บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แหล่งปลูกมะพร้าวที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และจังหวัดทางภาคตะวันออก รอบๆ อ่าวไทย โดยมีพื้นที่โดยรวมในการปลูกมะพร้าวประมาณ 2.5 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 1.35 ล้านตัน ต่อปี (อังคณา สุวรรณกูฎ, 2556) มะพร้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งผลสำรวจจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า ประชากรไทย 1 คน จะบริโภคเนื้อมะพร้าวประมาณปีละ 8.273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผลต่อคนต่อปี จากอาหารทั้งคาวทั้งหวานในชีวิตประจำวันของคนไทย ดังนั้นในปัจจุบันประชากรไทยมีจำนวนประมาณ 64.9 ล้านคน จะใช้ผลมะพร้าวประมาณ 1152 ล้านผล หรือประมาณ 75% ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือประมาณ 25% ของผลผลิตทั้งหมด ใช้ในรูปของอุตสาหกรรมหรือส่งออก

ปัญหาและความต้องการของเกษตรกรที่ปลูกมะพร้าวในประเทศไทย พบว่าส่วนใหญ่เกษตรกรที่ปลูกมะพร้าวมีความต้องการงานวิจัยด้านการประมาณผลผลิตมะพร้าวเนื่องจากพบปัญหาทั้งในอดีตและปัจจุบันเรื่องราคามะพร้าว ที่มีทั้งราคาลดลงจนชาวสวนขาดทุน และราคามะพร้าวสูงเกิดกำลังของผู้บริโภคจนมีผลกระทบต่อค่าครองชีพ

ดังนั้นคณะวิจัยจึงเล็งเห็นว่า ควรมีการวิจัยเรื่อง การสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าวด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทย เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรจากต้นเหตุที่แท้จริง ในการนำระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ที่ได้จากผลวิจัยมาบริหารจัดการและการวางแผนการทำการเกษตรได้อย่างเหมาะสม ลดปัญหาผลผลิตมะพร้าวขาดตลาด และผลผลิตมะพร้าวที่ล้นตลาด ซึ่งเป็นปัญหาหลักทางการเกษตรของเกษตรกรกลุ่มผู้ปลูกมะพร้าว ในประเทศไทย

การสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศคือระบบที่สร้างจากการคำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าวและการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว โดยงานวิจัยนี้ใช้พืชพันธ์มะพร้าวจากพื้นที่เกษตรในประเทศไทย ในการศึกษาและทำวิจัย และจะใช้ระบบภูมิสารสนเทศ ในการคำนวณเชิงพื้นที่ของการสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยคุณสมบัติทางด้านคลื่นแสงจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 ของประเทศสหรัฐอเมริกา ช่วยในการวิเคราะห์จำแนกรายละเอียดพื้นที่การปลูกมะพร้าวจากพื้นที่เกษตร

โดยงานวิจัยนี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผน พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ข้อ 5.7 การปรับระบบบริหารจัดการภาครัฐเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหารและพลังงาน โดยสอดคล้องกับแนวทางการดำเนินงาน ในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศด้านอาหารและพลังงานตั้งแต่การผลิตการตลาด ไปจนถึงการบริโภคให้มีความถูกต้อง สามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้

โดยง่าย เพื่อใช้ในการวางแผน พัฒนา แก้ไขปัญหา และเตือนภัย โดยพัฒนารูปแบบการเผยแพร่ข้อมูลในระบบอินเตอร์เน็ต รวมทั้งพัฒนาการสร้างตัวชี้วัดการพึ่งพาตนเองด้านอาหารตั้งแต่ระดับครอบคัว ชุมชน และระดับประเทศ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพึ่งพาตนเองด้านอาหาร และใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนนโยบายด้านการเกษตรในระยะต่อไป

จากข้อค้นพบข้างต้นดังกล่าวพบความน่าสนใจของการสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าวด้วยระบบภูมิสารสนเทศ 2 ประการกล่าวคือปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าวและการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าวรวมถึงการสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าวให้มีความถูกต้อง เกษตรกรสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้โดยง่าย ดังนั้นจึงกำหนดคำถามวิจัย 3 คำถามดังนี้ คำถามแรกคือ การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพื้นที่เกษตรกรรมประเภทมะพร้าว ในประเทศไทย มีลักษณะการกระจายตัวอย่างไร คำถามที่สองคือ ปัจจัยปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าว และการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และคำถามที่สามคือ การสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว มีรูปแบบอย่างไร

โดยข้อค้นพบที่ได้หลังจากวิจัยเสร็จสิ้นจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานด้านการวางแผน พัฒนา แก้ไขปัญหา และเตือนภัยด้านการเกษตร ในกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกมะพร้าวในประเทศไทยโดยคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าประโยชน์สูงสุดที่จะได้รับจะสามารถลดความเดือนร้อนของเกษตรกรจากปัญหาผลผลิตมะพร้าวล้นตลาดที่ส่งผลกระทบให้ราคาผลผลิตมะพร้าวตกต่ำ และปัญหามะพร้าวขาดตลาด ที่ส่งผลกระทบให้ราคามะพร้าวสูงเกินไป ทำให้ค่าครองชีพของผู้บริโภคสูงขึ้น นอกจากนี้คณะผู้วิจัยหวังว่าการวิจัยครั้งนี้จะเป็นก้าวแรกในการสร้างองค์ความรู้เชิงพื้นที่เกี่ยวกับการชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าวโดยถ้าไม่เกิดงานวิจัยเรื่องการสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทยจะส่งผลกระทบทางลบต่อภาคการเกษตร กลุ่มเกษตรกรที่ปลูกมะพร้าวในประเทศไทย ในการขาดเครื่องมือ และระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าวภายในพื้นที่ได้ ทำให้การวางแผน พัฒนา แก้ไขปัญหา และการเตือนภัยที่ขาดความแม่นยำเชิงพื้นที่ ในที่สุดจะส่งผลกระทบทางลบต่อภาคเศรษฐกิจทางการเกษตรในระดับจังหวัด ภูมิภาค และประเทศ

1.2 คำถามงานวิจัย

คำถามงานวิจัย 3 ข้อ คือ

1.2.1 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพื้นที่เกษตรกรรมประเภทมะพร้าว ในประเทศไทย มีลักษณะการกระจายตัวอย่างไร

1.2.2 ปัจจัยปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าว และการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

1.2.3 การสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว มีรูปแบบอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เป้าหมายสูงสุดของงานวิจัยนี้ คือการมุ่งเน้นการสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศคือระบบที่สร้างจากการคำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าวและการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว โดยจะช่วยลดความเดือนร้อนของเกษตรกรจากปัญหาผลผลิตมะพร้าวล้นตลาด ที่ส่งผลกระทบให้ราคาผลผลิตมะพร้าวตกต่ำ อาจทำให้เกษตรกรเกิดความขาดทุนในการประกอบอาชีพการเกษตร และปัญหามะพร้าวขาดตลาด ซึ่งอาจจะเกิดผลกระทบให้ราคามะพร้าวสูงเกินไป ทำให้ค่าครองชีพของผู้บริโภคสูงขึ้น

โดยวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือ

1) หาการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพื้นที่เกษตรกรรมประเภทมะพร้าว ในประเทศไทย

2) หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าว และการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว

3) สร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ

1.4 หน่วยวิเคราะห์ หรือกลุ่มตัวอย่างประชากร

เนื่องจากการวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยเชิงพื้นที่ ร่วมกับการสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างจึงเป็นพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรผลผลิตจำพวกมะพร้าว ในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

1.5 ตัวชี้วัด

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าว และการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว ในประเทศไทย

1.6 เครื่องมือ

เครื่องมือการตอบคำถามการวิจัยมีดังนี้

1) เครื่องคอมพิวเตอร์
2) เครื่องรังวัดพิกัดจากดาวเทียม (GPS) จำนวน 2 ชุด
3) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8
4) โปรแกรม ERDAS ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม
5) แผนที่ภูมิประเทศ 1:50000

1.7 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทยมีประเด็นต่างๆที่เป็นขอบเขตการวิจัยดังต่อไปนี้

7.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เน้นการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าว และการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าวเพื่อสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทย

7.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

เน้นสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร ที่ปลูกพืชพันธ์มะพร้าว ในประเทศไทย

7.3 ขอบเขตด้านเวลา เน้นสำรวจข้อมูลเพื่อสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทย ในรอบปี 2553 - 2558(1 มกราคม 2553 – 31 ธันวาคม 2558)

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยด้านผลผลิตทางการเกษตร ส่วนใหญ่มักวิจัยเกี่ยวกับการเพาะพืชพันธุทางการเกษตร การขนส่งผลผลิตทางการเกษตร และการพัฒนาเครื่องมือการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร และการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น แต่ยังขาดแคลนองค์ความรู้เชิงพื้นที่ในการคำนวณ การคาดการณ์ การชี้วัดและประมาณผลผลิตทางการเกษตรเชิงพื้นที่ สามารถเห็นภาพรวมและผลผลิตโดยรวมในระดับอำเภอ จังหวัด ภูมิภาค และระดับประเทศได้ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศด้านผลผลิตทางการเกษตร เพื่อใช้ในการวางแผน พัฒนา แก้ไขปัญหา และเตือนภัยเชิงพื้นที่ กล่าวคือ ผลการวิจัยในประเทศส่วนใหญ่ ไม่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับมิติเชิงพื้นที่ในการชี้วัดประมาณผลผลิตทางการเกษตร การวิจัยครั้งนี้นับเป็นก้าวแรกสำหรับการเปิดปริมณฑลทางความคิดเพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้ ความเข้าใจ เชิงพื้นที่ของการชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ก่อนจะขยายสู่พื้นที่และปริมณฑลทางความคิดอื่นต่อไปในอนาคต นอกจากนี้โดยข้อค้นพบที่ได้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะนำไปสู่การแก้ปัญหา และเตือนภัยด้านการเกษตร โดยคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าประโยชน์สูงสุดที่จะได้รับจะสามารถลดความเดือนร้อนของเกษตรกรจากปัญหาผลผลิตมะพร้าวล้นตลาด และผลผลิตมะพร้าวขาดตลาด ที่ส่งผลกระทบให้ราคาผลผลิตมะพร้าวตกต่ำและราคาสูงเกินไป ที่เน้นใช้ข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ วางแผนในการบริหารจัดการผลผลิตทางการเกษตรประเภทมะพร้าวในระดับประเทศ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการลดต้นทุนความสูญเสียทางตรงจากปัญหาผลผลิตมะพร้าวล้นตลาด และขาดตลาด ในประเทศไทยสุดท้ายคณะผู้วิจัยหวังจะกระตุ้นให้เกษตรกรได้เข้าถึงข้อมูลด้านการวางแผนบริหารจัดการ การชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าวอย่างง่ายด้วยระบบภูมิสารสนเทศ เนื่องจากเล็งเห็นว่าปัญหาด้านการผลผลิตมะพร้าวล้นตลาดและผลผลิตมะพร้าวราคาตกต่ำ หรือราคาผลผลิตมะพร้าวสูงเกินไปเพราะผลผลิตมะพร้าวขาดตลาดนับวันยิ่งมีความไม่แน่นอนและความไม่มั่นคงทางเศรษฐกิจระดับครัวเรือนของเกษตรกร และผู้บริโภคมากขึ้น สวนทางกับปริมาณองค์ความรู้ที่ใช้สำหรับการชี้วัดประมาณผลผลิตทางการเกษตรโดยสามารถระบุประโยชน์ในระดับต่างๆ ได้ดังนี้

1.8.1 ประโยชน์ในระดับสังคม ท้องถิ่น ชุมชน

เกษตรกรได้เข้าถึงข้อมูลด้านการวางแผนบริหารจัดการ การชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าวอย่างง่าย ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ

1.8.2 ประโยชน์ในระดับเศรษฐกิจ

ลดความเสี่ยงความสูญเสียทั้งทางตรงจากปัญหาผลผลิตมะพร้าวล้นตลาด และทางอ้อมจากการราคาผลผลิตมะพร้าวตกต่ำ ของเกษตรกร

ลดความเสี่ยงจากค่าครองชีพของผู้บริโภคที่สูงขึ้น จากผลผลิตมะพร้าวขาดตลาดที่ทำให้ราคามะพร้าวสูงเกินไป

1.8.3 ประชาชนระดับนโยบาย

ส่งเสริมและพัฒนางานวิจัยเพื่อการเกษตร สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผน พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)ข้อ 5.7 การปรับระบบบริหารจัดการภาครัฐเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหารและพลังงาน โดยสอดคล้องกับแนวทางการดำเนินงาน ในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศด้านอาหารและพลังงานตั้งแต่การผลิตการตลาด ไปจนถึงการบริโภคให้มีความถูกต้องสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้โดยง่าย เพื่อใช้ในการวางแผน พัฒนา แก้ไขปัญหา และเตือนภัย โดยพัฒนารูปแบบการเผยแพร่ข้อมูลในระบบอินเตอร์เน็ต รวมทั้งพัฒนาการสร้างตัวชี้วัดการพึ่งพาตนเองด้านอาหารตั้งแต่ระดับครอบคัว ชุมชน และระดับประเทศ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพึ่งพาตนเองด้านอาหาร และใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนนโยบายด้านการเกษตรในระยะต่อไป

1.8.4 ประโยชน์ด้านวิชาการ

นักวิจัย นักวิชาการ สามารถนำผลการศึกษาวิจัย ไปบูรณาการในศาสตร์แขนงต่างๆ ทั้งศาสตร์ทางด้านการวางแผนภาคและเมือง ภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ และด้านเกษตรกรรมได้

1.9 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

การจัดประชุม สัมมนา เผยแพร่ผลงานวิจัยให้แก่หน่วยงานด้านการพัฒนาการศึกษาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวางแผนพัฒนาการใช้ประโยชน์พื้นที่ทางเกษตรกรรม การบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมศูนย์การเรียนรู้ชุมชน และเกษตรกรในท้องถิ่น รวมถึงเจ้าหน้าที่ของรัฐที่เกี่ยวข้องกับด้านเกษตรกรรมในท้องถิ่น

1.10 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

ผลสำเร็จของงานวิจัยครั้งนี้เป็นผลสำเร็จระยะกึ่งกลาง คือสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทยสามารถช่วยเหลือเกษตรกรจากต้นเหตุที่แท้จริง ในการนำระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ที่ได้จากผลวิจัยมาบริหารจัดการและการวางแผนการทำการเกษตรได้อย่างเหมาะสม ลดปัญหาผลผลิตขาดตลาด และผลผลิตที่ล้นตลาด ซึ่งเป็นปัญหาหลักทางการเกษตรของเกษตรกรในประเทศไทย

1.11 วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากคำถามงานวิจัยที่ 1 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพื้นที่เกษตรกรรมประเภทมะพร้าว ในประเทศไทย มีลักษณะการกระจายตัวอย่างไร

1.11.1 กลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากการวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยเชิงพื้นที่ ร่วมกับการสร้างระ บบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างจึงเป็นพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรผลผลิตจำพวกมะพร้าว ในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

เครื่องมือการตอบคำถามการวิจัยมีดังนี้

1) เครื่องคอมพิวเตอร์
2) เครื่องรังวัดพิกัดจากดาวเทียม (GPS) จำนวน 2 ชุด
3) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8
4) โปรแกรม ERDAS ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม
5) แผนที่ภูมิประเทศ 1:50000

1.11.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาและจำแนกรายละเอียดพื้นที่การปลูกมะพร้าว ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 8 ขนาดรายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร มีการบันทึกการสะท้อนคลื่นทั้งหมดเก้าช่วงคลื่น แต่ละชุดใช้วิธีการจำแนกทั้งแบบควบคุม (Supervised Classification) และแบบไม่ควบคุม (unsupervised classification) เทคโนโลยีเชิงพื้นที่ดังกล่าวเน้นความถูกต้องของพื้นที่ปลูกมะพร้าวเชิงคุณสมบัติ (attribute accuracy)

เทคโนโลยีข้อมูลเชิงพื้นที่อีกชนิดหนึ่งซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมความถูกต้องของพื้นที่ปลูกมะพร้าวเชิงตำแหน่ง (Position accuracy) คือ ระบบการกำหนดตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก โดยใช้สำรวจหาและกำหนดตำแหน่งพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ของข้อมูลพื้นที่ปลูกมะพร้าวและการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ภายในระวางข้อมูล ด้วยวิธีการรังวัดแบบสัมบูรณ์ (absolute positioning) และใช้กำหนดจุดควบคุมในการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Rectification) และการทำแผนที่พื้นที่ปลูกมะพร้าวในระดับตำบล ด้วยวิธีการรังวัดแบบสัมพันธ์ (Relative Positioning) ซึ่งสามารถควบคุมความถูกต้องของแผนที่แสดงพื้นที่การปลูกมะพร้าวให้อยู่ในเกณฑ์ ±5 เมตร ด้วยวิธีการปรับแก้ค่าความต่าง (Differential Correction) จากหมุดหลักฐานการรังวัด GPS ชั้นที่หนึ่งของกรมแผนที่ทหาร โดยใช้เป็น Base Station ของการสำรวจเพื่อการทำแผนที่พื้นที่ปลูกมะพร้าว

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม

การดำเนินกรรมวิธีวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเพื่อทำแผนที่พื้นที่ปลูกมะพร้าว เป็นการศึกษาลักษณะค่าการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของพื้นที่ปลูกมะพร้าวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรที่มีฤดูกาลปลูกและลักษณะค่าการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใกล้เคียงกัน เช่น พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่างๆและพื้นที่นาข้าว เป็นต้น ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมจะทำให้สามารถจำแนกรายละเอียดของพื้นที่ปลูกมะพร้าวออกจากพื้นที่ได้

ขั้นตอนกรรมวิธีวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเพื่อทำแผนที่พื้นที่การปลูกมะพร้าว สามารถแบ่งออกหกขั้นตอน และมีรายละเอียดดังนี้

1.11.3 การแก้ไขความถูกต้องในเชิงตำแหน่งของข้อมูล (Image Rectification)

การแก้ไขค่าความคลาดเคลื่อนในเชิงตำแหน่งภาพดาวเทียม คือกระบวนการปรับข้อมูลภาพให้มีความถูกต้องตรงตามตำแหน่งแท้จริงบนพื้นผิวโลก หมายถึง การเพิ่มค่าความสูงต่ำของจุดภาพให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้จากดาวเทียมทำให้จุดภาพแต่ละจุดมีสภาพเหมือนกับแบนระนาบเดียวกันทุกจุดภาพ การแก้ไขเชิงตำแหน่งดำเนินการโดยยึดหลักระบบพิกัดมาตรฐานสากล โดยใช้วิธีการอ้างอิงจุดพิกัด (Map Coordinates) จากแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000 ของกรมแผนที่ทหาร เป็นมาตรฐานในการสร้างจุดควบคุม (GCPs) เพื่อการปรับให้พื้นที่ในข้อมูลภาพดาวเทียมมีความถูกต้องทางตำแหน่งโดยหลักการ geo referencing เป็นวิธีการที่นำค่าพิกัดของจุดในแนวระนาบ (X,Y coordinates) ของแต่ละจุดควบคุมในข้อมูลภาพจากดาวเทียมและแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ด้วยวิธี Least Mean Square Regression ผลการคำนวณได้ค่าสัมประสิทธิ์ จากนั้นผู้วิเคราะห์สามารถนำค่าสัมประสิทธิ์ประกอบการคำนวณค่า Root Mean Square Error ค่าน้อยที่สุดและไม่เกินขนาดรายละเอียด (Resolution) ของภาพจากดาวเทียม ในกรณีของภาพ LANDSAT -8 Operational Land Imager (OLI) ใช้ค่า RMS Error น้อยกว่า 30 เมตร

1.11.4 การปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Enhancement)

การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพดาวเทียมมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับความคมชัดของข้อมูลภาพให้เหมาะสมแก่การจำแนกขั้นต้นด้วยสายตาเพื่อประกอบการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเป็นค่าข้อมูลตัวเลข ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-255 ในแต่ละช่วงคลื่นทั้งหมดเก้าช่วงคลื่น ภาพที่ได้จากข้อมูลเหล่านี้สร้างขึ้นเป็นภาพขาว-ดำที่มีรายละเอียดของข้อมูลภาพตามค่าของข้อมูลในแต่ละจุดภาพซึ่งเรียกว่าค่าระดับสีเทา (Grey Level) โดยปกติค่าระดับสีเทาที่ได้รับมาจากสัญญาณดาวเทียมและนำมาสร้างเป็นภาพจะยังไม่สามารถให้ความคมชัดเท่าที่ควร ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ปฏิกิริยาของบรรยากาศที่มีต่อพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือความบกพร่องของเครื่องมือบันทึกข้อมูล (Detector) วิธีการปรับความคมชัดกระทำได้หลายวิธี โดยพิจารณาจากลักษณะค่าความถี่สะสมของข้อมูลภาพว่าเป็นอย่างไร และขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่าต้องการเน้นความคมชัดของข้อมูลในลักษณะใด วิธีการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพดาวเทียมมีหลายวิธี เช่นการใช้สมการเส้นตรงและเส้นโค้งในการยืดค่าข้อมูลให้เกิดความแตกต่างมากขึ้น (Linear and non Linear contrast

stretching) การทำภาพ Ratio Band การทำภาพ Principal Component Analysis การทำภาพ Vegetation Index หรือการปรับคุณภาพของภาพข้อมูลโดยการปรับเชิง-พื้นที่ (Spatial Filtering) เช่น Low-Frequency Filtering หรือ High-Frequency Filtering เป็นต้น (Jensen, 2004)

1.11.5 การสร้างภาพสีผสมของข้อมูล (Color Composite)

การสร้างภาพสีผสมของข้อมูลจากดาวเทียมเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อสะดวกต่อผู้ศึกษาในการทำความเข้าใจลักษณะของข้อมูลภาพดาวเทียมได้ชัดเจนยิ่งขึ้นกว่าการใช้ภาพขาว-ดำ การสร้างภาพสีผสมดำเนินการด้วยวิธีผสมข้อมูลภาพดาวเทียมของช่วงคลื่นที่ต้องการศึกษาผ่านเข้ากับแม่สีหลัก (สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน) ของทั้งสามช่วงคลื่น ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปเป็นข้อมูลเพื่อจำแนกหรือวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ต่อไป

สำหรับการศึกษาข้อมูลพื้นที่ปลูกมะพร้าว ผู้วิจัยได้ทำการสร้างภาพสีผสมในลักษณะเช่น ภาพสีผสมเท็จ (True Color Composite) ภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) และภาพสีผสมเท็จที่ใกล้เคียงความจริง (Pseudocolor Composite) โดยผสมช่วงคลื่นต่างๆ ที่สามารถบันทึกข้อมูลพืชพรรณค่างๆเข้ามาผสมกัน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถศึกษาแนวทางในการจำแนกพื้นที่เกษตรอื่นๆ ได้พอสมควร นอกจากนี้ทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางจำแนกพืชพรรณออกจากกัน ยังสามารถใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบทางภาคสนาม ทำให้การเปรียบเทียบข้อมูลภาพและสภาพจริงดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ

1.11.6 การตรวจสอบภาคสนาม (Field Check)

การตรวจสอบภาคสนามมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้เทคนิคข้อมูลระยะไกล (RS) และระบบการกำหนดตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (GPS) มีประโยชน์สองด้านคือ เพื่อเก็บข้อมูลในสนามและเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการแปลภาพ นอกจากนี้ยังสามารถประกอบกาตรวจสอบความถูกต้องของการคาดการณ์ผลผลิตมะพร้าวในพื้นที่ โดยเฉพาะผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองที่ผ่านการ Validate แล้ว (Monteith, 1991)

คณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบภาคสนามบริเวณพื้นที่การปลูกมะพร้าวและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นที่คาดว่าคุณสมบัติการสะท้อนแสง (Spectral Reflectance) ใกล้เคียงและอาจผสมผสานกับค่าการสะท้อนคลื่นแสงของพื้นที่ปลูกมะพร้าวอย่างละเอียด โดยทำการรังวัดพิกัดของจุดตรวจสอบตัวอย่าง (Checking Area) ในพื้นที่การเกษตรต่างๆด้วยเครื่องมือ GPS และนำค่าพิกัดของตำแหน่งตรวจสอบเหล่านั้นมากำหนดลงในข้อมูลภาพดาวเทียม เพื่อสร้างพื้นที่ตัวอย่าง (Training Site) ของแต่ละกิจกรรม อนึ่งการตรวจสอบภาคสนามยังเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลภาพดาวเทียมในการปรับแก้เชิงตำแหน่ง (Image Rectification) อีกทางหนึ่งด้วยหลังจากที่ปรับแก้เชิงตำแหน่งได้ปฏิบัติในสำนักงานและควบคุมความถูกต้องด้วยค่า Transformation Matrix

1.11.7 การจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Classification)

หมายถึงการจัดจำแนกจุดภาพภายในระวางภาพดาวเทียมออกเป็นประเภทของการใช้ที่ดิน (Land Use Type) หรือเป็นข้อมูลรอบคลุมที่ดิน (Land Cover) ชนิดต่างๆโดยใช้หลักการทางสถิติกับข้อมูลทุกช่วงคลื่นที่ถูกบันทึกเก็บไว้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขของภาพดาวเทียม สามารถแบ่งออกเป็นวิธีการจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมได้เป็นสองวิธีการ คือ การจำแนกแบบควบคุม และการจำแนกแบบไม่ควบคุม

การจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Classification) ใช้ข้อมูลจากภาคสนาม แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศหรือข้อมูลอื่นๆ ที่ทราบตำแหน่งและคุณลักษณะของพื้นที่แน่นอน รวมในการคำนวณค่าสถิติของจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) โดยนำมาสร้างเป็นข้อมูลการสะท้อนแสง (Signature File) ของพื้นที่ปลูกมะพร้าวและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ โดยเฉพาะพื้นที่การปลูกพืชไร่อื่นๆ ที่ข้างเคียงกับพื้นที่ปลูกมะพร้าว ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการทำแฟ้มข้อมูล สำหรับลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นที่เหล่านั้น ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้สำหรับการจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพจากดาวเทียมทั้งระวางด้วยวิธีแบบควบคุม ค่าการสะท้อนแสงของข้อมูลในแต่ละจุดภาพ (Pixel) ของข้อมูลภาพจากดาวเทียมจะถูกคำนวณโดยมีค่าข้อมูลของ Training Area เป็นต้นแบบและข้อมูลทุกๆ Pixel จะถูกตัดสินด้วยวิธีการทางสถิติว่าควรเป็นข้อมูลที่ตกอยู่ในลักษณะพืชผล หรือการใช้ที่ดินประเภทใด

การจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ใช้หลักการจำแนกค่าการสะท้อนแสงของวัตถุเป็นหลัก (Spectral Classes) โดยไม่ใช้ข้อมูลตัวอย่าง (Training Data) ในการกำหนดประเภทของการใช้ที่ดิน นั่นคือใช้ลักษณะการจับกลุ่มของข้อมูลที่มีค่าการสะท้อนของคลื่นแสงที่ใกล้เคียงกันอยู่ในชุดเดียวกัน และจากนั้นทำการเปรียบเทียบหรือให้ความหมาย (Identify) ค่าข้อมูลที่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันตามข้อมูลต่างที่มีอยู่ เช่นข้อมูลภาคสนาม แผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ และข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีการจำแนกไว้ในเกณฑ์มาตรฐานที่เชื่อถือได้ (Lillesand, Kiefer, &Chipman, 2007) ในทางปฏิบัติของการจำแนกแบบนี้เรียกว่า การจัดกลุ่ม (Clustering) อีกนัยหนึ่งเป็นการจัดกลุ่มของชุดข้อมูลค่าการสะท้อนแสงของวัตถุที่ต้องการศึกษาซึ่งมีสองวิธีการคือ Isodata Clustering และ RGB Clustering คณะผู้วิจัยเลือกวิธีการการจัดกลุ่มข้อมูลแบบแรกสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกมะพร้าว

การจัดกลุ่มค่าเหมือนกัน (Isodata Clustering) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการวิเคราะห์ซ้ำด้วยค่าข้อมูลเดิมตั้งแต่ขั้นตอนการจำแนกข้อมูลถึงขั้นตอนการคำนวณทางสถิติ โดยใช้ค่า Spectral Distance ที่น้อยที่สุดในการกำหนดกลุ่มของข้อมูลแต่ละชุด โดยเริ่มจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลที่ระบุให้ และคำนวณซ้ำจนกระทั่งค่าเฉลี่ยของหกลุ่มข้อมูลต่างๆเหล่านั้น เปลี่ยนค่าเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลในทั้งชุดของภาพ (ERDAS, 2012)

1.11.8 การประเมินค่าความถูกต้อง (Classification accuracy assessment)

การประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกค่าข้อมูลภาพจากดาวเทียมทั้งแบบควบคุมและไม่ควบคุมการจำแนกเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญและจำเป็นมาก คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินความถูกต้องสองวิธีการ ได้แก่ Error matrix และ KHAT statistic (Congalton, 1991) วิธีการแรกเป็นตารางแสดงจำนวนจุด (Pixel) ที่กำหนดให้เป็นการใช้ดินชนิดใดชนิดหนึ่งตามสภาพการใช้ที่ดินที่มีการตรวจสอบในสนาม (Reference Data) การสร้างตารางโดยทั่วไปกำหนดให้แนวตั้ง (Columns) แสดงจำนวนจุดที่มีตรงกับค่าที่ได้จากสนามและในแนวนอน (Row) แสดงจำนวนจุดจุดในแนวทแยงมุมของตารางเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้การสร้างตาราง error

matrix ยังทำให้คำนวณดัชนีความถูกต้องได้ 3 ค่า ดัชนีกำหนด (Producer Accuracy) ดัชนีจริง (User accuracy) และดัชนีรวม (Overall Accuracy)

ดัชนีกำหนด (Producer Accuracy) คำนวณตามแนวตั้งเป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนจุดกำหนดที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทนั้นในสภาพจริงตามกำหนดในสนามและจำนวนจุดกำหนดที่รวมของจุดประเภทต่างๆที่ตกอยู่ในสภาพการใช้ที่ดินประเภทนั้น ดัชนีจริง(User Accuracy) คำนวณตามแนวนอนเป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนจุดที่กำหนดที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทนั้นในสภาพจริงตามกำหนดในสนามและจำนวนจุดรวมของจุดสภาพจริงประเภทนั้น ที่ตกอยู่ในค่ากำหนดของสภาพจริงประเภทอื่นๆ ดัชนีรวม (Overall Accuracy) คำนวณตามแนวทแยงมุมของตารางเป็นสัดส่วนระหว่างผลรวมของค่าที่สภาพกำหนดกับสภาพจริงและผลรวมของจุดทั้งหมดในตาราง (Congalton, 1991) KHAT สามารถคำนวณได้สองลักษณะคือ KHAT รวมและ KHAT เฉพาะประเภทการใช้ที่ดิน (Congalton, 1991) ได้เสนอสมการที่ใช้ในการคำนวณ KHAT ดังนี้

$$\kappa = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+} * x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+} * x_{+i})}$$

โดยที่ r จำนวนแถวในตาราง matrix

X_{iI} จำนวนข้อมูลที่วัดในแถวที่ I สดมภ์ที่ I

X_{i+}, X_{+i} จำนวนรวมที่แถว I และสดมภ์ I ลำดับ

N จำนวนรวมของข้อมูลที่วัดทั้งหมด

จากคำถามงานวิจัยที่ 2 ปัจจัยปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าว และการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 เมื่อได้รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ในคำถามวิจัยข้อที่ 1 เพื่อทราบถึงรูปแบบการกระจายตัวของพื้นที่ปลูกมะพร้าว จากนั้นหาพื้นที่เหมาะสมการเพาะปลูกมะพร้าวโดยสร้างสมมติฐานพื้นที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับข้อเท็จจริงเชิงพื้นที่จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 โดยขั้นตอนการหาพื้นที่เหมาะสมการปลูกมะพร้าวในพื้นที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย AHPต่อไป

การวิเคราะห์การตัดสินใจด้วย AHP มี 8 ขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดทางเลือก ในแต่ละปัญหาจะมีทางเลือกในการแก้ไขที่หลากหลาย ในขั้นตอนนี้ให้กำหนดทางเลือกต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
2) ระบุระดับของเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold Level) ที่ต้องการของแต่ละทางเลือก
3) คัดเลือกทางเลือกเบื้องต้นจากทางเลือกที่กำหนดในขั้นที่ 1 โดยตรวจสอบกับเกณฑ์ต่ำสุดถ้าทางเลือกใดต่ำกว่าเกณฑ์ให้คัดออก
4) ระบุเกณฑ์ (Criteria) หรือเกณฑ์ย่อย (Sub criteria) เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกดีที่สุดใน (3)

5) สร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ (Develop Decision Hierarchy) จากทางเลือกและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยอย่างน้อยจะมี 3 ลำดับชั้นคือ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria)และทางเลือก (Alternatives)
6) เปรียบเทียบเกณฑ์ทีละคู่ แล้วเปรียบเทียบที่ละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบทางเลือกนั้นจะให้คะแนนเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพก็ได้
7) คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือก โดยการนำค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละทางเลือกเป็นเกณฑ์ คูณกับค่าน้ำหนักของเกณฑ์แล้วหาผลรวม ถ้าเรียงลำดับผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือกตามคะแนนจากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด
8) วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ก่อนจะตัดสินใจเลือกทางเลือกจากข้อ 7 จำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์ ทางเลือกที่ดีที่สุดยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ถ้าเป็นจะทำให้เกิดความมั่นใจที่เลือกทางเลือกนั้น

การรวมหลักเกณฑ์แบบถ่วงน้ำหนัก (Simple Additive Weighting Methods: SAW)

ขั้นตอนสุดท้ายหลังจากทราบความหนานแน่นของจุดปลูกมะพร้าวที่อยู่ในช่วงฐานเดียวกันคือการรวมหลักเกณฑ์อาจทำได้หลายวิธีการ Malczwaki (1999) ได้ทบทวนและวิเคราะห์บทความที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ.1900-2004 พบว่าวิธีการที่นิยมมากที่สุดในการรวมหลักเกณฑ์ที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าด้วยกันได้แก่ วิธีการรวมหลักเกณฑ์แบบถ่วงน้ำหนัก เป็นวิธีการรวมหลักเกณฑ์ที่ซับซ้อนน้อยที่สุด ผู้ตัดสินใจกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจ ค่าความสำคัญโดยรวมของแต่ละทางเลือกคำนวณจากผลคูณระหว่างค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์และค่าความสำคัญของแต่ละทางเลือกในแต่ละหลักเกณฑ์แล้วจึงรวมผลลัพธ์ที่ได้จากการคูณดังกล่าวของทุกหลักเกณฑ์เข้าด้วยกัน ทางเลือกที่มีค่าสูงสุดถูกเลือกเป็นลำดับแรกและใช้ร่วมกันได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

$$S = W_1 D_1 + W_2 D_2 + W_3 D_3 + W_n D_n$$

เมื่อ S คือ ค่าคะแนนแสดงความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกมะพร้าวรวม

W_n คือ ค่าน้ำหนักแสดงความสำคัญของพื้นที่ปลูกมะพร้าวที่ n (Weight)

D_n คือ ค่าคะแนนความหนาแน่นที่เป็นมาตรฐานของพื้นที่ปลูกมะพร้าวที่ n

จากคำถามงานวิจัยที่ 3 การสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว มีรูปแบบอย่างไร

จากผลลัทธ์คำถามวิจัยข้อมี่ 1 และ ข้อที่ 2 เมื่อได้รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ในคำถามวิจัยข้อที่ 1 และได้ผลลัพธ์จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 เรื่องการหาพื้นที่เหมาะสมการปลูกมะพร้าวในพื้นที่ จากนั้นนำมาสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว โดยระบบดังกล่าวสร้างขึ้นจากปัจจัยการหาพื้นที่เหมาะสมการปลูกมะพร้าวในพื้นที่รวมกับการกระจายตัวของพื้นที่ปลูกมะพร้าวในแต่ละฤดูกาล จะสามารถชี้วัดผลผลิตมะพร้าวในแต่ละฤดูกาลต่อไป