็นการปฏิบัติ

แบบเกษตรกรยังมีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว และที่ระดับความลึกของดิน 16-30 cm พบว่าทุกแปลงมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของต่ำกว่าดินชั้นบน จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นในดินชั้นบนและต่ำลงในดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบนสูงกว่าดินชั้นล่าง คือ 1.74 และ 1.77 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินทั้งสองชั้นความลึกลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 2.96 และ 2.55 % ตามลำดับ โดยทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมา และในดินชั้นบนมีปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนในดินชั้นล่างพบว่าในร่องที่ 3 มีปริมาณมากที่สุด ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.59, 24.06 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินใกล้เคียงกันตั้งแต่การเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 4 (กันยายน 2560) เป็นต้นมา โดย และมีความลดลงเล็กน้อยทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 405.87, 407.35 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นทั้งในดินชั้นบนและล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว โดยในดินชั้นบนพบว่าในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณน้อยกว่าร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่เป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ แต่ในดินชั้นล่างพบว่ามีความใกล้เคียงกัน ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,796.30, 4,821.44 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงในทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว โดยในดินชั้นบนยังคงเป็นแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินในร่องที่ 1 มีการสะสมมากที่สุด ส่วนในดินชั้นล่างเป็นร่องที่ 3 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีการสะสมมากกว่าแปลงอื่น ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 487.00, 453.27 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงในทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน โดยพบว่าในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่เป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 450.25, 497.53 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนของแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณต่ำกว่าดินชั้นล่าง ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินพบว่าดินชั้นบนมีมากกว่าดินชั้นล่างเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว

จากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนธันวาคม 2562 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากให้ปุ๋ยทางระบบน้ำแล้ว 34 ครั้ง และหลังจากการให้ปุ๋ยทางดินครั้งที่ 5 ในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินแล้ว 6 เดือน พบว่า pH (1:2) ของดินทั้งสองชั้นความลึกโดยเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน คือ เฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และ 4.63 ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ระดับความลึก 0-15 cm พบว่าร่องที่ 1 ที่เป็นการปฏิบัติ

แบบเกษตรกรยังมีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเป็นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว ที่ระดับความลึกของดิน 16-30 cm พบว่าทุกแปลงมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างของดินใกล้เคียงกัน จากค่า pH ของดินที่ได้แสดงว่าดินอยู่ในประเภทดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก และมีความเป็นกรดของดินลดลงในดินชั้นบน แต่เพิ่มขึ้นในดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน สภาพการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) ของดินมีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบนสูงกว่าดินชั้นล่าง คือ 1.91 และ 1.76 mS/cm ตามลำดับ เป็นระดับของความเค็มที่ไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยค่าความเค็มของดินเพิ่มขึ้นในดินชั้นบน และใกล้เคียงกันในดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินครั้งก่อน โดยที่ค่าความเค็มของตัวอย่างดินในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีค่าต่ำกว่าแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) ของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 2.82 และ 2.72 % ตามลำดับ โดยทั้งดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง แต่ในดินชั้นล่างมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างดินที่เก็บครั้งที่ผ่านมา และพบว่าในร่องที่ 4 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าร่องอื่นในดินบน แต่ในดินล่างพบว่าในร่องที่ 3 มีค่าสูงที่สุด ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.25, 22.37 ppm ตามลำดับ โดยที่ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างตั้งแต่ครั้งที่ 4 เป็นต้นมา (กันยายน 2561) และมีปริมาณลดลงทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 464.95, 430.10 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นทั้งในดินชั้นบนและล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว ในดินชั้นบนพบว่าทุกแปลงของการจัดการน้ำและปุ๋ยมีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ในดินชั้นล่างพบว่าในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณการสะสมเพิ่มขึ้นมากกว่าดินในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่เป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,670.14, 4,697.51 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงในทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้ว โดยในดินชั้นบนยังคงเป็นแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินในร่องที่ 1 มีการสะสมมากที่สุด ส่วนในดินชั้นล่างเป็นร่องที่ 3 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีการสะสมมากกว่าแปลงอื่น ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4093.72, 426.92 ppm ตามลำดับ โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยลดลงในทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่างเมื่อเทียบกับตัวอย่างครั้งก่อน โดยพบว่าในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณน้อยกว่าร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่เป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ของดินบนและดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 468.21, 522.77 ppm ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนของแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณต่ำกว่าดินชั้นล่าง ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินพบว่าดินชั้นบนมีมากกว่าดินชั้นล่างเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่แล้วทั้งยังมีปริมาณการสะสมสูงกว่าแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำด้วย

เมื่อพิจารณาถึงสมบัติของดินที่มีต่อการปลูกระหว่างน้ำหอมของพื้นที่วิจัยเทียบกับแหล่งที่ปลูกระหว่างน้ำหอมหลักของประเทศ (อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสงคราม และ อ. ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี) ที่รายงานโดย กฤษณา และคณะ (2559) พบว่า ความเป็นกรด-ด่างของดินเฉลี่ยทั้งสองความลึกมีความเป็นกรดจัดมากกว่า คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 4.12-5.20 และ 6.90-7.87 ของพื้นที่อำเภอบ้านแพ้ว 7.24-7.92 ของพื้นที่อำเภอดำเนินสะดวก สภาพการนำไฟฟ้า (EC) ที่แสดงถึงความเค็มของดินมีค่าสูงกว่า คือมีค่าอยู่ระหว่าง 1.08-1.94 mS/cm และ 0.34-1.23 mS/cm, 0.13-0.61 mS/cm ใน อ. บ้านแพ้วและ อ. ดำเนินสะดวก ตามลำดับ แต่ไม่ถือเป็นดินที่อยู่ในระดับความเค็มที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าว ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) พบว่าโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าพื้นที่ปลูกระหว่างน้ำหอมหลักของประเทศ คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.64-4.12 % เทียบกับ 2.02-2.76 และ 1.30-2.39 % ใน อ. บ้านแพ้วและ อ. ดำเนินสะดวก ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2536) ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พบว่าอยู่ในช่วง 21.41-48.19 ppm ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงสูง (10-25, >25 ppm) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2536) แต่จะน้อยกว่าในเขตพื้นที่ปลูกระหว่างน้ำหอมหลักมากโดยในบริเวณดังกล่าวพบปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง 94-400 ppm ซึ่งเป็นจำนวนที่สูงเกินปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าอยู่ในช่วง 122.89-220.80 ppm ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูงถึงสูงมากในดิน แต่ยังต่ำกว่าในพื้นที่ปลูกหลักมาก คือ 190-528 ppm ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูงเกินเช่นเดียวกับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (บรรเจิด, 2543) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าอยู่ในช่วง 4,154-12,312 ppm ซึ่งเป็นระดับของแคลเซียมในดินที่สูงมาก ส่วนในแหล่งที่ปลูกระหว่างน้ำหอมหลักของประเทศก็พบว่า มีระดับของแคลเซียมในดินที่สูงมากเช่นเดียวกัน และมีปริมาณที่สูงกว่าในพื้นที่วิจัยมาก (5,000-20,400 ppm) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าอยู่ในช่วง 387.61-841.50 ppm ซึ่งเป็นระดับของแมกนีเซียมในดินที่สูง ส่วนในแหล่งที่ปลูกระหว่างน้ำหอมหลักของประเทศก็พบว่า มีระดับของแมกนีเซียมในดินที่ระดับสูงมาก (1,054-7,836 ppm) และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่าง K:Ca:Mg พบว่าที่ระดับสูงสุดของปริมาณที่พบในเดือนมีนาคม 2561 ของแปลงวิจัย เท่ากับ 1:28:2 ซึ่งใกล้เคียงกับระดับวิกฤตของ K:Mg ของดินที่ปลูกระหว่างน้ำหอมของฟิลิปปินส์ (1:2) (Jeganathan, 1990) แต่ไม่ใกล้เคียงกับอัตราส่วนระหว่าง K:Ca:Mg ที่เหมาะสมต่อการปลูกระหว่างน้ำหอมของ Rosa *et al.* (2011) ที่ระดับ 2:3:1 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na) พบว่าอยู่ในช่วง 296.41-713.28 ppm ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงหากเปรียบเทียบกับรายงานของ Remison and Iremiren (1990) ที่ใช้ดินเพื่อเพาะต้นกล้ามะพร้าวต้นสูงในศรีลังกา โดยมีปริมาณของโซเดียมระหว่าง 20-80 ppm และการเพิ่มเกลือทะเลลงในดินเพาะทำการเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นรอบวง และจำนวนใบของมะพร้าวสูงขึ้น แต่มะพร้าวเป็นพืชที่สามารถใช้โซเดียมร่วมกับโพแทสเซียมได้ และโดยทั่วไปเกษตรกรในอินเดีย ชาว และโคลัมเบียมีการให้เกลือทะเลในการปลูกระหว่างน้ำหอม ซึ่งทำให้จำนวนจั่น ดอกตัวเมีย การติดผล และผลผลิตของมะพร้าวเพิ่มขึ้นด้วย (Roperos & Bangoy, 1968).

ตารางที่ 1 ค่าวิเคราะห์ความเป็นกรดต่างของดิน (pH, 1:2) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน

pH	ความลึก (cm)	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0-15	5.13	5.25	5.22	5.20	ns
	16-30	4.19	4.41	3.77	4.12	ns
Mar-60	0-15	4.41	4.31	4.55	4.42	ns
	16-30	3.86	4.17	4.75	4.26	ns
Jun-60	0-15	4.00	4.38	4.36	4.25	ns
	16-30	3.90	4.83	4.20	4.31	ns
Sep-60	0-15	4.68	4.60	4.53	4.60	ns
	16-30	4.56	4.72	4.76	4.68	ns
Dec-60	0-15	5.15	4.70	4.53	4.79	ns
	16-30	5.23	4.67	4.41	4.77	ns
Mar-61	0-15	4.75	4.31	5.10	4.72	ns
	16-30	5.15	4.33	4.53	4.67	ns
Jun-61	0-15	4.28	4.45	4.82	4.52	ns
	16-30	4.18	4.65	4.85	4.56	ns
Sep-61	0-15	4.61	4.85	4.95	4.80	ns
	16-30	5.02	4.85	4.71	4.87	ns
Dec-61	0-15	4.25	4.87	4.93	4.68	ns
	16-30	4.49	4.70	4.40	4.53	ns
Mar-62	0-15	4.15	5.13	4.91	4.73	ns
	16-30	4.63	4.76	4.73	4.71	ns
Jun-62	0-15	4.36	5.11	5.13	4.87	ns
	16-30	4.74	4.73	4.42	4.63	ns
Sep-62	0-15	4.55	5.14	5.12	4.93	ns
	16-30	4.49	4.27	4.68	4.48	ns
Dec-62	0-15	4.29 ^b	5.09 ^a	5.06 ^a	4.81	*
	16-30	4.66	4.81	4.41	4.63	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่าวิเคราะห์การนำไฟฟ้าของดิน (EC, 1:5mS/cm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน

EC	ความลึก (cm)	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0-15	1.88	2.11	1.83	1.94	ns
	16-30	2.00	1.57	1.96	1.84	ns
Mar-60	0-15	1.48	1.88	1.62	1.66	ns
	16-30	1.80	1.59	1.03	1.47	ns
Jun-60	0-15	1.43	0.77	1.05	1.08	ns
	16-30	1.39	0.83	1.08	1.10	ns
Sep-60	0-15	1.51	1.66	1.79	1.65	ns
	16-30	1.55	1.93	1.38	1.62	ns
Dec-60	0-15	0.94	1.34	1.52	1.26	ns
	16-30	0.91 ^b	1.76 ^a	1.13 ^b	1.27	*
Mar-61	0-15	1.24	1.58	1.84	1.55	ns
	16-30	1.34	1.48	1.64	1.49	ns
Jun-61	0-15	1.85	1.59	1.93	1.79	ns
	16-30	1.95	1.13	1.57	1.55	ns
Sep-61	0-15	1.64	1.45	1.85	1.65	ns
	16-30	1.13	1.48	1.03	1.21	ns
Dec-61	0-15	1.81	1.75	1.69	1.75	ns
	16-30	1.53	1.78	1.60	1.64	ns
Mar-62	0-15	1.81	1.88	1.84	1.84	ns
	16-30	1.71	1.58	1.75	1.68	ns
Jun-62	0-15	1.66	1.80	1.90	1.79	ns
	16-30	1.86	1.97	1.89	1.91	ns
Sep-62	0-15	1.50 ^b	1.76 ^{ab}	1.95 ^a	1.74	*
	16-30	1.76	1.65	1.91	1.77	ns
Dec-62	0-15	1.69	2.01	2.03	1.91	ns
	16-30	1.66	1.72	1.89	1.76	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM, %) ของดินที่ความลึก 2 ชั้นดิน

OM	ความลึก (cm)	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0-15	1.86	2.61	1.69	2.05	ns
	16-30	1.79	1.52	1.61	1.64	ns
Mar-60	0-15	1.78	2.22	4.02	2.67	ns
	16-30	1.65	1.82	2.82	2.10	ns
Jun-60	0-15	2.40 ^b	3.20 ^{ab}	4.61 ^{ab}	3.40	*
	16-30	1.53 ^b	3.14 ^a	3.94 ^a	2.87	*
Sep-60	0-15	1.70	2.58	3.00	2.43	ns
	16-30	3.02	3.29	2.43	2.91	ns
Dec-60	0-15	3.69	3.64	4.38	3.90	ns
	16-30	3.89	3.97	4.49	4.12	ns
Mar-61	0-15	2.14 ^b	2.83 ^b	3.15 ^a	2.71	*
	16-30	1.65	2.41	2.87	2.31	ns
Jun-61	0-15	3.15	3.51	3.34	3.33	ns
	16-30	2.98	3.21	2.51	2.90	ns
Sep-61	0-15	2.89	3.42	3.67	3.32	ns
	16-30	3.11	2.67	1.89	2.56	ns
Dec-61	0-15	2.82	3.90	3.65	3.46	ns
	16-30	2.15	2.75	3.03	2.64	ns
Mar-62	0-15	3.19	2.96	3.12	3.09	ns
	16-30	2.56	2.74	2.61	2.64	ns
Jun-62	0-15	3.03	2.65	2.83	2.84	ns
	16-30	2.11	2.56	2.28	2.38	ns
Sep-62	0-15	2.94	2.97	2.96	2.96	ns
	16-30	2.66	2.74	2.25	2.55	ns
Dec-62	0-15	2.67	2.80	2.99	2.82	ns
	16-30	2.72	2.77	2.68	2.72	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4 ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน

avai P	ความลึก (cm)	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0-15	47.12	55.80	41.64	48.19	ns
	16-30	45.00	36.15	32.16	37.77	ns
Mar-60	0-15	37.64	50.50	48.44	45.53	ns
	16-30	19.15 ^b	45.83 ^a	39.27 ^a	34.75	*
Jun-60	0-15	36.12	48.84	47.05	44.00	ns
	16-30	19.71 ^b	41.88 ^a	52.74 ^a	38.11	*
Sep-60	0-15	24.82	28.94	27.34	27.03	ns
	16-30	27.50 ^a	16.29 ^b	27.90 ^a	23.90	*
Dec-60	0-15	24.64	20.80	18.79	21.41	ns
	16-30	29.32	21.14	21.80	24.09	ns
Mar-61	0-15	23.61	24.28	26.15	24.68	ns
	16-30	25.63	21.69	22.71	23.34	ns
Jun-61	0-15	31.51	42.89	44.16	39.52	ns
	16-30	25.89 ^{ab}	23.45 ^b	31.47 ^a	26.94	*
Sep-61	0-15	23.45	29.74	31.43	28.21	ns
	16-30	25.41	23.14	21.64	23.40	ns
Dec-61	0-15	29.66	26.66	29.18	28.50	ns
	16-30	23.19	25.65	23.09	23.98	ns
Mar-62	0-15	23.49	30.53	30.62	28.22	ns
	16-30	26.59	23.88	26.70	25.72	ns
Jun-62	0-15	23.86	28.76	30.54	27.72	ns
	16-30	23.81	26.00	27.56	25.79	ns
Sep-62	0-15	21.42	29.92	28.43	26.59	ns
	16-30	23.14	23.94	25.09	24.06	ns
Dec-62	0-15	23.51	24.38	21.85	23.25	ns
	16-30	20.40	22.91	23.80	22.37	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 5 ค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน

exch K	ความลึก (cm)	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0-15	138.38	173.48	165.81	159.22	ns
	16-30	157.48 ^b	152.56 ^b	231.45 ^a	180.50	*
Mar-60	0-15	233.97	198.17	221.16	217.77	ns
	16-30	67.08 ^c	163.97 ^b	238.66 ^a	156.57	*
Jun-60	0-15	54.68 ^c	230.97 ^a	199.80 ^b	161.82	*
	16-30	22.77 ^c	127.44 ^b	218.45 ^a	122.89	*
Sep-60	0-15	220.12	255.44	186.84	220.80	ns
	16-30	150.76	181.10	169.91	167.26	ns
Dec-60	0-15	143.48 ^b	203.73 ^a	130.23 ^b	159.15	*
	16-30	145.77	204.34	135.77	161.96	ns
Mar-61	0-15	136.45	278.46	234.18	216.36	ns
	16-30	146.28	134.59	157.41	146.09	ns
Jun-61	0-15	156.48	233.65	249.64	213.26	ns
	16-30	189.78	200.64	214.51	201.64	ns
Sep-61	0-15	136.45	225.46	284.24	215.38	ns
	16-30	179.45	167.95	189.75	179.05	ns
Dec-61	0-15	199.47	260.34	258.69	239.50	ns
	16-30	291.90	257.26	292.03	280.40	ns
Mar-62	0-15	146.15 ^b	256.52 ^a	284.94 ^a	229.20	*
	16-30	288.85	260.21	282.97	277.35	ns
Jun-62	0-15	282.80	310.34	308.69	300.61	ns
	16-30	331.90	297.26	332.03	320.40	ns
Sep-62	0-15	376.15	406.52	434.94	405.87	ns
	16-30	418.85	390.21	412.97	407.35	ns
Dec-62	0-15	457.95	497.66	439.25	464.95	ns
	16-30	470.27	410.75	409.28	430.10	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 6 ค่าวิเคราะห์แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน

exch Ca	ความลึก (cm)	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0-15	8,302.58	7,598.43	8,460.86	8,120.62	ns
	16-30	5,381.01 ^a	4,620.63 ^a	2,460.53 ^b	4,154.06	*
Mar-60	0-15	11,307.99	7,774.80	7,493.76	8,858.85	ns
	16-30	10,277.38	8,458.32	9,248.52	9,328.07	ns
Jun-60	0-15	15,149.58	8,957.73	7,153.83	10,420.38	ns
	16-30	14,094.40 ^a	15,023.51 ^a	7,818.55 ^b	12,312.15	*
Sep-60	0-15	5,418.09	5,699.83	6,971.86	6,029.93	ns
	16-30	6,895.22	6,983.23	7,251.69	7,043.38	ns
Dec-60	0-15	6,506.24	3,067.24	6,380.52	5,318.00	ns
	16-30	5,434.65 ^a	3,661.13 ^b	6,253.79 ^a	5,166.52	*
Mar-61	0-15	5,341.25	6,489.47	6,236.18	6,022.30	ns
	16-30	6,387.49	6,468.57	5,492.15	6,116.07	ns
Jun-61	0-15	7,897.34	8,817.21	6,254.91	7,656.49	ns
	16-30	4,672.15	5,415.85	3,354.73	4,480.91	ns
Sep-61	0-15	5,195.25	6,648.31	5,871.61	5,905.06	ns
	16-30	6,521.63	4,321.95	6,847.62	5,897.07	ns
Dec-61	0-15	4804.05	4625.22	4448.22	4625.83	ns
	16-30	5137.02	4324.36	5019.25	4826.88	ns
Mar-62	0-15	5417.03	5045.79	4805.01	5089.28	ns
	16-30	5287.41	5425.79	4659.75	5124.32	ns
Jun-62	0-15	5078.36	4375.78	4098.78	4517.64	ns
	16-30	4834.58	5379.41	4973.33	5062.44	ns
Sep-62	0-15	4445.77	3138.48	3804.65	3796.30	ns
	16-30	4322.69	5122.98	5018.65	4821.44	ns
Dec-62	0-15	4636.98	3002.15	3371.30	3670.14	ns
	16-30	4375.45	4926.72	4790.36	4697.51	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 7 ค่าวิเคราะห์แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน

exch Mg	ความลึก (cm)	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0-15	442.80	561.02	649.61	551.14	ns
	16-30	523.34	617.87	546.21	562.47	ns
Mar-60	0-15	893.96	725.54	905.00	841.50	ns
	16-30	927.26	815.36	960.01	900.88	ns
Jun-60	0-15	514.70	409.32	519.05	481.02	ns
	16-30	553.18 ^{ab}	751.24 ^a	406.29 ^b	570.24	*
Sep-60	0-15	380.31	336.27	446.24	387.61	ns
	16-30	478.43	379.02	455.73	437.73	ns
Dec-60	0-15	327.46	469.72	242.65	346.61	ns
	16-30	319.01	461.54	371.98	384.18	ns
Mar-61	0-15	267.34 ^b	459.71 ^a	519.15 ^a	415.40	*
	16-30	335.84 ^b	498.74 ^a	421.36 ^{ab}	418.65	*
Jun-61	0-15	315.95 ^b	624.84 ^a	512.48 ^{ab}	484.42	*
	16-30	256.34 ^b	465.92 ^a	387.54 ^a	369.93	*
Sep-61	0-15	248.35 ^b	556.95 ^a	514.75 ^a	440.02	*
	16-30	201.89	395.41	412.85	336.72	ns
Dec-61	0-15	206.74	398.98	423.73	343.15	ns
	16-30	243.79	321.35	354.21	306.45	ns
Mar-62	0-15	253.57 ^b	658.70 ^a	565.84 ^a	492.70	*
	16-30	282.67 ^b	496.41 ^a	508.29 ^a	429.12	ns
Jun-62	0-15	245.06 ^b	608.75 ^a	622.51 ^a	492.11	*
	16-30	269.08 ^b	583.50 ^a	545.01 ^a	465.87	*
Sep-62	0-15	281.68 ^b	559.72 ^a	619.58 ^a	487.00	*
	16-30	309.18 ^b	475.03 ^a	575.61 ^a	453.27	*
Dec-62	0-15	275.96	495.51	457.70	409.72	ns
	16-30	251.86	492.12	536.76	426.92	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 8 ค่าวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na, ppm) ที่ความลึก 2 ชั้นดิน

exch Na	ความลึก (cm)	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0-15	550.02	358.44	414.06	440.84	ns
	16-30	339.90	475.86	401.70	405.82	ns
Mar-60	0-15	650.48	755.89	733.48	713.28	ns
	16-30	695.50	683.84	737.68	705.67	ns
Jun-60	0-15	259.80	356.96	272.47	296.41	ns
	16-30	1,010.44 ^a	556.88 ^{ab}	287.76 ^b	618.36	*
Sep-60	0-15	543.84	508.7	657.80	570.11	ns
	16-30	564.71	435.45	460.74	486.97	ns
Dec-60	0-15	533.19	705.55	650.66	629.8	ns
	16-30	481.40	575.82	889.08	648.77	ns
Mar-61	0-15	628.92	584.16	573.15	595.41	ns
	16-30	434.21	492.15	658.76	528.37	ns
Jun-61	0-15	789.21	621.59	612.34	674.38	ns
	16-30	489.48	567.89	445.71	501.03	ns
Sep-61	0-15	553.41	447.79	558.94	520.05	ns
	16-30	449.53	543.76	448.67	480.65	ns
Dec-61	0-15	601.74	531.78	540.08	557.87	ns
	16-30	512.26	534.09	472.75	506.37	ns
Mar-62	0-15	576.87	495.88	526.03	532.93	ns
	16-30	502.11	450.15	487.81	480.02	ns
Jun-62	0-15	510.24	505.24	479.41	498.30	ns
	16-30	496.48	519.47	500.68	505.55	ns
Sep-62	0-15	493.86	421.96	434.95	450.25	ns
	16-30	442.93	523.64	526.02	497.53	ns
Dec-62	0-15	514.33	464.50	425.80	468.21	ns
	16-30	525.70	555.39	487.24	522.77	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

2. ปริมาณธาตุอาหารพืชในใบมะพร้าว น้ำหอม

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนธันวาคม 2559 เป็นช่วงเวลาก่อนการให้ปุ๋ย และมะพร้าวมีอายุ 6 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 1 พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในใบมะพร้าวมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 1.65 % ปริมาณของฟอสฟอรัสพบว่าในร่องที่ 1 มีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่น โดยมีค่าเฉลี่ย 0.081 % ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวร่องที่ 3 มีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 % ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 % ซึ่งร่องที่ 1 มีปริมาณในใบสูงกว่าร่องอื่น ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 % โดยใบมะพร้าวในร่องที่ 4 มีการสะสมมากกว่าในร่องอื่น และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 % และมีการสะสมในใบมะพร้าวแต่ละร่องใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนมีนาคม 2560 ซึ่งเริ่มให้ปุ๋ยในระบบน้ำเป็นเดือนแรก มะพร้าวมีอายุ 9 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 1 พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมะพร้าวมีปริมาณใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ย 1.67 % ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าปริมาณใกล้เคียงกันในทุกร่องเช่นเดียวกัน และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บครั้งที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.090 % ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวร่องที่ 3 มีปริมาณมากที่สุดซึ่งต่างจากการเก็บตัวอย่างใบครั้งแรกที่มีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 % ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.70 % ซึ่งแต่ละร่องมีค่าใกล้เคียงกัน และมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งแรก ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 % โดยใบมะพร้าวในร่องที่ 4 ยังคงมีการสะสมมากกว่าในร่องอื่น และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.41 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของร่องที่ 4 สูงกว่าร่องอื่น และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างใบครั้งแรกก็พบว่าการสะสมโซเดียมในใบเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนมิถุนายน 2560 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 4 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 12 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 3 พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมะพร้าวในแต่ละร่องมีปริมาณใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ผ่าน มา โดยมีค่าเฉลี่ย 1.81 % โดยเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่าน มา แต่ปริมาณไนโตรเจนที่พบยังต่ำกว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 %N .ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าปริมาณใกล้เคียงกันในทุกร่องเช่นเดียวกัน แต่มีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บครั้งที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.075 % ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวร่องที่ 3 มีปริมาณมากที่สุดเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.16 % และพบว่าการสะสมโพแทสเซียมของมะพร้าวจะเพิ่มขึ้นจากครั้งที่ 1 และ 2 ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 % ซึ่งร่องที่ 1 มีการสะสมของแคลเซียมมากกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของการสะสมจะต่ำกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่าน มา และใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งแรก ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 % โดยใบมะพร้าวในทุกร่องมีการสะสมแมกนีเซียมที่ใกล้เคียงกัน

อีกทั้งยังมีปริมาณที่พบมากกว่าในตัวอย่าง 2 ครั้งที่ผ่านมามีด้วย และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของร่องที่ 4 สูงกว่าร่องอื่น และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างใบครั้งที่ 2 ก็พบว่าการสะสมโซเดียมในใบลดลงมาอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างครั้งแรก (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนกันยายน 2560 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 7 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 15 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 3 พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมะพร้าวของร่องที่ 3 และ 4 มีปริมาณใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ผ่านมา แต่ในร่องที่ 1 ที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไปมีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย 1.70 % โดยลดลงเมื่อเทียบกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา แต่ปริมาณไนโตรเจนที่พบยังต่ำกว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 %N .ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าเป็นเช่นเดียวกับไนโตรเจนคือในร่องที่ 1 มีต่ำกว่าในร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่เก็บในทุกครั้งที่ผ่านมา แต่ในร่องที่ 3 และ 4 มีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย 0.080 % ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่ามีเพิ่มขึ้นในทุกร่อง แต่ในร่องที่ 1 ก็มีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 % และพบว่าการสะสมโพแทสเซียมของมะพร้าวจะเพิ่มขึ้นจากการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ 1, 2 และ 3 ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 % ซึ่งร่องที่ 1 มีการสะสมของแคลเซียมมากกว่าร่องอื่นมาก และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของการสะสมจะสูงกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา และใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่สอง ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 % โดยใบมะพร้าวในทุกร่องมีการสะสมแมกนีเซียมที่ใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังมีปริมาณที่พบมากกว่าในตัวอย่าง 3 ครั้งที่ผ่านมามีด้วย และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของร่องที่ 4 สูงกว่าร่องอื่น และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างใบครั้งที่ 3 ก็พบว่าการสะสมโซเดียมในใบเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนธันวาคม 2560 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 10 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 18 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 3 พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมะพร้าวในร่องที่ 1 และร่องที่ 3 มีปริมาณใกล้เคียงกัน ส่วนร่องที่ 4 มีปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับร่องที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ย 1.81 % โดยเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา แต่ปริมาณไนโตรเจนที่พบยังต่ำกว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 %N .ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันในทุกร่องเช่นเดียวกัน โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บในทุกครั้งที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ย 0.108 % ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่ามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงกว่าจากการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง แต่ในร่องที่ 1 ก็มีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 % ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.67 % โดยมีการสะสมของแคลเซียมในร่องที่ 1 มากกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของการสะสมจะสูง

กว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา และใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่สอง ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 % โดยใบมะพร้าวในทุกรอบมีการสะสมแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบของครั้งที่ผ่านมา และมีปริมาณที่พบมากกว่าในตัวอย่าง 4 ครั้งที่ผ่านมาด้วย และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของรอบที่ 4 สูงกว่ารอบอื่น เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างใบครั้งที่ 3 และ 4 ก็พบว่าการสะสมโซเดียมในใบเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนมีนาคม 2561 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 13 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 21 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 3 พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมะพร้าวในแต่ละรอบมีปริมาณใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ย 1.82 % โดยใกล้เคียงกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา (1.81 %) และรอบที่ 1 มีปริมาณต่ำกว่ารอบอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบยังต่ำกว่าค่าที่ *Ranasinghe et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 %N แต่อยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าวน้ำหอม (1.80-2.00 %) จากการรายงานของทิพยา และคณะ (2557) เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงจะพบเพียงรอบที่ 1 ที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกรรมที่มีปริมาณไนโตรเจนในใบต่ำกว่าเกณฑ์ของความเหมาะสม ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าปริมาณใกล้เคียงกันในทุกรอบเช่นเดียวกัน โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บในทุกครั้งที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ย 0.123 % เป็นปริมาณของฟอสฟอรัสในใบที่เหมาะสมต่อความต้องการของมะพร้าว ที่ 0.12 % (ทิพยา และคณะ, 2557) ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่าค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นกว่าการเก็บตัวอย่างทุกครั้งที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 % ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวน้ำหอมที่ระดับ 0.8-1.0 % แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงกลับพบว่าในรอบที่ 4 มีปริมาณของโพแทสเซียมลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว (1.48 และ 1.59 % ตามลำดับ) แต่ยังสูงกว่าการเก็บตัวอย่างใบก่อนหน้านี้ (ครั้งที่ 1-4) และก็เป็นรอบที่ 1 ที่มีปริมาณต่ำกว่ารอบอื่น เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 % ซึ่งมีค่าลดลงกว่า 2 ครั้งที่ผ่านมา คือครั้งที่ 4 และ 5 และใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ 1 และ 3 โดยมีการสะสมของแคลเซียมในรอบที่ 1 มากกว่ารอบอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกัน ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 % โดยใบมะพร้าวในทุกรอบมีการสะสมแมกนีเซียมใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบของครั้งที่ผ่านมา ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อมะพร้าวน้ำหอมที่ 0.35% (ทิพยา และคณะ, 2557) และมีปริมาณที่พบมากกว่าในตัวอย่าง 4 ครั้งแรกด้วย และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของรอบที่ 4 สูงกว่ารอบอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างใบครั้งที่ 1 และ 3 ก็พบว่าการสะสมโซเดียมในใบใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งล่าสุด (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนมิถุนายน 2561 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 16 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 24 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 3 พบว่า

ปริมาณไนโตรเจนในใบมะพร้าวในแต่ละร่องมีปริมาณใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ผ่าน มา โดยมีค่าเฉลี่ย 1.78 % โดยใกล้เคียงกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่าน มา (1.82 %) และร่องที่ 1 มี ปริมาณต่ำกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบยังต่ำ กว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 % และเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าว น้ำหอม (1.80-2.00 %) จากการรายงานของทิพยา และคณะ (2557) ส่วนร่องที่ 3 และร่องที่ 4 อยู่ใน เกณฑ์ดังกล่าว เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงจะพบว่าร่องที่ 1 ที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกรรมที่มีปริมาณ ไนโตรเจนในใบต่ำกว่าเกณฑ์ของความเหมาะสมตั้งแต่เริ่มการทดลองยกเว้นเพียงเดือนธันวาคม 2560 เท่านั้นที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันในทุกร่อง เช่นเดียวกัน โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บในทุกครั้งที่ผ่าน มา โดยมีค่าเฉลี่ย 0.122 % เป็นปริมาณของฟอสฟอรัสในใบที่เหมาะสมต่อความต้องการของมะพร้าว ที่ 0.12 % (ทิพยา และคณะ, 2557) และใกล้เคียงกับค่าที่ได้ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่าน มา ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่า ค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นกว่าการเก็บตัวอย่างทุกครั้งที่ผ่าน มา ในร่องที่ 1 และร่องที่ 4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.53 % ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวน้ำหอมที่ระดับ 0.8-1.0 % แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงกลับ พบว่าในร่องที่ 3 มีปริมาณของโพแทสเซียมลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว (1.1.63 และ 1.59 % ตามลำดับ) แต่ยังสูงกว่าการเก็บตัวอย่างใบก่อนหน้านี้ (ครั้งที่ 1-5) และก็เป็นร่องที่ 1 ที่มีปริมาณต่ำกว่า ร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่าน มา ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 % ซึ่งมีค่า เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากครั้งที่ผ่าน มา และใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ 1, 3 และ 6 โดยมีการสะสมของ แคลเซียมในร่องที่ 1 มากกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกัน ปริมาณแมกนีเซียม ในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.39 % โดยใบมะพร้าวในทุกร่องมีการสะสมแมกนีเซียมลดลงกว่า 3 ครั้งที่ผ่าน มา แต่ใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบของครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อมะพร้าวน้ำหอมที่ 0.35% (ทิพ ยา และคณะ, 2557) และมีปริมาณที่พบมากกว่าในตัวอย่าง 3 ครั้งแรกด้วย และปริมาณโซเดียมในใบมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของร่องที่ 3 สูงกว่าร่องอื่น และเมื่อเปรียบเทียบกับ ตัวอย่างใบครั้งที่ 1 และ 3 ก็พบว่ามีปริมาณโซเดียมในใบใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งล่าสุด (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนกันยายน 2561 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 19 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 27 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 9 พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในใบมะพร้าวในแต่ละร่องมีปริมาณการสะสมใกล้เคียงกัน แต่ลดลงจากการเก็บตัวอย่าง ใบครั้งที่ผ่าน มา โดยมีค่าเฉลี่ย 1.66 % โดยใกล้เคียงกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และ 2 (1.65, 1.67 %) ที่ต้นมะพร้าวยังต้นเล็กและเก็บจากตัวอย่างใบที่ 1 และร่องที่ 1 มีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่น และยังพบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบของทุกร่องยังต่ำกว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12- 2.33 % และเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าวน้ำหอม (1.80-2.00 %) จากการรายงานของทิพยา และคณะ (2557) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นมะพร้าวยังน้อย (13.17 ใบ) ทำให้ได้ตัวอย่างใบที่ค่อนข้าง

แก่ และไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่เคลื่อนย้ายได้ง่ายในใบพืช (ยงยุทธ, 2552) ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าปริมาณใกล้เคียงกันในทุกร่องเช่นเดียวกัน โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บในทุกครั้งที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ย 0.112 % เป็นปริมาณของฟอสฟอรัสในใบที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อความต้องการของมะพร้าว ที่ 0.12 % (ทิพยา และคณะ, 2557) อยู่เล็กน้อย และใกล้เคียงกับค่าที่ได้ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างใบทั้ง 3 ครั้งที่ผ่านมา คือ ครั้งที่ 5-7 แต่ยังสูงกว่าครั้งที่ 1-4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 % ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวน้ำหอมที่ระดับ 0.8-1.0 % และของมะพร้าวต้นเตี้ย 0.6-0.8 % (Chew, 1982) แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงกลับพบว่าในร่องที่ 4 มีปริมาณของโพแทสเซียมลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้วในสัดส่วนที่มากที่สุด (จาก 1.61 เหลือ 1.46 % หรือลดลงจำนวนร้อยละ 9.3) แต่ยังสูงกว่าการเก็บตัวอย่างใบก่อนหน้านี้ (ครั้งที่ 1-4) และก็เป็นร่องที่ 1 ที่มีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 % ซึ่งมีค่าลดลงเล็กน้อยจากครั้งที่ผ่านมา และใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ 3, 6 และ 7 โดยมีการสะสมของแคลเซียมในร่องที่ 1 มากกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา และมีการสะสมในระดับที่เพียงพอสำหรับมะพร้าวต้นเตี้ยที่ระดับ 0.15-0.20 % (Chew, 1982) ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 % โดยใบมะพร้าวในร่องที่ 1 และร่องที่ 4 มีการสะสมแมกนีเซียมลดลงกว่า 4 ครั้งที่ผ่านมา (ครั้งที่ 4-7) ซึ่งร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ซึ่งมีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณที่เหมาะสมต่อมะพร้าวน้ำหอมที่ 0.35% (ทิพยา และคณะ, 2557) ส่วนในร่องที่ 1 มีปริมาณการสะสมที่ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม (0.34 %) และก็ยังเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวถ้าเทียบกับค่าที่เหมาะสมกับมะพร้าวต้นเตี้ยของ Chew (1982) ที่ระดับ 0.25 % และมีปริมาณที่พบมากกว่าในตัวอย่าง 3 ครั้งแรกด้วย และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.29 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของร่องที่ 3 สูงกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว และเมื่อพิจารณาการสะสมในใบพบว่า โซเดียมเฉลี่ยในใบมะพร้าวของการเก็บตัวอย่างครั้งนี้มีค่าต่ำที่สุดตั้งแต่เริ่มทำการทดลอง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับระดับที่เหมาะสมในมะพร้าวต้นสูงที่รายงานโดย Magat (1979) ที่ระดับ 0.20 % ก็ถือว่าปริมาณของโซเดียมในใบสูงกว่าค่าที่เหมาะสม (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาจากแนวโน้มการสะสมธาตุอาหารพืชในใบของมะพร้าวจะเห็นว่าเพิ่มขึ้นตามอายุของมะพร้าว ซึ่งจะเป็นเช่นนี้กระทั่งมะพร้าวจะเริ่มแทงจั่น (Rosa *et al.*, 2011) (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนธันวาคม 2561 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 22 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 30 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 14 พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมะพร้าวในแต่ละร่องมีปริมาณการสะสมใกล้เคียงกัน โดยเพิ่มขึ้นจากการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ผ่านมา มีค่าเฉลี่ย 1.81 % โดยใกล้เคียงกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5 และ 6 (1.81, 1.82 %) ที่ต้นมะพร้าวยังต้นเล็กและเก็บจากตัวอย่างใบที่ 3 เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงพบว่าร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่น และยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบของทุกร่องยังต่ำกว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 % แต่เริ่มอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอ

สำหรับมะพร้าว น้ำหอม (1.80-2.00 %) จากการรายงานของทิพยา และคณะ (2557) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นมะพร้าวยังไม่มาก (17.73 ใบ) ทำให้ได้ตัวอย่างใบที่ค่อนข้างแก่ และไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่เคลื่อนย้ายได้ง่ายในใบพืช (ยงยุทธ, 2552) ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าปริมาณใกล้เคียงกันในทุกร่องเช่นเดียวกัน โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บในครั้งที่ผ่านๆ มา โดยมีค่าเฉลี่ย 0.117 % เป็นปริมาณของฟอสฟอรัสในใบที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อความต้องการของมะพร้าวที่ 0.12 % (ทิพยา และคณะ, 2557) อยู่เล็กน้อย โดยมีเพียงร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีการสะสมอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอ (0.123 %) ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่าค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่แล้ว แต่ยังต่ำกว่าในครั้งที่ 7 (มิถุนายน 2561, 1.53 %) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 % ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าว น้ำหอมที่ระดับ 0.8-1.0 % และของมะพร้าวต้นเดี่ยว 0.6-0.8 % (Chew, 1982) แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา พบว่าในร่องที่ 3 และ 4 มีปริมาณของโพแทสเซียมลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างก่อนหน้า 3 รอบ คือตั้งแต่มีนาคม 2561 และก็เป็นร่องที่ 1 ที่มีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านๆ มา ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ 6, 7 และ 8 (มีนาคม มิถุนายน และกันยายน 2561) โดยมีการสะสมของแคลเซียมในร่องที่ 1 มากกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านๆ มา และมีการสะสมในระดับที่เพียงพอสำหรับมะพร้าวต้นเดี่ยวที่ระดับ 0.15-0.20 % (Chew, 1982) ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.38 % โดยใบมะพร้าวในร่องที่ 3 มีการสะสมแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ส่วนในร่องที่ 1 และร่องที่ 4 มีค่าลดลงกว่าครั้งที่ผ่านๆ มา ซึ่งร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ซึ่งมีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณที่เหมาะสมต่อมะพร้าว น้ำหอมที่ 0.35% (ทิพยา และคณะ, 2557) ส่วนในร่องที่ 1 มีปริมาณการสะสมที่ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม (0.34 %) และก็ยังเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าว ถ้าเทียบกับค่าที่เหมาะสมกับมะพร้าวต้นเดี่ยวของ Chew (1982) ที่ระดับ 0.25 % และมีปริมาณที่พบมากกว่าในตัวอย่าง 3 ครั้งแรกด้วย และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของทุกแปลงมีค่าใกล้เคียงกัน โดยร่องที่ 1 และร่องที่ 4 มีการสะสมสูงกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับระดับที่เหมาะสมในมะพร้าวต้นสูงที่รายงานโดย Magat (1979) ที่ระดับ 0.20 % ก็ถือว่าปริมาณของโซเดียมในใบสูงกว่าค่าที่เหมาะสม (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนมีนาคม 2562 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 25 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 33 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 14 พบว่าปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบมะพร้าวเฉลี่ยเท่ากับ 1.83 % โดยใกล้เคียงกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5, 6 และ 9 (1.81, 1.82 และ 1.81 %) โดยในร่องที่ 3 และ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณการสะสมเท่ากัน คือ 1.85 % โดยเพิ่มขึ้นจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว ซึ่งสูงกว่าในร่องที่ 1 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.77 % และลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างที่ผ่านๆ มาด้วย เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงพบว่าร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินปริมาณต่ำกว่าร่องอื่น และยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบของทุกร่องยังต่ำกว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 % แต่อยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าว

น้ำหอม (1.80-2.00 %) จากการรายงานของทิพยา และคณะ (2557) ในร่องที่ 3 และ 4 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ส่วนในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีการสะสมเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าว น้ำหอม ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าปริมาณใกล้เคียงกันในทุกร่องเช่นเดียวกัน โดยมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากันเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บในครั้งที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ย 0.117 % เป็นปริมาณของฟอสฟอรัสในใบที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อความต้องการของมะพร้าว ที่ 0.12 % (ทิพยา และคณะ, 2557) อยู่เล็กน้อย โดยมีเพียงร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีการสะสมอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอ (0.125 %) ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่แล้ว โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 % ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวน้ำหอมที่ระดับ 0.8-1.0 % และของมะพร้าวต้นเตี้ย 0.6-0.8 % (Chew, 1982) แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา พบว่าในร่องที่ 3 และ 4 มีปริมาณของโพแทสเซียมลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างก่อนหน้า 3 รอบ คือตั้งแต่มิถุนายน 2561 และก็เป็นร่องที่ 1 ที่มีปริมาณต่ำกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงธันวาคม 2561 โดยมีการสะสมของแคลเซียมในร่องที่ 1 มากกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา และมีการสะสมในระดับที่เพียงพอสำหรับมะพร้าวต้นเตี้ยที่ระดับ 0.15-0.20 % (Chew, 1982) ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.42 % โดยใบมะพร้าวในร่องที่ 3 และ 4 มีการสะสมแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ส่วนในร่องที่ 1 มีค่าเท่ากับครั้งที่ผ่านมา ซึ่งร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ซึ่งมีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณที่เหมาะสมต่อมะพร้าวน้ำหอมที่ 0.35% (ทิพยา และคณะ, 2557) ส่วนในร่องที่ 1 มีปริมาณการสะสมที่ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม (0.34 %) และก็ยังเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวถ้าเทียบกับค่าที่เหมาะสมกับมะพร้าวต้นเตี้ยของ Chew (1982) ที่ระดับ 0.25 % และมีปริมาณที่พบมากกว่าในตัวอย่าง 3 ครั้งแรกด้วย และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของทุกแปลงมีค่าใกล้เคียงกัน โดยทุร่องมีการสะสมในใบสูงกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับระดับที่เหมาะสมในมะพร้าวต้นสูงที่รายงานโดย Magat (1979) ที่ระดับ 0.20 % ก็ถือว่าปริมาณของโซเดียมในใบสูงกว่าค่าที่เหมาะสม (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนมิถุนายน 2562 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 28 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 36 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 14 พบว่าปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบมะพร้าวเฉลี่ยเท่ากับ 1.82 % โดยใกล้เคียงกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5, 6, 9 และ 10 (1.81, 1.82, 1.81 และ 1.83 %) โดยในร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณการมากกว่าร่องอื่น คือ 1.88 % โดยเพิ่มขึ้นจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว ซึ่งสูงกว่าในร่องที่ 1 และ 3 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 และ 1.82 % ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงพบว่าร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณการสะสมต่ำกว่าร่องอื่น และยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบของทุร่องยังต่ำกว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 % แต่อยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าวน้ำหอม (1.80-2.00 %) จากการรายงานของทิพยา และคณะ (2557) ในร่องที่ 3 และ 4 ที่มีการให้

ปุ๋ยทางระบบน้ำ ส่วนในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีการสะสมเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าว น้ำหอม ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าปริมาณใกล้เคียงกันในทุร่องเช่นเดียวกัน โดยมีปริมาณเฉลี่ยลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บในครั้งที่ผ่านมา โดยมีค่าเฉลี่ย 0.112 % เป็นปริมาณของฟอสฟอรัสในใบที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อความต้องการของมะพร้าว ที่ 0.12 % (ทิพยา และคณะ, 2557) อยู่เล็กน้อย โดยมีเพียงร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีการสะสมลดลง ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่แล้ว โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.37 % ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าว น้ำหอมที่ระดับ 0.8-1.0 % และของมะพร้าวต้นเตี้ย 0.6-0.8 % (Chew, 1982) เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงพบว่าในร่องที่ 3 และ 4 มีปริมาณของโพแทสเซียมลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างก่อนหน้า 4 รอบ คือตั้งแต่มีถุนายน 2561 และทุร่องมีปริมาณการสะสมใกล้เคียงกัน ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงมีนาคม 2562 โดยมีการสะสมของแคลเซียมในร่องที่ 1 มากกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา และมีการสะสมในระดับที่เพียงพอสำหรับมะพร้าวต้นเตี้ยที่ระดับ 0.15-0.20 % (Chew, 1982) ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.41 % โดยใบมะพร้าวในร่องที่ 3 มีการสะสมแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ส่วนในร่องที่ 1 และ 4 มีค่าการสะสมลดลงเมื่อเทียบกับครั้งที่ผ่านมา ซึ่งร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ซึ่งมีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณที่เหมาะสมต่อมะพร้าว น้ำหอมที่ 0.35% (ทิพยา และคณะ, 2557) ส่วนในร่องที่ 1 มีปริมาณการสะสมที่ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสม (0.34 %) และก็ยังเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวถ้าเทียบกับค่าที่เหมาะสมกับมะพร้าวต้นเตี้ยของ Chew (1982) ที่ระดับ 0.25 % และมีปริมาณที่พบมากกว่าในตัวอย่าง 2 ครั้งแรกด้วย และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.29 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของทุกแปลงมีค่าใกล้เคียงกัน โดยทุร่องมีการสะสมในใบลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับระดับที่เหมาะสมในมะพร้าวต้นสูงที่รายงานโดย Magat (1979) ที่ระดับ 0.20 % ก็ถือว่าปริมาณของโซเดียมในใบสูงกว่าค่าที่เหมาะสม (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนกันยายน 2562 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 31 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 39 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 14 พบว่าปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบมะพร้าวเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 % โดยใกล้เคียงกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5, 6, 9, 10 และ 11 (1.81, 1.82, 1.81, 1.83 และ 1.82 %) โดยในร่องที่ 3 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณการมากกว่าร่องอื่น คือ 1.83 % โดยเพิ่มขึ้นจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้วเล็กน้อย ซึ่งสูงกว่าในร่องที่ 1 และ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 และ 1.80 % ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงพบว่าร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณการสะสมต่ำกว่าร่องอื่น และยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบของทุร่องยังต่ำกว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 % แต่อยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าว น้ำหอม (1.80-2.00 %) จากการรายงานของทิพยา และคณะ (2557) ในร่องที่ 3 และ 4 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ส่วนในร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีการสะสมเท่ากับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมาและ

ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าว น้ำหอม ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.111 % ซึ่งใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างครั้งที่ผ่านมา โดยมีค่าลดลงในร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน ส่วนในแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำในร่องที่ 3 และ 4 มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บในครั้งที่ผ่านมา โดยในร่องที่ 3 มีฟอสฟอรัสในใบอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อความต้องการของมะพร้าว ที่ 0.12 % (ทิพยา และคณะ, 2557) ส่วนร่องที่ 1 และ 4 ต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่าค่าเฉลี่ยลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่แล้วในร่องที่ 1 ส่วนร่องที่ 3 และ 4 มีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.38 % ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าว น้ำหอมที่ระดับ 0.8-1.0 % และของมะพร้าวต้นเตี้ย 0.6-0.8 % (Chew, 1982) เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงพบว่าในร่องที่ 3 มีปริมาณของโพแทสเซียมสูงกว่าร่องอื่น ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงมิถุนายน 2562 โดยมีการสะสมของแคลเซียมในร่องที่ 1 มากกว่าร่องอื่น เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา และมีการสะสมในระดับที่เพียงพอสำหรับมะพร้าวต้นเตี้ยที่ระดับ 0.15-0.20 % (Chew, 1982) ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.41 % โดยใบมะพร้าวในร่องที่ 1 และ 4 มีการสะสมแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ส่วนในร่องที่ 3 มีค่าการสะสมลดลงเมื่อเทียบกับครั้งที่ผ่านมา ซึ่งปริมาณสะสมแมกนีเซียมในทุร่องมีปริมาณที่เหมาะสมต่อมะพร้าว น้ำหอมที่ 0.35% (ทิพยา และคณะ, 2557) และก็ยังเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวถ้าเทียบกับค่าที่เหมาะสมกับมะพร้าวต้นเตี้ยของ Chew (1982) ที่ระดับ 0.25 % และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของทุกแปลงมีค่าใกล้เคียงกัน โดยทุร่องมีการสะสมในใบลดลงกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับระดับที่เหมาะสมในมะพร้าวต้นสูงที่รายงานโดย Magat (1979) ที่ระดับ 0.20 % ก็ถือว่าปริมาณของโซเดียมในใบสูงกว่าค่าที่เหมาะสม (ตารางที่ 9 – 14)

จากการเก็บตัวอย่างใบในเดือนธันวาคม 2562 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 34 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 42 เดือน ในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากใบย่อยของทางใบที่ 14 พบว่าปริมาณการสะสมไนโตรเจนในใบมะพร้าวเฉลี่ยเท่ากับ 1.87 % โดยเป็นปริมาณการสะสมที่มากที่สุดตลอดการเก็บตัวอย่างใบที่ผ่านมา และมีค่าใกล้เคียงกับใบจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5, 6, 9, 10, 11 และ 12 (1.81, 1.82, 1.81, 1.83, 1.2 และ 1.80 %) โดยในร่องที่ 3 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีปริมาณการมากกว่าร่องอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ 1.97 % มีค่าเพิ่มขึ้นจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว และสูงกว่าในร่องที่ 1 และ 4 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 และ 1.84 % ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงพบว่าร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณการสะสมต่ำกว่าร่องอื่น และยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบของทุร่องยังต่ำกว่าค่าที่ Ranasinghe *et al.* (2015) รายงานไว้ที่ 2.12-2.33 % แต่อยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับมะพร้าว น้ำหอม (1.80-2.00 %) จากการรายงานของทิพยา และคณะ (2557) ในทุร่อง ปริมาณของฟอสฟอรัสในใบพบว่าปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.114 % ซึ่งใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบตั้งแต่เดือนกันยายน 2561 เป็นต้นมา โดยมีค่าเพิ่มขึ้นในร่องที่ 1 และ 4 ส่วนในร่องที่ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอย่างใบที่เก็บในครั้งที่ผ่านมา โดยในร่องที่ 4 มีฟอสฟอรัสในใบอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อความ

ต้องการของมะพร้าว ที่ 0.12 % (ทิพยา และคณะ, 2557) เพียงแปลงเดียว ส่วนร่องที่ 1 และ 3 ต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม ปริมาณของโพแทสเซียมในใบมะพร้าวพบว่าค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่แล้ว ในร่องที่ 3 และ 4 ส่วนร่องที่ 1 มีค่าลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.52 % ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการสะสมที่สูงที่สุดตั้งแต่การเก็บตัวอย่างใบที่ผ่านมาทั้งหมด และเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวน้ำหอมที่ระดับ 0.8-1.0 % และของมะพร้าวต้นเตี้ย 0.6-0.8 % (Chew, 1982) เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงพบว่าในร่องที่ 3 และ 4 มีปริมาณของโพแทสเซียมสูงกว่าร่องที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.51 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างใบตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงกันยายน 2562 โดยมีการสะสมของแคลเซียมในร่องที่ 1 มากกว่าร่องอื่นเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างที่ผ่านมา และมีการสะสมในระดับที่เพียงพอสำหรับมะพร้าวต้นเตี้ยที่ระดับ 0.15-0.20 % (Chew, 1982) ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.42 % โดยใบมะพร้าวในร่องที่ 1 และ 3 มีการสะสมแมกนีเซียมลดลง ส่วนในร่องที่ 4 มีค่าการสะสมเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างใบครั้งที่ผ่านมา ซึ่งปริมาณสะสมแมกนีเซียมในร่องที่ 3 และ 4 มีปริมาณที่เหมาะสมต่อมะพร้าวน้ำหอมที่ 0.35 % ส่วนร่องที่ 1 มีปริมาณต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม (ทิพยา และคณะ, 2557) และหากเทียบกับค่าที่เหมาะสมกับมะพร้าวต้นเตี้ยของ Chew (1982) ที่ระดับ 0.25 % แล้วทุกแปลงมีการสะสมแมกนีเซียมในใบเพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าวน้ำหอม และปริมาณโซเดียมในใบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 % โดยพบการสะสมในใบมะพร้าวของทุกแปลงมีค่าใกล้เคียงกัน โดยทุร่องมีการสะสมในใบเพิ่มขึ้นสูงกว่าการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับระดับที่เหมาะสมในมะพร้าวต้นสูงที่รายงานโดย Magat (1979) ที่ระดับ 0.20 % ก็ถือว่าปริมาณของโซเดียมในใบสูงกว่าค่าที่เหมาะสมในทุกแปลง (ตารางที่ 9 – 14)

ตารางที่ 9 ค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (N) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม

เดือน	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	1.62	1.68	1.66	1.65	ns
Mar-60	1.6	1.7	1.72	1.67	ns
Jun-60	1.79	1.78	1.76	1.78	ns
Sep-60	1.57 ^b	1.73 ^{ab}	1.79 ^a	1.7	*
Dec-60	1.81 ^{ab}	1.70 ^b	1.91 ^a	1.81	*
Mar-61	1.73 ^b	1.86 ^a	1.87 ^a	1.82	*
Jun-61	1.68 ^b	1.81 ^a	1.85 ^a	1.78	*
Sep-61	1.58	1.68	1.71	1.66	ns
Dec-61	1.82	1.84	1.78	1.81	ns
Mar-62	1.77	1.85	1.85	1.83	ns
Jun-62	1.78	1.82	1.88	1.82	ns
Sep-62	1.78	1.83	1.80	1.80	ns
Dec-62	1.80 ^b	1.97 ^a	1.84 ^b	1.87	*

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 10 ค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (P) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม

เดือน	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0.078	0.081	0.085	0.081	ns
Mar-60	0.092	0.087	0.092	0.090	ns
Jun-60	0.072	0.078	0.076	0.075	ns
Sep-60	0.060 ^b	0.100 ^a	0.080 ^a	0.080	*
Dec-60	0.104	0.102	0.118	0.108	ns
Mar-61	0.114	0.124	0.131	0.123	ns
Jun-61	0.123	0.119	0.125	0.122	ns
Sep-61	0.110	0.108	0.119	0.112	ns
Dec-61	0.114	0.114	0.123	0.117	ns
Mar-62	0.110	0.115	0.125	0.117	ns
Jun-62	0.111	0.116	0.109	0.112	ns
Sep-62	0.099	0.120	0.113	0.111	ns
Dec-62	0.105	0.116	0.121	0.114	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 11 ค่าวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม (K) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม

เดือน	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0.81	0.75	0.84	0.8	ns
Mar-60	0.77	1.03	0.82	0.87	ns
Jun-60	1.06	1.22	1.2	1.16	ns
Sep-60	1.16	1.56	1.44	1.39	ns
Dec-60	1.17 ^a	1.55 ^b	1.59 ^b	1.44	*
Mar-61	1.24	1.63	1.48	1.45	ns
Jun-61	1.38	1.59	1.61	1.53	ns
Sep-61	1.31	1.48	1.46	1.42	ns
Dec-61	1.32	1.47	1.45	1.41	ns
Mar-62	1.36	1.45	1.39	1.40	ns
Jun-62	1.37	1.35	1.37	1.37	ns
Sep-62	1.34	1.41	1.38	1.38	ns
Dec-62	1.28 ^b	1.68 ^a	1.59 ^a	1.52	*

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 12 ค่าวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (Ca) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม

เดือน	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0.67	0.53	0.51	0.57	ns
Mar-60	0.73	0.72	0.65	0.7	ns
Jun-60	0.78 ^a	0.43 ^b	0.40 ^b	0.54	*
Sep-60	0.82	0.57	0.49	0.63	ns
Dec-60	0.88 ^a	0.58 ^b	0.54 ^b	0.67	*
Mar-61	0.75 ^a	0.49 ^b	0.51 ^b	0.58	*
Jun-61	0.72 ^a	0.53 ^b	0.52 ^b	0.59	*
Sep-61	0.63	0.51	0.57	0.57	ns
Dec-61	0.64	0.55	0.54	0.58	ns
Mar-62	0.62	0.49	0.52	0.54	ns
Jun-62	0.65	0.48	0.49	0.54	ns
Sep-62	0.68	0.47	0.48	0.54	ns
Dec-62	0.61	0.47	0.45	0.51	ns

* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 13 ค่าวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม (Mg) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม

เดือน	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0.16	0.18	0.21	0.18	ns
Mar-60	0.18	0.16	0.2	0.18	ns
Jun-60	0.36	0.38	0.38	0.37	ns
Sep-60	0.4	0.48	0.45	0.44	ns
Dec-60	0.4	0.46	0.5	0.45	ns
Mar-61	0.41	0.43	0.48	0.44	ns
Jun-61	0.39	0.36	0.43	0.39	ns
Sep-61	0.34	0.39	0.41	0.38	ns
Dec-61	0.34	0.41	0.40	0.38	ns
Mar-62	0.34	0.45	0.47	0.42	ns
Jun-62	0.33	0.47	0.42	0.41	ns
Sep-62	0.34	0.45	0.43	0.41	ns
Dec-62	0.33	0.43	0.44	0.40	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 14 ค่าวิเคราะห์ปริมาณโซเดียม (Na) ในใบของมะพร้าว น้ำหอม

เดือน	ปุ๋ยทางดิน ร่องที่ 1	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 3	ปุ๋ยทางระบบน้ำ ร่องที่ 4	MEAN	F-test
Dec-59	0.31	0.29	0.32	0.31	ns
Mar-60	0.37	0.37	0.48	0.41	ns
Jun-60	0.28	0.31	0.34	0.31	ns
Sep-60	0.31	0.39	0.41	0.37	ns
Dec-60	0.31	0.39	0.45	0.38	ns
Mar-61	0.29	0.37	0.39	0.35	ns
Jun-61	0.31	0.35	0.32	0.33	ns
Sep-61	0.28	0.31	0.29	0.29	ns
Dec-61	0.30	0.31	0.32	0.31	ns
Mar-62	0.31	0.32	0.33	0.32	ns
Jun-62	0.30	0.29	0.30	0.29	ns
Sep-62	0.29	0.28	0.27	0.28	ns
Dec-62	0.32	0.29	0.31	0.31	ns

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3. การเจริญเติบโตของต้นมะพร้าวน้ำหอม

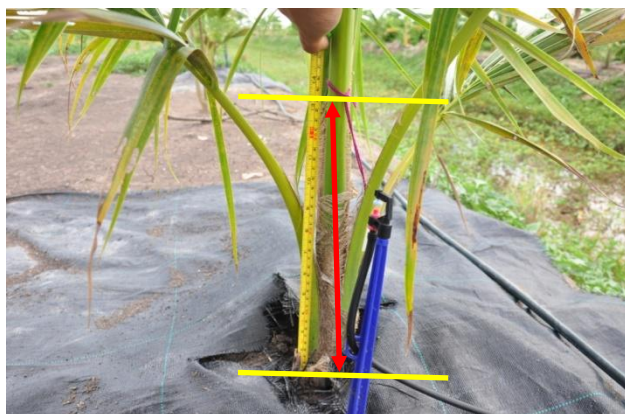
จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนธันวาคม 2559 เป็นช่วงเวลาก่อนการให้น้ำและปุ๋ย ต้นมะพร้าวมีอายุ 6 เดือน โดยการวัดความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางต้น จำนวนทางใบ ความยาวทางใบและค่าความเขียวของใบด้วย SPAD Value โดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter Konica Minolta SPAD-502Plus พบว่า การวัดความสูงของมะพร้าวเนื่องจากต้นมะพร้าวยังไม่มีลำต้นที่แท้จริง เพื่อให้ทราบการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นจึงวัดจากระดับพื้นถึงกาบหุ้มบนสุด ดังแสดงในภาพที่ 31 (ก) พบว่าค่าเฉลี่ยของความสูงเริ่มต้นในร่องที่เก็บข้อมูลมีค่าแตกต่างกัน โดยร่องที่ 1 สูงมากกว่าร่องที่ 3 และ 4 ตามลำดับ และมีความสูงเฉลี่ยรวม 42.10 cm เส้นผ่าศูนย์กลางต้น เช่นเดียวกับความสูงของต้นการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางต้นจะวัดเหนือความสูงจากพื้นขึ้นมาประมาณ 5 cm ดังแสดงในภาพที่ 31 (ข) โดยพบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางต้นเริ่มต้นแตกต่างกัน ร่องที่ 1 มีค่ามากที่สุด รองมาเป็นร่องที่ 4 และ 3 ตามลำดับ และมีความสูงเฉลี่ยรวม 5.90 cm จำนวนทางใบ การนับจำนวนทางใบจะเริ่มนับจากทางใบที่มีจนถึงใบอ่อนที่เจริญเต็มที่แล้ว พบว่าจำนวนทางใบเฉลี่ยของแต่ละร่องไม่ต่างกันมากนัก คือมีตั้งแต่ 3.53-4.81 ทางใบ โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 4.37 ทางใบ

ความยาวทางใบ วัดจากทางใบที่ 3 นับจากใบอ่อนที่เจริญเต็มที่แล้วโดยวัดจากโคนทางใบย่อยแรกถึงโคนใบย่อยสุดท้ายตามแกนกลางของทางใบ ดังแสดงในภาพที่ 31 (ค) พบว่าค่าเฉลี่ยของความยาวทางใบเริ่มต้นในร่องที่เก็บข้อมูลมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยร่องที่ 1 มีความยาวมากกว่าร่องที่ 3 และ 4 ตามลำดับ และมีความยาวทางใบเฉลี่ยรวม 38.63 cm ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) โดยวัดจากทางใบที่ 3 นับจากใบอ่อนที่เจริญเต็มที่แล้วตรงกลางของใบย่อยที่อยู่ประมาณกลางทางใบ ดังแสดงในภาพที่ 31 (ง) พบว่าค่าความเขียวใบมีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าเฉลี่ยรวม 51.97 (ภาพที่ 32-36)

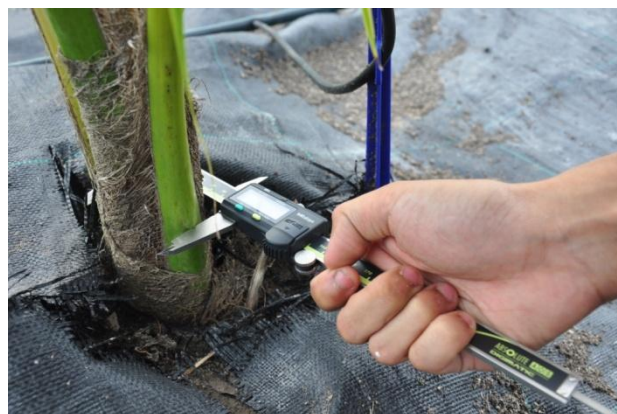
จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนมีนาคม 2560 ซึ่งเริ่มให้ปุ๋ยในระบบน้ำเป็นเดือนแรก มะพร้าวมีอายุ 9 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 47.96 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวตลอดช่วง 3 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5.86 cm โดยที่ร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (8.13 cm) เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 7.29 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวตลอดช่วง 3 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.38 cm โดยที่ร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (1.54 cm) จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 6.03 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 3 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.66 ทางใบ โดยร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (1.87 ทางใบ)

ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 68.35 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 3 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 229.72 cm โดยร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (33.84 cm) และแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) กับร่องที่ 3

และร่องที่ 4 ที่มีการให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 52.22 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 3 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยที่เพิ่มขึ้นคือร่องที่ 4 ส่วนที่ลดลงคือร่องที่ 1 และร่องที่ 3 (ภาพที่ 32-36)



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 31 การวัดการเจริญเติบโตของต้นมะพร้าว ความสูง (ก) เส้นผ่าศูนย์กลางต้น (ข) ความยาวทางใบ (ค) และค่าความเขียวของใบด้วย SPAD Value (ง)

จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนมิถุนายน 2560 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 4 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 12 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 52.47 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 10.37 cm โดยที่ร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (12.94 cm) เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 8.83 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.26 cm โดยที่ร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (3.96 cm) จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 6.82 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้น

เฉลี่ย 2.78 ทางใบ โดยร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (3.64 ทางใบ) ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 90.01 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 51.38 cm โดยร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (55.48 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 55.04 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยที่เพิ่มขึ้นคือร่องที่ 1 และ 4 มีค่า SPAD Value แตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) กับร่องที่ 3 และมีค่าลดลงด้วย (ภาพที่ 32-36)

จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนกันยายน 2560 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 7 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 15 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากการวัดในเดือนมิถุนายน 2560 จาก 52.47 cm เป็น 62.99 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 15.03 cm และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของความสูงมากกว่าช่วงหกเดือนที่ผ่านมา โดยที่ร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (15.96 cm) เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 9.95 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.66 cm ซึ่งลดลงเมื่อเทียบกับช่วงหกเดือนที่แล้ว โดยที่ร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (2.99 cm) จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 7.00 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.97 ทางใบ แต่ลดลงเมื่อเทียบกับการวัดการเจริญเติบโตครั้งที่ผ่านๆ มา โดยร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (3.14 ทางใบ) ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 112.76 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 44.14 cm โดยร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (53.08 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 ในการเก็บตัวอย่างครั้งแรก เป็น 62.56 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยที่เพิ่มขึ้นคือร่องที่ 4 ส่วนร่องที่เหลือมีค่าทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ภาพที่ 32-36)

จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนธันวาคม 2560 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 10 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 18 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 67.23 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 14.76 cm โดยที่ร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (15.59 cm) เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 11.42 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.25 cm โดยที่ร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (3.08 cm) จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 6.67 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอด

ช่วง 6 เดือน พบว่าลดลงเฉลี่ย 0.48 ทางใบ โดยร่องที่ 1 และ 4 มีจำนวนทางใบลดลง (1.45 และ 0.43 ทางใบ) ส่วนร่องที่ 3 มีจำนวนเพิ่มขึ้น (0.43 ทางใบ) ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 133.29 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 43.28 cm โดยร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (59.62 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 62.35 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ภาพที่ 32-36)

จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนมีนาคม 2561 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 13 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 21 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 110.92 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 47.93 cm ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของความสูงที่เพิ่มขึ้นในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมาอย่างมาก (10.37, 15.03, 14.76 cm ตามลำดับ) โดยที่ร่องที่ 1 และ 3 เพิ่มขึ้นมากกว่าร่องที่ 4 (54.28, 54.79, 34.73 cm ตามลำดับ) เส้นผ่าศูนย์กลางกลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 12.22 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางกลางต้นของต้นมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.27 cm โดยที่ร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (2.42 cm) รองลงมาเป็นร่องที่ 3 และ 1 ตามลำดับ (2.23, 2.18 cm) จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 9.93 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.93 ทางใบ โดยร่องที่ 1 มีจำนวนทางใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด (6.40 ทางใบ) ส่วนร่องที่ 3 และ 4 มีจำนวนเพิ่มขึ้นน้อยกว่ามาก (1.40 และ 1.00 ทางใบ) ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 168.65 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 55.89 cm โดยร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (61.66 cm) ซึ่งยาวมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรอบ 6 เดือนที่แล้ว (33.97 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 71.78 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นทุกแปลง (ภาพที่ 32-36)

จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนมิถุนายน 2561 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 16 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 24 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 130.51 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 63.28 cm ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของความสูงที่เพิ่มขึ้นในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา (47.93 cm) โดยที่ร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากกว่าร่องที่ 3 และ 4 (70.38, 59.81, 59.64 cm ตามลำดับ) เส้นผ่าศูนย์กลางกลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 15.88 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางกลางต้นของต้นมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย

4.46 cm โดยที่ร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (6.15 cm) รองลงมาเป็นร่องที่ 4 และ 3 ตามลำดับ (4.56, 2.67 cm) จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 11.69 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.02 ทางใบ โดยร่องที่ 1 มีจำนวนทางใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด (6.20 ทางใบ หรือ 12.4 ทาง/ต้น/ปี) เช่นเดียวกับการเก็บข้อมูลครั้งที่แล้ว ส่วนร่องที่ 4 และ 3 มีจำนวนเพิ่มขึ้นน้อยกว่ามาก (5.17 และ 3.70 ทางใบ) ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 195.99 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 62.70 cm โดยร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (61.40 cm) ซึ่งยาวมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรอบ 6 เดือนที่แล้ว (49.16 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 76.21 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ภาพที่ 32-36)

จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนกันยายน 2561 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 19 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 27 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 147.20 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 36.48 cm ซึ่งลดลงกว่าค่าเฉลี่ยของความสูงที่เพิ่มขึ้นในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา (63.28 cm) โดยที่ร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากกว่าร่องที่ 1 และ 3 (60.10, 30.20, 18.54 cm ตามลำดับ) เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 18.57 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.35 cm โดยที่ร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (7.54 cm) รองลงมาเป็นร่องที่ 3 และ 4 ตามลำดับ (6.53, 4.98 cm) จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 14.17 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 4.24 ทางใบ โดยร่องที่ 3 มีจำนวนทางใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด (7.30 ทางใบ หรือ 14.6 ทาง/ต้น/ปี) ส่วนร่องที่ 4 และ 1 มีจำนวนเพิ่มขึ้นน้อยกว่า (5.00 และ 0.40 ทางใบ) ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 281.75 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 113.10 cm โดยร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (127.45 cm) ซึ่งยาวมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรอบ 6 เดือนที่แล้ว (62.70 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 73.00 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ภาพที่ 32-36)

จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนธันวาคม 2561 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 22 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 30 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 180.61 cm โดยความสูงของต้นมะพร้าวในร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทาง

ดินและในร่องที่ 4 ที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีความสูงมากกว่าต้นมะพร้าวในร่องที่ 3 ที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 50.10 cm ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยของความสูงที่เพิ่มขึ้นในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา (36.48 cm) โดยที่ร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากกว่าร่องที่ 1 และ 3 (58.47, 56.60, 35.23 cm ตามลำดับ) เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 19.36 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.48 cm โดยที่ร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (5.14 cm) รองลงมาเป็นร่องที่ 4 และ 1 ตามลำดับ (3.56, 1.75 cm) ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวยังขึ้นอยู่กับความชื้นในดิน การขาดน้ำ การท่วมขังในพื้นที่ ธาตุอาหาร และโรค (Gomes and Prado, 2007) และขนาดของต้นมะพร้าวยังสัมพันธ์กับการเริ่มแทงจั่นของมะพร้าว จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 17.73 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.04 ทางใบ โดยร่องที่ 3 มีจำนวนทางใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด (8.50 ทางใบ หรือ 17.0 ทาง/ต้น/ปี) เช่นเดียวกับการเก็บข้อมูลครั้งที่แล้ว ส่วนร่องที่ 4 และ 1 มีจำนวนเพิ่มขึ้นน้อยกว่ามาก (5.43 และ 4.20 ทางใบ) จากงานวิจัยของ Perera *et al.* (2017) ที่ศึกษาปัจจัยความชื้นในดินและอุณหภูมิต่อการเจริญของมะพร้าวใน 2 บริเวณของศรีลังกา คือในเขตกึ่งชื้นและเขตแล้ง พบว่าในพื้นที่ที่มีช่วงแล้งนานและอุณหภูมิที่สูงกว่าในมะพร้าวพันธุ์เดียวกันจะสร้างใบได้มากกว่า เช่น 12.36 และ 9.48 ทาง/ต้น/ปี ตามลำดับ ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 289.88 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 93.89 cm โดยร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (104.70 cm) ซึ่งสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรอบ 6 เดือนที่แล้ว (124.30 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 70.27 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ภาพที่ 32-36)

จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนมีนาคม 2562 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 25 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 33 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 190.20 cm โดยความสูงของต้นมะพร้าวในร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีความสูงมากกว่าต้นมะพร้าวในร่องที่ 3 และ 4 ที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 43.00 cm ซึ่งลดลงกว่าค่าเฉลี่ยของความสูงที่เพิ่มขึ้นในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา (50.10 cm) โดยที่ร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากกว่าร่องที่ 3 และ 4 (51.40, 43.83, 33.77 cm ตามลำดับ) เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 20.10 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.53 cm โดยที่ร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (2.10 cm) รองลงมาเป็นร่องที่ 3 และ 1 ตามลำดับ (2.08, 0.41 cm) ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของเส้นผ่าศูนย์กลางต้น

ของต้นมะพร้าวยังขึ้นอยู่กับความชื้นในดิน การขาดน้ำ การท่วมขังในพื้นที่ ธาตุอาหาร และโรค (Gomes and Prado, 2007) และขนาดของต้นมะพร้าวยังสัมพันธ์กับการเริ่มแทงจั่นของมะพร้าว จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 19.00 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.83 ทางใบ โดยร่องที่ 1 มีจำนวนทางใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด (7.0 ทางใบ) ส่วนร่องที่ 4 และ 3 มีจำนวนเพิ่มขึ้นน้อยกว่า (6.3, 4.2 ทางใบ) จากงานวิจัยของ Perera *et al.* (2017) ที่ศึกษาปัจจัยความชื้นในดินและอุณหภูมิต่อการเจริญของมะพร้าวใน 2 บริเวณของศรีลังกา คือในเขตกึ่งชื้นและเขตแล้ง พบว่าในพื้นที่ที่มีช่วงแล้งนานและอุณหภูมิที่สูงกว่าในมะพร้าวพันธุ์เดียวกันจะสร้างใบได้มากกว่า เช่น 12.36 และ 9.48 ทาง/ต้น/ปี ตามลำดับ ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 302.62 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 20.87 cm โดยร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (35.03 cm) ซึ่งสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรอบ 6 เดือนที่แล้ว (93.89 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 69.78 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ภาพที่ 32-36)

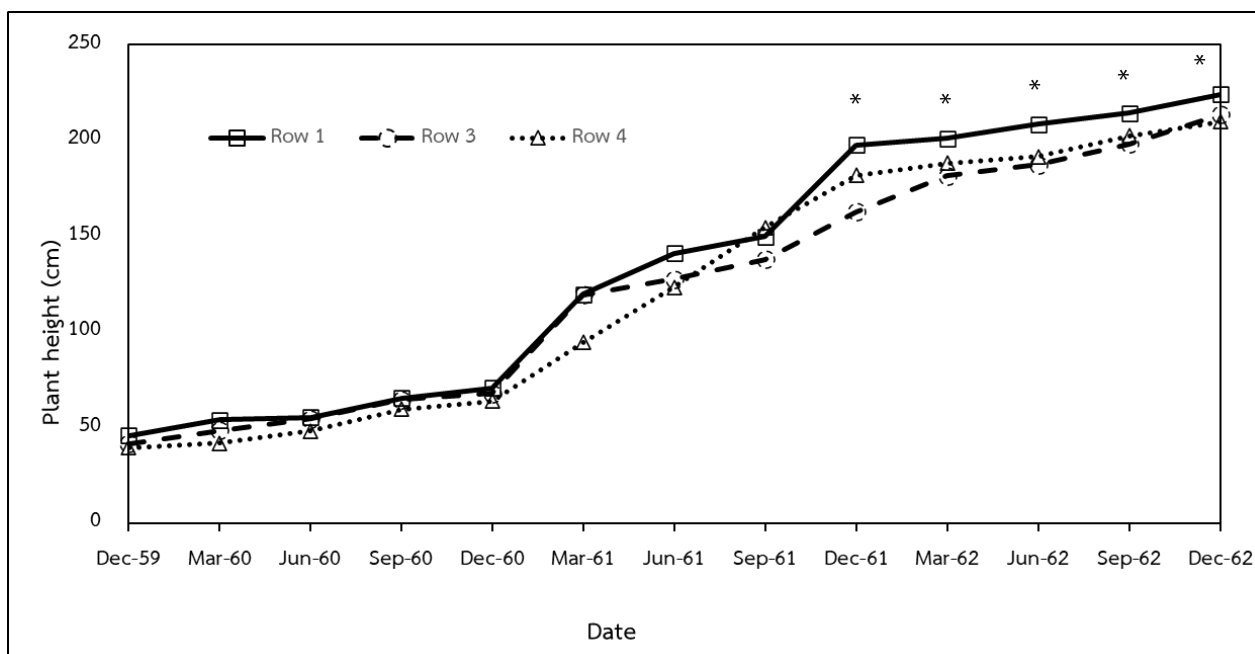
จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนมิถุนายน 2562 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 28 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 36 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 195.70 cm โดยความสูงของต้นมะพร้าวในร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีความสูงมากกว่าต้นมะพร้าวในร่องที่ 3 และ 4 ที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 15.09 cm ซึ่งลดลงกว่าค่าเฉลี่ยของความสูงที่เพิ่มขึ้นในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา (43.00 cm) โดยที่ร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากกว่าร่องที่ 1 และ 4 (24.57, 11.00, 9.70 cm ตามลำดับ) เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 21.10 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.75 cm โดยที่ร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (2.85 cm) รองลงมาเป็นร่องที่ 4 และ 1 ตามลำดับ (2.19, 0.01 cm) ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวยังขึ้นอยู่กับความชื้นในดิน การขาดน้ำ การท่วมขังในพื้นที่ ธาตุอาหาร และโรค (Gomes and Prado, 2007) และขนาดของต้นมะพร้าวยังสัมพันธ์กับการเริ่มแทงจั่นของมะพร้าว จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 20.00 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.27 ทางใบ โดยร่องที่ 1 มีจำนวนทางใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด (3.4 ทางใบ) ส่วนร่องที่ 4 และ 3 มีจำนวนเพิ่มขึ้นน้อยกว่า (2.0 และ 1.3 ทางใบ) จากงานวิจัยของ Perera *et al.* (2017) ที่ศึกษาปัจจัยความชื้นในดินและอุณหภูมิต่อการเจริญของมะพร้าวใน 2 บริเวณของศรีลังกา คือในเขตกึ่งชื้นและเขตแล้ง พบว่าในพื้นที่ที่มีช่วงแล้งนานและอุณหภูมิที่สูงกว่าในมะพร้าวพันธุ์เดียวกันจะสร้างใบได้มากกว่า เช่น 12.36 และ 9.48 ทาง/ต้น/ปี ตามลำดับ ความยาวทางใบ

ของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 321.87 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 31.99 cm โดยร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (53.40 cm) ซึ่งยาวมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรอบ 6 เดือนที่แล้ว (35.03 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 65.83 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ภาพที่ 32-36)

จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนกันยายน 2562 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 31 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 39 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 204.90 cm โดยความสูงของต้นมะพร้าวในร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีความสูงมากกว่าต้นมะพร้าวในร่องที่ 3 และ 4 ที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 14.70 cm ซึ่งลดลงกว่าค่าเฉลี่ยของความสูงที่เพิ่มขึ้นในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา (15.09 cm) โดยที่ร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากกว่าร่องที่ 4 และ 1 (16.50, 14.20, 13.20 cm ตามลำดับ) เส้นผ่าศูนย์กลางต้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 21.80 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.70 cm โดยที่ร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (2.40 cm) รองลงมาเป็นร่องที่ 3 และ 1 ตามลำดับ (2.10, 0.50 cm) ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของเส้นผ่าศูนย์กลางต้นของต้นมะพร้าวยังขึ้นอยู่กับความชื้นในดิน การขาดน้ำ การท่วมขังในพื้นที่ ธาตุอาหาร และโรค (Gomes and Prado, 2007) และขนาดของต้นมะพร้าวยังสัมพันธ์กับการเริ่มแทงจั่นของมะพร้าว จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 20.6 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.60 ทางใบ โดยร่องที่ 1 มีจำนวนทางใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด (2.0 ทางใบ) เช่นเดียวกับการเก็บข้อมูลครั้งที่แล้ว ส่วนร่องที่ 3 และ 4 มีจำนวนเพิ่มขึ้นน้อยกว่า (1.6 และ 1.3 ทางใบ) จากงานวิจัยของ Perera *et al.* (2017) ที่ศึกษาปัจจัยความชื้นในดินและอุณหภูมิต่อการเจริญของมะพร้าวใน 2 บริเวณของศรีลังกา คือในเขตกึ่งชื้นและเขตแล้ง พบว่าในพื้นที่ที่มีช่วงแล้งนานและอุณหภูมิที่สูงกว่าในมะพร้าวพันธุ์เดียวกันจะสร้างใบได้มากกว่า เช่น 12.36 และ 9.48 ทาง/ต้น/ปี ตามลำดับ ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 336.00 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 33.38 cm โดยร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (35.10 cm) ซึ่งสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรอบ 6 เดือนที่แล้ว (53.40 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 71.38 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง (ภาพที่ 32-36)

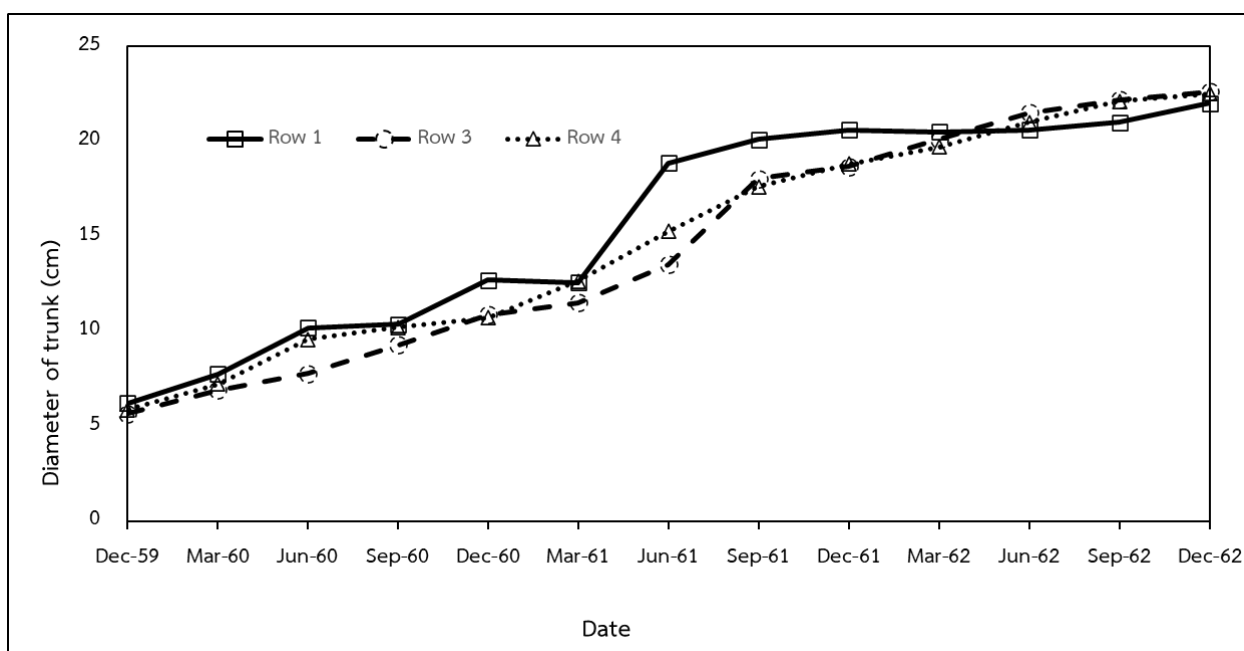
จากการวัดการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอมในเดือนธันวาคม 2562 ซึ่งให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมาแล้วจำนวน 34 ครั้ง มะพร้าวมีอายุ 42 เดือน พบว่า วัดความสูงของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูง

เพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 42.10 cm เป็น 215.70 cm โดยความสูงของต้นมะพร้าวในร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีความสูงมากกว่าต้นมะพร้าวในร่องที่ 3 และ 4 ที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความสูงของมะพร้าวช่วง 6 เดือน พบว่าโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 20.00 cm ซึ่งเพิ่มขึ้นมากกว่าค่าเฉลี่ยของความสูงที่เพิ่มขึ้นในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา (14.70 cm) โดยที่ร่องที่ 3 เพิ่มขึ้นมากกว่าร่องที่ 4 และ 1 ตามลำดับ (26.00, 18.30, 15.60 cm ตามลำดับ) เส้นผ่าศูนย์กลางก้นของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความกว้างเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้น 5.91 cm เป็น 22.40 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางก้นของต้นมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.30 cm โดยที่ร่องที่ 4 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (1.50 cm) รองลงมาเป็นร่องที่ 1 และ 3 ตามลำดับ (1.40, 1.10 cm) ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของเส้นผ่าศูนย์กลางก้นของต้นมะพร้าวยังขึ้นอยู่กับความชื้นในดิน การขาดน้ำ การท่วมขังในพื้นที่ ไร่ตุ๋นอาหาร และโรค (Gomes and Prado, 2007) และขนาดของต้นมะพร้าวยังสัมพันธ์กับการเริ่มแทงจั่นของมะพร้าว จำนวนทางใบของมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 4.37 ทางใบ เป็น 22.4 ทางใบ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.40 ทางใบ โดยร่องที่ 1 มีจำนวนทางใบเพิ่มขึ้นมากที่สุด (2.8 ทางใบ) ส่วนร่องที่ 4 และ 3 มีจำนวนเพิ่มขึ้นน้อยกว่าตามลำดับ (2.4 และ 2.1 ทางใบ) จากงานวิจัยของ Perera *et al.* (2017) ที่ศึกษาปัจจัยความชื้นในดินและอุณหภูมิต่อการเจริญของมะพร้าวใน 2 บริเวณของศรีลังกา คือในเขตกึ่งชื้นและเขตแล้ง พบว่าในพื้นที่ที่มีช่วงแล้งนานและอุณหภูมิที่สูงกว่าในมะพร้าวพันธุ์เดียวกันจะสร้างใบได้มากกว่า เช่น 12.36 และ 9.48 ทาง/ต้น/ปี ตามลำดับ ความยาวทางใบของต้นมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความสูงเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 38.63 cm เป็น 349.30 cm เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความยาวทางใบของมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 27.43 cm โดยร่องที่ 1 เพิ่มขึ้นมากที่สุด (53.17 cm) ซึ่งยาวกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรอบ 6 เดือนที่แล้ว (30.70 cm) ค่าความเขียวของใบ (SPAD Value) มะพร้าวมีค่าเฉลี่ยของความเขียวเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นจาก 51.97 เป็น 70.58 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบมะพร้าวตลอดช่วง 6 เดือน พบว่าค่าความเขียวที่วัดได้มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยในร่องที่ 1 จากเดือนมิถุนายน ถึงธันวาคม 2562 มีค่าเพิ่มขึ้นในเดือนกันยายนและลดลงในเดือนธันวาคม เช่นเดียวกันกับร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าความเขียวของใบเป็นคล้ายกันด้วยคือในเดือนมิถุนายน กันยายน และธันวาคม 2562 เท่ากับ 65.85, 71.38 และ 70.58 SPAD Value ตามลำดับ (ภาพที่ 32-36)

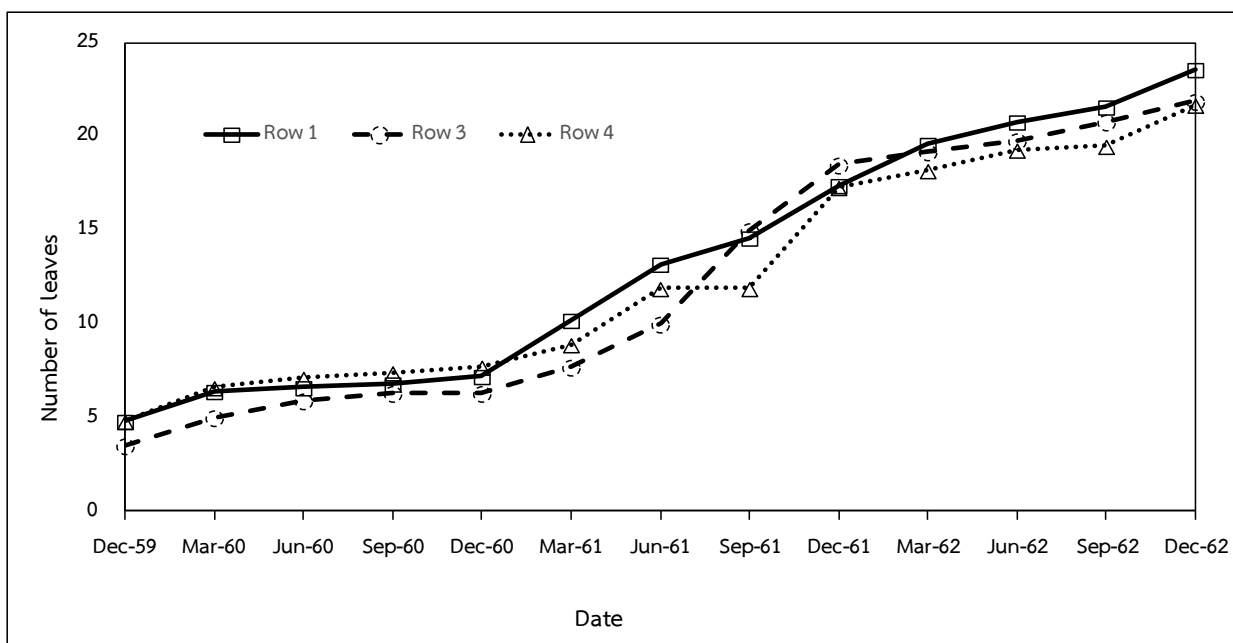


ภาพที่ 32 ความสูง (cm) ของต้นมะพร้าวน้ำหอมของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวตั้งเดียวกัน

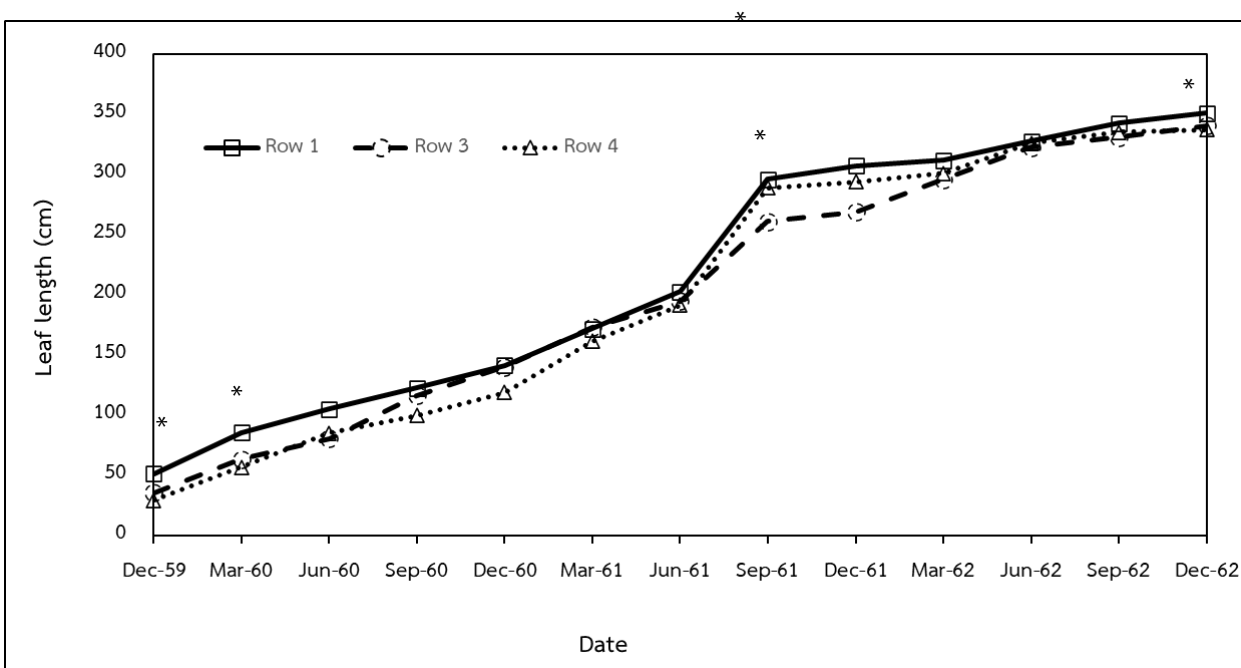


ภาพที่ 33 เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น (cm) ของต้นมะพร้าวน้ำหอมของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง



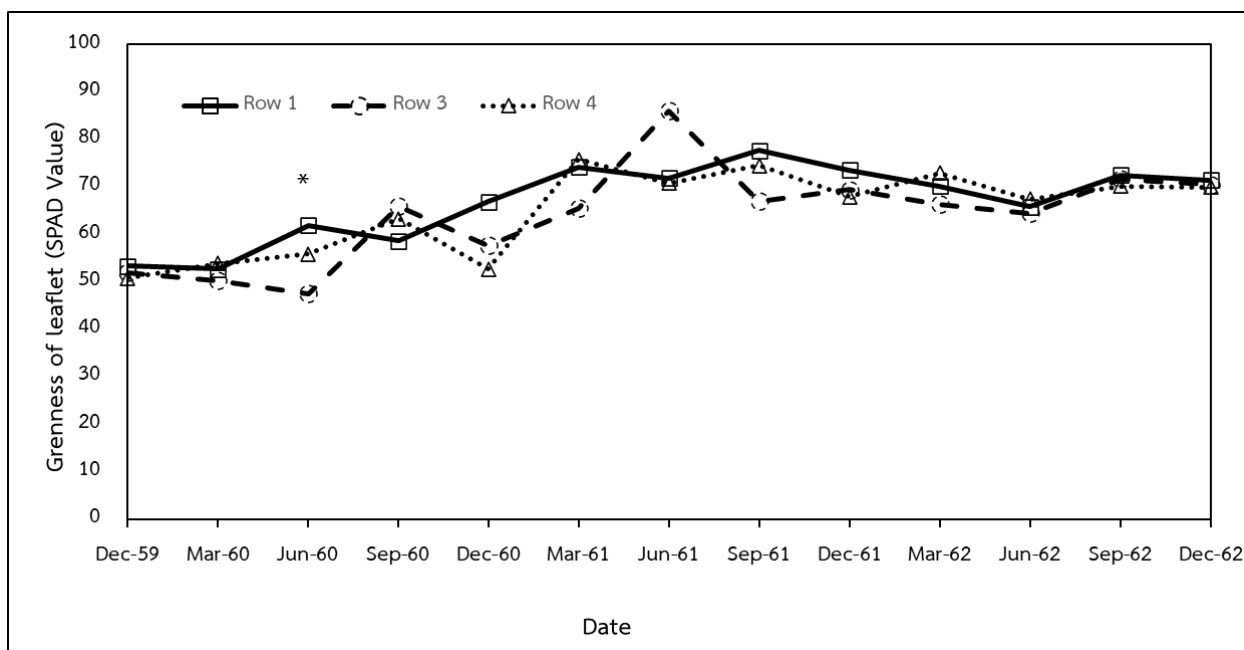
ภาพที่ 34 จำนวนทางใบ (ทางใบ) ของต้นมะพร้าวน้ำหอมของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวตั้งเดียวกัน



ภาพที่ 35 ความยาวทางใบ (cm) ของต้นมะพร้าวน้ำหอมของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวตั้งเดียวกัน



ภาพที่ 36 ความเขียวใบ (SPAD Value) ของต้นมะพร้าว น้ำหอมของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวตั้งเดียวกัน

4. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

การแทงจั่นของมะพร้าวในแปลงทดลองต้นแรกเกิดขึ้นในเดือนพฤษภาคม 2561 ซึ่งมะพร้าวมีอายุ 23 เดือน (ภาพที่ 37 ข) ข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตของมะพร้าว น้ำหอม โดยการนับจำนวนต้นที่ออกจั่น และจำนวนจั่นที่เกิดขึ้น โดยนับจากจั่นที่เจริญพันธุ์ทางใบขึ้นมา พบว่า จากการเก็บข้อมูลเดือนมิถุนายน 2561 จากจำนวนต้นทั้งหมดของแต่ละร่องที่มี 112 ต้นต่อร่อง โดยร่องที่ 1 ที่เป็นวิธีการปฏิบัติแบบเกษตรกรรมมีต้นที่ออกจั่นจำนวน 2 ต้น ร่องที่ 3 และร่องที่ 4 มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำมีการออกจั่น 5 และ 6 ต้น ตามลำดับ โดยมีการเกิดจั่นต้นละ 1 จั่น มะพร้าวที่ออกจั่นในช่วงแรกคือ ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม 2561 ส่วนใหญ่เป็นจั่นที่มีระแง่ของดอกตัวผู้ และมีระแง่ดอกตัวเมีย 1-3 ดอก และไม่ค่อยติดผล จะร่วงเป็นส่วนใหญ่ เดือนกันยายน 2561 หลังจากที่มีการออกจั่นแรกแล้ว 4 เดือนและอายุมะพร้าว 27 เดือน พบว่า จากจำนวนต้นทั้งหมดของแต่ละร่อง ในร่องที่ 1 มีต้นที่ออกจั่นเพิ่มขึ้นจาก 2 ต้น เป็น 18 ต้น มีจั่นรวมทั้งหมด 30 จั่น (1.67 จั่น/ต้น) ร่องที่ 3 มีต้นที่ออกจั่นเพิ่มขึ้นจาก 5 ต้น เป็น 26 ต้น มีจั่นรวมทั้งหมด 62 จั่น (2.38 จั่น/ต้น) และร่องที่ 4 มีต้นที่ออกจั่นเพิ่มขึ้นจาก 6 ต้น เป็น 26 ต้น มีจั่นรวมทั้งหมด 57 จั่น (2.19 จั่น/ต้น) มะพร้าวมีการติดผลของจั่นมะพร้าวที่เกิดขึ้นในช่วงนี้ ซึ่งจำนวนต้นที่เริ่มแทงจั่นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุของมะพร้าว น้ำหอมมากขึ้นและจำนวนจั่นต่อต้นก็เพิ่มขึ้นด้วย มะพร้าวมีการติดผลของจั่นมะพร้าวที่เกิดขึ้นในช่วงนี้ เดือนธันวาคม 2561 เมื่อมะพร้าว น้ำหอมมีอายุ 30 เดือน โดยมีจั่นและการติดผลดังแสดงในภาพที่ 37 ค และ ง พบว่า ร่องที่ 1 มีต้นที่ออกจั่นเพิ่มขึ้นเป็น 34 ต้น (29.57%) มีจั่นรวมทั้งหมด 100 จั่น (2.94 จั่น/ต้น) ร่องที่ 3 มีต้นที่ออกจั่นเพิ่มขึ้นเป็น 52 ต้น (45.22%) มีจั่นรวม

ทั้งหมด 215 จัน (4.13 จัน/ต้น) และร่องที่ 4 มีต้นที่ออกจันเพิ่มขึ้นเป็น 46 ต้น (40.00%) มีจันรวมทั้งหมด 166 จัน (3.60 จัน/ต้น) เดือนมีนาคม 2562 เมื่อมะพร้าว น้ำหอมมีอายุ 33 เดือน พบว่า ร่องที่ 1 มีต้นที่ออกจันเพิ่มขึ้นเป็น 79 ต้น (68.70%) มีจันเฉลี่ย 8.53 จัน/ต้น ร่องที่ 3 มีต้นที่ออกจันเพิ่มขึ้นเป็น 88 ต้น (76.52%) มีจันเฉลี่ย 7.60 จัน/ต้น และร่องที่ 4 มีต้นที่ออกจันเพิ่มขึ้นเป็น 96 ต้น (83.48%) มีจันเฉลี่ย 6.77 จัน/ต้น เดือนมิถุนายน 2562 เมื่อมะพร้าว น้ำหอมมีอายุ 36 เดือน พบว่า ร่องที่ 1 มีต้นที่ออกจันเพิ่มขึ้นเป็น 105 ต้น (91.30%) มีจันเฉลี่ย 11.33 จัน/ต้นที่ออกจัน ร่องที่ 3 มีต้นที่ออกจันเพิ่มขึ้นเป็น 112 ต้น (97.39%) มีจันเฉลี่ย 10.30 จัน/ต้นที่ออกจัน และร่องที่ 4 มีต้นที่ออกจันเพิ่มขึ้นเป็น 113 ต้น (98.26%) มีจันเฉลี่ย 10.40 จัน/ต้นที่ออกจัน เดือนกันยายน 2562 เมื่อมะพร้าว น้ำหอมมีอายุ 39 เดือน พบว่า ร่องที่ 1 มีต้นที่ออกจันเพิ่มขึ้นเป็น 110 ต้น (95.65%) มีจันเฉลี่ย 10.10 จัน/ต้นที่ออกจัน ร่องที่ 3 มะพร้าวออกจันทั้งหมด คือ 115 ต้น (100%) มีจันเฉลี่ย 9.30 จัน/ต้น และร่องที่ 4 ก็เช่นเดียวกับร่องที่ 3 คือออกจันทั้งหมด โดยมีจันเฉลี่ย 9.83 จัน/ต้น การที่จำนวนจันของมะพร้าวลดลงจากการเก็บข้อมูลในรอบที่ผ่านมาเป็นเพราะมีการตัดแต่งจันของมะพร้าวที่ไม่มีการติดผล หรือติดผลแต่มีลักษณะเป็นมะพร้าวที่มีผลลีบ และเดือนธันวาคม 2562 เมื่อมะพร้าว น้ำหอมมีอายุ 42 เดือน พบว่า ทุกร่องของการทดลองมะพร้าวออกจันทั้งหมดทุกต้น โดยมีจำนวนจันเฉลี่ยในร่องที่ 1, 3 และ 4 เท่ากับ 9.47, 10.17 และ 9.73 จัน/ต้น ตามลำดับ (ภาพที่ 38-39)

ผลผลิตของมะพร้าว น้ำหอม การนับจำนวนผลของมะพร้าว น้ำหอมจะนับจำนวนผลของมะพร้าวจากทะเลาะที่มีอายุ 6-7 เดือน โดยเป็นมะพร้าวที่อยู่ในระยะเก็บเกี่ยว พบว่า มะพร้าวที่ติดผลตั้งแต่ช่วงเดือนกันยายน 2561 สามารถเก็บเกี่ยวได้ในช่วงเดือนเมษายน 2562 โดยร่องที่ 1 ที่มีการให้น้ำโดยการรดน้ำเข้าร่องและการให้ปุ๋ยทางดินที่มีการปฏิบัติเช่นเดียวกับเกษตรกรมีจำนวนผลเฉลี่ย 2.6 ผลต่อต้น (จากระยะปลูก 8 x 5.5 แบบสลับฟันปลา ได้ 44 ต้น/ไร่ ได้ผลผลิต 114.4 ผล/ไร่) ร่องที่ 3 และ 4 มีการให้น้ำด้วยระบบน้ำแบบมินิสปริงเกอร์และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ มีจำนวนผลเฉลี่ย 1.6 และ 1.1 ผลต่อต้น (70.4 และ 48.4 ผล/ไร่) ตามลำดับ ในเดือนพฤษภาคม 2562 มีผลผลิตในร่องที่ 1 3 และ 4 เป็นจำนวนผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.2, 2.8 และ 2.7 ผลต่อต้น (184.8, 123.2 และ 118.8 ผล/ไร่) ตามลำดับ ในเดือนมิถุนายน 2562 มีผลผลิตในร่องที่ 1 3 และ 4 เป็นจำนวนผลเฉลี่ยเท่ากับ 4.5, 4.0 และ 3.1 ผลต่อต้น (198.0, 176.0 และ 136.4 ผล/ไร่) ตามลำดับ ในเดือนกรกฎาคม 2562 มีผลผลิตในร่องที่ 1 3 และ 4 เป็นจำนวนผลเฉลี่ยเท่ากับ 7.7, 5.6 และ 7.3 ผลต่อต้น (338.8, 246.4 และ 321.2 ผล/ไร่) ตามลำดับ ในเดือนสิงหาคม 2562 มีผลผลิตในร่องที่ 1 3 และ 4 เป็นจำนวนผลเฉลี่ยเท่ากับ 5.9, 4.9 และ 6.7 ผลต่อต้น (259.6, 215.6 และ 294.8 ผล/ไร่) ตามลำดับ ในเดือนกันยายน 2562 มีผลผลิตในร่องที่ 1 3 และ 4 เป็นจำนวนผลเฉลี่ยเท่ากับ 3.0, 2.3 และ 3.1 ผลต่อต้น (132.0, 101.2 และ 136.4 ผล/ไร่) ตามลำดับ ในเดือนตุลาคม 2562 มีผลผลิตในร่องที่ 1 3 และ 4 เป็นจำนวนผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.1, 2.9 และ 3.2 ผลต่อต้น (48.4, 127.6 และ 140.8 ผล/ไร่) ตามลำดับ ในเดือนพฤศจิกายน 2562 พบว่าผลผลิตในร่องที่ 1 มีจำนวนผลต่อต้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับจำนวนผลในร่องที่ 3 และ 4 โดยมีจำนวนผลเฉลี่ยเท่ากับ 1.0, 6.8

และ 5.5 ผลต่อต้น (44.0, 299.2 และ 242.0 ผล/ไร่) ตามลำดับ และในเดือนธันวาคม 2562 พบว่าผลผลิตในร่องที่ 1 มีจำนวนผลต่อต้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับจำนวนผลในร่องที่ 3 และ 4 เช่นเดียวกับของเดือนพฤศจิกายน โดยมีจำนวนผลเฉลี่ยเท่ากับ 2.6, 3.9 และ 3.8 ผลต่อต้น (114.4, 171.6 และ 167.2 ผล/ไร่) ตามลำดับ ซึ่งจากองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของมะพร้าวน้ำหอม เป็นร้อยละของต้นที่ออกจั่น จำนวนจั่น และจำนวนผลผลิตที่ได้ จะเห็นว่าในร่องที่ 1 ที่มีการปฏิบัติเช่นเดียวกับเกษตรกรนั้น ต้นมะพร้าวน้ำหอมมีการแทงจั่นใช้ระยะเวลานานกว่า ร่องที่ 3 และ 4 ที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ โดยต้องใช้ระยะเวลาราว 42 เดือน ถึงจะออกจั่นครบทั้งหมด แต่ในขณะที่แปลงที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำใช้ระยะเวลาน้อยกว่าถึง 3 เดือน โดยที่จำนวนจั่นเฉลี่ยต่อต้นที่บันทึกจากต้นมะพร้าวที่แทงจั่นเท่านั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าเฉลี่ยจำนวนจั่นเพิ่มขึ้นเมื่ออายุของมะพร้าวมากขึ้น แต่จำนวนจั่นของเดือนกันยายนและธันวาคม 2562 ลดลงเกิดขึ้นจากการตัดจั่นที่ไม่มีผลและจั่นที่มีผลลึบทั้งจำนวนผลของมะพร้าวที่บันทึกจากทะเลสาบที่มีผลอายุ 6 เดือน หรือมีเนื้อตั้งแต่หนึ่งชิ้นขึ้นไป พบว่าในช่วงแรกที่เก็บเกี่ยวผลผลิต ร่องที่ 1 ที่มีการปฏิบัติแบบเกษตรกรทั่วไปได้จำนวนผลเฉลี่ยมากกว่าการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำใน 4 ครั้งแรกของการเก็บเกี่ยวผลผลิต คือ ตั้งแต่รอบเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม 2562 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยที่ค่าเฉลี่ยของจำนวนผลต่อต้นเพิ่มขึ้นตั้งแต่เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ จนเริ่มลดลงในเดือนสิงหาคม 2562 และลดลงต่ำที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 2562 แล้วเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม 2562 ในสองเดือนสุดท้ายของการบันทึกข้อมูลก็พบว่าจำนวนผลต่อต้นของร่องที่ 1 ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับจำนวนผลในร่องที่ 3 และ 4 ด้วย ส่วนร่องที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำในร่องที่ 3 และ 4 นั้น การเพิ่มขึ้นและลดลงของจำนวนผลต่อต้นก็เป็นเช่นเดียวกับร่องที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป แต่ช่วงระยะเวลาที่ลดลงแล้วกลับมาเพิ่มขึ้นใช้เวลาสั้นกว่า คือ การจัดการแบบเกษตรกรทั่วไปจำนวนผลลดลง 4 เดือน จึงเริ่มเพิ่มขึ้น แต่การให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำจำนวนผลลดลง 3 เดือน จึงเริ่มเพิ่มขึ้น เมื่อรวมเป็นจำนวนผลต่อต้นทั้งหมด 7 เดือน คือตั้งแต่เมษายนถึงธันวาคม 2562 ก็พบว่าไม่แตกต่างกันในแต่ละร่องที่บันทึกข้อมูลโดยเฉลี่ยที่ 34.0 ผลต่อต้น หรือ 1,496 ผลต่อไร่ (ภาพที่ 40)

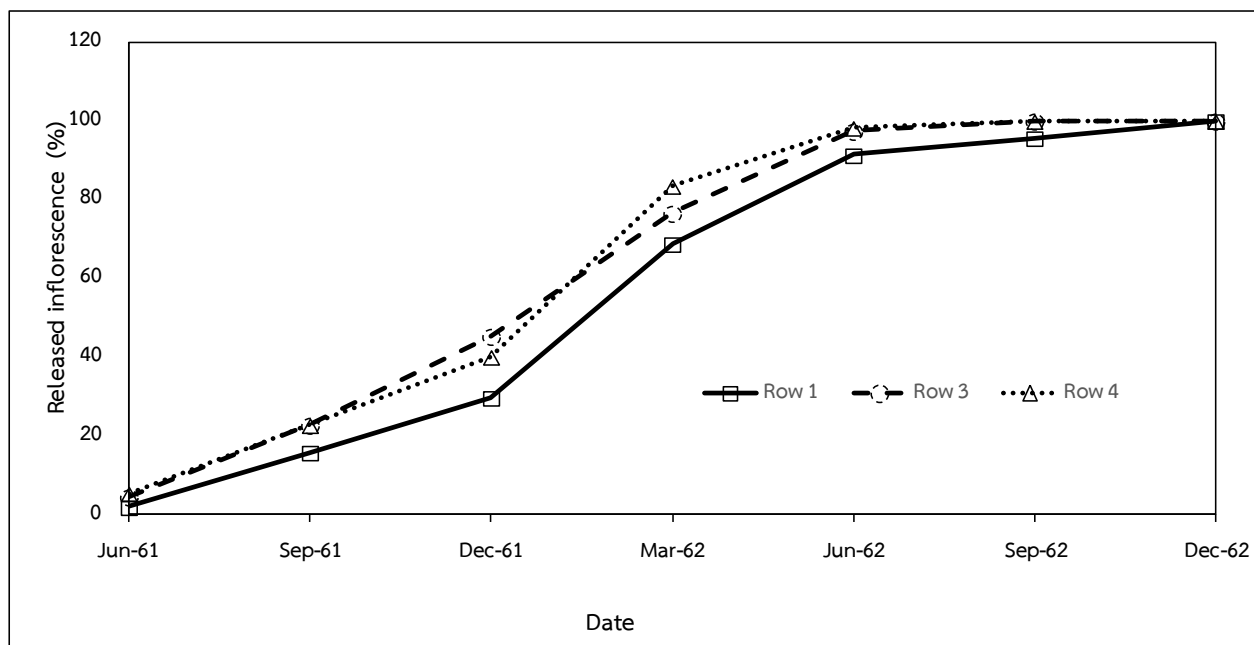
ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในแปลงทดลอง คือ การเข้าทำลายของด้วงแรด (ภาพที่ 37 ก) โดยพบว่ามี การเข้าทำลายร้อยละ 15.61 ของจำนวนต้นมะพร้าวที่น้ำหอม ในรอบเดือนมกราคมถึงมิถุนายน 2561 และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20.00 ในรอบ 6 เดือนต่อมา (กรกฎาคม-ธันวาคม 2561) ในรอบ 6 เดือนต่อมา (มกราคมถึงมิถุนายน 2562) การเข้าทำลายเฉลี่ยของด้วงแรดพบร้อยละ 30.06 และในรอบ 6 เดือนสุดท้าย (กรกฎาคม-ธันวาคม 2562) พบการเข้าทำลายเฉลี่ยของด้วงแรดร้อยละ 18.08



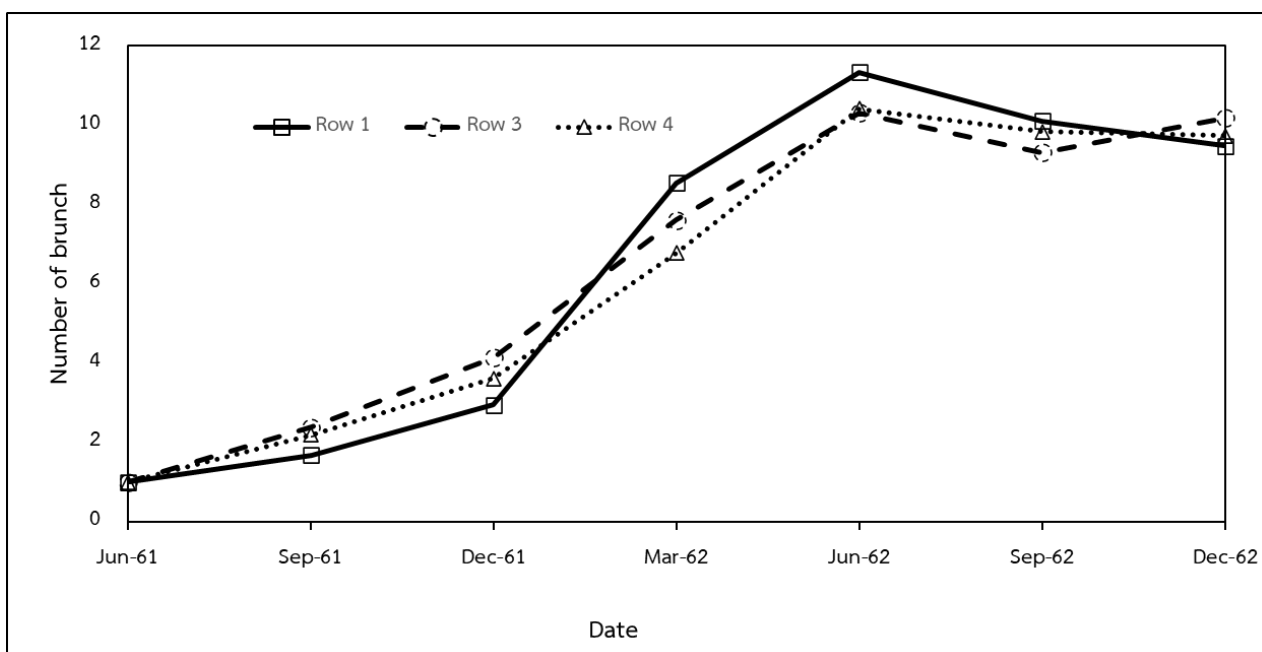
ภาพที่ 37 ใบมะพร้าวที่หักและถูกด้วงแรดเข้าทำลาย (ก) การแทงจั่นของมะพร้าว (ข)
ต้นมะพร้าวอายุ 30 เดือน (ค, ง)

จากข้อมูลของสมบัติทางเคมีของดิน ปริมาณการสะสมธาตุอาหารพืชในใบ การเจริญเติบโต และการออกจั่นของมะพร้าว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแปลงทดลอง พบว่า สมบัติทางเคมีของดินมีความแตกต่างกันเฉพาะแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินชั้นบนเท่านั้น ส่วนธาตุที่เหลือทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกัน และก็อยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าว แต่สิ่งที่เป็นข้อจำกัดคือ อัตราส่วนของธาตุประจวบ และเมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณการสะสมธาตุอาหารพืชในใบของมะพร้าว มีเพียงไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ความเหมาะสม ซึ่งอาจจะมาจากตัวอย่างใบที่เก็บแก่ หรืออาจจะเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กับมะพร้าว มะพร้าวส่วนธาตุอาหารอื่นมีการสะสมในใบสูงกว่าเกณฑ์ ทำให้การเจริญเติบโตของมะพร้าวที่วัดได้ไม่แตกต่างกัน มีเฉพาะความสูงของร่องที่ 3 ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีความสูงของต้นมะพร้าวต่ำกว่าร่องอื่น แต่สิ่งที่มีความต่างคือการออกจั่นของมะพร้าว น้ำหอม พบว่า ในร่องที่มีการให้น้ำและให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีจำนวนต้นที่ออกจั่นและจำนวนจั่นต่อต้นสูงกว่า

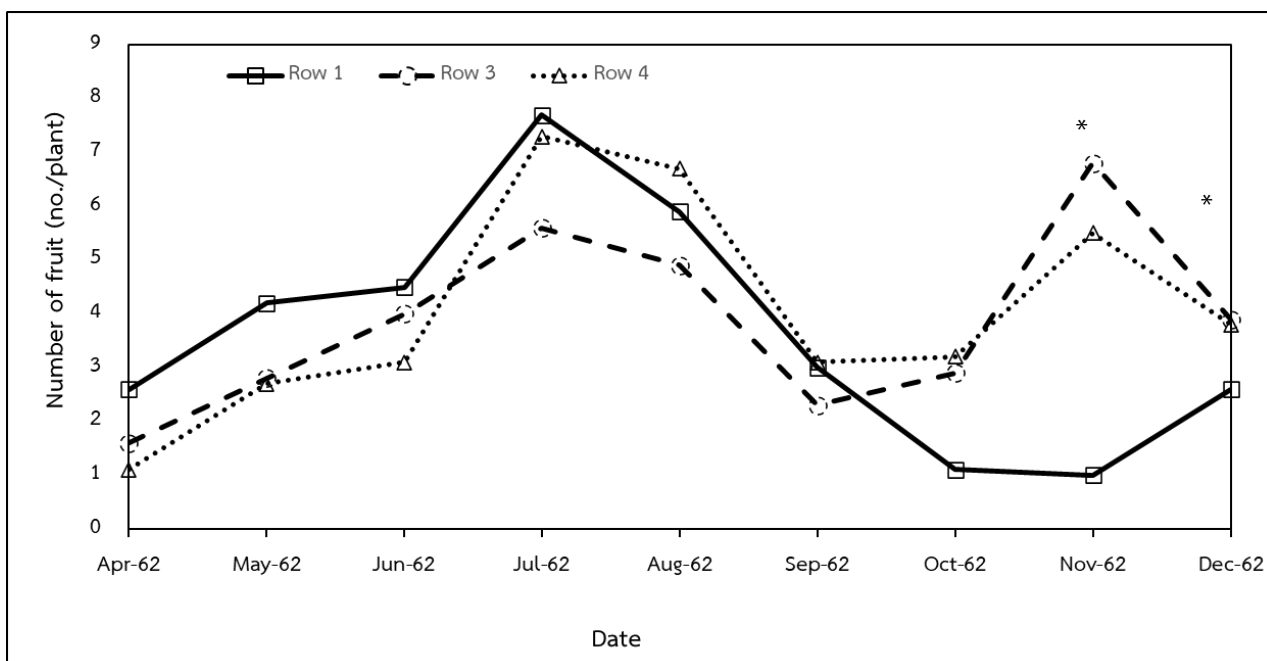
ต้นที่อยู่ในร่องที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแบบเกษตรกรทั่วไป แสดงให้เห็นว่าความสมบูรณ์ภายในของต้นที่มีการจัดการน้ำและธาตุอาหารที่ดีมีมากกว่า โดยที่สภาพภูมิอากาศในแปลงเดียวกัน



ภาพที่ 38 ร้อยละของต้นมะพร้าวน้ำหอมที่ออกจั่นของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง



ภาพที่ 39 จำนวนทะลายเฉลี่ยของมะพร้าวน้ำหอมเฉพาะต้นที่ออกจั่นของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง



ภาพที่ 40 จำนวนผลเฉลี่ยต่อต้นของต้นมะพร้าวน้ำหอมของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวตั้งเดียวกัน

3.2 ข้อมูลการตรวจวัดของแปลงทดลอง

1. ปริมาณฝน

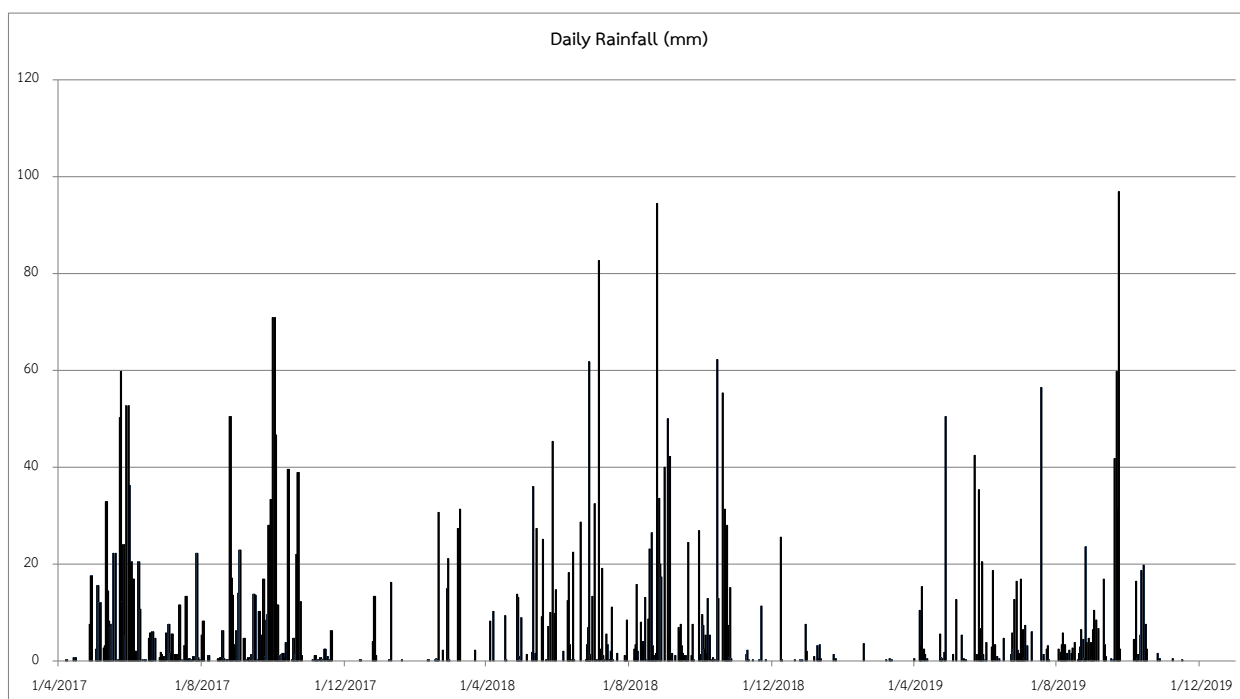
จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนเมษายน 2560 ถึงธันวาคม 2560 พบว่า ในพื้นที่ของแปลงทดลอง มีปริมาณฝนทั้งหมด 1,870 mm ซึ่งเป็นปริมาณฝนที่เหมาะสมในการปลูกมะพร้าวน้ำหอม และเมื่อพิจารณาจากวันที่มีฝนก็พบว่ามีความถี่ที่มีฝนตกทั้งสิ้น 180 วัน จากจำนวนวันทั้งหมด 275 วัน เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่าเดือนพฤษภาคมเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ 535.2 mm จากจำนวนวันที่มีฝนตกทั้งสิ้น 27 วัน ส่วนเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน จำนวน 22.4 mm จาก 15 วันที่มีฝนตก เมื่อพิจารณาเดือนที่มีความถี่ที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม และเมษายน (4 และ 7 วัน) ส่วนเดือนที่มีความถี่ที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคม ตามมาด้วยเดือนพฤษภาคมและกันยายน (30, 27 และ 27 วัน ตามลำดับ) ดังแสดงในภาพที่ 40-41

ปริมาณฝนของปี 2561 ที่เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงธันวาคม 2561 พบว่า ฝนตกในพื้นที่ของแปลงทดลองมีปริมาณทั้งหมด 1,583.8 mm ซึ่งน้อยกว่าปริมาณฝนที่ตกในช่วง 9 เดือนที่เก็บข้อมูลของปี 2560 ถึง 286.2 mm และเมื่อพิจารณาจากวันที่มีฝนก็พบว่ามีความถี่ที่มีฝนตกทั้งสิ้น 133 วัน ในรอบปี ซึ่งน้อยกว่าปีที่ผ่านมา 47 วัน เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่าเดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ 267 mm จากจำนวนวันที่มีฝนตกทั้งสิ้น 21 วัน ส่วนเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน จำนวน 15 mm จาก 6 วันที่มีฝนตก เมื่อพิจารณาเดือนที่มีความถี่ที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนมกราคม และพฤศจิกายน (3 และ 6 วัน) ส่วนเดือนที่มีความถี่ที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนตุลาคม ตามมาด้วยเดือนกันยายนและสิงหาคม (21, 18 และ 17 วัน ตามลำดับ) ดังแสดงในภาพที่ 40-41

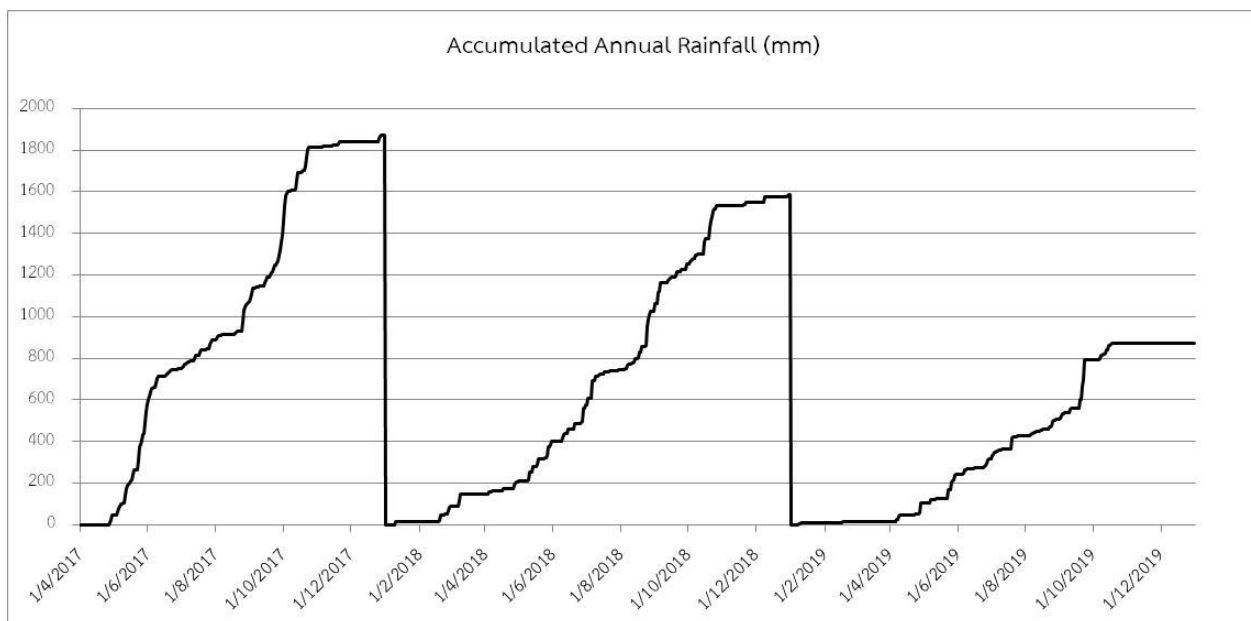
ปริมาณฝนของปี 2562 ที่เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึงธันวาคม 2562 พบว่า ฝนตกในพื้นที่ของแปลงทดลองมีปริมาณทั้งหมด 873.1 mm ซึ่งน้อยกว่าปริมาณฝนที่ตกในปี 2561 ถึง 710.7 mm หรือมีปริมาณฝนลดลงกว่าร้อยละ 44 และเมื่อพิจารณาจากวันที่มีฝนก็พบว่ามีความถี่ที่มีฝนตกทั้งสิ้น 115 วัน ในรอบปี ซึ่งน้อยกว่าปีที่ผ่านมา 18 วัน โดยเป็นวันที่มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 1 mm ถึง 28 วัน เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่าเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ 285.6 mm จากจำนวนวันที่มีฝนตกทั้งสิ้น 14 วัน ซึ่งมากกว่าเดือนตุลาคม 2561 ที่เป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดของปีที่ผ่านมา 18.6 mm แต่จำนวนวันที่มีฝนตกกลับมากกว่า ส่วนเดือนที่มีฝนน้อย คือ เดือนธันวาคมไม่มีฝนตกเลย (0 mm) รองลงมาเป็นเดือนพฤศจิกายน มีนาคม กุมภาพันธ์ และมกราคม ตามลำดับ (0.6, 1.0, 3.6 และ 9.3 mm ตามลำดับ) เป็นจำนวนวันที่มีฝนตกเท่ากับ 2, 4, 1 และ 7 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 40-41

การเปรียบเทียบปริมาณฝนของช่วงแล้ง (dry season) และช่วงฝน (rainy season) ในพื้นที่ภาคกลางตามการแบ่งของ Eso et al., (2015) คือ ช่วงแล้งเริ่มตั้งแต่พฤศจิกายนถึงเมษายน และช่วงฝนเริ่มตั้งแต่พฤษภาคมถึงตุลาคม พบว่าในช่วงแล้งระหว่างปี 2560/2561 มีปริมาณฝนรวม 256.6 mm และในระหว่างปี 2561/2562 มีปริมาณฝนรวมเพียง 158.0 mm หรือลดลง 98.6 mm (ร้อยละ 38.43 เมื่อเทียบกับปี 2560/2561) ในช่วงฝนของปี 2560/2561 มีปริมาณฝนรวม 1,317.7 mm และในระหว่างปี

2561/2562 มีปริมาณฝนรวมเพียง 566.1 mm หรือลดลง 751.0 mm (ร้อยละ 57.04 เมื่อเทียบกับปี 2560/2561) เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนก็พบว่าปี 2560/2561 มีการกระจายของฝนสม่ำเสมอกว่าปี 2561/2562 ทั้งในช่วงแล้งและช่วงฝน (ภาพที่ 41) และในช่วงฝนของปี 2562 คือ พฤษภาคมถึงตุลาคม มีถึง 3 เดือน ที่มีปริมาณฝนน้อย คือ มิถุนายน สิงหาคม และตุลาคม มีฝนเท่ากับ 78.0, 82.8 และ 78.4 mm ตามลำดับ ส่วนที่เหลือคือ พฤษภาคม กรกฎาคม และกันยายน มีฝนเท่ากับ 133.8, 107.5 และ 285.6 mm ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าในปี 2562/2563 ช่วงแล้งจะเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2562 เป็นต้นไป เพราะปริมาณฝนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคาบฝน 30 ปี ของอำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี จากรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา (2558) รายงานไว้ที่ 150-200 mm มาก อีกทั้งเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม 2562 ก็มีปริมาณฝนต่ำมากเช่นเดียวกัน จากผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับมะพร้าวต่อช่วงแล้งของมะพร้าวต้นเตี้ย คือ มีช่วงแล้งมากกว่า 75 วัน (Mahindapala, 1984) สำหรับพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยช่วงฝนจะนับเมื่อมีปริมาณฝนตั้งแต่ 6.25 mm/วัน (Eso et al., 2015) ดังนั้น ในช่วงปี 2560/2561 ไม่มีช่วงแล้งติดต่อกันเกิน 75 วัน โดยช่วงแล้งยาวนานที่สุดคือ 38 วัน (11 มกราคม-18 กุมภาพันธ์ 2561) และปี 2561/2562 มีช่วงแล้งที่มีปริมาณฝนน้อยกว่าเกณฑ์จำนวน 117 วัน ต่อเนื่อง คือตั้งแต่ 9 ธันวาคม 2561 – 6 เมษายน 2562 และในช่วงปลายปี 2562 ปริมาณฝนตกต่ำกว่าเกณฑ์ตั้งแต่วันที่ 18 ตุลาคม เป็นต้นมา จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2562 รวมระยะเวลา 75 วัน ทั้งยังเป็นปีที่มีปริมาณฝนน้อยที่สุดตั้งเริ่มบันทึกข้อมูลสภาพอากาศของพื้นที่การทดลอง และต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคาบฝน 30 ปี (ภาพที่ 42)



ภาพที่ 41 ปริมาณฝนรายวันระหว่างเดือนเมษายน 2560 ถึงธันวาคม 2562



ภาพที่ 42 ปริมาณฝนสะสมรายปีระหว่างเดือนเมษายน 2560 ถึงธันวาคม 2562

2. ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o)

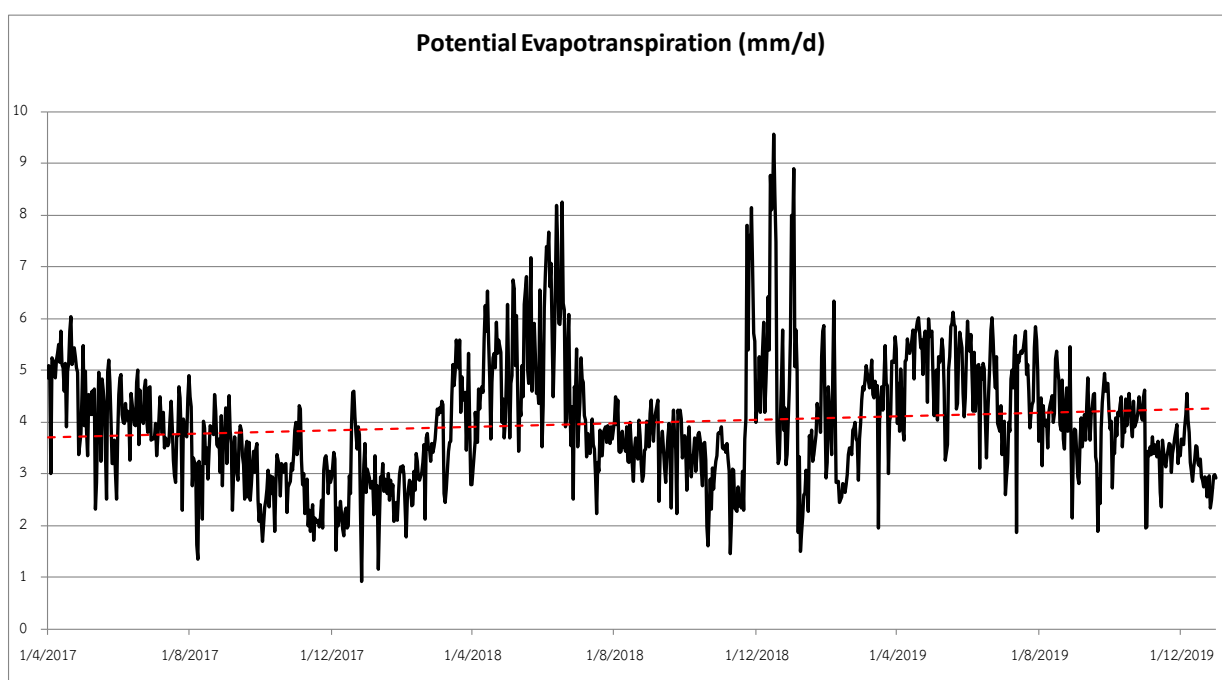
จากการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ประกอบด้วย อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความเร็วลม และจำนวนชั่วโมงและปริมาณแสงแดด ของพื้นที่แปลงทดลอง ตั้งแต่เดือนเมษายน 2560 ถึง ธันวาคม 2560 เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration หรือ Reference Crop Evapotranspiration, ET_o) โดยสมการของ Penman-Monteith method (สมการที่ 1) (Allen et al., 1998) ทั้งนี้เพราะเป็นสูตรที่ให้ผลการหาปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงได้ผลดีกว่าสูตรอื่นเพราะเป็นสูตรที่นำเอาข้อมูลภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับการระเหยและการคายน้ำทุกอย่างมาใช้ (ดิเรก, 25626) พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงตลอดระยะเวลาที่เก็บข้อมูลเท่ากับ 3.56 mm เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่าในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสูงสุด (4.96 mm) ส่วนในเดือนพฤศจิกายนมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (2.70 mm) และเมื่อพิจารณาเป็นรายวันพบว่าในวันที่ 27 เมษายนมีค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสูงสุด (6.04 mm) ส่วนในวันที่ 27 ธันวาคมมีค่าต่ำที่สุด (0.93 mm) (ภาพที่ 42) เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมะพร้าวเฉลี่ยจากงานวิจัยของ Jayakumar et al. (1988) ที่หาในมะพร้าวอายุ 6 ปี ที่มีค่าเท่ากับ 0.63 มาคูณกับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ซึ่งจะได้ปริมาณการใช้น้ำของมะพร้าวในแปลงทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 2.24 mm/วัน

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ของปี 2561 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2561 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงตลอดระยะเวลาที่เก็บข้อมูลเท่ากับ 3.89 mm เมื่อ

พิจารณาเป็นรายเดือนพบว่าในเดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสูงที่สุด (5.82 mm) ส่วนในเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (2.69 mm) และเมื่อพิจารณาเป็นรายวันพบว่าในวันที่ 16 ธันวาคม มีการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสูงที่สุด (9.56 mm) ส่วนในวันที่ 10 มกราคมมีค่าต่ำที่สุด (1.15 mm) (รูปที่ 23) เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมะพร้าวเฉลี่ยจากงานวิจัยของ Jayakumar et al. (1988) ที่ทำในมะพร้าวอายุ 6 ปี ที่มีค่าเท่ากับ 0.80 มาคูณกับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ซึ่งจะได้ปริมาณการใช้น้ำของมะพร้าวในแปลงทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 mm/วัน

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ของปี 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2562 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงตลอดระยะเวลาที่เก็บข้อมูลเท่ากับ 4.18 mm เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนพบว่าในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสูงที่สุด (5.20 mm) ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดของปี 2561 แต่ยังสูงกว่าในปี 2560 ส่วนในเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (3.21 mm) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือนของปี 2560 และ 2561 และเมื่อพิจารณาเป็นรายวันพบว่าในเดือนมกราคมเป็นเดือนที่มีปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงทั้งสูงที่สุด และต่ำที่สุดด้วย คือในวันที่ 2 และวันที่ 8 มกราคม ตามลำดับ (8.91 และ 1.50 mm ตามลำดับ) (ภาพที่ 43) เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมะพร้าวเฉลี่ยจากงานวิจัยของ Jayakumar et al. (1988) ที่ทำในมะพร้าวอายุ 6 ปี ที่มีค่าเท่ากับ 1.00 มาคูณกับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ซึ่งจะได้ปริมาณการใช้น้ำของมะพร้าวในแปลงทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 mm/วัน และเป็นปริมาณการใช้น้ำของมะพร้าว เท่ากับ 1,525.7 mm/ปี



ภาพที่ 43 ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิงจากการคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศพื้นที่ทดลอง จ.ปทุมธานี

3. ปริมาณการให้น้ำกับมะพร้าว น้ำหอม

จากการทดสอบใช้ระบบสั่งการระบบสั่งการระยะไกลเพื่อควบคุมการให้น้ำและปุ๋ย ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2561 ถึง 31 ธันวาคม 2561 แบ่งออกเป็น การให้น้ำกับมะพร้าว น้ำหอม 2 ช่วงเวลา คือ ในร่องที่ 3 มีการให้น้ำกับมะพร้าวกับมะพร้าวสัปดาห์ละ 3 วัน คือ ในวันอังคาร พฤหัสบดี และวันเสาร์ และในร่องที่ 4 มีการให้น้ำกับมะพร้าวกับมะพร้าวสัปดาห์ละ 1 วัน คือ ในวันเสาร์ พบว่า การให้น้ำในร่องที่ 3 มีการให้น้ำทั้งหมด 81 ครั้ง โดยในเดือนกุมภาพันธ์ถึงธันวาคมมีการให้น้ำจำนวน 9, 12, 9, 9, 5, 7, 11, 8, 1, 1 และ 4 ครั้ง ตามลำดับ รวมเป็นปริมาณน้ำที่ให้แก่มะพร้าวสะสมเท่ากับ 627.65 mm (ภาพที่ 43-44) และในร่องที่ 4 มีการให้น้ำทั้งหมด 35 ครั้ง โดยในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน และธันวาคมมีการให้น้ำจำนวนเดือนละ 4 ครั้ง กรกฎาคมและสิงหาคม เดือนละ 2 ครั้ง กันยายน จำนวน 15 ครั้ง และในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน เดือนละ 1 ครั้ง (ภาพที่ 44) รวมเป็นปริมาณน้ำที่ให้แก่มะพร้าวสะสมเท่ากับ 527.49 mm ซึ่งปริมาณการใช้น้ำ (ETc) ของมะพร้าว น้ำหอมระหว่างกุมภาพันธ์ถึงธันวาคมเท่ากับ 1,129.02 mm ดังนั้น การให้น้ำในร่องที่ 3 เป็นจำนวนร้อยละ 55.60 และร่องที่ 4 เป็นร้อยละ 46.72 ของปริมาณความต้องการน้ำของมะพร้าว น้ำหอม (ภาพที่ 44-45)

การสั่งการระบบสั่งการระยะไกลเพื่อควบคุมการให้น้ำและปุ๋ย ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม 2562 พบว่า การให้น้ำในร่องที่ 3 มีการให้น้ำทั้งหมด 141 ครั้ง ซึ่งมากกว่าการให้น้ำในปี 2561 จำนวน 60 ครั้ง (จำนวนเดือนที่ให้น้ำมากกว่าด้วย) โดยในเดือนมกราคมถึงธันวาคมมีการให้น้ำจำนวน 14, 13, 13, 13, 11, 12, 11, 12, 6, 10, 13 และ 13 ครั้ง ตามลำดับ รวมเป็นปริมาณน้ำที่ให้แก่มะพร้าวสะสมเท่ากับ 1,148.06 mm (ภาพที่ 45) และในร่องที่ 4 มีการให้น้ำทั้งหมด 54 ครั้ง มากกว่าในปี 2561 จำนวน 19 ครั้ง โดยในเดือนมกราคมถึงธันวาคมมีการให้น้ำจำนวน 4, 5, 5, 6, 5, 5, 4, 5, 2, 4, 5 และ 4 ครั้ง ตามลำดับ รวมเป็นปริมาณน้ำที่ให้แก่มะพร้าวสะสมเท่ากับ 1,140.67 mm (ภาพที่ 44) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการให้น้ำของทั้ง 2 ร่อง พบว่า ร่องที่ 3 ที่มีการให้น้ำสัปดาห์ละ 3 ครั้ง มีปริมาณน้ำที่ให้มากกว่าร่องที่ 4 ที่ให้น้ำสัปดาห์ละครั้ง เท่ากับ 7.39 mm (ภาพที่ 45 และ 46) ซึ่งปริมาณการใช้น้ำ (ETc) ของมะพร้าว น้ำหอมระหว่างมกราคมถึงธันวาคม เท่ากับ 1,525.70 mm ดังนั้น การให้น้ำในร่องที่ 3 เป็นจำนวนร้อยละ 75.25 และร่องที่ 4 เป็นร้อยละ 74.76 ของปริมาณความต้องการน้ำของมะพร้าว น้ำหอม และเมื่อเปรียบเทียบการให้น้ำระหว่างปี 2561 กับปี 2562 แล้วพบว่าเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 23

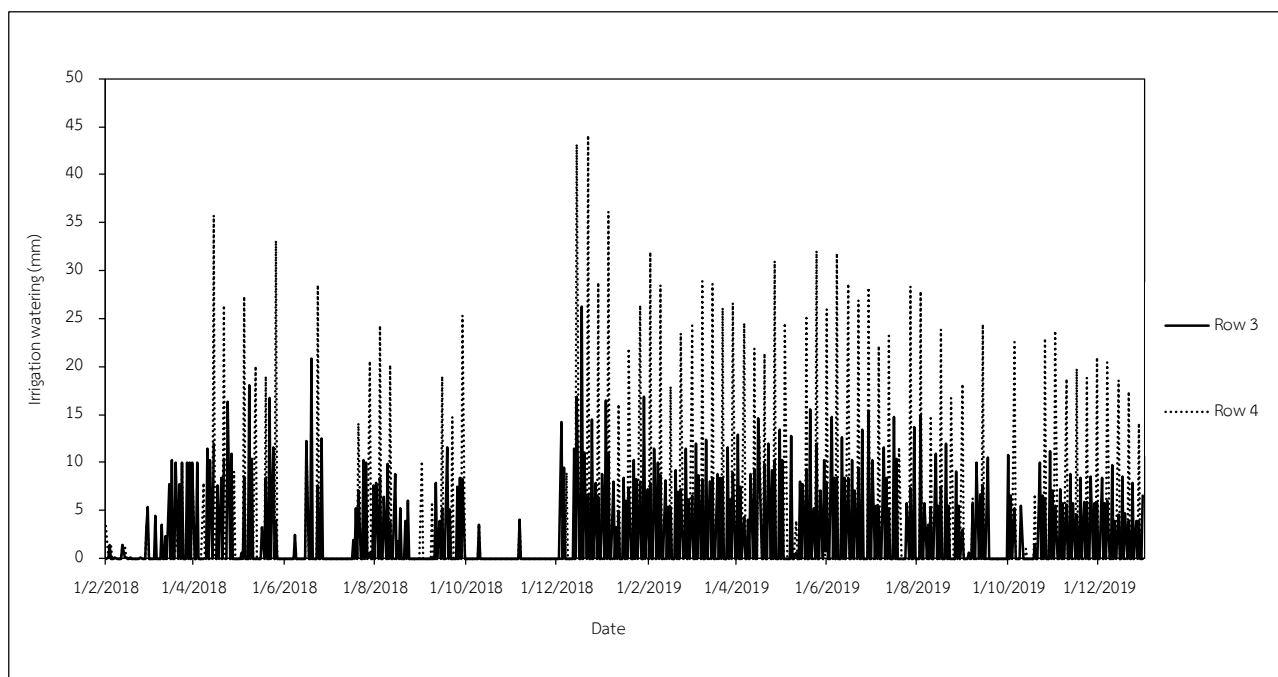
ปริมาณการให้น้ำในแต่ละวิธีกับมะพร้าว น้ำหอมในแต่ละร่องในปี 2561 และ 2562 เมื่อเทียบเป็นปริมาตร พบว่า ในปี 2561 การให้น้ำแบบที่เกษตรกรทั่วไปปฏิบัติโดยการยกระดับน้ำภายในร่องให้สูงขึ้นเกือบถึงระดับผิวดินจะมีในเดือนมกราคมถึงเมษายน 2561 จำนวน 669.59 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง แต่ในช่วงเวลาเดียวกันการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ของทั้งสองร่องของงานวิจัยใช้น้ำเฉลี่ยเพียง 88.57 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง เท่านั้น และตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน 2561 ไม่มีการสูบน้ำเข้าร่องในวิธีการให้น้ำแบบเกษตรกร ส่วนในร่องที่มีการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ช่วง 7 เดือน นี้ มีการให้น้ำเฉลี่ย 160.20 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง และจะเติมน้ำเข้าร่องน้ำอีกครั้งในเดือนธันวาคม 2561 จำนวน 378.03

ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง ส่วนร่องที่ให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ใช้น้ำเฉลี่ย 65.56 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง ในปี 2562 เกษตรกรเริ่มเติมน้ำเข้าร่องเพื่อยกระดับน้ำตั้งแต่เดือนมกราคมเช่นเดียวกับปี 2561 และให้จนถึงเดือน สิงหาคม รวมเป็นปริมาณน้ำ 1,883 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง และในช่วงเวลาเดียวกันในร่องที่ให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ให้น้ำเฉลี่ย 461.58 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง และมีเฉพาะเดือนกันยายนและตุลาคม 2562 เท่านั้นที่ไม่มีการเติมน้ำเข้าร่องน้ำ แต่ในร่องที่ให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ให้น้ำเฉลี่ยรวม 51.30 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง และสองเดือนสุดท้ายของปี 2562 มีการเติมน้ำเข้าร่องรวม 536.17 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง และให้น้ำด้วยแบบมินิสปริงเกอร์เฉลี่ยรวม 87.66 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง ในระยะเวลา 2 ปี การใช้น้ำเพื่อให้กับมะพร้าว น้ำหอมทั้งสองวิธีการให้น้ำพบว่า การเติมน้ำเข้าในร่องน้ำเพื่อยกระดับน้ำมีการการใช้น้ำรวม 3,292.25 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง ส่วนการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ใช้น้ำเฉลี่ยรวม 909.77 ลูกบาศก์เมตรต่อร่อง (ภาพที่ 46)

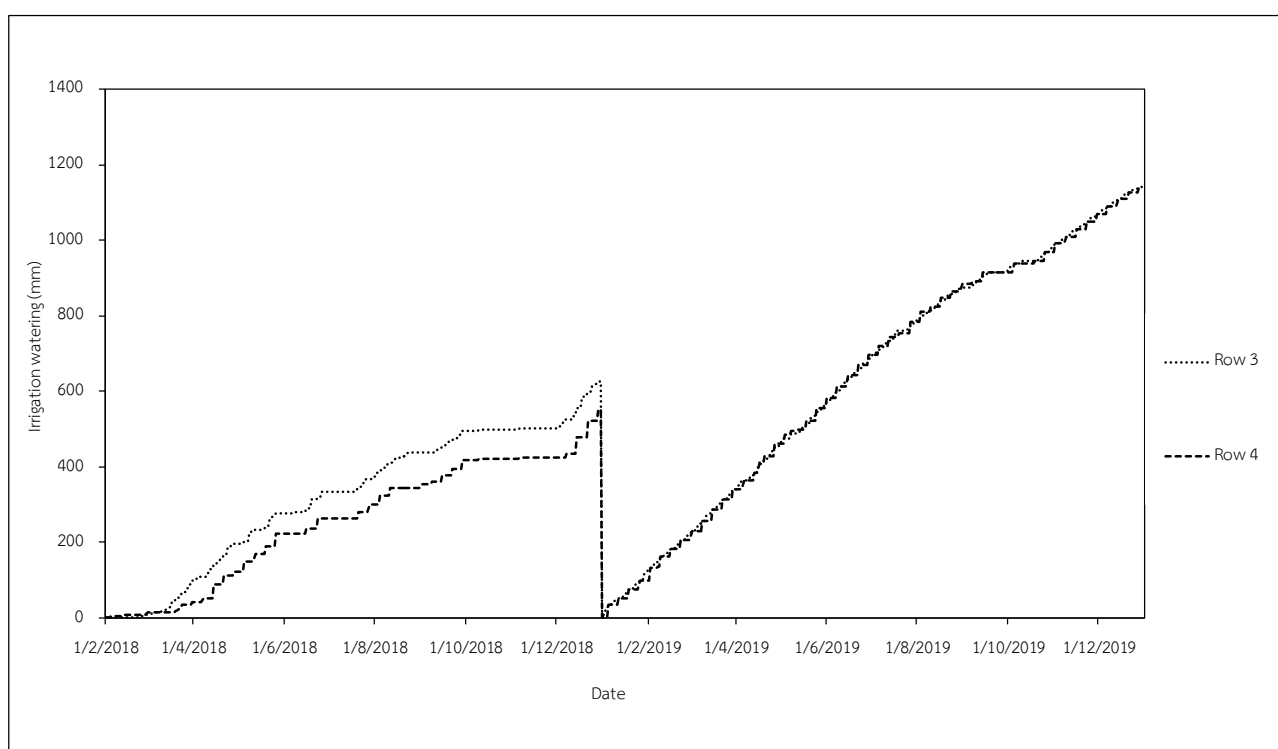
เมื่อวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำชลประทานที่ให้ ในกรณีที่เป็นการให้น้ำเพียงอย่างเดียวจะมีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 2 mS/cm แต่เมื่อมีการให้ปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำแอมะพร้าวทำให้ค่า EC ของน้ำชลประทานที่ให้อูสูงขึ้นเป็นประมาณ 3-5 mS/cm ดังแสดงในภาพที่ 46

4. ความชื้นดินในแปลงทดลอง

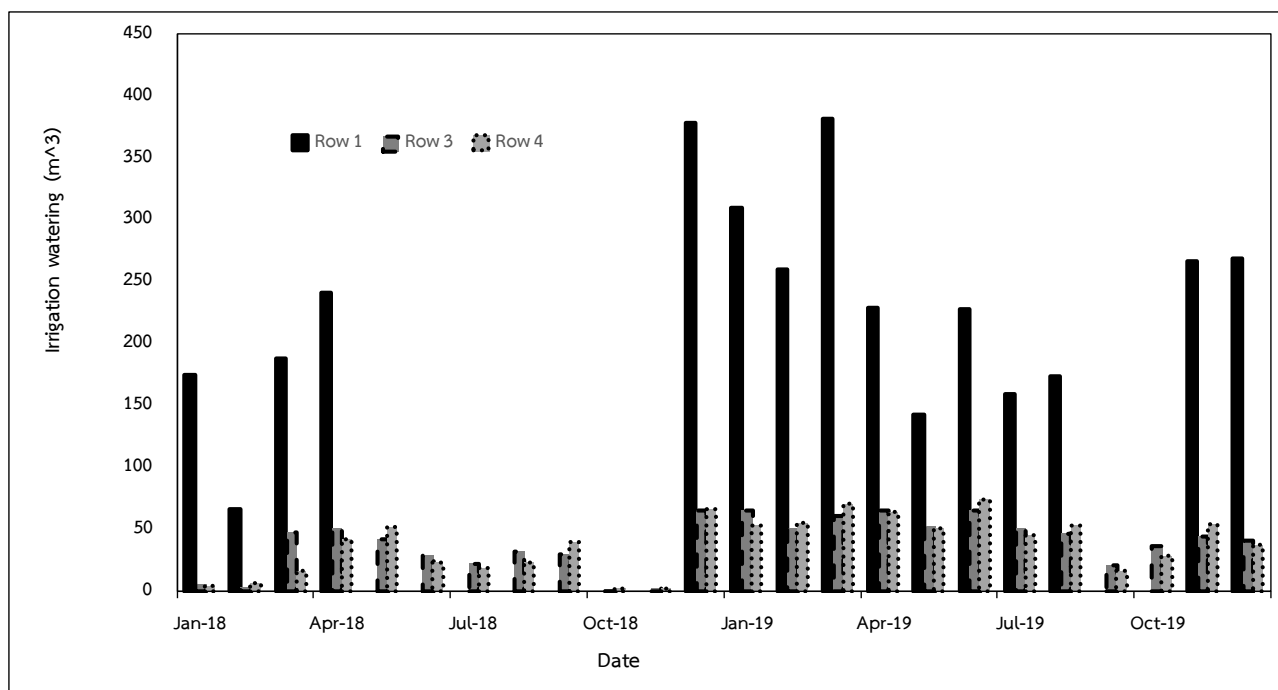
จากการวัดปริมาณความชื้นของแปลงทดลองในร่องที่ 1 ซึ่งมีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป ร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ซึ่งมีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ พบว่าปริมาณความชื้นที่วัดได้โดยปริมาตรเฉลี่ย (%V) เท่ากับร้อยละ 69.37, 68.44 และ 68.28 ในร่องที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณความชื้นเฉลี่ยที่อยู่ในระดับสูงเนื่องมาจากในร่องที่ 1 ที่มีการจัดการแบบเกษตรกรทั่วไป มีการจัดการน้ำโดยการสูบน้ำเข้าไปขังในคูน้ำและรักษาระดับน้ำให้อยู่สูงตลอดเวลา ยกเว้นหลังเดือนตุลาคม 2562 ที่ในแปลงเกษตรกรลดระดับน้ำในร่องให้ต่ำกว่า 30 cm ทำให้ความชื้นในดินของร่องลดลงเรื่อยๆ ส่วนในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 มีการให้น้ำด้วยระบบอัตโนมัติตามความต้องการของพืช ทำให้ความชื้นของดินโดยปริมาตรในแปลงทดลองอยู่ระหว่างร้อยละ 60-74 (ภาพที่ 48) การจัดการความชื้นในดินโดยการคงระดับความชื้นให้อยู่ในระดับสูงเป็นผลเนื่องจากการกระจายของน้ำจากระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ ที่สามารถกระจายน้ำทั่วถึงในเขตทรงพุ่มของมะพร้าวน้ำหอม แต่ในขณะที่เมื่อระดับน้ำในร่องน้ำลดลงมากจะถึงระดับของความชื้นในดินของแปลงที่มีการจัดการน้ำแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไปลงได้มากกว่า ประกอบกับเป็นช่วงเวลาที่ฝนไม่ตกและปริมาณฝนสะสมของปีต่ำมากด้วย



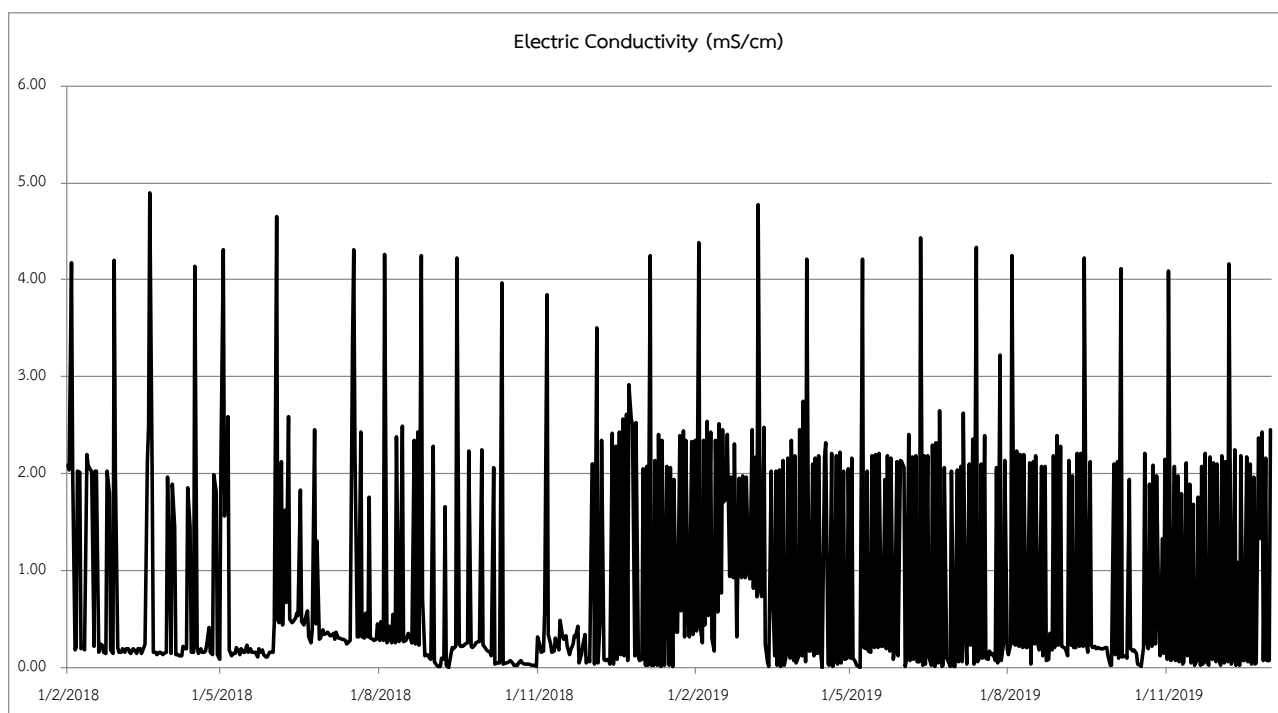
ภาพที่ 44 ปริมาณการให้น้ำชลประทานในแต่ละครั้ง ระหว่าง 1 กุมภาพันธ์ 2561 ถึง 31 ธันวาคม 2562



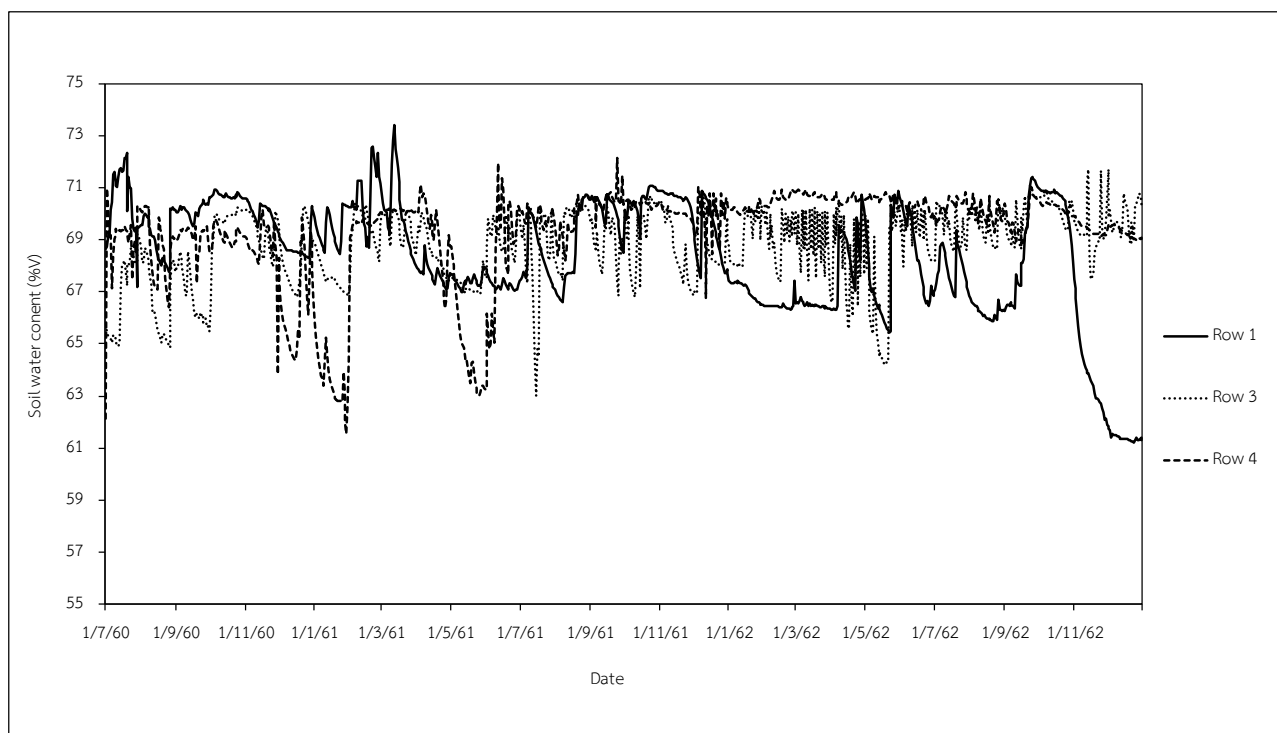
ภาพที่ 45 ปริมาณการให้น้ำชลประทานสะสมรายปี ระหว่าง 1 กุมภาพันธ์ 2561 ถึง 31 ธันวาคม 2562



ภาพที่ 46 ปริมาณการให้น้ำเทียบเป็นปริมาตร (m³) กับมะพร้าว น้ำหอม ปี 2561 และ 2562



ภาพที่ 47 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำชลประทานแก่มะพร้าว



ภาพที่ 48 ความชื้นในดินของแถวที่ 1, 3 และ 4 ของแปลงทดลอง

5. ต้นทุนการพัฒนาระบบเกษตรแม่นยำในสวนมะพร้าวน้ำหอม

5.1 ระบบตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ และระบบควบคุมการให้น้ำ

จากองค์ประกอบของระบบที่ประกอบด้วยเครื่องมือเก็บข้อมูล และการส่งงานระบบการให้น้ำ และปุ๋ย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของสภาพภูมิอากาศ แล้วนำมาประมวลผลในการหาปริมาณน้ำที่ต้องให้กับมะพร้าวน้ำหอม และส่งการระยะไกลในการให้น้ำ จึงมีอุปกรณ์การตรวจวัด ควบคุมและเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง สามารถตรวจเช็คได้ผ่าน Internet ทาง Smart Phone โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการใช้ปุ๋ยและน้ำอย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยสถานีตรวจวัดอากาศ 1 สถานี ทำหน้าที่ในการวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศในแปลงวิจัยเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณการให้น้ำแก่มะพร้าว สถานีวัดสภาพแวดล้อมในแปลง 4 สถานี ทำหน้าที่ในการวัดข้อมูลสภาพแวดล้อมรอบต้นมะพร้าว น้ำหอม เช่น อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความชื้นของดิน เป็นต้น สถานีควบคุมหลัก 1 สถานี ทำหน้าที่สั่งการเปิดปิดเครื่องสูบน้ำตามวันและเวลาที่กำหนดไว้ และตามปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่มะพร้าว น้ำหอมที่ประมวลได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ และสถานีควบคุมประตูน้ำ 2 สถานี ทำหน้าที่สั่งการเพื่อเปิดปิดวาล์วไฟฟ้าตามปริมาณน้ำที่ประมวลได้จากสถานีตรวจวัดอากาศเช่นเดียวกับสถานีควบคุมหลัก และสามารถรองรับเซนเซอร์ตรวจวัดได้ด้วย โดยทั้งสถานีควบคุมหลักและสถานีควบคุมประตูน้ำจะต้องทำงานสัมพันธ์กัน ต้นทุนด้านราคาของระบบในแต่ละสถานีที่มีรายละเอียดตามหัวข้อ 2.5.1 ซึ่งเป็นราคาเฉพาะค่าวัสดุ ไม่รวมค่าใช้จ่ายอื่นในการพัฒนาเครื่องมือเหล่านี้ และการจัดการข้อมูลหลังการติดตั้ง คือ สถานีตรวจวัดอากาศ 39,250 บาทต่อ

สถานี สถานีวัดสภาพแวดล้อมในแปลง 18,850 บาทต่อสถานี สถานีควบคุมหลัก 15,950 บาทต่อสถานี และ สถานีควบคุมประตูน้ำ 11,150 บาทต่อสถานี รวมทั้งระบบเท่ากับ 152,900 บาท และเมื่อพิจารณาตามความต้องการในการใช้งานทั่วไปสามารถปรับลดจำนวนของสถานีบางอย่างลงได้ เช่น สถานีวัดสภาพแวดล้อมในแปลง และสถานีควบคุมประตูน้ำ ทั้งนี้เพราะแผงวงจรสถานีสามารถรองรับช่องสัญญาณสำหรับต่อกับเซ็นเซอร์ได้ 6-8 ช่องสัญญาณ ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานเพื่อติดตามข้อมูลสำหรับการบริหารและจัดการสวน ดังนั้นในหนึ่งระบบอาจประกอบด้วย สถานีตรวจวัดอากาศ สถานีวัดสภาพแวดล้อมในแปลง สถานีควบคุมหลัก และ สถานีควบคุมประตูน้ำ เพียงอย่างละ 1 สถานี จะทำให้ต้นทุนระบบตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ และระบบควบคุมการให้น้ำเหลือเพียง 85,200 บาทต่อระบบ ราคาต้นทุนของระบบดังกล่าวจะต่ำกว่าราคาของระบบที่จำหน่ายในท้องตลาด ที่ส่วนใหญ่จะเป็นราคาของอุปกรณ์รวมค่าบริการหลังการขาย (อุปกรณ์สถานีวัดอากาศที่ใช้ในงานวิจัยมีเอกชนนำไปจำหน่ายและมีบริการหลังการขาย)

5.2 ระบบการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ

ต้นทุนของระบบน้ำสำหรับมะพร้าวน้ำหอม ประกอบด้วย อาคารโรงสูบน้ำ เครื่องสูบน้ำและส่วนประกอบ และระบบท่อและหัวจ่ายน้ำ ซึ่งในการให้น้ำทั้ง 2 วิธี คือ การให้น้ำโดยการควบคุมระดับน้ำในร่อง (ร่องที่ 1) และการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ (ร่องที่ 3 และ 4) ต้องมีเหมือนกันคือ อาคารโรงสูบน้ำ เครื่องสูบน้ำและส่วนประกอบ ส่วนที่มีเฉพาะการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ คือ ระบบท่อและหัวจ่ายน้ำ จากงานวิจัยค่าวัสดุท่อและหัวจ่ายน้ำแบบมินิสปริงเกอร์ที่ใช้ในการปลูกมะพร้าวน้ำหอม เท่ากับ 4,380 บาทต่อไร่ (ไม่รวมค่าติดตั้งระบบน้ำ) ระบบการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำในงานวิจัยใช้เครื่องฉีดปุ๋ยเข้าในระบบการให้น้ำชนิด hydraulic injector “AMIAD” ที่แรงดัน 3.0 bar สามารถฉีดปุ๋ยได้ 180 ลิตรต่อชั่วโมง ราคา 40,000 บาท เป็นอุปกรณ์การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีอัตราการอัดสารละลายปุ๋ยสม่ำเสมอ แต่ถ้าหากเกษตรกรต้องการลดต้นทุนการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ สามารถเลือกอุปกรณ์หรือวิธีการให้ที่ถูกลงกว่าได้ เช่น อุปกรณ์ฉีดปุ๋ยแบบเวนจูรี (venturi) แต่ความสม่ำเสมอในการฉีดปุ๋ยไม่สม่ำเสมอ (ประสิทธิภาพ 16-67%) (ดิเรก และคณะ, 2545)

ปุ๋ยที่ใช้ทั้งหมดในการทดลองเป็นปุ๋ยเคมีที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด โดยเลือกจากปุ๋ยที่มีความสามารถในการละลายได้ทั้งหมด ทำให้ใช้ได้ทั้งการให้ทางดินและทางระบบน้ำ มีชนิดปุ๋ยที่ให้กับมะพร้าวน้ำหอม 3 ชนิด คือ ยูเรีย (46-0-0) โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) และ แมกนีเซียมซัลเฟต (10% Mg) ราคาเฉลี่ย 12, 13 และ 30 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้ต้นทุนปุ๋ยต่อต้นเท่ากับ 20.34, 27.12 และ 27.84 บาท ในปี 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในพื้นที่ 1 ไร่ มีจำนวนมะพร้าวน้ำหอม 46 ต้น จึงเป็นต้นทุนปุ๋ย 935.64, 1,247.52 และ 1,280.64 บาทต่อไร่ ในปี 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

5.3 น้ำและพลังงานที่ใช้ในการให้น้ำ

จากการบันทึกข้อมูลปริมาณของน้ำที่ให้กับมะพร้าวน้ำหอมในแต่ละร่องในปี 2561 และ 2562 พบว่า ในร่องที่ 1 ที่เป็นการให้น้ำโดยการยกระดับน้ำในร่องให้สูงขึ้นถึงระดับผิวดินของสันร่อง แล้ว

ปล่อยให้น้ำแทรกซึมเข้าสู่ดินในร่อง มีการสูบน้ำเข้าร่องน้ำในสวนเท่ากับ 1,047.61 และ 2,419.27 ลูกบาศก์เมตร ในปี 2561 และ 2562 ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นชั่วโมงการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่มีปริมาตร การสูบน้ำ (Q) 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แรงดันใช้งาน (H) 15.5 เมตร ที่ประสิทธิภาพ 90 % จะเท่ากับ 38.80 และ 89.60 ชั่วโมง ตามลำดับ และในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ที่เป็นการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ที่ใช้ หัวปล่อยน้ำอัตรา 120 ลิตรต่อชั่วโมง จำนวน 1 หัวต่อต้น พบว่า ในปี 2561 มีการให้น้ำรวมเป็นปริมาตร 335.04 และ 293.61 ลูกบาศก์เมตร ในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ตามลำดับ และในปี 2562 มีการให้น้ำรวม 602.49 และ 598.59 ลูกบาศก์เมตร ในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นชั่วโมงการทำงานของ เครื่องสูบน้ำที่มีปริมาตรการสูบน้ำ (Q) 15.50 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แรงดันใช้งาน (H) 30.00 เมตร ที่ ประสิทธิภาพ 90 % ในร่องที่ 3 จะเท่ากับ 24.07 และ 43.28 ชั่วโมง ในปี 2561 และ 2562 ตามลำดับ และในร่องที่ 4 จะเท่ากับ 21.09 และ 43.00 ชั่วโมง ในปี 2561 และ 2562 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ ปริมาณการให้น้ำแก่มะพร้าว น้ำหอมทั้งสองวิธี คือ การยกระดับน้ำในร่องน้ำ และการให้น้ำแบบมินิสปริง เเกอร์ ในระหว่างปี 2561 ถึง 2562 พบว่า การยกระดับน้ำในร่องน้ำใช้น้ำต้นทุนมากกว่าการให้น้ำแบบมินิ สปริงเกอร์ถึงเกือบ 4 เท่า คือ 3,466.89 และ 914.87 ลูกบาศก์เมตร แต่ระยะเวลาในการสูบน้ำต่างกัน เพียงเกือบ 2 เท่า คือ 128.40 และ 65.72 ชั่วโมง ทั้งนี้เพราะความแตกต่างของอัตราการสูบน้ำเข้าร่องน้ำ สูงกว่าการสูบน้ำเข้าระบบมินิสปริงเกอร์เกือบ 2 เท่า (30.00 และ 15.50 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) นั้นเอง

เมื่อคำนวณเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องสูบน้ำ พบว่า ร่องที่ 1 ใช้พลังงานไฟฟ้า 148.11 และ 342.04 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (หน่วย) ในปี 2561 และ 2562 ตามลำดับ ร่องที่ 3 ใช้พลังงานไฟฟ้า 91.88 และ 165.22 หน่วย ในปี 2561 และ 2562 ตามลำดับ และร่องที่ 4 ใช้พลังงานไฟฟ้า 80.52 และ 164.15 หน่วย ในปี 2561 และ 2562 ตามลำดับ และเมื่อคิดค่าไฟฟ้าตามอัตราการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้า ส่วนภูมิภาค (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2561) ก็พบว่าในร่องที่ 1 มีค่าไฟฟ้าในปี 2561 และ 2562 เท่ากับ 481.13 และ 1,298.03 บาทต่อปี ตามลำดับ ร่องที่ 3 มีค่าไฟฟ้าในปี 2561 และ 2562 เท่ากับ 298.46 และ 551.53 บาทต่อปี ตามลำดับ และในร่องที่ 4 มีค่าไฟฟ้าในปี 2561 และ 2562 เท่ากับ 261.55 และ 547.01 บาทต่อปี ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในการสูบน้ำของการให้น้ำทั้ง 2 วิธี ก็พบ เช่นเดียวกันว่า การให้น้ำกับมะพร้าว น้ำหอมโดยการยกระดับน้ำในร่องน้ำให้สูงขึ้นถึงระดับที่กำหนด มี สัดส่วนการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูงเกือบ 2 เท่า เมื่อเทียบกับการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ แก่มะพร้าว น้ำหอม (490.16, 250.89 หน่วย และ 1,779.16, 829.28 บาทต่อปี)

ต้นทุนต่อปีในการปลูกมะพร้าว น้ำหอม โดยมะพร้าว น้ำหอมในสวนของเกษตรกรกว่า 1,300 ต้น ได้ปรับเปลี่ยนวิธีการให้น้ำจากการยกระดับน้ำในร่องเป็นการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ และวิธีการให้ ปุ๋ยจากการให้ปุ๋ยทางดินเป็นการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำเกือบทั้งหมด ยกเว้นส่วนที่กันได้สำหรับงานทดลอง จำนวน 40 ต้น เท่านั้น ซึ่งมะพร้าว น้ำหอมในสวนทั้งหมดสามารถใช้ระบบที่ได้ออกแบบและติดตั้งไว้ โดยไม่ ต้องเพิ่มสิ่งใดเข้าไป ดังนั้นต้นทุนของระบบการตรวจวัดอากาศและระบบสั่งการและควบคุมการให้น้ำจะ คำนวณจากจำนวนของต้นมะพร้าว น้ำหอม 1,300 ต้น โดยการกำหนดมูลค่าของอุปกรณ์ทั้งระบบการ

ตรวจวัดอากาศ ระบบสั่งการและควบคุมการให้น้ำ และระบบน้ำในระยะเวลา 5 ปี ไม่มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และหลังจากปีที่ 5 จะมีค่าซ่อมบำรุงที่ 5% ของค่าระบบ ต้นทุนด้านปุ๋ยจะคำนวณจากปริมาณที่ให้กับมะพร้าว น้ำหอมเฉลี่ยของทั้ง 3 ปี โดยคิดราคาของปุ๋ยเฉลี่ย คือ ยูเรีย (46-0-0) 12 บาทต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 13 บาทต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียมซัลเฟต (10% Mg) 30 บาทต่อกิโลกรัม และค่าใส่ปุ๋ยทางดิน 2 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนการใช้น้ำ คำนวณข้อมูลการให้น้ำเฉลี่ยจาก 2 ปี คือ 2561 และ 2562 ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการสูบน้ำ และค่าน้ำดิบในอัตราค่าชลประทานจากการใช้น้ำ 0.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร การคิดมูลค่าของน้ำชลประทานในการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการวิจัยเนื่องจากการพัฒนาแหล่งน้ำมีต้นทุนเฉลี่ยลูกบาศก์เมตรละ 1.49 บาท กรมชลประทานมีการเรียกเก็บค่าชลประทานจากผู้ใช้น้ำรายใหญ่ในอัตรา 0.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร (นิพนธ์, 2561) โดยการให้น้ำและปุ๋ยจากปีที่ 5 เป็นต้นไปจะเพิ่มขึ้นอีก 20% จากปีที่ 1-5 พบว่า ต้นทุนที่เกิดขึ้นในระหว่างปีที่ 1 วิธีการให้น้ำแบบที่เกษตรกรทั่วไปปฏิบัติ โดยการยกระดับน้ำในร่องให้สูงขึ้นและให้ปุ๋ยทางดินมีต้นทุนในการปลูกมะพร้าว น้ำหอมเท่ากับ 59.21 บาทต่อต้นต่อปี ส่วนการให้น้ำโดยระบบมินิสปริงเกอร์และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำโดยมีระบบควบคุมที่ใช้เทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำ มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 234.92 บาทต่อต้นต่อปี ปีที่ 2-5 ต้นทุนที่ใช้ในการให้น้ำและปุ๋ยแก่มะพร้าว น้ำหอมจะลดลงจากปีที่ 1 ในวิธีการจัดการน้ำและปุ๋ยทั้งสองรูปแบบ โดยการให้น้ำแบบเกษตรกรและให้ปุ๋ยทางดินเหลือ 46.51 บาทต่อต้นต่อปี และการให้น้ำโดยระบบมินิสปริงเกอร์และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำต้นทุนจะลดลงเหลือ 30.70 บาทต่อต้นต่อปี หลังจากปีที่ 5 เป็นต้นไป ต้นทุนที่ใช้ในการให้น้ำและปุ๋ยแก่มะพร้าว น้ำหอมจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในทั้งสองวิธีการจัดการ คือ ในวิธีการให้น้ำแบบเกษตรกรและให้ปุ๋ยทางดินเพิ่มเป็น 56.45 บาทต่อต้นต่อปี และการให้น้ำโดยระบบมินิสปริงเกอร์และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำต้นทุนจะเพิ่มเป็น 48.56 บาทต่อต้นต่อปี (ตารางที่ 15) และจากต้นทุนที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่าที่อายุของมะพร้าว น้ำหอมตลอดอายุการเก็บเกี่ยว 25 ปี ต้นทุนสะสมที่เกิดขึ้นของการให้น้ำและปุ๋ยในทั้งสองวิธีของการจัดการน้ำและปุ๋ยจะใกล้เคียงกัน คือ 1,374.19 และ 1,328.94 บาทต่อต้น ในการจัดการน้ำและปุ๋ยแบบเกษตรกรและโดยเกษตรกรแม่นยำ ตามลำดับ

ตารางที่ 15 ต้นทุนต่อตันต่อปีในการจัดการน้ำและปุ๋ยในสวนมะพร้าว น้ำหอมด้วยการเกษตรแม่นยำ (บาท/ตัน/ปี)

รายการ	ปีที่ 1		ปีที่ 2-5		ปีที่ 6-25	
	การให้น้ำแบบ	ระบบน้ำแบบมินิ	การให้น้ำแบบ	ระบบน้ำแบบมินิ	การให้น้ำแบบ	ระบบน้ำแบบมินิ
	เกษตรกร	สปริงเกอร์	เกษตรกร	สปริงเกอร์	เกษตรกร	สปริงเกอร์
	และให้ปุ๋ยทางดิน	และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ	และให้ปุ๋ยทางดิน	และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ	และให้ปุ๋ยทางดิน	และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ
1. ต้นทุนระบบ						
1.1 สถานีวัดอากาศ	-	30.20	-	-	-	3.02
1.2 สถานีวัดในแปลงและระบบควบคุม	-	35.35	-	-	-	1.77
1.3 ระบบสูบน้ำและอุปกรณ์ประกอบ	12.70	12.70	-	-	0.64	0.64
1.4 ระบบน้ำ	-	95.20	-	-	-	4.76
1.5 เครื่องให้ปุ๋ย	-	30.77	-	-	-	1.54
2. ต้นทุนปุ๋ย						
2.1 ค่าปุ๋ย	25.10	25.10	25.10	25.10	30.12	30.12
2.2 ค่าใส่ปุ๋ย	6.13	-	6.13	-	7.36	-
3. ต้นทุนการให้น้ำ						
3.1 ค่าไฟฟ้า	7.74	3.61	7.74	3.61	9.29	4.33
3.2 ค่าชลประทาน	7.54	1.99	7.54	1.99	9.05	2.39
รวม	59.21	234.92	46.51	30.70	56.45	48.56
	59.21 (1 ปี)	234.92 (1 ปี)	186.04 (4 ปี)	122.80 (4 ปี)	1,128.94 (20 ปี)	971.22 (20 ปี)
รวม 25 ปี (บาท/ตัน/ปี)					1,374.19	1,328.94

บทที่ 4

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. ปริมาณธาตุอาหารในดิน

สมบัติของดินที่มีต่อการปลูกมะพร้าว น้ำหอมของพื้นที่วิจัยเทียบกับแหล่งที่ปลูกมะพร้าว น้ำหอมหลักของประเทศ (อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสงคราม และ อ. ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี) พบว่า ความเป็นกรด-ด่างของดินเฉลี่ยทั้งสองความลึกมีความเป็นกรดจัดมากกว่า คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 4.12-5.20 และ 6.90-7.87 ของพื้นที่อำเภอบ้านแพ้ว 7.24-7.92 ของพื้นที่อำเภอดำเนินสะดวก สภาพการนำไฟฟ้า (EC) ที่แสดงถึงความเค็มของดินมีค่าสูงกว่า คือมีค่าอยู่ระหว่าง 1.08-1.94 mS/cm และ 0.34-1.23 mS/cm, 0.13-0.61 mS/cm ใน อ. บ้านแพ้วและ อ. ดำเนินสะดวก ตามลำดับ แต่ไม่ถือเป็นดินที่อยู่ในระดับความเค็มที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าว ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของ Organic matter (%) พบว่าโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าพื้นที่ปลูกมะพร้าว น้ำหอมหลักของประเทศ คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.64-4.12 % เทียบกับ 2.02-2.76 และ 1.30-2.39 % ใน อ. บ้านแพ้วและ อ. ดำเนินสะดวก ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงสูง ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พบว่าอยู่ในช่วง 21.41-48.19 ppm ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงสูง (10-25, >25 ppm) แต่จะน้อยกว่าในเขตพื้นที่ปลูกมะพร้าวหลักมากโดยในบริเวณดังกล่าวพบปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง 94-400 ppm ซึ่งเป็นจำนวนที่สูงเกิน ปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าอยู่ในช่วง 122.89-220.80 ppm ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูงถึงสูงมากในดิน แต่ยังต่ำกว่าในพื้นที่ปลูกหลักมาก คือ 190-528 ppm ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูงเกินเช่นเดียวกับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าอยู่ในช่วง 4,154-12,312 ppm ซึ่งเป็นระดับของแคลเซียมในดินที่สูงมาก ส่วนในแหล่งที่ปลูกมะพร้าว น้ำหอมหลักของประเทศก็พบว่า มีระดับของแคลเซียมในดินที่สูงมากเช่นเดียวกัน และมีปริมาณที่สูงกว่าในพื้นที่วิจัยมาก (5,000-20,400 ppm) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าอยู่ในช่วง 387.61-841.50 ppm ซึ่งเป็นระดับของแมกนีเซียมในดินที่สูง ส่วนในแหล่งที่ปลูกมะพร้าว น้ำหอมหลักของประเทศก็พบว่า มีระดับของแมกนีเซียมในดินที่ระดับสูงมาก (1,054-7,836 ppm) และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่าง K:Ca:Mg พบว่าที่ระดับสูงสุดของปริมาณที่พบในเดือนมีนาคม 2561 ของแปลงวิจัย เท่ากับ 1:28:2 ซึ่งใกล้เคียงกับระดับวิกฤตของ K:Mg ของดินที่ปลูกมะพร้าวของฟิลิปปินส์ (1:2) แต่ไม่ใกล้เคียงกับอัตราส่วนระหว่าง K:Ca:Mg ที่เหมาะสมต่อการปลูกมะพร้าวที่ระดับ 2:3:1 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Na) พบว่าอยู่ในช่วง 296.41-713.28 ppm ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงหากเปรียบเทียบกับดินเพื่อเพาะต้นกล้ามะพร้าวต้นสูงในศรีลังกา โดยมีปริมาณของโซเดียมระหว่าง 20-80 ppm จากแนวโน้มของปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจากการให้ปุ๋ยทางดินและทางระบบน้ำที่ผ่านมา พบว่า โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มของการสะสมเพิ่มขึ้นทั้งในชั้นดินบนและดินชั้นล่างซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วแนวโน้มของการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่ามากกว่าการให้ปุ๋ยทางดินเล็กน้อย เช่นเดียวกับแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ที่พบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำจะมีแนวโน้มของปริมาณการสะสมที่

มากกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน แต่แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มของการสะสมในดินลดลงโดยเฉพาะในแปลงที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ซึ่งธาตุอาหารพืชทั้งสามตัวนี้ควรจัดการให้เกิดความสมดุลของอัตราส่วนระหว่างกันให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

2. ปริมาณธาตุอาหารพืชในใบมะพร้าว น้ำหอม

ปริมาณไนโตรเจนของมะพร้าวน้ำหอมที่บันทึกตั้งแต่มะพร้าวอายุ 6-42 เดือน เมื่อพิจารณาเป็นรายแปลงที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ย 2 แบบ คือ ในร่องที่ 1 การให้น้ำโดยการขึ้นน้ำในร่องและให้ปุ๋ยทางดิน และในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ พบว่าในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 1 ปี ทุกแปลงมีการสะสมของไนโตรเจนในใบที่ 3 ของมะพร้าวต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับมะพร้าวน้ำหอม (1.80-2.00%) คือมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.65-1.78% แต่มีแนวโน้มการสะสมเพิ่มขึ้นตามอายุ ในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 2 ปี พบความแตกต่างของการสะสมไนโตรเจนในใบที่ 3 โดยเฉพาะในร่องที่ 1 มีแนวโน้มของปริมาณไม่เปลี่ยนแปลงจากช่วงปีแรก (1.57-1.81%) ส่วนในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 มีแนวโน้มของการสะสมเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่ออายุมะพร้าว 1 ปี (1.76-1.87%) ในช่วงอายุมะพร้าว 3 ปี พบว่าการสะสมไนโตรเจนในใบที่ 14 โดยเฉพาะในร่องที่ 1 มีแนวโน้มของปริมาณไม่เปลี่ยนแปลงจากช่วงปีสองปีแรก (1.58-1.82%) โดยส่วนใหญ่อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ส่วนในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 มีแนวโน้มของการสะสมเริ่มคงที่ในระดับที่เหมาะสมกับมะพร้าวน้ำหอม (1.81-1.85%) ยกเว้นในอายุมะพร้าว 27 เดือนที่เก็บตัวอย่างจากทางใบที่ 9 ซึ่งในช่วงนั้นจำนวนใบของมะพร้าวยังน้อย (12 ทางใบ) ทำให้ได้ตัวอย่างใบที่ค่อนข้างแก่ ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนต่ำในทุกแปลง (1.58-1.71%) ในช่วงอายุตั้งแต่ 3 ปี ขึ้นไป การสะสมไนโตรเจนของร่องที่ 1 จะมีแนวโน้มขึ้นมาสู่เกณฑ์ที่เหมาะสม (1.78-1.80%) และร่องที่ 3 และร่องที่ 4 การสะสมอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับมะพร้าวน้ำหอม (1.82-1.89%)

ปริมาณฟอสฟอรัสในใบมะพร้าวน้ำหอม ในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 1 ปี ทุกแปลงมีการสะสมของฟอสฟอรัสในใบที่ 3 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับมะพร้าวน้ำหอม (0.12%) คือมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.075-0.090 % แต่มีแนวโน้มการสะสมเพิ่มขึ้นตามอายุ ในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 2 ปี พบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสมีแนวโน้มการสะสมเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่มากขึ้นของมะพร้าวน้ำหอมเช่นเดียวในปีที่ 1 โดยยังมีปริมาณเฉลี่ยต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมกับมะพร้าวน้ำหอมสำหรับแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินและทางระบบน้ำอยู่ (0.100 และ 0.112% ตามลำดับ) ในช่วงอายุมะพร้าว 3 ปี พบว่าการสะสมไนโตรเจนในใบที่ 14 โดยเฉพาะก็มีแนวโน้มการสะสมเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับในมะพร้าวอายุ 1 และ 2 ปี โดยมีค่าเฉลี่ยยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมอยู่เช่นกัน คือ 0.111 % ในร่องที่ 1 และ 0.116 % ในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ซึ่งในการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสในใบมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน มีบางตัวอย่างที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมโดยเฉพาะในร่องที่ 4 ในช่วงอายุตั้งแต่ 3 ปี ขึ้นไป การสะสมฟอสฟอรัสในใบมะพร้าวของร่องที่ 1 จะมีแนวโน้มลดลง (0.102%) ส่วนร่องที่ 3 และร่องที่ 4 การสะสมเพิ่มขึ้นสูงที่สุดตลอดช่วงอายุที่เก็บตัวอย่างใบที่ผ่านมา และใกล้เคียงกับระดับที่เหมาะสมกับมะพร้าวน้ำหอม (0.118 %)

ปริมาณโพแทสเซียมในใบมะพร้าว น้ำหอม ในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 1 ปี ทุกแปลงมีการสะสมของโพแทสเซียมในใบที่ 3 อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับมะพร้าว น้ำหอม (0.8-1.0 %) คือมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.88-0.98 % และมีแนวโน้มการสะสมเพิ่มขึ้นตามอายุ ในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 2 ปี พบว่าปริมาณของโพแทสเซียมมีแนวโน้มการสะสมเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวในปีที่ 1 และมีปริมาณการสะสมสูงกว่าระดับที่เหมาะสมกับมะพร้าว น้ำหอมทั้งให้ปุ๋ยทางดินและทางระบบน้ำ (1.24 และ 1.56 % ตามลำดับ) ในช่วงอายุมะพร้าว 3 ปี พบว่าการสะสมโพแทสเซียมในใบที่ 14 มีแนวโน้มการสะสมเพิ่มขึ้นในร่องที่ให้ปุ๋ยทางดิน (ร่องที่ 1) (1.34 %) ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีการสะสมลดลง (1.43 %) ในช่วงอายุตั้งแต่ 3 ปี ขึ้นไป การสะสมโพแทสเซียมในใบมะพร้าวของร่องที่ 1 จะมีแนวโน้มลดลง (1.31 %) ส่วนร่องที่ 3 และร่องที่ 4 การสะสมเพิ่มขึ้นกว่าช่วงอายุมะพร้าว 3 ปี แต่อย่างน้อยกว่าช่วงอายุ 2 ปี (1.52 %) และทั้งสองรูปแบบการให้ปุ๋ยยังคงมีปริมาณการสะสมสูงกว่าระดับที่เหมาะสมกับมะพร้าว น้ำหอม และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการให้ปุ๋ย พบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีการสะสมโพแทสเซียมในใบสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดินทุกช่วงอายุที่บันทึกข้อมูล

ปริมาณแคลเซียมในใบมะพร้าว น้ำหอม พบว่าการสะสมแคลเซียมในใบตลอดการเก็บตัวอย่างใบมีมากกว่าระดับที่เหมาะสมกับมะพร้าว (0.15-0.20 %) โดยในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 1 ปี การสะสมในใบที่ 3 มีปริมาณเฉลี่ยอยู่ที่ 0.73 % ในร่องที่ให้ปุ๋ยทางดิน และ 0.54 % ในร่องที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 2 ปี การสะสมในใบที่ 3 มีปริมาณเฉลี่ยอยู่ที่ 0.79 % โดยมีแนวโน้มของการสะสมมากกว่ามะพร้าวอายุ 1 ปี ในร่องที่ให้ปุ๋ยทางดิน ส่วนในร่องที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำพบว่ามีปริมาณของแคลเซียมมีค่าค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง (0.53 %) ในช่วงอายุมะพร้าว 3 ปี พบว่าการสะสมแคลเซียมในใบที่ 14 มีแนวโน้มการสะสมลดลงในร่องที่ให้ปุ๋ยทางดิน (ร่องที่ 1) (0.64 %) ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีการสะสมค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง (0.52 %) ในช่วงอายุตั้งแต่ 3 ปี ขึ้นไป การสะสมแคลเซียมในใบมะพร้าวเป็นเช่นเดียวกับในช่วงอายุมะพร้าว 3 ปี โดยร่องที่ 1 จะมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (0.65 %) ส่วนร่องที่ 3 และร่องที่ 4 มีการสะสมลดลงกว่าช่วงอายุมะพร้าว 3 ปี (0.47 %) และนับว่าน้อยที่สุดตลอดการเก็บตัวอย่างทั้งหมด และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการให้ปุ๋ย พบว่าการให้ปุ๋ยทางดินมีการสะสมแคลเซียมในใบสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำทุกช่วงอายุที่บันทึกข้อมูล

ปริมาณแมกนีเซียมในใบมะพร้าว น้ำหอม ในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 1 ปี การสะสมในใบที่ 3 มีปริมาณเฉลี่ยอยู่ที่ 0.23 % ในร่องที่ให้ปุ๋ยทางดิน ซึ่งต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม และ 0.25 % ในร่องที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ ซึ่งค่าที่เหมาะสมสำหรับมะพร้าวอยู่ระหว่าง 0.25-0.35 % ในช่วงที่มะพร้าวมีอายุ 2 ปี การสะสมในใบที่ 3 มีปริมาณเฉลี่ยอยู่ที่ 0.40-0.45 % โดยมีแนวโน้มของการสะสมมากกว่ามะพร้าวอายุ 1 ปี ทั้งสองวิธีการจัดการน้ำและปุ๋ย ในช่วงอายุมะพร้าว 3 ปี พบว่าการสะสมแมกนีเซียมในใบที่ 14 มีแนวโน้มการสะสมลดลงมากในร่องที่ให้ปุ๋ยทางดิน (ร่องที่ 1) (0.34 %) ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีการสะสมค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง (0.43 %) ในช่วงอายุตั้งแต่ 3 ปี ขึ้นไป การสะสมแมกนีเซียมในใบมะพร้าวของร่องที่ 1 ไม่เปลี่ยนแปลง (0.034 %) เช่นเดียวกันในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 การสะสมก็ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

(0.44 %) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการให้น้ำและปุ๋ยทั้งสองวิธี พบว่าการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีการสะสมแมกนีเซียมในใบสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดินในทุกช่วงอายุที่บันทึกข้อมูล และการสะสมแมกนีเซียมในช่วงอายุมะพร้าวอ่อนมีปริมาณต่ำ แล้วมีการสะสมเพิ่มสูงขึ้นในช่วงอายุมะพร้าว 2 ปี และลดลงในช่วงอายุมะพร้าวปีที่ 3 แล้วหลังจากนั้นปริมาณการสะสมในใบค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง

ปริมาณโซเดียมในใบมะพร้าว น้ำหอม พบว่าการสะสมโซเดียมในใบของร่องที่ 1 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินมีปริมาณเฉลี่ยในทุกช่วงอายุ ตั้งแต่หนึ่งปีถึงสามปีครึ่งมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ที่ 0.30-0.32 % ส่วนในร่องที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ (ร่องที่ 3 และ 4) มีปริมาณสะสมเฉลี่ยเท่ากับ 0.35, 0.38, 0.31 และ 0.28 % ในปีที่ 1, 2, 3 และมากกว่า 3 ปี ตามลำดับ โดยที่การสะสมโซเดียมในใบมะพร้าวในทุกวิธีการจัดการน้ำและปุ๋ย ที่บันทึกค่าตลอดทุกช่วงอายุที่เก็บตัวอย่าง มีปริมาณสูงกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับมะพร้าว (0.20 %)

การสะสมธาตุอาหารพืชในใบของมะพร้าว น้ำหอม ตั้งแต่ไผ่ผลเมื่อมะพร้าว น้ำหอมมีอายุ 30 เดือน (ธันวาคม 2561) ธาตุอาหารที่อยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการคือ มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าว ประกอบด้วย ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม ส่วนฟอสฟอรัสเป็นเพียงธาตุอาหารชนิดเดียวที่อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมกับมะพร้าว แต่ก็ไม่ต่ำกว่ามากนัก

3. การเจริญเติบโตของต้นมะพร้าว น้ำหอม

การเจริญเติบโตของมะพร้าว น้ำหอม ความสูงของต้นมะพร้าวที่บันทึกในตอนเริ่มการทดลองแปลงมะพร้าวที่มีการให้น้ำโดยการปล่อยน้ำเข้าร่องและให้ปุ๋ยทางดิน (ร่องที่ 1) มีความสูงเฉลี่ยเริ่มต้นมากกว่าแปลงที่มีระบบการให้น้ำและให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ (ร่องที่ 3 และ 4) คือ 45.67 และ 40.32 cm ตามลำดับ เมื่อมะพร้าวมีอายุมากขึ้นก็ยังคงเป็นมะพร้าวในแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีความสูงมากกว่าแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำจนสิ้นสุดการทดลอง คือ เมื่ออายุมะพร้าว 3.5 ปี ในแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีความสูงเฉลี่ย 224.0 cm ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีความสูงเฉลี่ย 211.60 cm เส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นเมื่อเริ่มทดลองก็เช่นเดียวกับความสูงของต้นมะพร้าวคือ ร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีขนาดเริ่มต้นที่ใหญ่กว่าโคนต้นมะพร้าวของแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ คือ 6.21 และ 5.76 cm ตามลำดับ และเมื่ออายุของมะพร้าว 1, 2, 3 และ 3.5 ปี แปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยเท่ากับ 10.17, 18.85, 20.60 และ 20.00 cm ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีจำนวนทางใบเฉลี่ยเท่ากับ 8.67, 14.39, 21.25 และ 22.55 cm ตามลำดับ

จำนวนทางใบเมื่อเริ่มทดลองก็เช่นเดียวกับความสูงของต้นมะพร้าวคือ ร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีจำนวนใบเริ่มต้นที่มากกว่าแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ คือ 4.8 และ 4.2 ทางใบ ตามลำดับ และเมื่ออายุของมะพร้าว 1, 2, 3 และ 3.5 ปี แปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีจำนวนทางใบเฉลี่ยเท่ากับ 6.6, 13.2, 20.8 และ 23.6 ทางใบ ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีจำนวนทางใบเฉลี่ยเท่ากับ 6.5, 11.0, 19.6 และ 21.8 ทางใบ ตามลำดับ ความยาวทางใบเมื่อเริ่มทดลองก็เช่นเดียวกับจำนวนทางใบคือ ร่องที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินมีความยาวทางใบเฉลี่ยเริ่มต้นที่มากกว่าแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ คือ 51.31 และ 32.29 cm ตามลำดับ

และเมื่ออายุของมะพร้าว 1, 2, 3 และ 3.5 ปี แปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีความยาวทางใบเฉลี่ยเท่ากับ 104.80, 202.40, 327.50 และ 350.67 cm ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีความยาวทางใบเฉลี่ยเท่ากับ 82.62, 192.79, 324.05 และ 338.62 cm ตามลำดับ ค่าความเขียวใบ (SPAD Value) เมื่อเริ่มทดลองแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินและแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าความเขียวเฉลี่ย เท่ากับ 53.31 และ 51.30 ตามลำดับ และเมื่ออายุของมะพร้าว 1, 2, 3 และ 3.5 ปี แปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีค่าความเขียวของใบเฉลี่ยเท่ากับ 61.84, 71.82, 65.78 และ 71.42 ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีค่าความเขียวของใบเฉลี่ยเท่ากับ 51.65, 78.40, 65.86 และ 70.16 ตามลำดับ

4. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

การออกจั่นของมะพร้าวน้ำหอมเริ่มแทงจั่นครั้งแรกเมื่ออายุของมะพร้าว 23 เดือน จากแปลงที่มีการให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ จากการบันทึกข้อมูลในเดือนมิถุนายน 2561 ซึ่งมะพร้าวมีอายุ 24 เดือน ทุกแปลงมีการแทงจั่น โดยแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีจำนวนต้นที่ออกจั่นน้อยกว่าแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ คือ ร้อยละ 1.74 และ 4.79 ตามลำดับ และเมื่ออายุของมะพร้าว 2.5, 3 และ 3.5 ปี แปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีต้นที่ออกจั่นเฉลี่ยเท่ากับ 29.57, 91.30 และ 100 % ตามลำดับ ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีร้อยละของจำนวนต้นที่ออกจั่นเฉลี่ยมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน คือ 42.61, 97.83 และ 100 % ตามลำดับ โดยแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมะพร้าวน้ำหอมออกจั่นทั้งหมดเมื่อมีอายุ 39 เดือน ส่วนแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินออกจั่นทั้งหมดเมื่อมีอายุ 42 เดือน จำนวนจั่นที่มีอยู่บนต้นที่แทงจั่นแล้วก็พบว่า ในช่วงเวลาเมื่อมะพร้าวเริ่มต้นของการแทงจั่นแต่ละต้นจะมีจั่นเพียงต้นละ 1 จั่น และเมื่ออายุของมะพร้าว 2.5, 3 และ 3.5 ปี แปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีจำนวนจั่นต่อต้นที่ออกจั่นเฉลี่ยเท่ากับ 2.94, 11.33 และ 9.47 จั่น ตามลำดับ และแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีจำนวนจั่นต่อต้นที่ออกจั่นเฉลี่ยเท่ากับ 3.87, 10.35 และ 9.95 จั่น ตามลำดับ และการเก็บเกี่ยวผลผลิตของแปลงทดลองเมื่อเดือนเมษายน 2562 เมื่อมะพร้าวอายุ 2 ปี 10 เดือน ได้จำนวนผลเฉลี่ยต่อต้นที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ในแปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินและปุ๋ยทางระบบน้ำ เท่ากับ 2.6 และ 1.35 ผล/ต้น ตามลำดับ และเมื่ออายุของมะพร้าว 3 และ 3.5 ปี แปลงที่ให้ปุ๋ยทางดินมีจำนวนผลที่สามารถเก็บเกี่ยวได้เฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 4.5 และ 2.6 ผล/ต้น ตามลำดับ และแปลงที่ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ เท่ากับ 3.6 และ 3.9 ผล/ต้น ตามลำดับ

5. สภาพอากาศและการจัดการน้ำของแปลงทดลอง

ปริมาณฝนในปี 2560 เริ่มบันทึกตั้งแต่เดือนเมษายน 2560 ถึงธันวาคม 2560 มีปริมาณฝนที่ตกในแปลงทดลองทั้งหมด 1,870 mm จาก 9 เดือน โดยมีจำนวนวันที่มีฝน 180 วัน ในเดือนพฤษภาคมเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ 535.2 mm จากจำนวน 27 วัน และเดือนพฤศจิกายนมีฝนตกน้อยที่สุดคือ 22.4 mm จาก 15 วันที่มีฝนตก ในปี 2561 มีปริมาณฝนทั้งหมด 1,583.8 mm จาก 133 วันที่มีฝนตก เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือตุลาคมจำนวน 267 mm จำนวนวันที่ฝนตก 21 วัน ส่วนเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน จำนวน 15 mm จาก 6 วันที่มีฝนตก ในปี 2562 มีปริมาณฝนทั้งหมด 873.1 mm

จำนวนวันที่มีฝนตกทั้งสิ้น 115 วัน เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ 285.6 mm จากจำนวน 14 วัน ส่วนเดือนที่มีฝนน้อยที่สุด คือธันวาคมซึ่งไม่มีฝนตกเลย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฝนพบว่าปริมาณฝนของปี 2561 น้อยกว่าปริมาณฝนที่ตกในช่วง 9 เดือน ปี 2560 จำนวน 286.2 mm และปี 2562 มีปริมาณฝนน้อยกว่าฝนของปี 2561 จำนวน 710.7 mm หรือมีปริมาณฝนลดลงกว่าร้อยละ 44 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ในปี 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 mm โดยในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสูงที่สุด (4.96 mm) ส่วนในเดือนพฤศจิกายนมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (2.70 mm) ในปี 2561 มีการใช้น้ำของพืชอ้างอิงเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 mm โดยในเดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสูงที่สุด (5.82 mm) ส่วนในเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (2.69 mm) ในปี 2562 มีการใช้น้ำของพืชอ้างอิงเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 mm โดยในเดือนเมษายนมีค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำของพืชอ้างอิงสูงที่สุด (5.20 mm) ส่วนในเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (3.21 mm)

การให้น้ำสำหรับแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ แบบที่เกษตรกรทั่วไปปฏิบัติ โดยการรดน้ำเข้าร่องโดยยกระดับน้ำในร่องขึ้นมาให้มีระดับต่ำกว่าผิวดินของร่องประมาณ 5-10 cm และจะยกระดับน้ำเมื่อน้ำในร่องมีระดับต่ำกว่าผิวดิน 30-50 cm (ร่องที่ 1) และแบบที่มีระบบการให้น้ำ คือ การให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์อัตรา 120 ลิตร/ชั่วโมง โดยร่องที่ 3 ให้น้ำสัปดาห์ละ 3 ครั้ง และในร่องที่ 4 ให้น้ำสัปดาห์ละครั้ง ปริมาณที่ให้อ้างอิงข้อมูลจากการตรวจวัดของสถานีวัดอากาศ โดยปริมาณน้ำที่ให้แก่มะพร้าว น้ำหอม ปี 2561 ในร่องที่ 1 มีการสูบน้ำเติมลงในร่องน้ำเพื่อยกระดับน้ำให้ถึงจุดที่กำหนดทั้งหมด 5 เดือน คือ มกราคมถึงเมษายน และธันวาคม รวม 1,047.61 m³ (502.66 mm) และปริมาณน้ำที่ให้แก่มะพร้าว น้ำหอมในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 เท่ากับ 627.65 และ 527.49 mm ตามลำดับ จากปริมาณการใช้น้ำ (ET_c) ของมะพร้าวน้ำหอมเท่ากับ 1,129.02 mm ในปี 2562 ในร่องที่ 1 มีการสูบน้ำเติมลงในร่องน้ำทั้งหมด 10 เดือน ของปี 2562 ยกเว้นในเดือนกันยายนและตุลาคมเท่านั้น โดยมีการเติมน้ำรวม 2,419.27 m³ (1,163.11 mm) มีการให้น้ำทางระบบมินิสปริงเกอร์กับมะพร้าวน้ำหอมเท่ากับ 1,148.06 และ 1,140.67 mm ในร่องที่ 3 และร่องที่ 4 ตามลำดับ จากปริมาณความต้องการใช้น้ำของมะพร้าวเท่ากับ 1,525.70 mm ความชื้นที่วัดได้โดยปริมาตรเฉลี่ย (%V) เท่ากับร้อยละ 69.37, 68.44 และ 68.28 ในร่องที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ความชื้นสูงสุดที่วัดได้ในแปลงทดลองเท่ากับร้อยละ 73.41, 70.93 และ 72.14 ในร่องที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ความชื้นต่ำที่สุดวัดได้เท่ากับร้อยละ 66.63, 63.02 และ 60.17 ในร่องที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ

6. ต้นทุนการให้น้ำและปุ๋ยกับมะพร้าวน้ำหอมของแปลงทดลอง

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อการให้น้ำและปุ๋ยกับมะพร้าวน้ำหอมประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นค่าลงทุนในส่วนของการให้น้ำและควบคุมน้ำและปุ๋ย คือ ระบบตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ระบบตรวจวัดในแปลงและระบบควบคุมการให้น้ำ ค่าวัสดุและอุปกรณ์ระบบน้ำ เช่น เครื่องสูบน้ำ ระบบกรองน้ำ ท่อ หัวจ่ายน้ำ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น เครื่องให้ปุ๋ย เป็นต้น เป็นค่าลงทุนที่จ่ายครั้งเดียวตั้งแต่เริ่มการ

ทดลอง โดยวิธีการให้น้ำแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไปและให้ปุ๋ยทางดิน มีค่าใช้จ่ายเพื่อลงทุนส่วนนี้มีเฉพาะเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ประกอบ รวมถึงท่อส่งน้ำเข้าสู่ร่องน้ำของสวนเท่านั้น จึงมีค่าลงทุนเพียง 12.70 บาทต่อต้น ส่วนการใช้เทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำเพื่อจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม ที่มีระบบน้ำแบบมินิสปริงเกอร์เพื่อให้น้ำและปุ๋ยทางระบบน้ำ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่เหมาะสมจึงทำให้ค่าลงทุนในส่วนนี้จะสูงกว่าวิธีการของเกษตรกรมาก คือ 204.22 บาทต่อต้น โดยค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สามารถลดลงได้ด้วยการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก หรือการรวมกลุ่มของเกษตรกรและใช้ประโยชน์ร่วมกันในเครื่องมือบางชนิด เช่น สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ และเลือกชนิดเครื่องมือในการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีราคาถูกกว่า แต่ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือร่วมด้วย ก็จะเป็นการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้

ส่วนที่สอง เป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายประจำที่เกิดจากการจัดการน้ำและปุ๋ย ประกอบด้วย ต้นทุนการให้น้ำและการให้ปุ๋ยแก่มะพร้าว น้ำหอม เป็นค่าใช้จ่ายที่ขึ้นอยู่กับปริมาณการให้กับมะพร้าว น้ำหอม โดยค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยจะเท่ากันตลอดระยะเวลาระหว่างวิธีการให้ทั้งสองแบบ เพราะเป็นปริมาณการให้ปุ๋ยที่ปรับตามค่าวิเคราะห์ดินและใบมะพร้าว ค่าใส่ปุ๋ยให้กับมะพร้าว น้ำหอมจะมีเฉพาะวิธีการให้ปุ๋ยทางดินที่ยังต้องใช้คนหว่านให้กับต้นมะพร้าว ส่วนการให้ทางระบบน้ำสามารถให้ได้มากกว่าเท่าที่เกษตรกรต้องการ ทั้งยังมีความสม่ำเสมอในการให้ปุ๋ยสูงด้วย และต้นทุนในการให้น้ำจะประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าชลประทาน ดังนั้นวิธีการให้น้ำที่ใช้ปริมาณน้ำมากกว่าคือวิธีแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไปย่อมมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สูงกว่าการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ที่มีประสิทธิภาพในการให้น้ำสูงกว่า จึงทำให้ต้นทุนการให้น้ำต่ำกว่า คือ มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 25 ปี เท่ากับ 6.50 บาทต่อต้นต่อปี ในขณะที่วิธีแบบเกษตรกรปฏิบัติทั่วไปมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยเท่ากับ 17.72 บาทต่อต้นต่อปี

ต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการจัดการน้ำและปุ๋ยในสวนมะพร้าว น้ำหอมตลอดอายุการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว 25 ปี โดยพบว่าค่าลงทุนในปีแรก การจัดการน้ำและปุ๋ยด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำโดยการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำมีต้นทุนสูงกว่าแบบที่เกษตรกรปฏิบัติทั่วไปมาก คือ 234.92 และ 59.21 บาทต่อต้น ตามลำดับ ส่วนในช่วงที่เหลืออีก 24 ปี นั้น กลับพบว่าการปฏิบัติแบบเกษตรกรมีต้นทุนที่สูงกว่าการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ คือ 54.79 และ 45.58 บาทต่อต้นต่อปี ตามลำดับ และเมื่อรวมค่าลงทุนการจัดการการให้น้ำและปุ๋ยแก่มะพร้าว น้ำหอมตลอด 25 ปี ทั้งสองวิธีของการจัดการน้ำและปุ๋ยมีค่าลงทุนใกล้เคียงกัน คือ การปฏิบัติแบบเกษตรกรทั่วไป และการใช้เทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำมีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น 1,374.19 และ 1,328.94 บาทต่อต้น ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยควรเก็บข้อมูลของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตให้ยาวนานกว่านี้ เช่น อาจจะเก็บข้อมูลเพิ่มในส่วนความสามารถในการให้ผลผลิต อีก 3-5 ปี เพื่อยืนยันผล และการลดความแปรปรวนของพันธุ์มะพร้าวน้ำหอม เพื่อให้มีแปลงทดลองที่มีความสม่ำเสมอ แม้ว่าเกษตรกรเจ้าของแปลงทดลองจะมีการตรวจสอบเอกลักษณ์พันธุ์กรรม แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการหลังจากปลูกแล้ว จึงต้องมีการชุดออกแล้วปลูกใหม่ ซึ่งจะเป็นแนวทางที่สามารถใช้เพื่อคัดเลือกแหล่งต้นพันธุ์ที่มีความสม่ำเสมอของสายพันธุ์มะพร้าวน้ำหอม

ควรมีงานวิจัยเพื่อหาวิธีการจัดการสวนเพื่อผลิตมะพร้าวน้ำหอมในช่วงที่ผลผลิตออกสู่ตลาดน้อย การศึกษาปัจจัยด้านสภาพอากาศต่อการให้ผลผลิต หรือการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่สวนให้เอื้อต่อการผลิตมะพร้าวน้ำหอมคุณภาพสูง และการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับสวนมะพร้าวน้ำหอม

บทที่ 5

กิจกรรมการฝึกอบรม

คณะผู้วิจัยของโครงการได้จัดให้มีการจัดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเกษตรกร เจ้าหน้าที่หน่วยงานราชการ และผู้ที่สนใจ ณ สวนเคหการเกษตร ตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี จำนวน 2 รุ่น คือ รุ่นที่ 1 ในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2562 มีผู้เข้าร่วมการฝึกอบรม 48 คน และรุ่นที่ 2 ในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2562 มีผู้เข้าร่วมการฝึกอบรม 33 คน รวมเป็นจำนวนผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด 81 คน ซึ่งในการฝึกอบรมรุ่นที่ 1 ได้มีการจัดทำคู่มือองค์ความรู้เพื่อการถ่ายทอดเรื่อง “การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม” เรื่อง จาณาสู่สวนมะพร้าวด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ที่มีเนื้อหาครอบคลุมทั้งในการจัดเตรียมพื้นที่จากนาสู่สวนมะพร้าวน้ำหอม และการตลาดและเกณฑ์คุณภาพของมะพร้าวที่ตลาดต้องการ พันธุ์และการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอม การจัดการน้ำในสวนมะพร้าว น้ำหอม ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยในระบบน้ำ และการจัดการสวนมะพร้าวด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เพื่อให้เกษตรกร และผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 80 ชุด การประเมินผลของการฝึกอบรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ประเมินผลทั่วไปของผู้เข้าอบรม และประเมินผลหลักสูตรและวิทยากร

1. ผลการประเมินผลทั่วไปของผู้เข้าอบรม

- 1) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นเพศชายมากที่สุด คือร้อยละ 65 และเป็นเพศหญิงร้อยละ 35
- 2) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีช่วงอายุ 51-60 ปี มากที่สุด คือร้อยละ 45 รองลงมาเป็นช่วงอายุ 41-50, 31-40 และ 21-30 ตามลำดับ
- 3) ระดับการศึกษาของผู้เข้ารับการอบรม มีการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุดที่ร้อยละ 45 รองลงมาเป็นสูงกว่าปริญญาตรี มัธยมศึกษา และประถมศึกษา ตามลำดับ
- 4) อาชีพหลักของผู้เข้ารับการอบรม เป็นเกษตรกรและพนักงานบริษัท/เอกชน มากที่สุดคือร้อยละ 45 รองลงมาเป็นรับราชการ/พนักงานของรัฐ และธุรกิจส่วนตัว ตามลำดับ
- 5) ผู้เข้ารับการอบรมมีการปลูกมะพร้าวถึงร้อยละ 75 ส่วนที่เหลือมีการปลูกอ้อย
- 6) ผู้เข้ารับการอบรมมีเหตุผลในการเข้ารับการฝึกอบรมครั้งนี้โดยความสนใจและสมัครใจมาเอง ร้อยละ 80 รองลงมาเป็นหน่วยงาน /องค์กรส่งมา และอื่นๆ ตามลำดับ
- 7) ผู้เข้ารับการอบรมต้องการฝึกอบรมเพิ่มเติมในเรื่องต่างๆ ดังนี้ การปลูกมะพร้าว การปลูกพืชชนิดอื่นร่วมกับมะพร้าว ระบบน้ำ การจัดการและศัตรูพืชมะพร้าว และการคัดสายพันธุ์มะพร้าว
- 8) ผู้เข้ารับการอบรมมีความคิดเห็นว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมในการฝึกอบรมทุกๆ 3 เดือน
- 9) ผู้เข้ารับการอบรมคิดว่าควรจัดอบรมที่สถานที่ทำวิจัยมากที่สุด คือ ร้อยละ 65 ส่วนที่เหลือเป็นสถานศึกษา

2. ผลการประเมินผลหลักสูตรและวิทยากร

การประเมินผลแต่ละด้านจากการฝึกอบรมของหลักสูตรและวิทยากรของผู้เข้ารับการอบรมมีการประเมินในทุกหัวข้อการบรรยายและให้ความรู้ทั้งหมดอยู่ในระดับดี ที่ร้อยละ 40-60 รองลงมาเป็นระดับดีมาก ที่ร้อยละ 20-40 และระดับปานกลาง ร้อยละ 10-30 ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการประเมินผลแต่ละด้านจากการฝึกอบรมของหลักสูตรและวิทยากร ครั้งที่ 1

เรื่อง	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การประชาสัมพันธ์	25	50	25	-	-
2. การลงทะเบียนและการต้อนรับ	30	55	15	-	-
3. ความเหมาะสมของวันและระยะเวลาในการจัด	25	60	15	-	-
4. ความเหมาะสมของสถานที่	45	40	15	-	-
5. ความพร้อมของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์และเอกสารประกอบ	20	50	30	-	-
6. ความพึงพอใจต่อวิทยากรในภาพรวม	40	50	10	-	-
7. ได้รับความรู้ ความเข้าใจในการฝึกอบรมเพิ่มขึ้น	35	55	10	-	-
8.สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพ	35	50	15	-	-

การประเมินผลหลักสูตรและวิทยากรของผู้เข้ารับการอบรมมีการประเมินในทุกหัวข้อการบรรยายและให้ความรู้ทั้งหมดอยู่ในระดับดี ที่ร้อยละ 40-65 รองลงมาเป็นระดับดีมาก ที่ร้อยละ 30-55 และระดับปานกลาง ร้อยละ 5 ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการประเมินผลหลักสูตรและวิทยากร ครั้งที่ 1

เรื่อง	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. จากระบบสวนมะพร้าว น้ำหอม และ การตลาดและเกณฑ์คุณภาพของมะพร้าว น้ำหอมที่ตลาดต้องการ	35	60	5	-	-
2. พันธุ์ และการเจริญเติบโตของมะพร้าว น้ำหอม	45	50	5	-	-
3. การจัดการน้ำในสวนมะพร้าว น้ำหอม	55	40	5	-	-
4. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยในระบบน้ำ	40	60	-	-	-
5. การจัดการสวนมะพร้าว น้ำหอมด้วย การเกษตรแม่นยำ	30	65	5	-	-
6. การดูงานในสวนมะพร้าว น้ำหอม	30	65	5	-	-



ภาพที่ 49 กิจกรรมการฝึกอบรมภายใต้โครงการ “การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าว น้ำหอม” เรื่อง จากระบบสวนมะพร้าว น้ำหอมด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ รุ่นที่ 1 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2562

โครงการได้จัดให้มีการจัดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเกษตรกรสวนลำไย เจ้าหน้าที่หน่วยงานราชการ และผู้ที่สนใจ รุ่นที่ 2 ณ สวนเคหการเกษตร ตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2562 มีผู้เข้าร่วมการฝึกอบรม 25 คน ซึ่งในการฝึกอบรมได้มีการจัดทำคู่มือองค์ความรู้เพื่อการถ่ายทอดเรื่อง ได้มีการจัดทำคู่มือองค์ความรู้เพื่อการถ่ายทอดเรื่อง “การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม” เรื่อง จากนาสู่สวนมะพร้าวน้ำหอมด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ที่มีเนื้อหาครอบคลุมทั้งในการจัดเตรียมพื้นที่จากนาสู่สวนมะพร้าวน้ำหอม และการตลาดและเกณฑ์คุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมที่ตลาดต้องการ พันธุ์และการเจริญเติบโตของมะพร้าวน้ำหอม การจัดการน้ำในสวนมะพร้าวน้ำหอม ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยในระบบน้ำ และการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมด้วยการเกษตรแม่นยำ เพื่อให้กับเกษตรกร และผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 50 ชุด “การผลิตสารปรับปรุงดินและแม่ปุ๋ยเพื่อผลิตปุ๋ยผสมแก้อ้อย การประเมินผลของการฝึกอบรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ประเมินผลทั่วไปของผู้เข้าอบรม และประเมินผลหลักสูตรและวิทยากร

1. ผลการประเมินผลทั่วไปของผู้เข้าอบรม

- 1) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นเพศชายมากที่สุด คือร้อยละ 52 และเป็นเพศหญิงร้อยละ 48
- 2) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีช่วงอายุ มากกว่า 60 ปี มากที่สุด คือร้อยละ 48 รองลงมาเป็นช่วงอายุ 51-60 และ 21-30 ตามลำดับ
- 3) ระดับการศึกษาของผู้เข้ารับการอบรม มีการศึกษาระดับประถมศึกษามากที่สุดที่ร้อยละ 56 รองลงมา มัธยมศึกษา และปริญญาตรี ตามลำดับ
- 4) อาชีพหลักของผู้เข้ารับการอบรม เป็นเกษตรกร มากที่สุดคือร้อยละ 96 และส่วนที่เหลือเป็นพนักงานบริษัท/เอกชน
- 5) ผู้เข้ารับการอบรมไม่มีการปลูกมะพร้าว้ำหอมถึงร้อยละ 72 ส่วนที่เหลือมีการปลูกมะพร้าว้ำหอม
- 6) ผู้เข้ารับการอบรมมีเหตุผลในการเข้ารับการฝึกอบรมครั้งนี้โดยความสนใจและสมัครใจมาเอง ร้อยละ 64 รองลงมาเป็นหน่วยงาน /องค์กรส่งมา และอื่นๆ ตามลำดับ
- 7) ผู้เข้ารับการอบรมต้องการฝึกอบรมเพิ่มเติมในเรื่องต่างๆ ดังนี้ การจัดการสวนลำไย สมาร์ทฟาร์ม เรื่องการตลาด ระบบน้ำและปุ๋ย
- 8) ผู้เข้ารับการอบรมมีความคิดเห็นว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมในการฝึกอบรมช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไย
- 9) ผู้เข้ารับการอบรมคิดว่าควรจัดอบรมที่สถานที่ทำวิจัยมากที่สุด คือ ร้อยละ 100

2. ผลการประเมินผลหลักสูตรและวิทยาการ

การประเมินผลแต่ละด้านจากการฝึกอบรมของหลักสูตรและวิทยาการของผู้เข้ารับการอบรมมีการประเมินในทุกหัวข้อการบรรยายและให้ความรู้ทั้งหมดอยู่ในระดับดีมาก ที่ร้อยละ 40-56 รองลงมาเป็นระดับดี ที่ร้อยละ 40-52 และระดับปานกลาง ร้อยละ 4-16 ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการประเมินผลแต่ละด้านจากการฝึกอบรมของหลักสูตรและวิทยาการ ครั้งที่ 2

เรื่อง	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การประชาสัมพันธ์	48	48	4	-	-
2. การลงทะเบียนและการต้อนรับ	56	40	4	-	-
3. ความเหมาะสมของวันและระยะเวลาในการจัด	40	44	16	-	-
4. ความเหมาะสมของสถานที่	44	40	16	-	-
5. ความพร้อมของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์และเอกสารประกอบ	52	44	4	-	-
6. ความพึงพอใจต่อวิทยาการในภาพรวม	48	52	-	-	-
7. ได้รับความรู้ ความเข้าใจในการฝึกอบรมเพิ่มขึ้น	44	44	12	-	-
8.สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพ	40	48	12	-	-

การประเมินผลหลักสูตรและวิทยาการของผู้เข้ารับการอบรมมีการประเมินในทุกหัวข้อการบรรยายและให้ความรู้ทั้งหมดอยู่ในระดับดีมาก ที่ร้อยละ 32-68 รองลงมาเป็นระดับดีมาก ที่ร้อยละ 32-56 และระดับปานกลาง ร้อยละ 4-12 ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการประเมินผลหลักสูตรและวิทยาการ ครั้งที่ 2

เรื่อง	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. จากระบบสารสนเทศและ การตลาดและเกณฑ์คุณภาพของมะพร้าว น้ำหอมที่ตลาดต้องการ	64	32	4	-	-
2. พันธุ์ และการเจริญเติบโตของมะพร้าว น้ำหอม	32	56	12	-	-
3. การจัดการน้ำในสวนมะพร้าวน้ำหอม	68	32	-	-	-
4. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยในระบบน้ำ	52	44	4	-	-



ภาพที่ 50 กิจกรรมการฝึกอบรมภายใต้โครงการ “การเกษตรแม่นยำในการจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอม” เรื่อง
จากนาสู่สวนมะพร้าวน้ำหอมด้วยเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ รุ่นที่ 2 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2562

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2536. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ, กองวางแผนการใช้ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรมพัฒนาที่ดิน.
- กฤษฎา กฤษณพุกต์. 2558. มะพร้าว น้ำหอม ทั้งหอมทั้งหวานไปทั่วโลก. เกษตรอภิมัย 1(4): 14-15 น.
- กฤษฎา กฤษณพุกต์ และคณะ. 2559. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการพัฒนาศักยภาพการผลิต มะพร้าวอ่อน เพื่อการส่งออกครบวงจร. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.
- กัญญามาศ เจ็ดรัมย์. 2558. มะพร้าว น้ำหอมสวนลุงแดง ณ อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา. เคหการเกษตร 39(2): 92-96 น.
- กลุ่มเกษตรสำเภา. 2556. มะพร้าว น้ำหอม, พิมพ์ครั้งที่ 3. ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2526. ความต้องการน้ำชลประทานและค่าชลประทานในการออกแบบระบบส่งน้ำ, เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำงานชลประทาน กรมชลประทานสัมมนาทางวิชาการ 14-16 ธันวาคม 2526. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ.
- ดิเรก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งก่อสกุล, นาวิ จิระชีวี และ อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2545. การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช. วารสารเคหการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- ทิพย์ ไกรทอง, ปริญญา หุ่นหิม, บุญเกื้อ ทองแท้ และอรพิน หนูทอง. 2557. การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมในการผลิตมะพร้าว น้ำหอม. สืบค้นจาก <http://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=2275&pid=2293>
- นิพนธ์ พัวพงศกร. 2561. ทำไมจึงควรเก็บค่าน้ำชลประทาน (ภาษีน้ำ). สืบค้นจาก <https://tdri.or.th/2018/05/water-tax/>
- เปรม ณ สงขลา. 2558. การจัดการการผลิตมะพร้าว น้ำหอมอย่างมืออาชีพ. ฐานการพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- พานิชย์ ยศปัญญา. 2544. มะพร้าว พืชสารพัดประโยชน์. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ.
- ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. 2532. การปลูกมะพร้าว. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. กรุงเทพฯ.
- ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. มปป. เอกสารวิชาการมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมและพืชแซมในสวนมะพร้าว. กรมวิชาการเกษตร, ชุมพร.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2558. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2557. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อภิชาติ ศรีสะอาด. 2543. มะพร้าว น้ำหอม. บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- อังคณา ว่องประสพสุข. 2554. มะพร้าวจากวิถีชุมชนสู่เศรษฐกิจโลก. น.ส.พ กสิกร 84(3): 27-30 น.
- Adamchuk, V.I., J.W. Hummel, M.T. Morgan and S.K. Upadhyaya. 2004. On-the-go soil sensors for precision agriculture. Computers and Electronics in Agriculture 44:71-91.

- Allen R.G., L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Andoh-Mensah E., Nuhu Issaka R. and Ennin A. S. 2011. Evaluation of growth of young coconut and nut yield of old coconut and their nutrient status under coconut cassava intercropping system. *J. of Science and Technology*, Vol. 31 (1):1-9.
- Azevedo, P.V., da Silva, V.P.R. and da Silva, B.B. (n.d.) Using automatic weather station data for determining water requirements of irrigated fruiting plantations in northeast Brazil. (online) : http://projects.knmi.nl/geoss/ICEAWS/ICEAWS-4/CD/docs/POSTER/7_Poster.pdf
- Aziz, N. H. A., Alias, I. A. J., Hashim, A. T., Mustafa, R., Anuar, K., Ahmad, S., & Muhamad, W. N. W. (2008, December). Smart RFID system for oil palm bio-laboratory. In *2008 IEEE International RF and Microwave Conference* (pp. 247-251). IEEE.
- Burgos-Artizzu, X. P., A. Ribeiro, M. Guijarro and G. Pajares. 2011. Real-time image processing for crop/weed discrimination in maize fields. *Computers and Electronics in Agriculture* 75:337-346.
- Carr, M.K.V. 2011. The water relations and irrigation requirements of coconut. *Exp. Agric.*, 37, 1-36.
- Chew, P.S. 1982. Nutrition of coconuts a review for formulating guidelines on fertilizer recommendations in Malaysia. *Planter* 54: 155-141. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur.
- Cock J., T. Oberth, C. Isaacs, P. R. Laderach, A. Palma, J. Carbonell, J. Victoria, G. Watts, A. Amaya, L. Collet, G. Lema and E. Anderson. 2011. Crop management based on field observations: Case studies in sugarcane and coffee *Agricultural Systems* 104:755-769.
- Eso, M., Kuning, M. and Chuai-Aree, S., 2015. Analysis of daily rainfall during 2001-2012 in Thailand. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 37(1).
- Garcia-Sanchez, A. J., F. Garcia-Sanchez and J. Garcia-Haro. 2011. Wireless sensor network deployment for integrating video-surveillance and data-monitoring in precision agriculture over distributed crops. *Computers and Electronics in Agriculture* 75:288-303.

- Gomes F. P., Marco A. Oliva, Marcelo S. Mielke, Alex-Alan F. Almeida and Leonardo A. Aquino. 2010. Osmotic adjustment, proline accumulation and cell membrane stability in leaves of *Cocos nucifera* submitted to drought stress. *Scientia Horticulturae* 126:379–384.
- Gomes F. P. and C.H.B.A. Prado. 2007. Ecophysiology of coconut palm under water stress. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(4):377-391.
- Harun, A. N., Rawidean, M., Kassim, M., Mat; I. & Ramli, S.S. (2015). Precision irrigation using wireless sensor network. *International Conference on Smart Sensors and Application (ICSSA)*, pp.71-75
- Jayakumar M., S.A. Saseendran and M. Hemaprabha. 1988. Crop coefficient for coconut (*Cocos nucifera* L.) a lysimetric study. *Agricultural and Forest Meteorology*, 43:235-240
- Jayakumar, M., Janapriya, S. & Surendran U. (2017). Effect of drip fertigation and polythene mulching on growth and productivity of coconut (*Cocos nucifera* L.), water, nutrient use efficiency and economic benefits. *Agricultural Water Management* 182, 87-93.
- Jeganathan M. 1990. Studies on potassium magnesium interaction in coconut (*Cocos nucifera*). *COCOS.*, 8, 1 -12
- Kiama, J. W., Raman, V., & Patrick, T. H. H. (2014). Low-cost RFID-based palm oil monitoring system (PMS): First prototype. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 18, No. 1, p. 012054). IOP Publishing.
- Kitchen, N. R. 2008. Emerging technologies for real-time and integrated agriculture decisions. *Computers and Electronics in Agriculture* 61:1-3.
- Kumar, S. N. & Kasturi Bai, K.V. (2009). Photosynthetic characters in different shapes of coconut canopy under irrigated and rainfed conditions. *Ind. J. Plant Physiol.*, 14, 215-223.
- Kuo, S. 1996. Phosphorus. *Methods of soil analysis, Part 3 Chemical methods* (second edition). (Ed. D.L. Sparks) ASA and SSSA, Madison, Wisconsin. pp. 869-960
- Magat, S.S. 1979. The use of leaf analysis in the coconut field fertilizer trials in the Philippines. *Phil. Journal of Coconut Studies* 4(1), 32-39.
- Mahindapala, R. 1984. Measures to minimize drought damage in coconut plantation. *Coconut Bulletin* 1(1):1-4.

- McKinion, J.M., J.N. Jenkins, D. Akins, S.B. Turner, J.L. Willers, E. Jallas and F.D. Whisler. 2001. Analysis of a precision agriculture approach to cotton production. *Computers and Electronics in Agriculture* 32:213-228.
- Naresh Kumar, S., Aggarwal, P.K., Swaroopa Rani, D.N., Surabhi, Jain, Rani, Saxena, Nitin, Chauhan, 2011. Impact of climate change on crop productivity in Western Ghats, coastal and northeastern regions of India. *Curr. Sci.* 101 (3): 33–42.
- Nelson D.W. and Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of soil analysis, Part 3 Chemical methods* (second edition). (Ed. D.L. Sparks) ASA and SSSA, Madison, Wisconsin. pp. 961-1010
- Oropeza C., J.L. Verdeil, G.R. Ashburner, R. Cardena and J.M. Santamaria. 1999. Current advances in coconut biotechnology. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Peiris, T.G.S., Thattil, R.O., Mahidapala, R., 1995. An analysis of the effect of climate and weather on coconut. *Exp. Agric.* 31: 451–460.
- Perera, L., C.R.K. Samarasinghe, D.P. Kumarathunge, H.D.M.A.C. Dissanayaka and M.K. Meegahakumbura. 2017. Cutivar by environment interaction of coconut under different water and heat regimes at their early stage of growth. *Pak. J. Bot.*, 49(2): 475-478.
- Phillips, A. J., Newlands, N. K., Liang, S. H., & Ellert, B. H. (2014). Integrated sensing of soil moisture at the field-scale: Measuring, modeling and sharing for improved agricultural decision support. *Computers and electronics in agriculture*, 107, 73-88.
- Ranasinghe C.S., Kumarathunge M.D.P., Jayaranjini S. and De Costa W.A.J.M. 2015. Photosynthetic irradiance response, canopy photosynthesis and their variation with canopy strata in tall and dwarf x tall coconut cultivars (*Cocos nucifera* L.). *Scientia Horticulturae* 189: 175–183
- Remison, S.U. and Iremiren, G.O., 1990. Effect of salinity on the performance of coconut seedlings in two contrasting soils. In *Cocos* (Vol. 8, pp. 33-40).
- Reperos, N.I. and Bangoy, V.O. (1968). The effect of fertilizer on the yellowing of coconuts in Davao. *Phil. J. Plant Ind.* 32. 97-105.
- Rhoades, J.D. 1996. Salinity : Electrical conductivity and total dissolved solids. *Methods of soil analysis, Part 3 Chemical methods* (second edition). (Ed. D.L. Sparks) ASA and SSSA, Madison, Wisconsin. pp. 417-435

- Rosa G. N. G. P., R. F. de Novais, V. H. Alvarez V., N. F. de Barros and E.a M. de Albuquerque Villani. 2011. Lime and fertilizer recommendation system for coconut trees. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 58, n.1, p. 90-99.
- Sumner, M.E. and Miller, W.P. 1996. Cation exchange capacity nad exchange coefficients. *Methods of soil analysis, Part 3 Chemical methods (second edition)*. (Ed. D.L. Sparks) ASA and SSSA, Madison, Wisconsin. pp. 1201-1229
- Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. *Methods of soil analysis, Part 3 Chemical methods (second edition)*. (Ed. D.L. Sparks) ASA and SSSA, Madison, Wisconsin. pp. 1201-1229
- Woodroof J.G. 1979. *Coconut : Production, Processing, Products*, second edition. The AVI Publishing. Westport, Connecticut.