

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศสู่เกษตรกรดิจิทัล
2. โครงการวิจัย : พัฒนาระบบภูมิสารสนเทศเพื่อพยากรณ์ผลผลิตไม้ผลเศรษฐกิจ
กิจกรรม : ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการให้ผลผลิตไม้ผลเศรษฐกิจ
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการให้ผลผลิตทุเรียน
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study on Factor of Durian Production
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นายอิสวิวัฒน์ บัณฑราภิววัฒน์
ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
ผู้ร่วมงาน :
นายสุรพงษ์ ประสิทธิ์วัฒนเสรี : สังกัด ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
นายยรรยง พันธุ์พุกษ์ : สังกัด ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
นางสาวสุวิชา อ่อนเฉียบ : สังกัด ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
นางสาวนวลมณี พรหมนิล : สังกัด ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

5. บทคัดย่อ

ทุเรียนเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่มีปริมาณผลผลิตสูง ผู้บริโภคมีทั้งในและต่างประเทศ ด้วยผลผลิตที่ไม่สม่ำเสมอและไม่แน่นอน ทำให้การวางแผนด้านการตลาดทำได้ยาก การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตของทุเรียน ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแปลงเกษตรกรและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อระดับการให้ผลผลิตของทุเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05 ได้แก่ การระบายน้ำของดิน ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิดิน ความชื้นใต้ทรงพุ่ม อุณหภูมิใต้ทรงพุ่ม และปริมาณฝน

รวมทั้งสร้างสมการถดถอยโลจิสติกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์และพยากรณ์เชิงพื้นที่ร่วมกับดัชนีพืชพรรณในระบบภูมิสารสนเทศต่อไป

6. คำนำ

ทุเรียน มีพื้นที่การผลิตประมาณ 572,805 ไร่ ผลิตได้ 631,904 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 1,103 กิโลกรัมต่อไร่ มีแหล่งเพาะปลูก 5 อันดับแรก คือ จันทบุรี ชุมพร ยะลา นครศรีธรรมราช และนราธิวาส แนวโน้มในอนาคต จำนวนพื้นที่การปลูกทุเรียนจะค่อยๆ ลดลง เนื่องจากประสบปัญหาภัยแล้ง การระบาดของโรค เกษตรกรจึงหันไปปลูกไม้ผลอย่างอื่นแทน ส่วนผลผลิตอยู่ในเกณฑ์เดิมโดยการผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และมีแนวโน้มลดลง ขณะที่การส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

ปัญหาการผลิตไม้ผลของประเทศไทยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ส่วนใหญ่มาจากการขยายพื้นที่เพาะปลูกโดยไม่คำนึงว่าที่ดินเหล่านั้นจะเหมาะสมกับการผลิตหรือไม่ ทำให้ประสบปัญหาและส่งผลกระทบต่อการตลาดและราคา รวมถึงสภาพดินฟ้าอากาศที่แปรปรวนในช่วงเดือนที่ไม่ผลกำลังติดดอกออกผล ทำให้ผลผลิตร่วงหล่นเสียหาย ดังนั้น การวางแผนและนโยบายภาครัฐจึงได้เน้นเรื่องคุณภาพ ปริมาณ และการสร้างมูลค่าเพิ่ม เช่น การส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพผลผลิตสู่มาตรฐานการผลิตพืช (GAP) และมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ส่งเสริมเกษตรกรให้รวมกลุ่มเพื่อผลิตไม้ผลในลักษณะแปลงใหญ่ อบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี ทั้งนี้ การวางแผนดังกล่าวย่อมต้องการข้อมูลสารสนเทศประกอบการตัดสินใจ ข้อมูลสารสนเทศควรถูกต้อง ครบถ้วน ปรับปรุงข้อมูลให้ตรงกับสถานการณ์และสภาพที่เป็นปัจจุบัน ซึ่งระบบภูมิสารสนเทศ (Geo information system) สามารถสนองความต้องการดังกล่าว เนื่องจากระบบภูมิสารสนเทศเป็นเทคโนโลยีที่เน้นการบูรณาการระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS : Global Positioning System) การสำรวจและรับรู้จากระยะไกล (RS : Remote Sensing) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS : Geographic Information System) นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้แบบจำลองการผลิตพืช (Crop Model) ร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ เพื่อวิเคราะห์และวางแผนระบบการผลิตพืชที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทันกับเหตุการณ์และวางแผนล่วงหน้าได้ ทั้งนี้ เพื่อให้เกษตรกรได้มีแนวทางเลือกเพาะปลูกพืช และเลือกใช้เทคโนโลยีและการบริหารจัดการการผลิตพืชที่เหมาะสมกับเศรษฐกิจและสังคมท้องถิ่นของเกษตรกร

การวิเคราะห์และประเมินระดับการผลิตไม้ผลจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจวางแผนการผลิตได้เป็นอย่างดี และเมื่อประยุกต์ใช้ร่วมกับแบบจำลองการผลิตพืช ทำให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืช ทั้งปัจจัยที่สามารถควบคุมได้

เช่น ธาตุอาหารพืช ปุ๋ย น้ำ และปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุม เช่น สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ซึ่งการใช้ประโยชน์จากระบบภูมิสารสนเทศเพื่อพยากรณ์ผลผลิต สามารถนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาและส่งเสริมแนะนำการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิตต่อไป

การสำรวจและรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที หรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้ การได้มาของข้อมูลอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการประยุกต์ข้อมูลจากดาวเทียมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศได้ก้าวหน้าไปอย่างมาก โดยประเทศไทยได้ส่งดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ชื่อ Thailand earth observation system หรือ THEOS พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานชื่อใหม่เป็น ไทยโชต (Thaichote) ขึ้นไปบันทึกข้อมูล เมื่อต้นปี พ.ศ. 2551 และประเทศไทยได้ร่วมมือกับประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนในการส่งดาวเทียมอเนกประสงค์ขนาดเล็ก (Small Multi Mission Satellite : SMMS) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิจัย ออกแบบเทคโนโลยีอวกาศและพัฒนาบุคลากรไทยให้มีศักยภาพในการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ และสามารถนำมาประยุกต์กับงานด้านต่างๆ ได้

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ดำเนินการโครงการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียม SMMS ดำเนินการตรวจสอบพื้นที่การเกษตรด้วย Spectrum Library ซึ่งเป็นการสร้าง Spectrum Library สำหรับพืชเศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา และสับปะรด โดยการวัดค่าอ้างอิงจากในพื้นที่เพาะปลูก เพื่อสร้าง Spectrum และนำไปเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียมแบบ Hyperspectrum ทำให้สามารถทราบได้ถึงพื้นที่ในการเพาะปลูกอย่างชัดเจน รวมทั้ง สามารถแยกแยะช่วงอายุของพืชออกจากกันได้ ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินผลผลิตได้เป็นอย่างดี โดยต้องวัดค่า Spectrum ของพืชในแต่ละช่วงอายุมาสร้าง Spectrum Library เพื่อให้ภาพถ่ายดาวเทียมสามารถแยกแยะและประเมินพื้นที่ที่ให้ผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบบจำลองการผลิตพืช มาจากการประมวลองค์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตพืชที่อาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่เป็นปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโต พัฒนาการ และผลผลิตของพืช ดังนั้นแบบจำลองการผลิตพืชจึงต้องการข้อมูลเชิงปริมาณ ดานภูมิอากาศ สมบัติของดิน รวมถึงการจัดการเขตกรรม และเนื่องจากความซับซ้อนของปัจจัยและความ

สัมพันธ์ต่างๆ เหล่านั้น ทำให้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีบทบาทอย่างสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองของพืชต่างๆ (อรรถชัย, 2545) แบบจำลองการผลิตพืชที่นิยมกันในปัจจุบัน ได้แก่

1) WOFOST เป็นแบบจำลองการผลิตพืชที่พัฒนาขึ้นโดย Center for World Food Studies ประเทศเนเธอร์แลนด์ ในปี ค.ศ. 1988 ใช้อุปกรณ์ไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อการจำลองการปลูกพืชใน 3 ระดับคือ

- ศักยภาพของผลผลิต (Potential production) ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพืช และ ปัจจัยอื่นๆ เช่น ระดับของรังสี (level of irradiance) อุณหภูมิ (Temperature) เป็นต้น
- ผลผลิตที่อาศัยน้ำฝน (Water- limited production) ผลผลิตผันแปรตามความชื้น (ในดิน)
- ผลผลิตที่ผันแปรตามความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Nutrient- limited production)

2) DSSAT เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย มหาวิทยาลัยมิชิแกน และมหาวิทยาลัยฮาวาย ในปี ค.ศ. 1986 ภายใต้โครงการ IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer) ใช้อุปกรณ์ไมโครคอมพิวเตอร์ DSSAT เป็นโปรแกรมที่รวมแบบจำลองการปลูกพืชเฉพาะหลาย ๆ พืช เขาเป็นระบบ โดยผนวกเอาผลทาง ดานเศรษฐศาสตร์ในการปลูกพืชนั้นๆ ในแต่ละพื้นที่เขาไว้วาง

3) AquaCrop เป็นแบบจำลองพืชที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น สามารถใช้ได้กับพืชหลายชนิด ทั้งพวก ป่าไม้ พืชผัก ธัญพืช ผลไม้ และพืชน้ำมัน ใช้ในการจำลองมวลชีวภาพและผลผลิตของพืชไร่ตามระดับของน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้ โดยต้องมีการปรับแต่งให้เข้ากับพืชชนิดนั้นๆ สามารถวิเคราะห์และสร้างแนวทางการจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิตและการเก็บรักษาน้ำ ปัจจัยที่วิเคราะห์และข้อมูลจากการสำรวจจะส่งผลถึงผลผลิตพืชในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ

ผลผลิตพืชมีอิทธิพลจากปัจจัยหลายๆ อย่างที่เกี่ยวข้องกับดิน สภาพอากาศ ภูมิอากาศ และการดูแลรักษาแปลง เมื่อบูรณาการผลของปัจจัยเหล่านั้นกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมทำให้ทราบถึงการเจริญเติบโตของพืช และสามารถใช้ในแบบจำลองผลผลิตพืช แนวทางการใช้แบบจำลองผลผลิตพืชร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมได้พัฒนามาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว ได้แก่ ดัชนีพืชพรรณ (spectral vegetation indices) โปรไฟล์การเจริญเติบโต (spectral growth profile) และแบบจำลองผลผลิตร่วมกับดัชนีทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิสะสม (Growing Degraded Day : GDD) อุณหภูมิเฉลี่ย (mean Temperature : Tmean) ดัชนีปริมาณฝน (Rainfall index : RI) และ Crop Water Stress Index (CWSI) เป็นต้น

วิทยาการข้อมูล (Data Science) เป็นศาสตร์ในแบบสหสาขาที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์ความรู้ (Knowledge) และความเข้าใจเชิงลึก (Insights) จากข้อมูล

(Data) ที่มีหลากหลายรูปแบบวิทยาการข้อมูลประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล (Statistics & Data Analysis) วิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) ความรู้เฉพาะในแต่ละสาขา (Domain Experience) สถิติและการเรียนรู้ของเครื่องจักรเป็นกลไกหลักสำคัญในวิทยาการข้อมูล การตั้งคำถามอย่างนักสถิติช่วยให้สามารถนำทรัพยากรข้อมูลมาใช้เพื่อสกัดความรู้ออกมาได้มากที่สุดและได้คำตอบที่ดียิ่งกว่าเดิม แกนกลางหลักของการอนุมานเชิงสถิติคือการสุ่มของข้อมูล (Randomness of Data) ช่วยให้เราสามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับกระบวนการเบื้องหลังของข้อมูล และทำให้สามารถระบุปริมาณความไม่แน่นอนของคำตอบที่พยายามค้นหาได้ กรอบความคิดทางสถิติช่วยให้นักวิจัยแยกแยะระหว่างสหสัมพันธ์ และความสัมพันธ์เชิงสาเหตุออกจากกันได้และช่วยให้ระบุสิ่งที่ต้องทำเพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในผลลัพธ์ตามที่ปรารถนา กรอบความคิดทางสถิติยังช่วยให้สามารถหาวิธีการในการพยากรณ์และการประมาณค่าซึ่งทำให้ความไม่แน่นอนออกมาเป็นปริมาณได้ และการจะทำได้เช่นนี้ได้อาศัยต้องอาศัยขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่ต้องแสดงพฤติกรรมที่ทำซ้ำได้แน่นอน และสามารถพยากรณ์ได้แม่นยำ (อาานนท์, 2561)

สมการถดถอยโลจิสติกส์แบบลำดับ (Ordered Logistic Regression) เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรพยากรณ์ (Y) ซึ่งเป็นตัวแปรแบบลำดับ ขึ้นอยู่กับตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (X) ซึ่งเป็นตัวแปรแบบใดก็ได้ ดังนั้น โมเดลพื้นฐานมีตัวแปรตามเป็นตัวแปรแฝงที่ไม่สามารถสังเกตได้ (Latent Variable) ดังนี้

$$y_i^* = \Phi(X\beta) + \epsilon$$

กำหนดค่าตัวแปร y เป็น 3 ระดับ

$$y = \begin{cases} 1 & \text{if } y^* \leq \mu_1 \\ 2 & \text{if } \mu_1 < y^* \leq \mu_2 \\ 3 & \text{if } \mu_2 < y^* \end{cases}$$

โดยที่ y_i = ระดับการให้ผลผลิต (ระดับ 1 = น้อย 2 = ปานกลาง 3 = มาก)

สามารถคำนวณค่าความน่าจะเป็นของระดับการให้ผลผลิต ได้ดังนี้

$$\text{Prob}(y=1 | x) = \text{Prob}(y^* \leq \mu_1) = \Phi(-\beta x_i)$$

$$\text{Prob}(y=2 | x) = \text{Prob}(\mu_2 < y^* \leq \mu_3) = \Phi(\mu_2 - \beta'x) - \Phi(\beta'x_i)$$

$$\text{Prob}(y=3 | x) = \text{Prob}(\mu_2 < y^*) = 1 - \Phi(\mu_3 - \beta x)$$

โดยที่ Φ คือ ฟังก์ชันของการกระจายแบบโลจิสติกสะสม (Cumulative Logistic Distribution Function) เมื่อ y เป็นพารามิเตอร์ที่รู้ค่า และถูกประมาณค่าพร้อมกับ β และเมื่อทดสอบโมเดลโดยวิธี Maximum Likelihood แล้ว ค่าที่อยู่ในแบบจำลองจะเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์กับตัวแปรแฝง (หรือความน่าจะเป็น) ถ้ามีเครื่องหมายบวก แสดงว่าเมื่อปัจจัยต่างๆ (ตัวแปร X_i) เพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ค่าตัวแปรแฝงเพิ่มสูงขึ้นด้วย

7. วิธีดำเนินการ

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. แบบสำรวจข้อมูล
2. แบบสัมภาษณ์เกษตรกร
3. แปลงทุเรียนของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด
4. เครื่องเจาะดิน
5. อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นในดิน
6. อุปกรณ์ระบุพิกัดตำแหน่งพื้นที่โลก (GPS)
7. อุปกรณ์ตรวจวัดความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (RapiTest)
8. อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเรด
9. อุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มของแสง
10. อุปกรณ์วัดระยะทางแบบอัลตราโซนิก
11. วัสดุสำรวจ (ตลับเมตร, กล้องถ่ายรูป, กล้องส่องทางไกล)
12. วัสดุสำนักงานและคอมพิวเตอร์ (กระดาษ หมึกพิมพ์ Handy Drive ฯลฯ)
13. Data Logger

- แบบและวิธีการทดลอง

1. คัดเลือกพื้นที่ที่จะศึกษาโดยการสุ่มตัวอย่าง
2. สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแปลงเกษตรกร
3. สัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกร
4. เก็บรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

- วิธีปฏิบัติการทดลองและบันทึกข้อมูล

1. คัดเลือกพื้นที่ที่จะศึกษา ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด
2. สุ่มตัวอย่างแปลงที่ต้องการศึกษา จังหวัดละ 10 แปลง

3. สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแปลงเกษตรกรปีละ 3 ครั้ง ได้แก่ ช่วงระยะก่อนให้ผลผลิต ระยะให้ผลผลิต และระยะหลังให้ผลผลิต

3.1.1 สภาพพื้นที่ปลูก

- พิกัดตำแหน่ง และความลาดเอียงของพื้นที่ : วัดจากอุปกรณ์ระบุพิกัดตำแหน่งพื้นที่โลก (GPS)
- ลักษณะเนื้อดิน : เจาะดินบริเวณรอบต้น 10 ต้นๆ ละ 3 จุด รวมแปลงละ 30 จุด แล้วนำดินไปวิเคราะห์ทางกายภาพ โดยใช้วิธีพิจารณาเนื้อสัมผัส
- อุณหภูมิของดิน ความชื้นของดิน : ตรวจวัดอุณหภูมิของดิน และความชื้นของดิน โดยใช้อุปกรณ์เจาะลงในดินบริเวณรอบต้น 10 ต้นๆ ละ 3 จุด รวมแปลงละ 30 จุด
- ความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดิน ความเป็นกรดต่างของดิน : เจาะดินบริเวณรอบต้น 10 ต้นๆ ละ 3 จุด รวมแปลงละ 30 จุด ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. และ 15-30 ซม. เก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์

3.1.2 สภาพของต้นพืช

- ความสูงต้น : วัดระยะความสูง 10 ต้นๆ ละ 3 จุด รวมแปลงละ 30 จุด
- ความกว้างทรงพุ่ม : วัดระยะความกว้างของทรงพุ่ม 10 ต้นๆ ละ 3 จุด รวมแปลงละ 30 จุด
- ดัชนีความเข้มของสีเขียว (Dark Green Color Index : DGCI) ถ่ายภาพใบ 10 ต้นๆ ละ 3 จุด รวมแปลงละ 30 ภาพ นำมาวัดค่า H (Hue), S (Saturation) และ B (Brightness) โดยใช้โปรแกรม Color Picker แล้วคำนวณ DGCI โดยใช้สูตร

$$DGCI = [(H - 60/60) + (1 - S) + (1 - B)]/3$$

- สภาพแวดล้อมในแปลงขณะที่สำรวจ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มของแสง : ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดจากบริเวณรอบต้น 10 ต้นๆ ละ 3 จุด รวมแปลงละ 30 จุด

3.2 สํารวจและรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกร

- จำนวนพื้นที่ปลูกจริง และพื้นที่ที่ให้ผลผลิต
- การให้ผลผลิตในฤดูปลูกที่แล้ว (ปริมาณผลผลิตทั้งหมด พื้นที่ที่ให้ผลผลิต จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิต)
- ประมาณการผลผลิตในฤดูปลูกปัจจุบัน(ปริมาณผลผลิตทั้งหมด พื้นที่ที่ให้ผลผลิต จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิต)

- การดูแลรักษา เช่น การให้น้ำ เวลาใส่ปุ๋ย อัตราปุ๋ยที่ใช้ ความเสียหายจากสาเหตุต่างๆ
วิธีป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารเคมีที่ใช้ เป็นต้น

3.3 เก็บรวบรวมข้อมูลอุตุนิมวิทยารายวัน

3.3.1 ข้อมูลอุตุนิมวิทยาในระดับมหภาค ได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากศูนย์อุตุนิมวิทยา กรมอุตุนิมวิทยา

3.3.2 ข้อมูลอุตุนิมวิทยาในระดับจุลภาค ได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความชื้น โดยเก็บรวบรวมจากการติดตั้ง Data Logger ในแปลงที่ศึกษาจังหวัดละ 1 แปลง รวม 3 แปลง

4. วิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการให้ผลผลิตกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิต ได้แก่ ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) สมการถดถอยโลจิสติกส์ (Logistics regression)

ระยะเวลาดำเนินการ ปีเริ่มต้น 2559 – สิ้นสุด 2561

สถานที่ทำการทดลอง

1. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
2. แปลงเกษตรกร จังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด

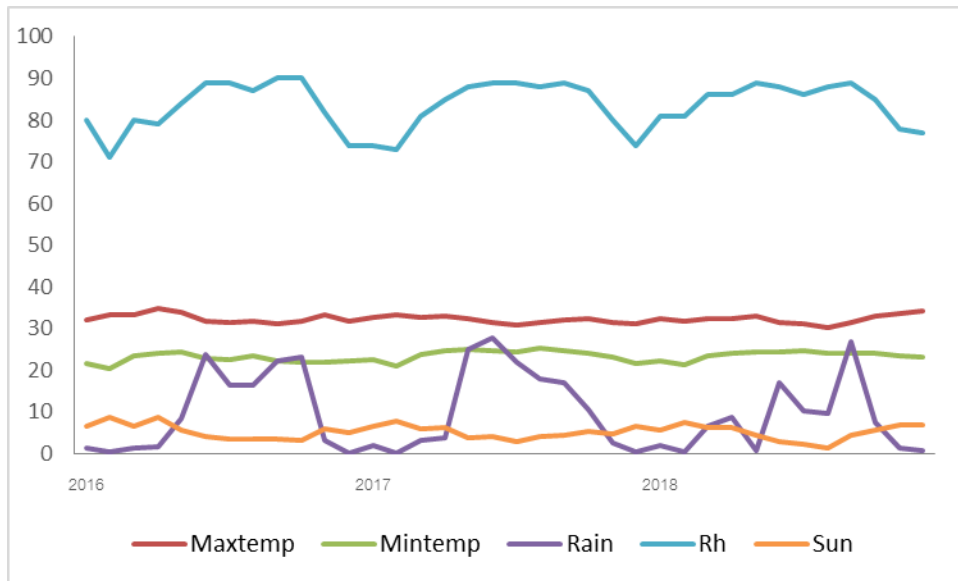
8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 ข้อมูลที่นำมาศึกษา

1) ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแปลงทุเรียนที่ศึกษาใน 3 จังหวัด จำนวน 30 แปลง คือ ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลักษณะเนื้อดิน การระบายน้ำของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน อุณหภูมิของดิน ความชื้นในดิน ความชื้นใต้ทรงพุ่ม อุณหภูมิใต้ทรงพุ่ม ความเข้มแสง ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ดัชนีความเข้มของสีใบ พิกัดตำแหน่งแปลง ภาพแปลง ภาพต้นและผลผลิต ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล

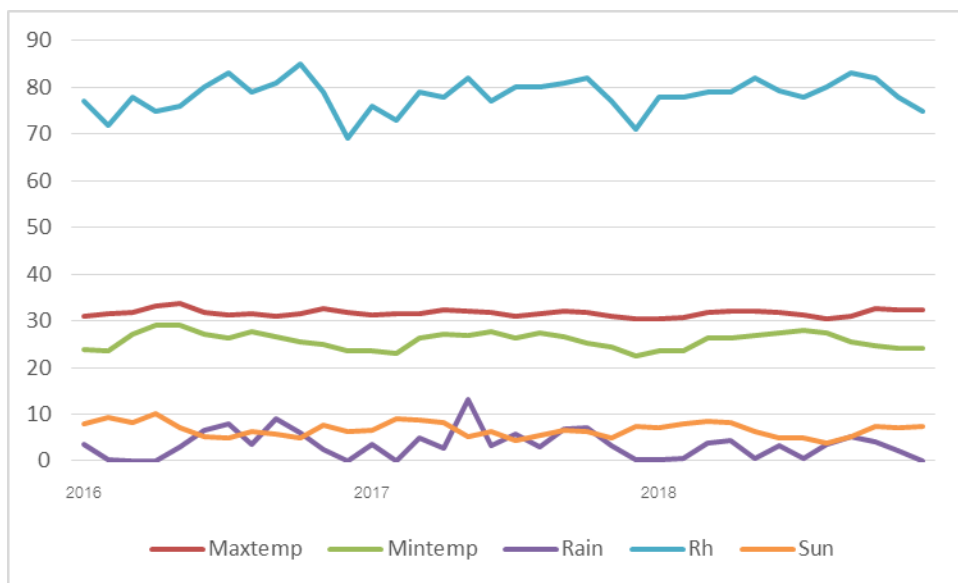
2) ข้อมูลอุตุนิมวิทยารายวัน เก็บรวบรวมจากสถานีอุตุนิมวิทยา กรมอุตุนิมวิทยา ดังนี้

2.1 จังหวัดจันทบุรี : สถานีอุตุนิมวิทยาจันทบุรี กลุ่มงานเกษตรพลี้ว ตำบลตะปอน อำเภอลុង จังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่ มกราคม 2559 – ธันวาคม 2561



ภาพที่ 1 แสดงข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จังหวัดจันทบุรี ตั้งแต่ มกราคม 2559 – ธันวาคม 2561

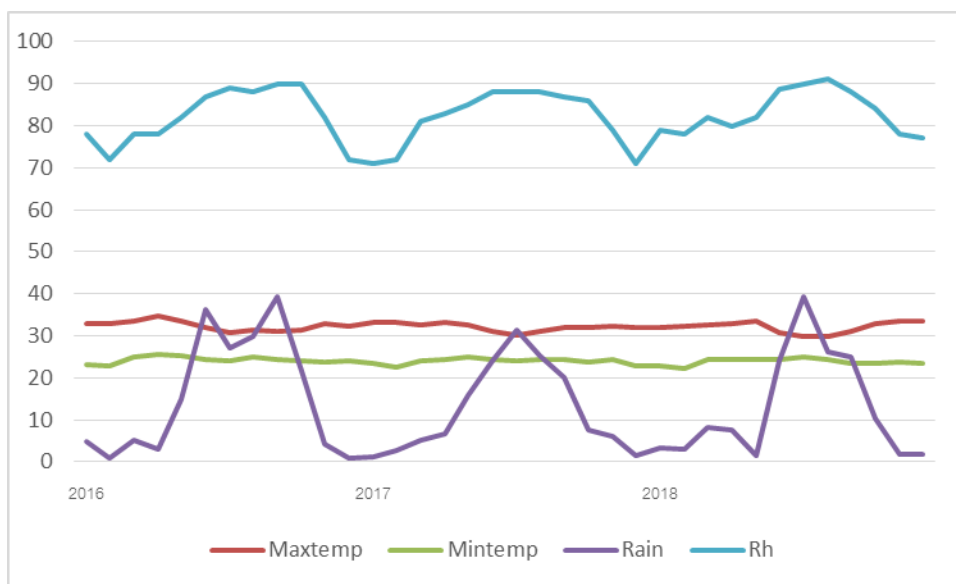
2.2 จังหวัดระยอง : สถานีอุตุนิยมวิทยา ระยอง ตำบลพะพง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ตั้งแต่ มกราคม 2559 – ธันวาคม 2561



ภาพที่ 2 แสดงข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จังหวัดระยอง ตั้งแต่ มกราคม 2559 – ธันวาคม 2561

2.3 จังหวัดตราด : สถานีอุตุนิยมวิทยาตราด ตำบลคลองใหญ่ อำเภอคลองใหญ่ จังหวัด

ตราด มกราคม 2559 – ธันวาคม 2561



ภาพที่ 3 แสดงข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จังหวัดตราด ตั้งแต่ มกราคม 2559 – ธันวาคม 2561

8.2 การกำหนดระดับการให้ผลผลิตทุเรียน

1) เก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลสถิติผลผลิตทุเรียนของจังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด ระหว่างปี 2554 – 2558 ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติผลผลิตทุเรียน ปี 2554 – 2558 (กิโลกรัม/ไร่)

จังหวัด	ปี 2554	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ค่าเฉลี่ย
จันทบุรี	1,328	1,232	1,344	1,449	1,404	1,351.40
ระยอง	1,342	1,232	1,235	1,381	1,290	1,296.00
ตราด	1,262	1,198	1,229	1,385	1,379	1,290.60
ค่าเฉลี่ย	1,310.67	1,220.67	1,269.33	1,405.00	1,357.67	1,312.67

2) กำหนดระดับการให้ผลผลิตทุเรียน ซึ่งเป็นตัวแปรพยากรณ์ (predictor variable) เป็น 3 ระดับ คือ ให้ผลผลิตน้อย ปานกลาง และมาก ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การกำหนดระดับการให้ผลผลิตทุเรียน (ตัวแปรพยากรณ์)

ระดับการให้ผลผลิต	ช่วงผลผลิต (กก./ไร่)
1 = น้อย	$\leq 1,300$
2 = ปานกลาง	1,301 – 1,700
3 = มาก	$>1,700$

3) กำหนดความหมายและระดับการวัดของปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อระดับการให้ผลผลิต ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความหมายของปัจจัยที่มีผลต่อระดับการให้ผลผลิต (ตัวแปรอิสระ)

ชื่อตัวแปร	ความหมาย	ระดับการวัด
X_1	ลักษณะเนื้อดิน	1 = ดินทราย 2 = ดินร่วนปนทราย 3 = ดินร่วน 4 = ดินเหนียว
X_2	การระบายน้ำของดิน	1 = ไม่ดี 2 = ปานกลาง 3 = ดี
X_3	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	1 = ต่ำมาก 2 = ต่ำ 3 = ปานกลาง 4 = สูง 5 = สูงมาก
X_4	ระดับความเป็นกรดต่างของดิน	1 = น้อยกว่า 6.0 2 = 6.1 – 7.0 3 = มากกว่า 7.0
X_5	อุณหภูมิดิน	ค่าจริง (องศาเซลเซียส)

ชื่อตัวแปร	ความหมาย	ระดับการวัด
X ₆	ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ	ค่าจริง (เปอร์เซ็นต์)
X ₇	ความชื้นใต้ทรงพุ่ม	ค่าจริง (เปอร์เซ็นต์)
X ₈	อุณหภูมิใต้ทรงพุ่ม	ค่าจริง (องศาเซลเซียส)
X ₉	ความสูงต้น	ค่าจริง (เซนติเมตร)
X ₁₀	ความกว้างทรงพุ่ม	ค่าจริง (เซนติเมตร)
X ₁₁	ดัชนีความเข้มของสีใบ	คำนวณจากสูตร (เปอร์เซ็นต์)
X ₁₂	ปริมาณฝน	ค่าจริง (มิลลิเมตร)
X ₁₃	อุณหภูมิสูงสุด	ค่าจริง (องศาเซลเซียส)
X ₁₄	อุณหภูมิต่ำสุด	ค่าจริง (องศาเซลเซียส)

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของแปลงทุเรียน จำแนกตามระดับการให้ผลผลิต

จังหวัด	ระดับการให้ผลผลิต	จำนวน (แปลง)	ร้อยละ	สะสม
จันทบุรี	น้อย	22	24.4	24.4
	ปานกลาง	13	14.4	38.8
	มาก	55	61.2	100.0
	รวม	90	100.0	
ระยอง	น้อย	20	22.2	22.2
	ปานกลาง	27	30.0	52.2
	มาก	43	47.8	100.0
	รวม	90	100.0	
ตราด	น้อย	21	23.3	23.3
	ปานกลาง	29	32.2	55.5
	มาก	40	44.5	100.0
	รวม	90	100.0	

8.3 การวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติกส์

1) ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการให้ผลผลิตทุเรียนจังหวัดจันทบุรี ที่ระดับนัยสำคัญ .05 คือ การระบายน้ำของดิน ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ปริมาณฝน อุณหภูมิต่ำสุด (ตารางที่ 5) และสมการ มีดังนี้

$$S = - 5.33X_2 + 0.01X_9 - 0.01X_{10} - 0.41X_{12} - 0.62 X_{14}$$

$$\text{Prob (ระดับการให้ผลผลิต = “น้อย”)} = \text{Prob (S} \pm u \leq 16.45)$$

$$\text{Prob (ระดับการให้ผลผลิต = “ปานกลาง”)} = \text{Prob (16.45 < S} \pm u \leq 18.06)$$

$$\text{Prob (ระดับการให้ผลผลิต = “มาก”)} = \text{Prob (18.06 < S} \pm u)$$

โดยที่ S = สมการเส้นตรงของ X

Prob = ความน่าจะเป็นของค่าพยากรณ์

u = ตัวแปรแฝงที่รบกวนการกระจาย (logistically distributed disturbance)

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติกส์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับระดับการให้ผลผลิตทุเรียน จังหวัดจันทบุรี ปี 2559-2561

ปัจจัย	Adjusted Odds Ratio	p-Value	(95% Conf. Interval)	
			lower	upper
X ₁ ลักษณะเนื้อดิน	0.95	0.921	0.35	2.55
X ₂ การระบายน้ำของดิน	0.00	0.001*	0.00	0.10
X ₃ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	1.26	0.595	0.54	2.97
X ₄ ระดับความเป็นกรดต่างของดิน	1.99	0.172	0.74	5.34
X ₅ อุณหภูมิดิน	0.91	0.593	0.64	1.30
X ₆ ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ	1.08	0.245	0.95	1.23
X ₇ ความชื้นใต้ทรงพุ่ม	1.00	0.151	0.99	1.00
X ₈ อุณหภูมิใต้ทรงพุ่ม	1.38	0.116	0.92	2.05

ปัจจัย	Adjusted Odds Ratio	p-Value	(95% Conf. Interval)	
			lower	upper
X ₉ ความสูงต้น	1.01	0.018*	1.00	1.01
X ₁₀ ความกว้างทรงพุ่ม	0.99	0.000*	0.98	1.00
X ₁₁ ดัชนีความเข้มของสีใบ	0.96	0.565	0.82	1.11
X ₁₂ ปริมาณฝน	1.50	0.004*	1.14	1.97
X ₁₃ อุณหภูมิสูงสุด	0.91	0.816	0.42	1.97
X ₁₄ อุณหภูมิต่ำสุด	0.54	0.001*	0.38	0.77

* ระดับนัยสำคัญ .05

2 ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการให้ผลผลิตทุเรียนจังหวัดระยอง ที่ระดับนัยสำคัญ .05 คือ การระบายน้ำของดิน อุณหภูมิดิน ความชื้นใต้ทรงพุ่ม อุณหภูมิใต้ทรงพุ่ม อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด (ตารางที่ 6) และสมการ มีดังนี้

$$S = -2.75X_2 + 0.52X_5 + 0.32X_7 + 1.68X_8 - 1.83X_{13} - 0.68X_{14}$$

$$\text{Prob (ระดับการให้ผลผลิต = "น้อย")} = \text{Prob (} S \pm u \leq 7.95 \text{)}$$

$$\text{Prob (ระดับการให้ผลผลิต = "ปานกลาง")} = \text{Prob (} 7.95 < S + u \leq 12.36 \text{)}$$

$$\text{Prob (ระดับการให้ผลผลิต = "มาก")} = \text{Prob (} 12.36 < S + u \text{)}$$

โดยที่ S = สมการเส้นตรงของ X

Prob = ความน่าจะเป็นของค่าพยากรณ์

u = ตัวแปรแฝงที่รบกวนการกระจาย (logistically distributed disturbance)

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติกส์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับระดับการให้ผลผลิต
ทุเรียน จังหวัดระยอง ปี 2559-2561

ปัจจัย	Adjusted Odds Ratio	p-Value	(95% Conf. Interval)	
			lower	upper
X ₁ ลักษณะเนื้อดิน	0.44	0.225	0.12	1.65
X ₂ การระบายน้ำของดิน	0.06	0.015*	0.01	0.58
X ₃ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	1.49	0.209	0.80	2.77
X ₄ ระดับความเป็นกรดต่างของดิน	0.79	0.693	0.24	2.57
X ₅ อุณหภูมิดิน	1.67	0.021*	1.08	2.59
X ₆ ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ	0.76	0.150	0.53	1.10
X ₇ ความชื้นใต้ทรงพุ่ม	1.38	0.024*	1.04	1.83
X ₈ อุณหภูมิใต้ทรงพุ่ม	5.34	0.003*	1.77	16.09
X ₉ ความสูงต้น	1.00	0.837	1.00	1.01
X ₁₀ ความกว้างทรงพุ่ม	0.99	0.244	0.99	1.00
X ₁₁ ดัชนีความเข้มของสีใบ	1.22	0.057	0.99	1.49
X ₁₂ ปริมาณฝน	1.20	0.355	0.81	1.78
X ₁₃ อุณหภูมิสูงสุด	0.16	0.001*	0.05	0.49
X ₁₄ อุณหภูมิต่ำสุด	0.51	0.000*	0.35	0.74

* ระดับนัยสำคัญ .05

3 ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการให้ผลผลิตทุเรียนจังหวัดตราด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 คือ อุณหภูมิได้ทรงฟุ่ม และปริมาณฝน (ตารางที่ 7) และสมการ มีดังนี้

$$S = 0.58X_8 + 0.15X_{12}$$

$$\text{Prob (ระดับการให้ผลผลิต = “น้อย”)} = \text{Prob (S} \pm u \leq -13.52)$$

$$\text{Prob (ระดับการให้ผลผลิต = “ปานกลาง”)} = \text{Prob (-13.52 < S} \pm u \leq -11.13)$$

$$\text{Prob (ระดับการให้ผลผลิต = “มาก”)} = \text{Prob (-11.13 < S} \pm u)$$

โดยที่ S = สมการเส้นตรงของ X

Prob = ความน่าจะเป็นของค่าพยากรณ์

u = ตัวแปรแฝงที่รบกวนการกระจาย (logistically distributed disturbance)

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติกส์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับระดับการให้ผลผลิตทุเรียน จังหวัดตราด ปี 2559-2561

ปัจจัย	Adjusted Odds Ratio	p-Value	(95% Conf. Interval)	
			lower	upper
X ₁ ลักษณะเนื้อดิน	0.94	0.878	0.40	2.17
X ₂ การระบายน้ำของดิน	1.11	0.891	0.26	4.78
X ₃ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	1.39	0.185	0.85	2.26
X ₄ ระดับความเป็นกรดต่างของดิน	0.87	0.771	0.35	2.20
X ₅ อุณหภูมิดิน	0.78	0.079	0.60	1.03
X ₆ ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ	0.97	0.756	0.80	1.17
X ₇ ความชื้นใต้ทรงฟุ่ม	1.06	0.155	0.98	1.16
X ₈ อุณหภูมิใต้ทรงฟุ่ม	1.79	0.002*	1.25	2.57
X ₉ ความสูงต้น	1.00	0.375	0.99	1.00

ปัจจัย	Adjusted Odds Ratio	p-Value	(95% Conf. Interval)	
			lower	upper
X ₁₀ ความกว้างทรงพุ่ม	1.00	0.521	1.00	1.01
X ₁₁ ดัชนีความเข้มของสีใบ	1.07	0.217	0.96	1.19
X ₁₂ ปริมาณฝน	1.16	0.001*	1.06	1.26
X ₁₃ อุณหภูมิสูงสุด	1.09	0.779	0.61	1.93
X ₁₄ อุณหภูมิต่ำสุด	0.69	0.182	0.40	1.19

* ระดับนัยสำคัญ .05

วิจารณ์ผลการทดลอง

การผลิตทุเรียนนอกจากจะมุ่งผลิตเพื่อเพิ่มปริมาณของผลผลิตแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการผลิตให้ได้ผลผลิตที่มีคุณค่าทางการตลาดด้วย ซึ่งในการเพิ่มปริมาณและปรับปรุงคุณภาพผลผลิตนั้น จำเป็นต้องมีความรู้และความเข้าใจปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่การเตรียมความพร้อมของต้นเพื่อการออกดอก การติดผล ตลอดจนการเพิ่มปริมาณและปรับปรุงคุณภาพผลผลิตเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการผลิตทุเรียนให้มีคุณภาพ และเพื่อให้การลงทุนทำสวนทุเรียนนั้นได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ปัจจัยที่ควรพิจารณาสำหรับการเตรียมสภาพต้นให้พร้อมเพื่อการออกดอก เพิ่มการติดผล เพิ่มปริมาณและปรับปรุงคุณภาพทุเรียน ได้แก่ พืช สภาพแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสภาพแวดล้อม สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม หรือสภาวะเครียดเนื่องจากสภาพแวดล้อม จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์ฮอร์โมนพืช และทำให้สัดส่วนของฮอร์โมนพืชภายในต้นเปลี่ยนแปลงไปจนถึงระดับที่เหมาะสม สำหรับชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก และพัฒนาการจนเป็นผลต่อไป

การระบายน้ำของดิน จากการรวบรวมข้อมูลเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย-ดินร่วนปนทราย การระบายน้ำอยู่ในระดับปานกลาง – ดี ความสามารถในการอุ้มน้ำ และรักษาความชื้นในดินดี ส่งผลต่อการแพร่กระจายของราก ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนธาตุอาหาร (CEC) ดึงดูดปุ๋ยและน้ำในรากได้ ถ้าดินมีอากาศถ่ายเทดีจะมีความสามารถในการรับออกซิเจนเข้าสู่ดิน และปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่

บรรยากาศในอัตราที่ทำให้ดินมีออกซิเจนเพียงพอแก่การหายใจของพืชตลอดจนจุลินทรีย์ดิน และคาร์บอนไดออกไซด์ก็ไม่ตกค้างในดินจนเป็นพิษแก่พืชได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

อุณหภูมิ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดกระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยา ทั้งการสังเคราะห์แสง การหายใจ และกระบวนการเมทาโบลิซึม **อุณหภูมิต่ำ** ส่งผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ อัตราการสังเคราะห์แสง และกระบวนการเมทาโบลิซึมช้าลง หากมีอุณหภูมิต่ำในระยะ 2-3 สัปดาห์แรกหลังดอกบานจะทำให้ผลอ่อนโตช้ากว่าปกติ ความสามารถในการดึงดูดสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากกระบวนการเมทาโบลิซึมมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตของผลน้อย หากรุนแรงมากอาจทำให้ผลร่วง นอกจากนี้จะทำให้ผลโตช้าแล้วยังมีผลต่อการสุกแก่ของผลทุเรียนด้วย ทำให้ผลทุเรียนแก่ช้ากว่าปกติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการเก็บเกี่ยว ทำให้ได้ผลทุเรียนที่คุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร และหาก**อุณหภูมิสูง** (35-46°C) อัตราการเกิดกระบวนการทางสรีรวิทยาจะถูกกระตุ้นให้สูงขึ้น ทุเรียนมีอัตราการหายใจสูง จำเป็นต้องใช้สารประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมาใช้ในกระบวนการต่างๆ และในการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอมากขึ้น ทำให้สารประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์แสงที่จะมาเข้ากระบวนการเมทาโบลิซึมเพื่อใช้ในการพัฒนาการของผลทุเรียนลดลง ทำให้ผลทุเรียนโตช้า ผลมีขนาดเล็กและแก่เร็วขึ้น แต่อาจจะพบอาการแค้นและเต่าเฒ่ามากกว่าปกติด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อการออกดอก และช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุเรียน (Suwanseree and V; Yapwattanaphun, 2017) ระยะเวลาแห้งมีผลต่อการออกดอก Suwanseree *et al.* (2017) หากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการงอก หรือมีการให้น้ำมากขณะดอกทุเรียนบานพร้อมที่ผสมเกสร อาจทำให้ความเข้มข้นของสารเหนียวๆ ที่เป็นสารประกอบของน้ำตาลบนปลายเกสรตัวเมียลดลง ในกรณีอุณหภูมิต่ำจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของหลอดละอองเกสรช้าลง ซึ่งต่างมีผลทำให้การติดผลลดลง การเตรียมต้นทุเรียนให้พร้อมในขณะที่สภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการออกดอก ต้องมีการสะสมอาหารเพียงพอ ในขณะช่วงแล้งยาวประมาณ 10-14 วัน อุณหภูมิอากาศค่อนข้างต่ำ การตกใบอ่อนในระยะที่มีฝนตก มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงทำให้ต้นทุเรียนมีการเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ โดยการทำให้เซลล์พืชมีความเต่ง ถ้าหากเซลล์ปราศจากน้ำหรือมีน้ำไม่เพียงพอแล้ว จะทำให้รูปร่างของเซลล์ผิดไปจากเดิม นอกจากนี้น้ำยังเป็นตัวทำละลายช่วยในการละลายธาตุอาหารพืชในดินให้อยู่ในรูปของสารละลายที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ น้ำเป็นสารเริ่มต้นในกระบวนการต่างๆ ภายในพืชและช่วยควบคุมอุณหภูมิของต้นพืช (สมบุญ, 2548)

การตัดแต่งกิ่ง เพื่อรักษาโครงสร้างที่ดีไว้และทำให้พื้นที่ใบทั้งหมดมีโอกาสได้รับแสงอย่างทั่วถึง เพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง ทำให้การถ่ายเทอากาศภายในทรงพุ่มดีขึ้น ช่วยลดปริมาณการแพร่

ระบาศของโรคและแมลง และช่วยให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เคลื่อนผ่านปากใบสู่เนื้อเยื่อภายในได้สะดวกขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

การทดลองนี้ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อระดับการให้ผลผลิตของทุเรียน ได้แก่ การระบายน้ำของดิน ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิดิน ความชื้นใต้ทรงพุ่ม อุณหภูมิใต้ทรงพุ่ม และปริมาณฝน ซึ่งจะได้้นำปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อหาความสัมพันธ์กับดัชนีพืชพรรณในระบบภูมิสารสนเทศ และนำไปสู่การพยากรณ์เชิงพื้นที่ต่อไป

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ข้อมูลและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการให้ผลผลิตทุเรียน นักวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและนำไปศึกษาเพิ่มเติม

11. คำขอขอบคุณ (ถ้ามี)

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนวิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศสู่เกษตรดิจิทัล ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำ ปรับแก้งานวิจัยนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เกี่ยวข้อง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ขอขอบคุณเกษตรกรแปลงทุเรียนจังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. เอกสารวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตทุเรียนให้มีคุณภาพ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 55 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 1 ดินบนพื้นที่ราบต่ำ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 579 หน้า.

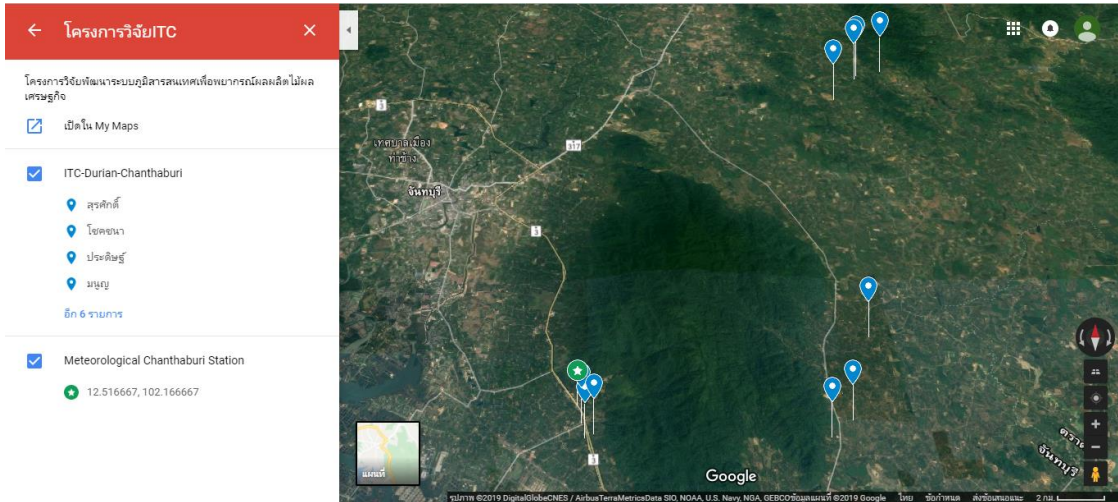
กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 1939 หน้า.

ภราดร กาญจนสุธรรม, นิพนธ์ ตั้งธรรม และเรืองโร โตกฤษณะ. 2557. การประมาณผลผลิตต่อไร่ของข้าวนาปรังด้วยข้อมูลดาวเทียม SMMS โดยใช้ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) :

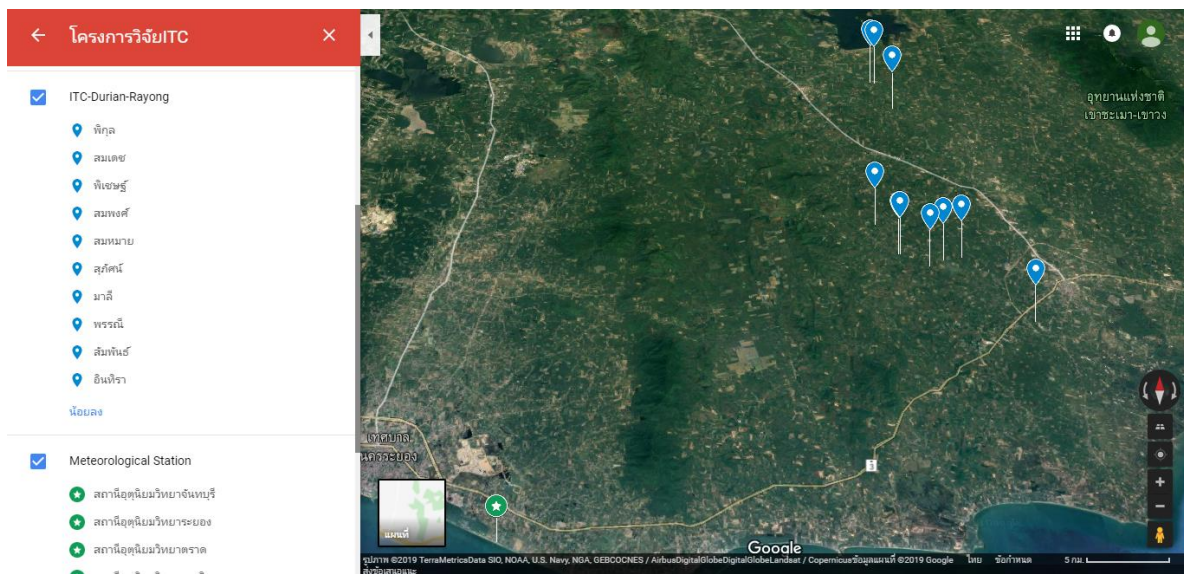
กรณีศึกษา อำเภอเมืองจังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2557.

- ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2556. **โครงการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียมอเนกประสงค์ขนาดเล็ก (SMMS).** ที่มา <http://smms.eng.ku.ac.th/> สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2556. **เอกสารสถิติการเกษตร** เล่มที่ 402. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 104 หน้า. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. **วารสารการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร** ปีที่ 29 ฉบับที่ 2 (มิถุนายน 2557). ที่มา : http://www2.oae.go.th/forecast/page2_th.html สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2560. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 215 หน้า.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2547. **พื้นที่การปลูกรวม และ ผลผลิตมะม่วงพันธุ์ต่างๆ ในปี พ.ศ. 2547.** กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สำเนาโรเนียว.
- อรรถชัย จินตะเวช และศรินทิพย์ พรหมฤทธิ. 2545. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยการประมาณผลผลิตอ้อย ด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์.** ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 508 น.
- อานนท์ ศักดิ์วีระวิชัย. 2561. **เมื่อ Data Science เข้ามา สถิติศาสตร์จะปรับตัวอย่างไร.** <http://www.slideshare.net/BAINDA/data-science-90291226>. 11 พฤษภาคม 2561.
- Ralf Hartmut Güting. 1994. **An Introduction to Spatial Database Systems** Fern Universität Hagen, Germany.
- Satya Priya. 2013. **GIS based crop production model and its application.** RMSI Pvt. Ltd., India.
- Wang, J., Rich, P.M., & Price, K.P., 2003. **Temporal Responses of NDVI to Precipitation and Temperature in the Central Great Plains, USA.** International Journal Remote Sensing. 24(11), 2345-2364.

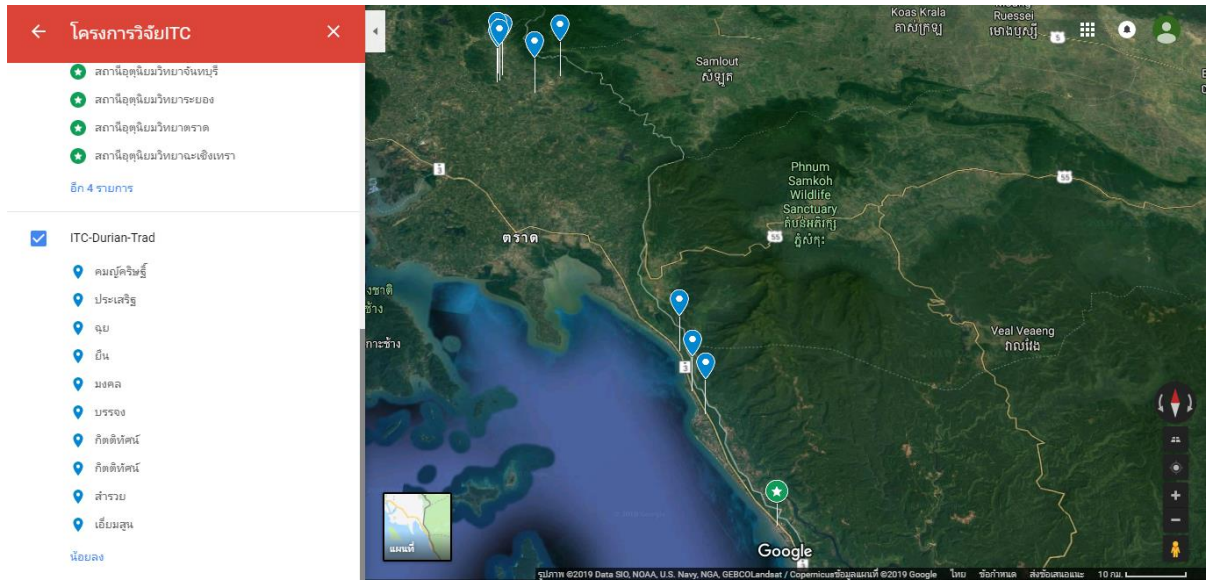
ภาคผนวก



ภาพที่ 1 แผนที่แปลงทุเรียนของเกษตรกรจังหวัดจันทบุรีและสถานีอุตุนิยมวิทยาจันทบุรี กลุ่มงานเกษตรพลีว ตำบลตะปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี



ภาพที่ 2 แผนที่แปลงทุเรียนของเกษตรกรจังหวัดระยองสถานีอุตุนิยมวิทยาระยอง ตำบลพะพง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง



ภาพที่ 3 แผนที่แปลงทุเรียนของเกษตรกรจังหวัดตราดสถานีอุตุนิยมวิทยาดตราด ตำบลคลองใหญ่ อำเภอกลองใหญ่ จังหวัดตราด