



การจัดกลุ่มพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ
ภายใต้สภาวะโลกร้อน

นางสาวนิรชา ศรีถาวร

นางสาวปณยาพร ตริอเนกชัย

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาสถิติ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีการศึกษา 2564



CLUSTERING OF RICE, SUGARCANE AND CASSAVA CULTIVATED AREA
BASED ON CLIMATE FACTORS UNDER THE GLOBAL WARMING

MISS NIRACHA SRITHAWORN

MISS PUNYAPORN TREEANEKCHAI

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE OF SCIENCE (STATISTICS)
DEPARTMENT OF MATHEMATICS FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI

2021

การจัดกลุ่มพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ

ภายใต้สภาวะโลกร้อน

นางสาวนิรชา

ศรีถาวร

นางสาวปณยาพร

ศรีอเนกชัย

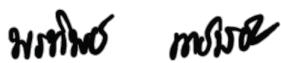
โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีการศึกษา 2564

คณะกรรมการสอบโครงการ



อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

(ดร.พรทิพย์ เดชพิชัย)



กรรมการ

(ผศ.ดร.ณรรฐคุณ วิรุฬห์ศรี)



กรรมการ

(ผศ.ดร.สุชุมาล สาริกะวณิช)



กรรมการ

(ดร.อนุวัฒน์ ตั้งชนวัฒน์สกุล)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อโครงการ	การจัดกลุ่มพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ภายใต้สภาวะโลกร้อน
หน่วยกิต	3
ผู้เขียน	นางสาวนิรชา ศรีถาวร นางสาวปณยาพร ตรีอเนกชัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พรทิพย์ เดชพิชัย
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	สถิติ
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง โดยใช้ปัจจัยสภาพภูมิอากาศจากตัวแบบ CCAM ปี ค.ศ. 2011-2050 และศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในอนาคต โดยใช้ข้อมูลชุดดิน ปี พ.ศ. 2561 ร่วมกับปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ด้วยวิธีการ K-means for joint Longitudinal data (KmL3D) ใช้เกณฑ์ของ Calinski & Harabasz, Kryszczuk variant สำหรับกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม และตรวจสอบความเหมาะสมในการจัดกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยโปรแกรม R-project ส่วนการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และใช้การประมาณค่าระยะทางกลับโดยน้ำหนักเพื่อแสดงผลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (QGIS)

ผลการวิเคราะห์กลุ่มพบว่า จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับการจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศคือ 6 กลุ่ม โดยที่กลุ่ม A เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด กลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย กลุ่ม C เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยถึงปานกลาง กลุ่ม D เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนปานกลางถึงมาก กลุ่ม E เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนมาก และกลุ่ม F เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด ส่วนการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมพบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสมสำหรับพืชทั้ง 3 ชนิด พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F พบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม E, D, F และ C ตามลำดับ พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ และเมื่อพิจารณา ร่วมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F พบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยในระดับ

เหมาะสมมากที่สุดอยู่ในกลุ่ม F และ E ตามลำดับ และพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากที่สุดอยู่ในภาคใต้ และภาคตะวันออก เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F พบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากที่สุดอยู่ในกลุ่ม D, F, E และ C ตามลำดับ

คำสำคัญ : ข้าว, ความชื้นสัมพัทธ์, ปริมาณน้ำฝน, มันสำปะหลัง, อ้อย, อุณหภูมิต่ำสุด, อุณหภูมิสูงสุด, อุณหภูมิเฉลี่ย

Project Title	Clustering of rice, sugarcane and cassava cultivated area based on climate factors under the global warming.
Project Credits	Miss Niracha Srithaworn Miss Punyaporn Treeanekchai
Project Advisor	Dr. Porntip Dechpichai
Program	Bachelor of Science
Field of Study	Statistics
Department	Mathematics
Faculty	Science
Academic Year	2021

Abstract

The objectives of this research were to geospatial grouping according to climate factors suitable for rice, sugarcane and cassava plantation using climate factors from the 2011-2050 CCAM model and to study the areas suitable for planting. Rice, sugarcane and cassava in the future using the 2018 soil data set together with climate factors under climate change, including rainfall, relative humidity, average temperature, maximum temperature and minimum temperature. The K-means for joint Longitudinal data (KmL3D) method used the Calinski & Harabasz, Kryszczuk variant criteria for determining the optimal number of clusters. The suitability of the clustering was examined by analysis of variance with the R-project program. Area optimization was performed using a Simple Additive Weighting method (SAW) with the Analysis Hierarchy Process (AHP). And used the Inverse Distance Weight (IDW) estimation to display spatial results with the Quantum Geographic Information System program (QGIS).

The results of the group analysis revealed that the appropriate number of clusters for clustering the weather stations was 6, where Group A was the lowest precipitation group, Group B was low rainfall, Group C was low to moderate rainfall, Group D was moderate to high rainfall, Group E was high rainfall and Group F was the highest rainfall. The appropriate area analysis found that all regions in Thailand did not have any area unsuitable for the three types of crops. The most suitable areas for growing rice at a very suitable level were in the eastern, central and southern regions, respectively, and when considered together with the results of grouping A, B, C, D, E and F found that the most suitable areas for planting rice at the very reasonable level were in groups E, D, F and C respectively. The most suitable areas for growing sugarcane at a very suitable level were in the south regions and when considered together with the results of grouping A, B, C, D, E and F found

that the most suitable areas for planting sugarcane at the very reasonable level were in groups F and E respectively. The most suitable areas for growing cassava at a very suitable level were in the south and eastern regions when considered together with the results of grouping A, B, C, D, E and F found that the most suitable areas for planting cassava at the very reasonable level were in groups D, F, E and C, respectively.

Keywords: Rice, Relative Humidity, Rainfall, Cassava, Sugar cane, Lowest temperature, Highest temperature, Average temperature

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัย K@TOP ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และกรมพัฒนาที่ดินที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัย และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย ขอขอบคุณ ดร.พรทิพย์ เดชพิชัย อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือตลอดการทำโครงการวิจัย ขอขอบคุณท่านกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ดร.ณรรฐคุณ วิรุฬห์ศรี ผศ.ดร.สุขุมล สาริกะวณิช และดร.อนุวัฒน์ ตั้งชนวัฒน์สกุลที่ให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงโครงการวิจัยนี้ ขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อน ๆ ของคณะผู้วิจัยที่เป็นกำลังใจ และสนับสนุนคณะผู้วิจัยมาโดยตลอดจนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จลุล่วง

ประโยชน์อันใดที่เกิดจากโครงการนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	๗
Abstract	๘
กิตติกรรมประกาศ	๙
สารบัญ	๗
รายการตาราง	๑๑
รายการภาพประกอบ	๑๓

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	5
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	5
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	5
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 พีชเศรษฐกิจ	6
2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	21
2.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	25
2.4 ตัวแบบที่ใช้ในการสร้างปัจจัยสภาพภูมิอากาศ	26
2.5 การจัดกลุ่มข้อมูลผสมหลายตัวแปร	27
2.6 การตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่ม	33
2.7 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์	35
2.8 การประมาณค่าเชิงพื้นที่	41
2.9 การซ้อนทับข้อมูล	42
2.10 การกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเพาะปลูก	43
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
2.12 กรอบแนวคิดการวิจัย	48

3. การดำเนินการวิจัย	49
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล	49
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	52
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	53
4. ผลการวิจัย	59
4.1 ผลการวิเคราะห์สถิติพรรณนา	59
4.2 ผลการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลผสม	62
4.3 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม	75
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	165
5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	165
5.2 ข้อเสนอแนะ	171
เอกสารอ้างอิง	172
ภาคผนวก	179
ก การกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม	180
ข การจัดกลุ่มข้อมูลผสม	183
ค ตารางการตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่ม	186
ง ตารางสมาชิกสถานีตรวจวัดอากาศในแต่ละระดับความเหมาะสมของข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง	194
จ รหัสต้นฉบับสำหรับการวิเคราะห์กลุ่ม	271
ฉ บทคัดย่อการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลผสมและการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม สำหรับการปลูกข้าว	274
ประวัติผู้วิจัย	278

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ 10 อันดับแรกของประเทศไทย ปี 2559-2563 (พินัน)	1
1.2 มูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ 10 อันดับแรก ปี 2559-2563	2
2.1 ตารางแสดงการผลิตข้าวในปี	7
2.2 ตารางแสดงการผลิตข้าวปราง	9
2.3 ตารางแสดงการผลิตอ้อยโรงงาน	10
2.4 ตารางแสดงการผลิตมันสำปะหลังโรงงาน	11
2.5 สินค้าส่งออกสำคัญของไทยตามโครงสร้างสินค้าส่งออกโลก	15
2.6 รูปแบบข้อมูลผสมตัวแปรเดียว	28
2.7 รูปแบบข้อมูลผสมหลายตัวแปร	29
2.8 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว	33
2.9 ตาราง ANOVA	35
2.10 ตารางเมทริกซ์แสดงการเปรียบเทียบรายคู่	38
2.11 ตารางแสดงความหมายของการเปรียบเทียบรายคู่	38
2.12 ค่าของดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมทริกซ์	40
3.1 ชนิดข้อมูล ช่วงปีของข้อมูล และจำนวนของข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์	49
4.1 จำนวนสถานีตรวจวัดอากาศ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละตัวแปร จำแนกตามการจัดกลุ่มเชิงพื้นที่	64
4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มในปี ค.ศ. 2011-2015	75
4.3 ตารางเมทริกซ์การเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นรายคู่ของข้าว	76
4.4 ตารางการคำนวณค่า Eigenvector ของข้าว	76
4.5 ความต้องการปัจจัยภูมิอากาศของข้าว	77
4.6 ความต้องการใช้ที่ดินของข้าว	77
4.7 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2011-2015 (ข้าว)	93
4.8 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2016-2020 (ข้าว)	93

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.9 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว (ปี ค.ศ. 2011-2020)	94
4.10 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (ข้าว)	95
4.11 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (ข้าว)	95
4.12 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (ข้าว)	95
4.13 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (ข้าว)	96
4.14 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (ข้าว)	96
4.15 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (ข้าว)	96
4.16 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว (RCP4.5)	99
4.17 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (ข้าว)	99
4.18 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (ข้าว)	100
4.19 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (ข้าว)	100
4.20 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (ข้าว)	100
4.21 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (ข้าว)	101

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.22 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (ข้าว)	101
4.23 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว (RCP8.5)	104
4.24 ตารางเมทริกซ์การเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นรายคู่ของอ้อย	105
4.25 ตารางการคำนวณค่า Eigenvector ของอ้อย	105
4.26 ความต้องการปัจจัยภูมิอากาศของอ้อย	106
4.27 ความต้องการใช้ที่ดินของอ้อย	106
4.28 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2011-2015 (อ้อย)	122
4.29 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2016-2020 (อ้อย)	122
4.30 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย (ปี ค.ศ. 2011-2020)	123
4.31 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (อ้อย)	124
4.32 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (อ้อย)	124
4.33 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (อ้อย)	124
4.34 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (อ้อย)	125
4.35 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (อ้อย)	125
4.36 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (อ้อย)	125
4.37 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย (RCP4.5)	128

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.38 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (อ้อย)	128
4.39 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (อ้อย)	129
4.40 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (อ้อย)	129
4.41 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (อ้อย)	129
4.42 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (อ้อย)	130
4.43 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (อ้อย)	130
4.44 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย (RCP8.5)	133
4.45 ตารางเมทริกซ์การเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นรายคู่ของมันสำปะหลัง	134
4.46 ตารางการคำนวณค่า Eigenvector ของมันสำปะหลัง	134
4.47 ความต้องการปัจจัยภูมิอากาศของมันสำปะหลัง	135
4.48 ความต้องการใช้ที่ดินของมันสำปะหลัง	135
4.49 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาค ปี ค.ศ. 2011-2015 (มันสำปะหลัง)	153
4.50 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาค ปี ค.ศ. 2016-2020 (มันสำปะหลัง)	153
4.51 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง (ปี ค.ศ. 2011-2020)	154
4.52 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (มันสำปะหลัง)	155

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.53 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (มันสำปะหลัง)	155
4.54 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (มันสำปะหลัง)	155
4.55 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (มันสำปะหลัง)	156
4.56 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (มันสำปะหลัง)	156
4.57 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (มันสำปะหลัง)	156
4.58 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง (RCP4.5)	159
4.59 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (มันสำปะหลัง)	160
4.60 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (มันสำปะหลัง)	160
4.61 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (มันสำปะหลัง)	160
4.62 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (มันสำปะหลัง)	161
4.63 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (มันสำปะหลัง)	161
4.64 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (มันสำปะหลัง)	161
4.65 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง (RCP8.5)	164

รายการภาพประกอบ

ภาพ	หน้า
2.1 เนื้อที่เพาะปลูก และผลผลิตเก็บเกี่ยวรายเดือนของข้าวนาปี (หน่วย : ไร่/ละ)	7
2.2 เนื้อที่เพาะปลูก และผลผลิตเก็บเกี่ยวรายเดือนของข้าวนาปรัง (หน่วย : ไร่/ละ)	8
2.3 ผลผลิตเก็บเกี่ยวรายเดือนของอ้อยโรงงาน (หน่วย : ไร่/ละ)	10
2.4 ผลผลิตเก็บเกี่ยวรายเดือนของมันสำปะหลังโรงงาน (หน่วย : ไร่/ละ)	11
2.5 แหล่งเพาะปลูกข้าวนาปีของประเทศไทย	13
2.6 แหล่งเพาะปลูกข้าวนาปรังของประเทศไทย	13
2.7 แหล่งเพาะปลูกอ้อยโรงงานของประเทศไทย	14
2.8 แหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานของประเทศไทย	15
2.9 กรอบแนวคิดการวิจัย	48
3.1 ตัวอย่างข้อมูลจากศูนย์วิจัย K@TOP	50
3.2 ตัวอย่างข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่นำไปวิเคราะห์	51
3.3 ตัวอย่างข้อมูลชุดดินจากกรมพัฒนาที่ดิน	51
3.4 ตัวอย่างข้อมูลชุดดินสำหรับการนำไปการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม	52
4.1 Box plot แสดงปัจจัยสภาพภูมิอากาศในปี ค.ศ. 2011-2020	60
4.2 Box plot แสดงปัจจัยสภาพภูมิอากาศใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2050	61
4.3 Box plot แสดงปัจจัยสภาพภูมิอากาศใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2050	62
4.4 ผลการกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลปี ค.ศ. 2011-2015	63
4.5 แผนที่การจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศในปี ค.ศ. 2011-2015	74
4.6 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2011-2015	79
4.7 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2016-2020	80
4.8 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025	81
4.9 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030	82
4.10 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035	83

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

[illegible]

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.36 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050	121
4.37 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยปี ค.ศ. 2011-2020	122
4.38 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2050	126
4.39 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2050	131
4.40 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2011-2015	137
4.41 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2016-2020	138
4.42 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025	140
4.43 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030	141
4.44 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035	142
4.45 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040	143
4.46 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045	144
4.47 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050	145
4.48 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025	147
4.49 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030	148
4.50 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035	149

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.51 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปีจ้อยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040	150
4.52 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปีจ้อยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045	151
4.53 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปีจ้อยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050	152
4.54 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังปี ค.ศ. 2011-2020	153
4.55 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2050	157
4.56 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2050	162

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

เกษตรกรรมนับว่าเป็นภาคการผลิตที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย เป็นอย่างมาก เนื่องจากมีพื้นที่ทำเกษตรกรรมทั้งหมด 149.25 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 46.55 ของพื้นที่ประเทศทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563, หน้า 2) ประชากรส่วนใหญ่ในประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำให้มีประชากรภาคการเกษตรมากถึง 31.36 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 47.38 ของประชากรทั้งประเทศ และแรงงานภาคการเกษตรคิดเป็นร้อยละ 53.97 ของแรงงานทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563, หน้า 2) ในปี 2563 ภาคการเกษตรสามารถสร้างมูลค่าให้กับระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยได้ถึง 1,354,941 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 8.63 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563, หน้า 6) ซึ่งผลผลิตจากภาคการเกษตรที่สามารถสร้างมูลค่าได้มากที่สุดคือ ผลผลิตจากการปลูกพืช โดยพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง ข้าว และปาล์มน้ำมัน ดังตารางที่ 1.1 เป็นต้น

ตารางที่ 1.1 ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ 10 อันดับแรกของประเทศไทย ปี 2559-2563 (พันตัน)

รายการ	ปี					อัตราการขยายตัว	
	2559/ 2560	2560/ 2561	2561/ 2562	2562/ 2563	2563/ 2564	ปี 62-63 (ร้อยละ)	เฉลี่ย ปี 59-63 (ร้อยละ)
อ้อยโรงงาน	93,088	135,074	131,002	74,968	67,367	-10.14	-2.71
มันสำปะหลังโรงงาน	30,495	29,368	31,080	28,999	30,863	6.43	0.47
ข้าวนาปี	25,236	24,934	25,178	24,064	25,314	5.19	0.14
ปาล์มน้ำมัน	11,662	14,452	15,484	16,408	15,657	-4.58	8.11
ข้าวนาปรัง	6,621	7,965	7,170	4,554	4,917	7.97	-4.55
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	4,390	4,821	5,069	4,535	4,806	5.98	2.60
ยางพารา	4,343	4,503	4,814	4,840	4,703	-2.83	2.08
สับปะรดโรงงาน	2,014	2,328	2,351	1,825	1,533	-16.00	-5.45
พริกไทย	1,409	2,536	2,005	2,219	1,031	-53.54	4.05
ลำไย	878	1,201	1,246	1,176	1,182	0.51	8.86

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563

ภาคการส่งออกเป็นหัวใจสำคัญของระบบเศรษฐกิจไทย ที่สามารถสร้างรายได้เข้าประเทศ เป็นมูลค่ามหาศาลในแต่ละปี และเม็ดเงินเหล่านี้ได้ย้อนกลับมาพัฒนาประเทศสร้างคุณอยู่ดีกินดี ให้กับประชาชน (กระทรวงพาณิชย์, 2558) โดยในปี 2563 ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกสินค้าทั้ง รวมสิ้น 7,173,166 ล้านบาท ซึ่งสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์ จากภาคการเกษตรก็เป็นสินค้าสำคัญใน การส่งออกของประเทศ คิดเป็นร้อยละ 17.79 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมดของประเทศ (สำนักงาน เศรษฐกิจการเกษตร, 2563, หน้า 8) โดยมีสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของประเทศ ดังที่แสดง ในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 มูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ 10 อันดับแรก ปี 2559-2563

หน่วย: ล้านบาท

รายการสินค้า	2559 2016	2560 2017	2561 2018	2562 2019	2563 2020
รวม	1,249,467	1,435,180	1,406,375	1,317,926	1,288,818
ผลไม้และผลิตภัณฑ์	126,322	142,966	142,328	167,330	182,351
ยางธรรมชาติ	199,932	287,688	255,106	190,639	181,913
ข้าวและผลิตภัณฑ์	172,554	193,759	201,237	151,052	137,808
ปลาและผลิตภัณฑ์	110,744	109,646	112,806	106,858	111,648
เนื้อไก่และผลิตภัณฑ์	89,063	96,025	100,398	105,029	103,891
มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์	101,593	93,792	98,647	79,829	82,312
น้ำตาลและผลิตภัณฑ์	95,395	102,161	106,777	107,711	70,404
กุ้งและผลิตภัณฑ์	68,840	70,419	58,877	52,207	45,045
ผักและผลิตภัณฑ์	24,721	28,531	29,053	26,813	26,839
กากและเศษที่เหลือจากอุตสาหกรรม ผลิตอาหาร อาหารที่จัดไว้ สำหรับเลี้ยงสัตว์	19,663	21,740	19,646	18,145	19,777
อื่น ๆ	240,630	288,453	311,500	312,313	326,812

หมายเหตุ: มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์รวมผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในกลุ่มสินค้าเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมการเกษตร
ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563

จากตารางจะเห็นว่าในปี 2563 ประเทศไทยมีการส่งออกสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์รวม ทั้งหมด คิดเป็นมูลค่า 1,288,818 ล้านบาท ลดลงจากปี 2562 ร้อยละ 2.21 (สำนักงานเศรษฐกิจ การเกษตร, 2563, หน้า 2) โดยมีตลาดส่งออกสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ ได้แก่ สาธารณรัฐ ประชาชนจีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สหพันธรัฐมาเลเซีย ราชอาณาจักร กัมพูชา สาธารณรัฐอินโดนีเซีย เขตบริหารพิเศษฮ่องกง สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา และเครือรัฐ ออสเตรเลีย ซึ่งยางธรรมชาติ ข้าวและผลิตภัณฑ์ มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ และน้ำตาลและ

ผลิตภัณฑ์ เป็นสินค้าส่งออกจากพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าส่งออกอยู่ในอันดับต้น ๆ ของประเทศไทย โดยเฉพาะ ข้าว อ้อย และมันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศ เนื่องจากเป็นพืชที่มีปริมาณผลผลิตมากเป็นอันดับแรก ๆ ของผลผลิตทางการเกษตรในประเทศ และเป็นพืชที่ไทยส่งออกเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก

โดยในปีเพาะปลูก 2563/64 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีและนาปรังรวมทั้งหมด 70.03 ล้านไร่ และมีผลผลิตข้าวรวมทั้งหมด 30.23 ล้านตันข้าวเปลือก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563, หน้า 35) ในปี 2562 ประเทศไทยยังเป็นผู้ส่งออกข้าวมากเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศอินเดีย (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2564) ซึ่งผลผลิตของข้าวใช้เป็นวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรม อาทิ อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ แป้งข้าว ขนมอบเคี้ยวจากข้าว การผลิตไฟฟ้าชีวมวล การผลิตเอทานอล เป็นต้น

สำหรับมันสำปะหลัง มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต 9.28 ล้านไร่ และมีผลผลิต 30.86 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563, หน้า 35) ในปี 2561 ประเทศไทยสามารถผลิตมันสำปะหลังได้มากเป็นอันดับ 3 ของ รองจากไนจีเรีย และคองโก โดยมีผลผลิตปริมาณ 29.37 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 10.57 ของผลผลิตมันสำปะหลังของโลก (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2564) ซึ่งผลผลิตจากมันสำปะหลังสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้หลากหลาย อาทิ การแปรรูปขึ้นพื้นฐาน เช่น มันเส้น มันอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลังดิบ และนำไปใช้ในอุตสาหกรรม ต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ กระดาษ สิ่งทอ เคมีภัณฑ์ และพลังงาน

ส่วนอ้อยโรงงาน มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 8.56 ล้านไร่ และมีผลผลิต 67.37 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563, หน้า 35) ในปี 2563 ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์จากอ้อยมากเป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากบราซิล และอินเดีย (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2564) โดยตลาดส่งออกสำคัญของไทย ได้แก่ อินโดนีเซีย เวียดนาม กัมพูชา เกาหลีใต้ และไต้หวัน ซึ่งผลผลิตของอ้อยใช้เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตน้ำตาลทรายและพลังงานทดแทน

การเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ จะต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต พัฒนาการของพืช ปริมาณผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของพืช โดยกนกพร ภาทิฉาย, นิโรจน์ สันณรงค์, กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล, และพัชรินทร์ สุภาพันธ์. (2563) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวและการเกษตรที่ปราดเปรื่องเรื่องสภาพภูมิอากาศในพื้นที่รับน้ำภาคกลางประเทศไทย และพบว่า ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และแนวโน้มเวลา (การพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตร) เป็นปัจจัยส่งผลต่อผลผลิตข้าว เช่น หากปริมาณน้ำฝนรวมเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้โอกาสความสูญเสียผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น และกมนทิต มุลศรี และภักพงศ์ พจนารถ. (2019) ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตอ้อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพบว่า ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และอัตราการระเหยน้ำ เป็นปัจจัยส่งผลต่อผลผลิตอ้อย โดยปริมาณผลผลิตอ้อยมีแนวโน้ม

ลดลงในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญา แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลผลิตอ้อย เช่นเดียวกับการศึกษาของ ปรีชา กาแฟเชอร์, ทักษิณา ศันสยะวิชัย, และกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. (2557) ที่ได้ศึกษาผลกระทบของความหลากหลายของสภาพแวดล้อมต่อการผลิตอ้อยในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย นอกจากนี้ ฤกษ์กุลสถิตย์ วิริยะ. (2559) ก็ได้ทำการศึกษาศึกษาการเปลี่ยนแปลงและแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง และพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และค่าระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิต โดยหากอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำเพิ่มขึ้น ผลผลิตมันสำปะหลังจะลดลง เช่นเดียวกับ อุณหภูมิ พืชโรกาสวัณณกุล, ขนิษฐา เสถียรพิระกุล, เกศสุดา สิทธิสันติกุล, และนิโรจน์สินณรงค์. (2560) ที่ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า ความแปรปรวนของอุณหภูมิเฉลี่ยส่งผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลัง และความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝน แนวโน้มเวลา ส่งผลทางบวกต่อผลผลิตมันสำปะหลัง และกมนัตต์ มุลศรี ได้ศึกษาผลกระทบจากปรากฏการณ์ El Nino-Southern Oscillation (ENSO) ต่อปริมาณผลผลิตพืชอาหารในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และพบว่าปริมาณผลผลิตพืชอาหาร (ข้าว ข้าวโพด อ้อย) มีแนวโน้มที่จะลดลงในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ โดยมีแนวโน้มของปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ

จะเห็นได้ว่าปัจจัยสภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชดังกล่าว และในปัจจุบันนี้สภาพภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง และในอนาคตมีแนวโน้มว่าจะรุนแรงขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นจากภาวะโลกร้อน สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน คือการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ ซึ่งการทำการเกษตรทั้งการปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์ก็มีส่วนสนับสนุนในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ โดยการปลูกพืชจะปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุดจากการปลูกข้าว เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงมากขึ้นหรือลดลงกว่าเดิม ความแปรปรวนการกระจายของฝน รวมทั้งการเกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรงและบ่อยครั้งมากขึ้นกว่าในอดีต และในอนาคตข้างหน้าอุณหภูมิมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นอีก รวมถึงปริมาณน้ำฝนที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น หรือลดลงกว่าเดิมแล้วแต่พื้นที่ (อนันต์ พลธานี, 2557, หน้า 1)

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรของไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากการทำการเกษตรต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ เพื่อให้พืชสามารถเจริญเติบโตและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ดังนั้นเมื่อสภาพภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้พืชไม่สามารถปรับตัวได้และเกษตรกรไม่สามารถรับมือและแก้ไขปัญหาได้อย่างทันทั่วทั้ง ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเกิดความเสียหาย งานวิจัยนี้จึงเล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยนำข้อมูล

สภาพภูมิอากาศแบบจำลอง Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) ของสถานีตรวจวัดอากาศ อุตุนิยมหาวิทยาลัย จำนวน 124 สถานี ภายใต้สภาพภูมิอากาศในอดีต และอนาคตที่สภาวะโลกร้อนปกติ (4.5) และที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ (8.5) ซึ่งจำลองข้อมูลตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อการเกษตรในการศึกษาทั้งหมด 5 ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิสูงสุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม และศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูก ข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในอนาคต ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถเป็นประโยชน์ต่อการเกษตรสำหรับการเตรียมพร้อมรับมือกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเพื่อให้สามารถวางแผนการบริหารจัดการพื้นที่การเพาะปลูกได้อย่างเหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง
2. เพื่อศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูก ข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในอนาคต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

สามารถจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเกษตรในการเตรียมความพร้อมรับมือกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลง และวางแผนพื้นที่สำหรับการเพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1. การศึกษานี้จะศึกษาข้อมูลในอดีตจำนวน 10 ปี ตั้งแต่ปี 2011 – 2020 และข้อมูลในอนาคตจำนวน 30 ปี ตั้งแต่ปี 2021 – 2050
2. ปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่ใช้ในการศึกษาได้จากแบบจำลอง Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) ของสถานีตรวจวัดอากาศ อุตุนิยมหาวิทยาลัย จำนวน 124 สถานี ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 77 จังหวัดทั่วประเทศไทย
3. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อข้าว อ้อย และมันสำปะหลังจะศึกษาภายใต้สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) และสภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5)
4. การศึกษานี้จะศึกษาจำนวนปี สายพันธุ์ข้าวหอมมะลิ
5. ข้อมูลชุดดินปี พ.ศ. 2561

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

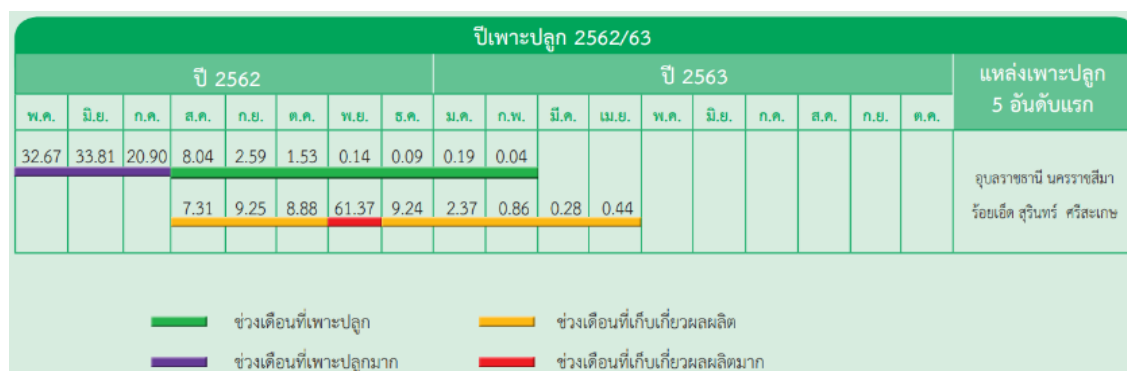
งานวิจัยเรื่องการจัดกลุ่มพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ภายใต้สภาวะโลกร้อน มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และเพื่อศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในอนาคต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งผู้ศึกษาได้ศึกษาแนวคิด และทฤษฎีจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. พีชเศรษฐกิจ
2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
3. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
4. ตัวแบบที่ใช้ในการสร้างปัจจัยสภาพภูมิอากาศ
5. การจัดกลุ่มข้อมูลผสมหลายตัวแปร
6. การตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่ม
7. การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์
8. การประมาณค่าเชิงพื้นที่
9. การซ้อนทับข้อมูล
10. การกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
12. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 พีชเศรษฐกิจ

ประเทศไทย เป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ในด้านของทรัพยากรธรรมชาติ เพราะฉะนั้น สิ่งที่ทำให้เศรษฐกิจของประเทศไทยสามารถเจริญเติบโตก้าวหน้าได้มาจนถึงปัจจุบันนี้คือ พืชต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าพืชของประเทศไทยนับว่าเป็นสินค้าส่งออกที่ค่อนข้างมีชื่อเสียงในระดับโลกอย่างมาก หลาย ๆ ชาติต่างให้การยอมรับว่าหากต้องการพืชที่มีคุณภาพดีต้องนึกถึงประเทศไทย (Fsepmichigan, ม.ป.ป.) พีชเศรษฐกิจของไทยในปัจจุบันนี้มีหลายชนิด ซึ่งผู้ศึกษาสนใจที่จะศึกษาพืช 3 ชนิดคือ ข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ผลผลิต



ภาพที่ 2.1 เนื้อที่เพาะปลูก และผลผลิตเก็บเกี่ยวรายเดือนของข้าวนาปี (หน่วย : ร้อยละ)

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 8

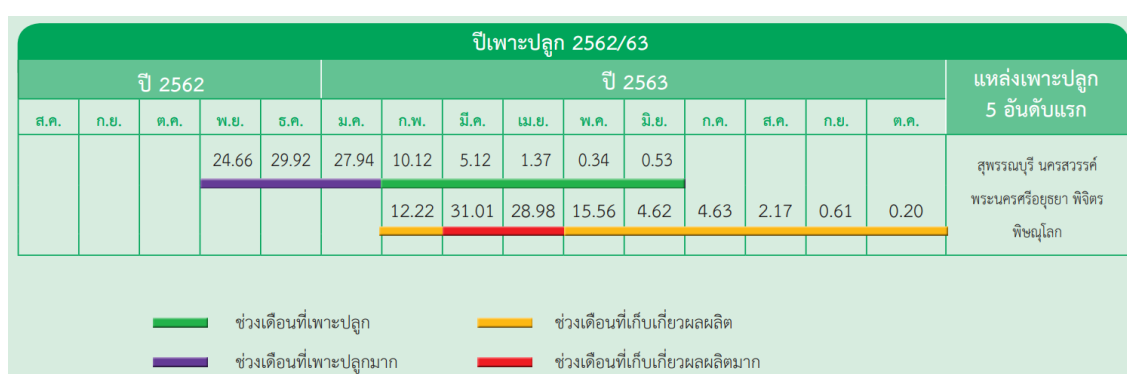
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการผลิตข้าวนาปี

การผลิต			
รายการ	2561/62	2562/63	2563/64
1. จำนวนครัวเรือน (ครัวเรือน)	4,288,092	4,431,175	4,548,731
2. เนื้อที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	59.98	61.2	61.7
2.1 ข้าวเจ้าหอมมะลิ	23.51	24.29	24.35
2.2 ข้าวเจ้าหอมอื่น ๆ	3.29	3.6	3.61
2.3 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	1.54	2.04	1.97
2.4 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	15.9	15.16	15.47
2.5 ข้าวเหนียว	15.75	16.11	16.31
3. ผลผลิตข้าวเปลือก (ล้านตัน)	25.18	24.06	25.31
3.1 ข้าวเจ้าหอมมะลิ	7.46	7.24	7.7
3.2 ข้าวเจ้าหอมอื่น ๆ	1.42	1.41	1.49
3.3 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	1.03	1.31	1.31
3.4 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	9.59	8.62	9.03
3.5 ข้าวเหนียว	5.67	5.48	5.79
4. ผลผลิตต่อไร่ (กก.) ความชื้น 15%	420	393	410
4.1 ข้าวเจ้าหอมมะลิ	317	298	316
4.2 ข้าวเจ้าหอมอื่น ๆ	431	392	412
4.3 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	673	643	665

4.4 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	603	569	584
4.5 ข้าวเหนียว	360	340	355
5. ต้นทุนการผลิต (บาท/ตัน)	9,503	9,797	9,872
5.1 ข้าวเจ้าหอมมะลิ	11,556	8,661	11,631
5.2 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	6,934	7,111	6,932
5.3 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	7,834	7,950	7,849
5.4 ข้าวเหนียว	9,924	9,912	9,812
6. ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/ตัน)	9,711	10,099	9,177
6.1 ข้าวเจ้าหอมมะลิ	15,303	13,865	10,686
6.2 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	9,445	9,339	9,762
6.3 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	7,920	8,359	8,260
6.4 ข้าวเหนียว	10,067	13,798	10,301
7. ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ตัน)	208	302	-695
7.1 ข้าวเจ้าหอมมะลิ	3,747	5,205	-945
7.2 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	2,511	2,228	2,830
7.3 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	86	409	411
7.4 ข้าวเหนียว	143	3,886	489

หมายเหตุ: ปลุก : พ.ค.- ต.ค. (ภาคใต้ฝั่งตะวันออก มิ.ย.-ก.พ.) และเก็บเกี่ยว : ส.ค.- เม.ย.

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 9



ภาพที่ 2.2 เนื้อที่เพาะปลูก และผลผลิตเก็บเกี่ยวรายเดือนของข้าวนาปรัง (หน่วย : ไร่/ละ)

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 10

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงการผลิตข้าวนาปรัง

การผลิต			
รายการ	2561/62	2562/63	2563/64
1. จำนวนครัวเรือน (ครัวเรือน)	573,617	425,693	347,081
2. เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	10,995,474	7,342,062	7,157,300
2.1 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	1,012,771	558,056	503,545
2.2 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	9,034,132	5,815,073	5,756,944
2.3 ข้าวเหนียว	948,571	968,933	896,811
3. ผลผลิตข้าวเปลือก (ตัน)	7,170,258	4,553,778	4,242,475
3.1 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	693,570	365,877	310,108
3.2 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	5,920,880	3,643,213	3,435,139
3.3 ข้าวเหนียว	555,808	544,688	497,228
4. ผลผลิตต่อไร่ (กก.) ความชื้น 15%	652	620	593
4.1 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	685	656	616
4.2 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	655	627	597
4.3 ข้าวเหนียว	586	562	554
5. ต้นทุนการผลิต (บาท/ตัน)	7,648	7,785	8,069
5.1 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	7,553	7,664	7,990
5.2 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	7,716	7,840	8,167
5.3 ข้าวเหนียว	7,230	7,392	7,509
6. ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/ตัน)	7,790	9,171	9,400
6.1 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	10,071	10,738	9,500
6.2 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	7,790	9,171	8,200
6.3 ข้าวเหนียว	11,433	15,583	10,800
7. ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ตัน)	142	1,386	1,331
7.1 ข้าวเจ้าปทุมธานี 1	2,518	3,074	1,510
7.2 ข้าวเจ้าอื่น ๆ	74	1,331	33
7.3 ข้าวเหนียว	4,203	8,191	3,291

หมายเหตุ: ปลูก : พ.ย.-เม.ย. (ภาคใต้ฝั่งตะวันออก 1 มี.ค.-15 มี.ย.) และเก็บเกี่ยว : ก.พ.-ต.ค.

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 11

ปีเพาะปลูก 2562/63										
ปี 2562					ปี 2563					
ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
				30.72	42.88	24.84	1.56			

 ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิต
 ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมาก

ภาพที่ 2.3 ผลผลิตเก็บเกี่ยวรายเดือนของอ้อยโรงงาน (หน่วย : ร้อยละ)

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 16

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงการผลิตอ้อยโรงงาน

การผลิต			
รายการ	2560/61	2561/62	2562/63
1. จำนวนเกษตรกร (ราย)	430,817	427,588	474,744
2. เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	11,188,802	11,957,201	10,713,345
3. ผลผลิต (ตัน)	131,717,042	128,529,862	75,970,209
ผลผลิตน้ำตาล (ตัน)	14,093,723	13,752,695	8,128,812
4. ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	11,772	10,749	7,090
5. ต้นทุนการผลิต (บาท/ตัน)	977	1,131	1,420
6. ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/ตัน)	763	594	673
6.1 ราคาอ้อยขึ้นต้น ณ หน้าโรงงาน	880	700	750
6.2 ราคาอ้อยขึ้นสุดท้าย ณ หน้าโรงงาน	n.a.	n.a.	n.a.
7. ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ตัน)	-214	-537	-747

หมายเหตุ: ปลูก : ต.ค.-ก.ค. และเก็บเกี่ยว : ธ.ค.- มี.ค. (ธ.ค.-ม.ค. เป็นช่วงผลผลิตออกมาก)

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 17

ปีเพาะปลูก 2562/63														
ปี 2562				ปี 2563										แหล่งเพาะปลูก 5 อันดับแรก
ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	
	4.16	4.44	9.58	16.94	21.76	22.95	7.76	4.82	1.79	1.60	1.93	2.27		
														นครราชสีมา กำแพงเพชร ชัยภูมิ กาญจนบุรี อุบลราชธานี

ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิต

ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมาก

ภาพที่ 2.4 ผลผลิตเก็บเกี่ยวรายเดือนของมันสำปะหลังโรงงาน (หน่วย : ร้อยละ)

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 14

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงการผลิตมันสำปะหลังโรงงาน

การผลิต			
รายการ	2560/61	2561/62	2562/63
1. จำนวนคร่าวเรือน (คร่าวเรือน)	523,589	537,937	587,754
2. เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	8,327,370	8,666,596	8,918,250
3. ผลผลิต (ตัน)	29,368,185	31,079,966	28,999,122
4. ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	3,527	3,586	3,252
5. ต้นทุนการผลิต (บาท/ตัน)	1,876	1,850	1,830
6. ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/ตัน)			
ห้วมันสำปะหลังสดคละ	2,110	2,174	1,880
7. ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ตัน)	234	324	50

หมายเหตุ: ปลูก : ตลอดปี และเก็บเกี่ยว : ต.ค.-ก.ย. (ม.ค.-มี.ค. เป็นช่วงผลผลิตออกมาก)

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 15

2.1.2 พื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ

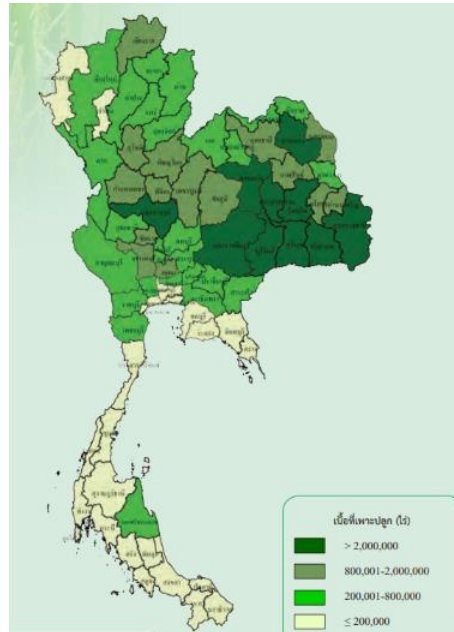
การทำนา หมายถึง การปลูกข้าว ซึ่งการปลูกข้าวในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีดังนี้ (มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ม.ป.ป.)

1. การปลูกข้าวไร่ หมายถึง การปลูกข้าวบนที่ดอน และไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก ชนิดของข้าวที่ปลูก เรียกว่า ข้าวไร่ พื้นที่ดอนส่วนมาก เช่น เชียงูเขา มักจะไม่มีระดับจึงไม่สามารถไถเตรียมดินและปรับระดับได้ง่ายเหมือนกับพื้นที่ราบ เพราะฉะนั้นชาวนามักจะปลูกแบบหยอด เนื่องจากที่ดอนไม่มีน้ำขัง และไม่มีการชลประทาน การปลูกข้าวไร่จึงต้องใช้น้ำฝนเพียงอย่างเดียว พื้นดินที่ปลูกข้าว

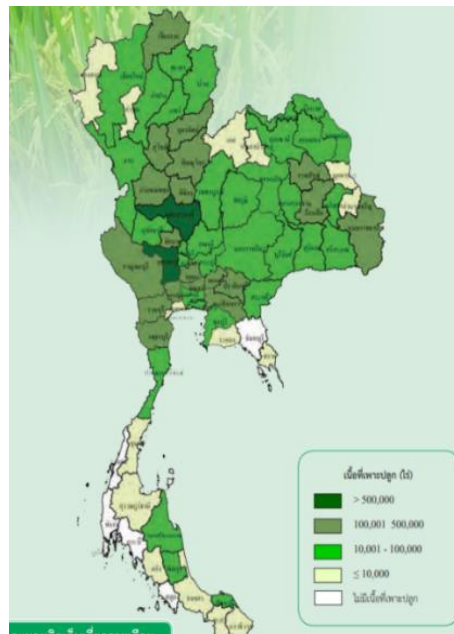
ไร่จะแห้ง และขาดน้ำทันทีเมื่อสิ้นฤดูฝน ดังนั้นการปลูกข้าวไร่จะต้องใช้พันธุ์ที่มีอายุเบา โดยปลูกในต้นฤดูฝน และเก็บเกี่ยวได้ในปลายฤดูฝน เนื้อที่ที่ใช้ปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยมีจำนวนน้อย มีปลูกมากในภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางปลูกข้าวรือน้อยมาก

2. การปลูกข้าวนาดำ เรียกว่า การปักดำ ซึ่งวิธีการปลูกแบ่งออกได้เป็นสองตอน ตอนแรก ได้แก่ การตกกล้าในแปลงขนาดเล็ก และตอนที่สอง ได้แก่ การถอนต้นกล้าเอาไปปักดำในนาพื้นที่ใหญ่ ต้องทำการเตรียมดินให้ดีกว่าการปลูกข้าวไร่ โดยมีการไถตะ การไถแปร และการคราด การตกกล้าเป็นการเอาเมล็ดไปหว่านในหังอก และเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นต้นกล้า เพื่อเอาไปปักดำ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตกกล้าในดินเปียกจะต้องเลือกหาพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดีเป็นพิเศษ สามารถป้องกันนก และหนูที่จะเข้าทำลายต้นกล้าได้เป็นอย่างดี มีน้ำพอเพียงกับความต้องการในการเตรียมดิน และต้องยกแปลงสูงจากระดับน้ำในผืนนาประมาณ 3 เซนติเมตร การตกกล้าในดินแห้ง ในกรณีที่ชาวนาไม่มีน้ำเพียงพอสำหรับการตกกล้าในดินเปียก ชาวนาอาจทำการตกกล้าบนที่ดอน ซึ่งไม่มีน้ำขัง เหมาะสำหรับการตกกล้าที่ต้องรอน้ำฝนสำหรับปักดำ และการตกกล้าแบบคาบป เป็นที่นิยมทำกันมากในประเทศฟิลิปปินส์ การเตรียมพื้นที่ดิน และแปลงกล้าเหมือนกับการตกกล้าในดินเปียก หรือจะเป็นที่ดอนเรียบก็ได้ การตกกล้าวิธีนี้อาจเหมาะกับการทำกล้าขิมในภาคเหนือคือ การเอาต้นกล้าที่มีอายุ 10-14 วันไปปักดำในนา โดยปักดำถี่ และปักดำกอละหลาย ๆ ต้น หลังจากกล้าขิมมีอายุได้ 20 วัน ก็พร้อมที่จะถอนไปปักดำตามปกติ

3. การปลูกข้าวนาหว่าน เป็นการปลูกข้าวโดยเอาเมล็ดพันธุ์หว่านลงไปในพื้นที่นาที่ได้ไถเตรียมดินไว้มีทั้งการไถตะ และไถแปร การปลูกข้าวนาหว่านมีหลายวิธี เช่น การหว่านสำรว ชาวนาจะต้องเริ่มไถนาเตรียมดินตั้งแต่เดือนเมษายน ซึ่งมีการไถตะ และไถแปร แล้วเอาเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เพาะในหังอกหว่านลงไปโดยตรง เมื่อฝนตกลงมาทำให้ดินเปียก เมล็ดที่ได้รับความชื้นก็จะงอกขึ้นมาเป็นต้นกล้า การหว่านวิธีนี้ใช้เฉพาะในท้องที่ที่ฝนตกตามฤดูกาล การหว่านคราดกลบ หรือไถกลบ ในกรณีที่ดินมีความชื้นอยู่บ้างแล้ว และเป็นเวลาที่ฝนจะเริ่มตกตามฤดูกาล การหว่านหลังขี้ไถ และการหว่านน้าตม นิยมใช้ในพื้นที่ที่มีการชลประทานอย่างสมบูรณ์แบบ และพื้นที่นาเป็นผืนใหญ่ มีคันนา กั้น การเตรียมดินเหมือนกับการเตรียมดินสำหรับนาดำ น้ำในนาไม่ควรลึกกว่า 2 เซนติเมตรจึงเอาเมล็ดพันธุ์ที่ได้เพาะในหังอกแล้วหว่านลงไป เมล็ดก็จะเจริญเติบโตเป็นต้นข้าว



ภาพที่ 2.5 แหล่งเพาะปลูกขำวนาปีของประเทศไทย
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 8



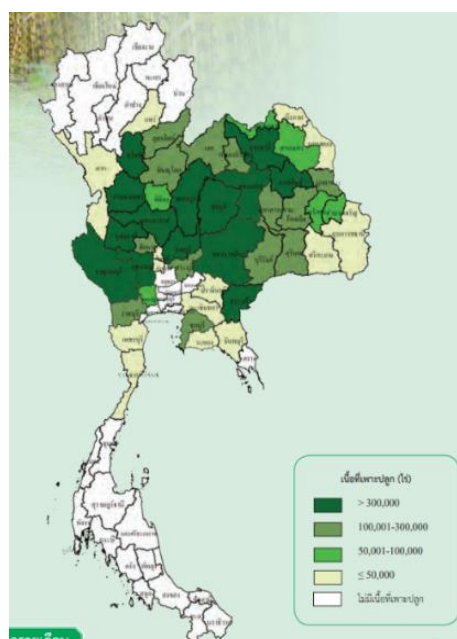
ภาพที่ 2.6 แหล่งเพาะปลูกขำวนาปริงของประเทศไทย
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 10

ลักษณะพื้นที่ปลูกอ้อยที่เหมาะสม (สยามคูโบต้า, ม.ป.ป.)

1. เป็นพื้นที่ดอน หรือที่ลุ่มไม่มีน้ำท่วมขัง ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,500 เมตร ความลาดเอียงไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ ห่างไกลจากแหล่งมลพิษ และการคมนาคมสะดวกอยู่ห่างจากโรงงานน้ำตาลไม่เกิน 60 กิโลเมตร

2. ลักษณะดิน เป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียว หรือดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปานกลาง มีอินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่า 10 ส่วนในล้านส่วน โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 80 ส่วนในล้านส่วน ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร การระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี ค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 5.5-7.0 และค่าไอซี หรือความเค็มไม่เกิน 4.0 เดซิซีเมนต่อเมตร

3. แหล่งน้ำ มีน้ำเพียงพอสำหรับใช้เมื่อจำเป็นสำหรับแปลงพันธุ์ ควรมีน้ำเพียงพอใช้ตลอดฤดูปลูก ค่าไอซี หรือความเค็มไม่เกิน 0.75 เดซิซีเมนต่อเมตร และต้องเป็นน้ำสะอาดปราศจากสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่มีพิษปนเปื้อน



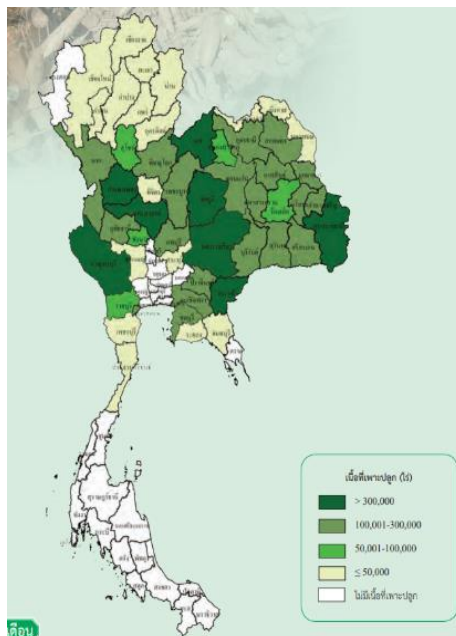
ภาพที่ 2.7 แหล่งเพาะปลูกอ้อยโรงงานของประเทศไทย

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 16

พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง

เป็นพื้นที่ดอน ระบายน้ำดี ไม่มีน้ำท่วมขัง ดินเหนียว ดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม คือ 5-6.5 หน้าดินควรลึกกว่า 30 เซนติเมตร ความลาดชันน้อยกว่าร้อยละ 5 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปีละ 1,000-1,500 มิลลิเมตร ดินที่มีชั้นดินดาน ควรไถระเบิดดานทุก 3-5 ปี แบบตารางหมากรุกร่วมกับการใส่วัสดุอินทรีย์ที่สลายตัวได้ยาก และอยู่ในพื้นที่ที่ไม่พบการระบาดของ

ของโรคใบด่างมันสำปะหลัง และโรคพุ่มแจ้ หรือห่างจากพื้นที่การระบาดอย่างน้อย 10 กิโลเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2020, หน้า 13)



ภาพที่ 2.8 แหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลังโรงงานของประเทศไทย
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, หน้า 14

2.1.3 การส่งออกพืชเศรษฐกิจ

ตารางที่ 2.5 สินค้าส่งออกสำคัญของไทยตามโครงสร้างสินค้าส่งออกโลก

สินค้า	มูลค่า : ล้านบาท			
	2562	2563	2563 (ม.ค.-ต.ค.)	2564 (ม.ค.-ต.ค.)
รวมทุกสินค้า	7,628,400.39	7,183,567.61	5,994,227.87	6,952,185.85
1. สินค้าเกษตรกรรม (กลีกรรรม, ปศุสัตว์, ประมง)	675,197.65	656,175.27	544,912.57	677,956.17
1.1 สินค้ากลีกรรรม	490,234.19	469,017.46	387,385.87	530,247.54
1.1.1 ข้าว	130,584.56	116,045.37	93,715.76	81,740.22
(1) ข้าวขาว	46,339.94	37,121.50	31,352.93	29,300.56
(1.1) ข้าวขาว 100%	14,590.24	16,147.91	13,644.44	13,308.72
(1.2) ข้าวขาว 5-10%	20,252.58	15,301.73	12,706.34	13,264.08

(1.3) ข้าวขาว 15-20%	487.02	372.13	317.07	224.66
(1.4) ข้าวขาว 25-35%	1,906.33	53.21	49.36	92.39
(1.5) ข้าวขาว 40-45%		20.53	17.49	29.65
(1.6) ข้าวขาวอื่นๆ	9,103.76	5,225.98	4,618.23	2,381.05
(2) ข้าวหอมมะลิ	40,662.23	40,999.35	33,184.88	23,216.58
(2.1) ข้าวหอมมะลิ 100%	40,494.01	40,940.14	33,136.53	23,153.36
(2.2) ข้าวหอมมะลิ 5-10%	163.95	51.49	42.79	57.45
(2.3) ข้าวหอมมะลิ 15-20%	4.27	7.71	5.56	5.77
(3) ปลายข้าว	11,344.36	9,752.19	8,151.00	8,157.92
(3.1) ปลายข้าวขาว	4,208.23	2,605.28	2,217.17	3,184.11
(3.2) ปลายข้าวหอมมะลิ	4,451.35	3,610.12	3,018.58	2,658.11
(3.3) ปลายข้าวอื่น ๆ	2,684.79	3,536.79	2,915.25	2,315.70
(4) ข้าวเหนียว	2,585.08	4,185.12	2,985.11	2,251.49
(5) ข้าวนี้้ง	27,619.72	21,153.05	15,893.89	16,871.28
(6) ข้าวกล้อง	2,033.23	2,834.15	2,147.94	1,942.40
(6.1) ข้าวกล้องขาว	375.38	429.06	365.22	193.47
(6.2) ข้าวกล้องหอมมะลิ	563.09	675.48	601.01	381.99
(6.3) ข้าวกล้องเจ้าสีด้า สีม่วง ด้า และสีม่วง	42.39	158.34	137.75	122.33
(6.4) ข้าวกล้องเจ้าสีแดง	70.29	286.07	258.99	182.49
(6.5) ข้าวกล้องเหนียวสีด้า สี ม่วงด้า สีม่วง และสีแดง	34.39	149.39	127.20	104.72
(6.6) ข้าวกล้องสี	3.34	30.72	27.12	14.40
(6.7) ข้าวกล้องอื่น ๆ	944.36	1,105.08	630.65	943.00
(7) ข้าวอื่น ๆ	0.00	0.02	0.02	0.00
1.1.4 ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง	80,972.26	83,128.90	68,693.43	100,123.50
(1) มันสำปะหลังอัดเม็ดและมัน เส้น	16,382.00	21,536.73	18,224.31	32,752.28
(1.1) มันสำปะหลังอัดเม็ด	99.89	110.09	98.23	147.70
(1.2) มันเส้น	16,282.11	21,426.64	18,126.09	32,604.58
(2) แป้งมันสำปะหลัง	38,547.26	36,118.01	29,108.53	42,907.15

(2.1) แป้งมันสำปะหลัง	656.29	695.75	546.28	908.74
(2.2) แป้งหยาบทำจากมัน สำปะหลัง	0.08	0.04	0.04	0.02
(2.3) สตาร์ชทำจากมัน สำปะหลัง	37,890.89	35,422.21	28,562.21	41,998.38
(2.4) แป้งมันสำปะหลังอื่นๆ				
(3) เต็กดริน และ โมดิไฟด์ สตาร์ชอื่น ๆ	23,883.99	23,490.29	19,644.20	22,094.69
(4) ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังอื่นๆ	2,159.02	1,983.87	1,716.39	2,369.38
(4.1) หัวมันสำปะหลัง	0.35	0.21	0.18	0.18
(4.2) สาตู ทำจากแป้งมัน สำปะหลัง	1,031.55	1,145.28	980.65	951.04
(4.3) กากและมันสำปะหลัง อื่น ๆ	1,127.12	838.38	735.56	1,418.17
2. สินค้าอุตสาหกรรมเกษตร	581,233.11	561,015.08	475,425.07	494,220.35
2.2 น้ำตาลทรายและกากน้ำตาล	98,166.33	57,832.96	53,687.21	40,252.12
2.2.1 น้ำตาลทราย	96,158.76	55,879.68	51,833.29	39,907.46
(1) น้ำตาลทรายดิบ	53,758.40	28,433.91	27,676.56	17,264.92
(2) น้ำตาลทรายขาว	42,400.36	27,445.77	24,156.73	22,642.54
(3) น้ำตาลอื่น ๆ (เมตริกตัน)				
2.2.2 กากน้ำตาล	2,007.57	1,953.28	1,853.92	344.66
2.5 ผลิตภัณฑ์ข้าว	10,446.39	10,867.44	9,033.63	8,838.94
2.5.1 แป้งข้าวเจ้า	1,329.04	1,241.85	1,046.36	918.55
2.5.2 แป้งข้าวเหนียว	3,086.25	3,513.27	2,879.10	2,764.76
2.5.3 เส้นหมี่ก้วยเดียว	2,052.07	2,199.12	1,870.59	1,824.26
2.5.4 ขนมปิ้งกรอบ	3,979.03	3,913.20	3,237.58	3,331.37
2.6 ผลิตภัณฑ์ข้าวสาลีและอาหาร สำเร็จรูปอื่น ๆ	69,803.13	69,094.89	57,689.09	60,019.87
2.6.1 บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และ อาหารสำเร็จ	44,177.35	41,803.03	35,178.56	35,095.08
2.6.2 ผลิตภัณฑ์ข้าวสาลีอื่น ๆ	25,625.78	27,291.86	22,510.53	24,924.78
(1) บิสกิต แวฟเฟิล และเวเฟอร์	4,904.62	5,096.57	4,166.48	4,331.61

(2) แป้งสาลี	367.14	384.29	305.45	310.26
(3) ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ของข้าวสาลี	20,354.02	21,811.00	18,038.60	20,282.91

ที่มา : สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์

2.1.4 ข้าว

ข้าว เป็นพืชประเภทหญ้าที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมาก ปัจจุบันนี้ คนเอเชียประมาณ 3,000 ล้านคนบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ข้าวจึงนับว่ามีความสำคัญ มีคุณประโยชน์ต่อชีวิต และความเป็นอยู่ของมนุษย์นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ข้าวนอกจากจะใช้บริโภคเป็นอาหารหลักประจำวันของประชาชนแล้วยังใช้ทำเป็นอาหารหวานชนิดต่าง ๆ เช่น ขนมไทย อาทิ ลอดช่อง ปรากฏิมไข่เต่า ขนมตาล ขนมกล้วย ขนมหม้อแกง ทำเป็นแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า และทำเส้นก๋วยเตี๋ยวได้อีกด้วย โดยเฉพาะข้าวเหนียวใช้ทำเป็นของหวานมากกว่าข้าวเจ้า ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตแอลกอฮอล์ได้อาข้าวเหนียวไปหุงแล้วผสมกับน้ำตาล และเชื้อยีสต์ เพื่อให้เกิดการหมัก โดยมีจุดประสงค์ให้ยีสต์เปลี่ยนแป้งเป็นแอลกอฮอล์สำหรับใช้ผลิตวิสกี้ และอื่น ๆ นอกจากนี้ส่วนต่าง ๆ ของข้าวก็มีประโยชน์มากมาย เช่น รำข้าว ใช้เป็นอาหารสัตว์ น้ำมันรำข้าว ทำลิปสติก ยาหม่อง โลชั่นทาผิว ฟางข้าว ใช้ทำปุ๋ย ปลูกเห็ด ทำของเล่น ของใช้ กระดาษ แกลบ หรือขี้เถ้า สามารถทำเป็นถ่านกัมมันต์ หรือถ่านดูดกลิ่น นำมาผสมเป็นยาขจัดรถ ผสมทำเครื่องปั้นดินเผา เมล็ดข้าวนำมาทำเป็นเครื่องประดับ น้ำข้าวใช้เป็นยาบรรเทาอาการร้อน ระบายน้ำ แก้พิษ เป็นต้น ข้าวจึงเป็นพืชที่มีประโยชน์ และมีคุณค่ากับมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นใช้เป็นอาหารหลัก ทำขนม ยารักษาโรค ปุ๋ย ของใช้ เครื่องประดับ ของเล่น ฯลฯ จึงถือได้ว่า ข้าวเป็นพืชที่มีคุณค่าเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์คู่กับโลกมานับแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (บ้านจอมยุทธ, ม.ป.ป.)

การแบ่งชนิดของข้าวทำได้หลายแบบขึ้นอยู่กับมาตรการที่ใช้ในการแบ่ง ดังนี้ (มูลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2017)

1. แบ่งตามประเภทของเนื้อแข็งในเมล็ดข้าวสาร แบ่งได้เป็นข้าวเจ้า และข้าวเหนียว ซึ่งมีต้นและลักษณะอย่างอื่นเหมือนกันทุกอย่าง แตกต่างกันที่ประเภทของเนื้อแข็งในเมล็ด เมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วยแป้งอมิโลส (Amylose) ประมาณร้อยละ 15-30 ส่วนเมล็ดข้าวเหนียวประกอบด้วยแป้งอมิโลเพคติน (Amylopectin) เป็นส่วนใหญ่ และมีแป้งอมิโลสเพียงเล็กน้อยประมาณร้อยละ 5-7 เท่านั้น

2. แบ่งตามสภาพพื้นที่เพาะปลูก

- 2.1 ข้าวไร่ (Upland rice) เป็นข้าวที่ปลูกได้ทั้งบนที่ราบ และที่ลาดชัน ไม่ต้องทำคันนาปักน้ำ นิยมปลูกกันมากในบริเวณที่ราบสูงตามไหล่เขาทางภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ คิดเป็นเนื้อที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 10 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศ

2.2 ข้าวนาสวน หรือนาดำ (Lowland rice) เป็นข้าวที่ปลูกในที่ลุ่มทั่ว ๆ ไปในสภาพที่มีน้ำหล่อเลี้ยงต้นข้าวตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยว โดยที่สามารถรักษาระดับน้ำได้ และระดับน้ำต้องไม่สูงเกิน 1 เมตร ข้าวนาสวนนิยมปลูกกันมากแทบทุกภาคของประเทศคิดเป็นเนื้อที่เพาะปลูก ประมาณร้อยละ 80 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศ

2.3 ข้าวขึ้นน้ำ หรือข้าวนาเมือง (Floating rice) เป็นข้าวที่ปลูกในแหล่งที่ไม่สามารถรักษาระดับน้ำได้ บางครั้งระดับน้ำในบริเวณที่ปลูกอาจสูงถึงกว่า 1 เมตร ต้องใช้ข้าวพันธุ์พิเศษที่เรียกว่า ข้าวลอย หรือ ข้าวฟางลอย ส่วนมากปลูกแถบจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี ลพบุรี พิจิตร อ่างทอง ชัยนาทและสิงห์บุรี คิดเป็นเนื้อที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 10 ของเนื้อที่เพาะปลูกทั่วประเทศ

3. แบ่งตามอายุการเก็บเกี่ยว แบ่งเป็นข้าวเบา ข้าวกลาง และข้าวหนัก ข้าวเบา มีอายุการเก็บเกี่ยว 90-100 วัน ข้าวกลางมีอายุการเก็บเกี่ยว 100-120 วัน และข้าวหนักมีอายุการเก็บเกี่ยว 120 วันขึ้นไป อายุการเก็บเกี่ยวนับแต่วันเพาะกล้าหรือหว่านข้าวในนาจนเก็บเกี่ยว

4. แบ่งตามลักษณะความไวต่อช่วงแสง ข้าวที่ไวต่อช่วงแสงจะมีอายุการเก็บเกี่ยวที่ไม่แน่นอน คือไม่เป็นไปตามอายุของต้นข้าว เพราะจะออกดอกในช่วงเดือนที่มีความยาวของกลางวันสั้นกว่า กลางคืน ในประเทศไทยช่วงดังกล่าวเริ่มเดือนตุลาคม ฉะนั้นข้าวพวกนี้ต้องปลูกในฤดูนาปี (ฤดูฝน) เท่านั้น ส่วนข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสงสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล เช่น ข้าวขาวมะลิ 105 เป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ในขณะที่ข้าวปทุมธานี เป็นข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง เป็นต้น

5. แบ่งตามรูปร่างของเมล็ดข้าว

5.1 ข้าวเมล็ดสั้น (Short grain) ความยาวของเมล็ดไม่เกิน 5.50 มิลลิเมตร

5.2 ข้าวเมล็ดยาวปานกลาง (Medium grain) ความยาวของเมล็ดระหว่าง 5.51-6.60 มิลลิเมตร

5.3 ข้าวเมล็ดยาว (Long grain) ความยาวของเมล็ดระหว่าง 6.61-7.50 มิลลิเมตร

5.4 ข้าวเมล็ดยาวมาก (Extra-long grain) ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 7.51 มิลลิเมตรขึ้นไป

6. แบ่งตามฤดูปลูก

6.1 ข้าวนาปี หรือข้าวหน้าน้ำฝน คือ ข้าวที่ปลูกในฤดูการทำนาปกติ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมและเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นล่าสุดไม่เกินเดือนกุมภาพันธ์

6.2 ข้าวนาปรัง คือ ข้าวที่ปลูกนอกฤดูการทำนาปกติ เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม ในบางท้องที่จะเก็บเกี่ยวอย่างช้าที่สุดไม่เกินเดือนเมษายน นิยมปลูกในท้องที่ที่มีการชลประทานดี เช่น ในภาคกลาง

2.1.5 อ้อย

อ้อย เป็นพืชวงศ์ POACEAE วงศ์เดียวกับไผ่ หนุ่ย และธัญพืช เช่น ข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด และข้าวบาร์เลย์ มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปเอเชีย ในลำต้นอ้อยที่นำมาใช้น้ำตาลมีปริมาณซูโครสประมาณ 17-35% อ้อยเป็นพืชที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากเมื่อพิจารณาในแง่ของผลผลิต เพราะอ้อยสามารถใช้ปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต เช่น แสงแดด น้ำ อากาศ และธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ อ้อยเป็นพืชที่ปลูกง่าย เมื่อปลูกครั้งหนึ่งแล้ว สามารถเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง อ้อยชอบอากาศร้อน และชุ่มชื้น ดังนั้นประเทศที่ปลูกอ้อย ซึ่งมีประมาณ 70 ประเทศจึงอยู่ในแถบร้อน และชุ่มชื้นในระหว่างเส้นรุ้งที่ 35 องศาเหนือ และ 35 องศาใต้ ประเทศผู้ปลูกอ้อยที่สำคัญ ได้แก่ บราซิล กิวกา อินเดีย เป็นต้น นอกจากนี้อ้อยสามารถทำประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ชานอ้อย (bagasse) ที่ถูกบีบน้ำอ้อยออกไปแล้ว สามารถนำมาใช้ทำกระดาษ พลาสติก เป็นเชื้อเพลิง และอาหารสัตว์ ส่วนกากน้ำตาล (molasses) ที่แยกออกจากน้ำตาลในระหว่างการผลิต สามารถนำไปหมักเป็นเหล้ารัม (rum) ได้อีกด้วย (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2006)

2.1.6 มันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง เป็นพืชอาหารที่สำคัญของประเทศในเขตร้อน โดยเฉพาะในทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ และเอเชียบางประเทศ เช่น อินโดนีเซีย อินเดีย และฟิลิปปินส์ เนื่องจากเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญของคนและสัตว์ ซึ่งเป็นพืชอาหารในอันดับที่ 5 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง สำหรับประเทศไทยมันสำปะหลังถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก เพราะทนแล้ง ปลูกง่าย ศัตรูพืชน้อย แหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา กำแพงเพชร ชัยภูมิ กาญจนบุรี อุบลราชธานี สระแก้ว นครสวรรค์ เลย อุดรธานี และลพบุรี มันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ มันสำปะหลังชนิดหวาน (Sweet type) และมันสำปะหลังชนิดขม (Bitter type) สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ทั้งบริโภคเป็นอาหารโดยตรง และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง ได้แก่ มันเส้น (Tapioca chips) มันอัดเม็ด (Tapioca pellets) และแป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starch) สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้ประเทศไทยยังเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังที่สำคัญของโลก แต่นำมาใช้ในการบริโภคน้อย เพราะส่วนใหญ่นิยมแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อส่งออก โดยผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังของประเทศไทยเป็นสินค้าส่งออกที่มีความต้องการสูงในตลาดต่างประเทศ ซึ่งมีปริมาณการส่งออกมากเป็นอันดับ 1 ของโลก (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม.ป.ป.)

2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัยหลัก ๆ คือ (ชนกร น้ำหอม จันทร, 2019)

1. ปัจจัยภายใน หรือปัจจัยด้านพันธุกรรม (Internal or Genetic factor) เป็นปัจจัยพื้นฐานในการกำหนดการแสดงออกของสิ่งมีชีวิต และเป็นตัวกำหนดว่าสิ่งมีชีวิตที่เจริญเติบโตขึ้นมาจะต้องเป็นชนิดเดียวกันกับพ่อแม่ของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ลักษณะที่จะแสดงออกของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมด้วยหน่วยพันธุกรรมที่เรียกว่า ยีนส์ (Gene) ซึ่งประกอบด้วย DNA และ RNA ยีนส์เป็นตัวการสำคัญในการกำหนดให้สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ โดยการกระตุ้นให้มีการสร้างสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตหรือเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ ลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานได้ และปัจจัยทางพันธุกรรมนี้จะแสดงออกมามากน้อยเพียงใดจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของปัจจัยภายนอก หรือปัจจัยสภาพแวดล้อมประกอบไปด้วย

2. ปัจจัยภายนอก หรือปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (External or Environmental factors) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาการของพืช ปริมาณผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของพืชเป็นอย่างมาก สิ่งแวดล้อมอาจส่งเสริม หรือขัดขวางการแสดงออกทางด้านพันธุกรรมของพืช ลักษณะของพืชที่ปรากฏจะมีการเจริญเติบโต และการที่ดีหรือแย่ขึ้นจะขึ้นกับการผสมผสานกันของยีนส์ และสภาพแวดล้อม โดยยีนส์จะมีผลโดยตรงต่อกิจกรรมของฮอร์โมนภายในพืช หากยีนส์ และสภาพแวดล้อมผสมผสานกันดี ต้นพืชจะเจริญงอกงามได้ดี หากสภาพแวดล้อมขัดขวางหรือขัดแย้งกับยีนส์แล้ว ต้นพืชจะมีการเจริญเติบโตไม่งอกงาม หรือมีพัฒนาการไม่ดีพอ เป็นผลให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตต่ำได้

2.2.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว

แสงอาทิตย์ ปริมาณแสงมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต โดยที่พืชต้องการแสงสว่างเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง สร้างอาหาร ซึ่งช่วงเวลาที่ปลูกข้าวแต่ละฤดูกาล ช่วงแสง และสภาพภูมิอากาศจะเกี่ยวเนื่องไปกับปัจจัยด้านอากาศ และอุณหภูมิ โดยในประเทศไทยฤดูแล้งจะมีปริมาณรังสีของแสงมากกว่าฤดูฝน โดยเฉพาะระยะตั้งท้องจึงเป็นเหตุส่วนหนึ่งให้ผลผลิตข้าวในเขตอบอุ่นมีมากกว่าผลผลิตในเขตร้อน และช่วงแสง หรือระยะเวลากลางวันกับกลางคืนตามฤดูกาล ทำให้สามารถจำแนกข้าวได้เป็นข้าวไวแสง หรือข้าวนาปี และข้าวไม่ไวแสงที่ปลูกได้ตลอดปี ซึ่งช่วงเวลาด้านยาวของกลางวันกลางคืนนั้นยังมีผลต่อการเจริญทางการสืบพันธุ์ของข้าวไวแสง และแสงแด่มีความจำเป็นมากในช่วงเริ่มสร้างดอกจนกระทั่ง 10 วันก่อนเมล็ดแก่

ดิน พืชจะเจริญเติบโต และให้ผลผลิตได้ดี ต้องมีดินที่แข็งแรง เพื่อให้ลำต้นทรงอยู่ได้ในลักษณะที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะทำให้ส่วนต่าง ๆ ทำหน้าที่ในการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ ข้าวสามารถปลูกได้ในดินเกือบทุกชนิด ยกเว้นดินทราย ส่วนใหญ่ข้าวมักปลูกได้ดีในดินเหนียว และดินเหนียวปนร่วน ซึ่งมีความเป็นกรดต่ำ (pH) ตั้งแต่ 3-10 และข้าวสามารถปลูกได้แม้กระทั่งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมจะส่งเสริมให้พืชเจริญเติบโต และมีพัฒนาการที่ดี ซึ่งอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าว และการให้ผลผลิต โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับข้าวแตกกอจะอยู่ระหว่าง 25–33 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส จะมีผลต่อการงอกของเมล็ด การยืดของใบ การแตกกอ การสร้างดอกอ่อน การผสมเกสร เป็นต้น เช่น พบว่าอุณหภูมิที่สูงเกินไป และต่ำเกินไปในช่วงที่มีการออกดอกจะทำให้ดอกข้าวเป็นหมัน ซึ่งจะส่งผลให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ เป็นต้น

อากาศ ในการเจริญเติบโต และพัฒนาการของพืช ต้องการพลังงานที่ได้มาจากการหายใจจึงต้องมีอากาศอย่างเพียงพอ เพื่อให้การหายใจเกิดขึ้นเต็มที่ นอกจากนี้พืชยังต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงอีกด้วย

น้ำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ทำหน้าที่ช่วยดูดแร่ธาตุอาหาร ลำเลียงอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ และช่วยลดอุณหภูมิภายในต้นพืช ซึ่งเกี่ยวข้องทั้งคุณภาพน้ำ ปริมาณน้ำ ระดับน้ำ และจะเกี่ยวข้องต่อเนื่องกับดิน ธาตุอาหาร และความชื้นในดิน ข้าวมีความต้องการน้ำตั้งแต่ 875 มิลลิเมตร (ข้าวไร่) จนถึง 2,000 มิลลิเมตร (ข้าวนาสวน) ต่อปี แต่ควรมีการกระจายฝนที่ดีในพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำชลประทาน หรือที่เรียกว่า นาน้ำฝน ซึ่งส่วนใหญ่จะปลูกข้าวได้ในนาปีเท่านั้น และการตอบสนองต่อความต้องการน้ำยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ และช่วงของการเจริญเติบโต โดยในช่วงเตรียมดินควรมีน้ำประมาณ 150-200 มิลลิเมตร ช่วงที่เป็นต้นกล้าต้องการน้ำประมาณ 250-400 มิลลิเมตรจนถึงต้นกล้าอายุ 30-40 วัน และในช่วงปักดำจนกระทั่งเก็บเกี่ยวนั้นควรมีน้ำอยู่ในช่วง 800-1,200 มิลลิเมตร

ความชื้นสัมพัทธ์ อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศต่อการเจริญเติบโตของข้าวนั้น มักจะไม่ชัดเจน เพราะมีปริมาณความเข้มแสง และอุณหภูมิในเชิงที่กลับกันคือ เมื่อความเข้มของแสงมาก และอุณหภูมิสูงมักทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อุณหภูมิเย็นในเวลากลางวัน ทำให้เกิดน้ำค้างสูงจะมีผลต่อการพัฒนาของเชื้อโรคของข้าวบางชนิด เช่น โรคใบไหม้ ได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

ลม ลมอ่อนที่พัดถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา จะช่วยให้มีการถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ดี ทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้มากยิ่งขึ้น แต่ถ้าลมแรงจะมีผลโดยตรงทำให้ต้นข้าวหักล้ม เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตได้ ส่วนฤดูเพาะปลูก สามารถปลูกได้ตลอดปี แต่ควรหลีกเลี่ยงช่วงการปลูกที่ต้นข้าวจะออกดอกในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 33 องศาเซลเซียส และหลีกเลี่ยงการปลูกที่ต้องเก็บเกี่ยวในช่วงที่ฝนชุก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ จำเป็นต้องวางแผนการปลูกที่เหมาะสม (การทำนาเกษตรอินทรีย์, 2014)

นอกจากนี้ก็มีเรื่องวิธีการ หรือระบบการปลูกของเกษตรกร เช่น ระยะเวลาปลูก วิธีการปลูก จำนวนต้นที่ปักดำตามช่วงที่ปลูกข้าว ความลึกในการปักดำ ขั้นตอนในการปลูก การดูแลรักษาแต่ละระยะ เป็นต้น และสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาล เช่น ฤดูนาปี นาปรัง จะเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ทั้งหมด ได้แก่ น้ำ อุณหภูมิ แสงสว่าง อากาศ เป็นต้น

2.2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

อ้อย เป็นพืชที่ปลูกง่าย และเก็บเกี่ยวได้หลายครั้ง แต่การเจริญเติบโตที่ดีของอ้อยนั้นต้องพึ่งพาปัจจัยหลายด้าน อาทิ แสงแดด น้ำ อากาศ ธาตุอาหาร เป็นต้น ซึ่งในแต่ละช่วงวัยของอ้อยมีความต้องการปัจจัยต่าง ๆ มากน้อยตามอายุ โดยการเจริญเติบโตของอ้อยแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. ระยะงอก (germination phase) ระยะนี้เริ่มต้นตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งหน่อโผล่พ้นดิน ใช้เวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ ความหนาของดินที่กลบท่อนพันธุ์ และการปฏิบัติต่อท่อนพันธุ์ เป็นต้น หน่อที่เกิดจากตาของท่อนพันธุ์ เรียกว่า หน่อแรก (primary shoot) หรือหน่อแม่ (mother shoot) จำนวนท่อนพันธุ์ที่งอกต่อไร่จะเป็นตัวกำหนดจำนวนกออ้อยในพื้นที่แปลงนั้น

2. ระยะแตกกอ (tillering phase) การแตกกอจะเริ่มจากประมาณ 1.5 เดือนหลังปลูก และอาจนานถึง 2.5-4 เดือน การแตกกอเป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาของแบบการทำซ้ำภายใต้พื้นดิน โดยแยกออกจากข้อตาที่เป็นหน่อแม่ การแตกกออ้อยให้มีจำนวนข้อที่เหมาะสมจะทำให้ได้ผลผลิตที่ดี โดยปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการแตกกอมียากหลาย ได้แก่ ความชื้นในดิน แสง อุณหภูมิ และปุ๋ย หน่อที่เกิดขึ้นในช่วงต้นนั้นก่อให้เกิดลำที่ใหญ่และหนัก แต่หน่อที่เกิดขึ้นในช่วงปลายจะมีโอกาสทั้งตายหรือที่จะเกิดขึ้นในระยะสั้นคือ โตไม่เต็มเท่าที่นั่น การปลูกอ้อยในระยะการแตกกอนั้น การควบคุม น้ำ และวัชพืชมีความสำคัญต่อการแตกกอเป็นอย่างมาก เพราะจะช่วยกระตุ้นการแตกกอให้มีประมาณ หน่อลูกที่เหมาะสม ส่งผลต่อการได้ผลผลิตต่อไร่ที่ดี

3. ระยะย่นปล้อง (stalk elongation phase) เป็นระยะต่อเนื่องกับการแตกกอ อ้อยจะมีการเพิ่มความยาว และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องอย่างรวดเร็ว ทำให้อ้อยทั้งลำต้นเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยจะเริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 3-4 เดือน ถึงอายุประมาณ 7-8 เดือน ซึ่งหลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะลดลง และจะเริ่มมีการสะสมน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น

4. ระยะแก่และสุก (maturity and ripening phase) เป็นระยะที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้าลงมากเมื่อเปรียบเทียบกับระยะต่าง ๆ ข้างต้น เมื่อการเจริญเติบโตเริ่มช้าลง น้ำตาลที่ไปสร้างขึ้นโดยการสังเคราะห์แสงนั้นจะถูกใช้น้อยลง และมีเหลือสะสมในลำต้นมากขึ้น ระยะนี้เป็นารเริ่มต้นของการสุก การสะสมน้ำตาลจะเริ่มจากส่วนโคนไปหาปลาย ดังนั้นส่วนโคนจึงมีความหวานมากกว่าส่วนปลาย การสะสมน้ำตาลจะมีมากขึ้นตามลำดับจนกระทั่งทุกส่วนมีความหวานใกล้เคียงกัน เรียกว่า สุก (มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม, 2020)

สภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต 30-35 องศาเซลเซียส ต้องการอุณหภูมิกลางวัน 18-22 องศาเซลเซียส ในช่วงสัปดาห์ หรืออ้อยอายุ 10-11 เดือน ปริมาณน้ำฝน 1,200-1,500 มิลลิเมตร/ปี กระจายสม่ำเสมอในช่วงอ้อยอายุ 1-8 เดือน มีช่วงปลอดฝน 2 เดือนก่อนการเก็บเกี่ยว และมีแสงแดดจัด (สยามคูโบต้า, ม.ป.ป.)

2.2.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจหลักสำคัญของประเทศ ประเทศไทยมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่อง เพื่อรองรับการเติบโตของตลาดทั้งภาคอุตสาหกรรม อาทิ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน ในส่วนของภาคการเกษตรที่ถือเป็นต้นน้ำในการผลิตมันสำปะหลัง เพื่อที่จะส่งผลผลิตต่อไปยังภาคอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องผลิตมันสำปะหลังให้ได้คุณภาพ ปัจจัยในการเพาะปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้คุณภาพ ผลผลิตหัวใหญ่ น้ำหนักดี เปอร์เซ็นต์แป้งสูง ควรคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. การเตรียมดิน โดยส่วนมากพื้นที่ที่มีการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย มักปลูกติดต่อกันนานหลายปี เกษตรกรจึงควรทำการปรับปรุงดินให้เหมาะสม เพื่อรักษาระดับผลผลิตในระยะยาว โดยก่อนปลูกควรเตรียมดินล่วงหน้าประมาณ 2 เดือน เริ่มจากไถระเบิดดินดานก่อน จึงค่อยไถพรวนเตรียมดินให้ลึกประมาณ 10 - 20 เซนติเมตร เพื่อระเบิดหน้าดินให้มีความร่วนซุย ให้น้ำซึมลงใต้ดิน เพิ่มความสามารถของดินให้กักเก็บน้ำ และความชื้นได้มากขึ้น วิธีนี้จะช่วยให้พืชสามารถนำน้ำใต้ดินมาใช้เมื่อฤดูแล้ง และยังช่วยให้ต้นมันสำปะหลังลงหัวได้ง่าย ระหว่างการปรับปรุงบำรุงดินก่อนปลูก ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอกร่วมด้วย เพื่อปรับสภาพดิน และปรับโครงสร้างของดิน เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ หลังจากนั้นบำรุงดินโดยปลูกพืชตระกูลถั่ว หลังปลูกประมาณ 45-50 วัน จะเริ่มออกดอก ให้ทำการไถกลบทันที เพื่อให้เป็นปุ๋ยพืชสด จากนั้นตากดินไว้ 2 สัปดาห์ เพื่อฆ่าเชื้อในดิน เพื่อยับยั้ง และวัชพืช ตามด้วยยกร่องดินก่อนปลูก

2. การเลือกพันธุ์ การเลือกพันธุ์ให้เหมาะกับพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ และคุณลักษณะดิน จะช่วยลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้อย่างดี ทั้งนี้ตามหลักวิชาการถือว่า ดินร่วนเหนียว เป็นดินดี สำหรับปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยะของ 5 และระยะของ 72 ส่วนดินร่วนทราย จัดเป็นดินคุณภาพปานกลางถึงแย่มากเหมาะสำหรับปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยะของ 90 หัวยบ 60 และระยะของ 9 ไม่ควรปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยะของ 90 หัวยบ 60 และระยะของ 9 ในแหล่งดินร่วนเหนียว เพราะมันสำปะหลังทั้ง 4 สายพันธุ์นี้จะเจริญเติบโตในส่วนลำต้นที่อยู่เหนือดินมากกว่าลงหัว ส่วนมันสำปะหลังพันธุ์ระยะของ 7 เหมาะที่จะปลูกในดินร่วนเหนียว และดินร่วนทรายที่มีความชื้นตลอดช่วงของการเจริญเติบโต แต่ไม่ควรปลูกสายพันธุ์นี้ในสภาพดินที่แห้งแล้ง เพราะให้ผลผลิตไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

มันสำปะหลัง จัดอยู่ในพืชที่ต้องการน้ำน้อย แต่การเจริญเติบโต และปริมาณผลผลิตขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนด้วยเช่นกัน การปลูกมันสำปะหลังโดยอาศัยน้ำฝน เกษตรกรควรปลูกในระยะเวลาที่เหมาะสม ในเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน และช่วงเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงที่เกษตรกรสามารถปลูก และให้ผลผลิตสูง

มันสำปะหลังต้องการน้ำมากที่สุดในช่วง 6-10 เดือน ใช้น้ำน้อยที่สุด 1-5 เดือน แต่ถ้าขาดน้ำ โดยเฉพาะช่วงฤดูแล้งอาจทำให้ผลผลิตลดลงถึง 60% ด้วยเหตุนี้เอง น้ำ จึงเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต ดังนั้นเกษตรกรบางรายจึงตัดสินใจลงทุนทำระบบน้ำหยด เพื่อให้แปลงเพาะปลูกมันสำปะหลังได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอในช่วงฤดูแล้ง ต้นมันสำปะหลังสามารถเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน เมื่อมันสำปะหลังได้รับน้ำตามระบบจะมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 30-50% เพราะน้ำคือ ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวช่วยละลายธาตุอาหารจากดินสู่ลำต้นและใบ หากขาดน้ำลำต้นจะแคระแกร็นไม่มีแป้งไปสะสมในหัวมันสำปะหลัง (เจีย ไต้, ม.ป.ป.)

2.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Change) คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ย (Average Weather) ในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ยหมายถึงความรวมถึง ลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม เป็นต้น ซึ่งตามกรอบของอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ FCCC (Framework Convention on Climate Change) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันเป็นผลทางตรง หรือทางอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากความผันแปรตามธรรมชาติ แต่ความหมายที่ใช้ในคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ไม่ว่าจะเนื่องมาจากความผันแปรตามธรรมชาติ หรือกิจกรรมของมนุษย์ (กรมอุตุวิทยา, ม.ป.ป.)

2.3.1 ภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้น โดยกิจกรรมของมนุษย์ที่กระทำนั้นเป็นการเพิ่มก๊าซเรือนกระจกให้มากขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง และการตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น โดยก๊าซเรือนกระจกมีก๊าซสำคัญอยู่ 3 ชนิดคือ คาร์บอนไดออกไซด์ ที่มาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ ก๊าซมีเทน เกิดจากการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต เช่น ในนาข้าว และก๊าซไนตรัสออกไซด์มาจากอุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในกระบวนการผลิต รวมทั้งปุ๋ยไนโตรเจนในเกษตรกรรม เมื่อก๊าซเรือนกระจกรวมตัวกันมากขึ้น ก็ทำให้

เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกที่ทำให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านมายังผิวโลกได้ และจะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวที่โลกปล่อยออกมาไม่ให้หลุดออกนอกบรรยากาศ เมื่อรับรังสีคลื่นสั้นเข้ามา และรังสีคลื่นยาวไม่สามารถสะท้อนออกไปได้ ทำให้โลกร้อนขึ้น และเกิดก๊าซเรือนกระจก สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยในประเทศไทย ในช่วงเวลา 40 ปีตั้งแต่ พ.ศ. 2524-2561 อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ อุณหภูมิกลางวัน และกลางคืนไม่ต่างกันมาก เพราะว่าอุณหภูมิต่ำสุด และสูงสุดมีความใกล้เคียงกันมาก ซึ่งจะอยู่ระหว่าง 30-40 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น 1-2 องศาเซลเซียส อีกด้วย (CARIB TAILS YACHTERS, 2019)

ในงานวิจัยนี้ผู้ศึกษาสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) และสภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) ซึ่ง Representative Concentration Pathways (RCP) เป็นภาพฉายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบใหม่ที่คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC) ได้พัฒนาขึ้น และใช้ในรายงานการประเมินครั้งที่ 5 ของ IPCC (The Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ AR5) โดยถือเอาความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกเป็นจุดเริ่มต้นแล้วประเมินว่าความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในระดับต่าง ๆ กันจะส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และกระบวนการที่เกี่ยวข้องอย่างไร ในรายงาน AR5 ได้แบ่งสถานการณ์จำลองเป็น 4 รูปแบบ เรียกว่า RCPs ใช้ในการวิจัย และสร้างแบบจำลองภูมิอากาศ โดยแสดงถึงความเป็นไปได้ด้านภูมิอากาศ 4 สถานการณ์ที่แสดงถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมาในแต่ละปีในอนาคต ประกอบด้วย RCP2.6, RCP4.5, RCP6 และ RCP8.5 ซึ่งตัวเลข 2.6, 4.5, 6 และ 8.5 ที่ต่อท้ายคือ ค่าความแตกต่างของการแผ่รังสี (Radiative force) ที่คาดการณ์ไว้ในปี ค.ศ. 2100 เทียบกับช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรม ดังนี้

RCP 8.5 Rising radiative forcing pathway leading to 8.5 W/m² in 2100.

RCP 6 Stabilization without overshoot pathway to 6 W/m² at stabilization after 2100

RCP 4.5 Stabilization without overshoot pathway to 4.5 W/m² at stabilization after 2100

RCP 2.6 Peak in radiative forcing at ~ 3 W/m² before 2100 and decline

(กรมอุตุนิยมวิทยา, 2016)

2.4 ตัวแบบที่ใช้ในการสร้างปัจจัยสภาพภูมิอากาศ

ตัวแบบที่ใช้ในการสร้างปัจจัยสภาพภูมิอากาศ เป็นแบบจำลองภูมิอากาศโลก (Conformal Cubic Atmospheric Model : CCAM) ซึ่งเป็นแบบจำลองภูมิอากาศโลกทางด้านพลวัตที่ได้รับการพัฒนามาจากสถาบัน Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Division of Atmospheric Research ประเทศออสเตรเลีย โดยใช้ในการพยากรณ์อากาศในระดับภูมิอากาศโลกผ่านการลดขนาดแบบพลวัต โดยสร้างกริดครอบคลุมบริเวณพื้นที่พยากรณ์ในระดับ

ภูมิภาค อีกทั้งยังได้พัฒนาระบบแบบจำลอง โดยเพิ่มแบบแผนพารามิเตอร์ทางกายภาพ (Physical parameterization schemes) ที่ประกอบด้วย คลื่นรังสียาว (Longwave radiation) คลื่นรังสีสั้น (Shortwave radiation) อนุภาคฝุ่น หรือละอองลอย (Aerosol) รูปแบบการยกตัวของเมฆ (Cumulus convection) การกระจายของเมฆ (Cloud distributions) อุณหภูมิชั้นผิวดิน (Soil temperature) เป็นต้น เพื่อให้ได้ผลการพยากรณ์ภูมิอากาศที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด ปัจจุบันแบบจำลอง CCAM ได้พัฒนาความละเอียดในการพยากรณ์เชิงพื้นที่ได้ถึงในระดับ 50–100 กิโลเมตร ซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าความละเอียดที่เพียงพอสำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการพยากรณ์เชิงพื้นที่ในระดับภูมิภาค และจากการศึกษาที่ผ่านมาแบบจำลอง CCAM ถือเป็นแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาคที่บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากแบบจำลองได้ให้ค่าการพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลสังเกตในระดับที่น่าพึงพอใจ อีกทั้งยังพัฒนาระบบการพยากรณ์อย่างต่อเนื่องในบริเวณพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (J. Katzfey et al, 2016; A. Thevakaran, et al., 2016)

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศจากสถาบัน CSIRO ซึ่งมีความร่วมมือทางด้านการวิจัยสภาพอากาศกับศูนย์วิจัย KMUTT Research Center of Atmospheric and Oceanic Prediction (K@TOP) ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยเลือกข้อมูลแบบจำลอง CCAM ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงประมาณ 10×10 กิโลเมตร เพื่อให้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศเชิงพื้นที่ระดับภูมิภาคบริเวณประเทศไทย ซึ่งครอบคลุมสถานีตรวจวัดอากาศ อุดุนิยมวิทยา 124 สถานีทั่วประเทศไทย โดยดึงข้อมูลในรูปแบบกริดให้อยู่ในรูปแบบสถานี จากนั้นพิจารณาตัวแปรสภาพอากาศ โดยมุ่งเน้นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทางด้านการเกษตรเป็นหลัก เพื่อใช้วิเคราะห์กลุ่มในลำดับต่อไป ประกอบไปด้วยทั้งสิ้น 5 ตัวแปร คือ ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร/วัน) ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ) อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)

2.5 การจัดกลุ่มข้อมูลผสมหลายตัวแปร

2.5.1 ข้อมูลผสม

ข้อมูลผสม (Panel data) หรือข้อมูลภาคตัดขวางแบบต่อเนื่อง เป็นชุดข้อมูลที่เก็บจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดิมซ้ำ ๆ ตามช่วงระยะเวลาที่เลือกทำการศึกษา ดังนั้นข้อมูลผสมจึงเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-sectional data) ร่วมกับข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ที่แสดงถึงหน่วยพฤติกรรม และช่วงเวลา ($x_{ij}(t)$) (ฉันทา สวัสดิ์รักษ์พงศ์, 2012; ฉัฐวดี จินะแปง, 2020)

Panel data analysis เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Longitudinal data analysis คือ การติดตามบันทึกข้อมูลของหน่วยสำรวจ (Individual หรือ Entity หรือ Subject) หลายหน่วยติดต่อกันไปหลายปี หรือ

หน่วยเวลาใด ๆ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลชนิดพหุมิติคือ ข้อมูลชนิดดังกล่าวอาจมีตัวแปรอิสระที่ตัวก็ได้ แต่เป็นข้อมูลที่บันทึกเรียงตามเวลา (Multiple time periods) ของแต่ละหน่วยสำรวจ ซึ่งหน่วยสำรวจ อาจเป็นพื้นที่ ประเทศ จังหวัด เมือง หรือเขตปกครองระดับใด ๆ องค์กร สถานประกอบการ คน สัตว์ สิ่งของ

Panel data เป็นการเก็บข้อมูลของหน่วยสำรวจ เป็น Cross section data ซึ่งบันทึกค่าตัวแปรที่สนใจจากแต่ละหน่วย ณ จุดเวลา (Point of time) หนึ่งที่กำหนดจากนั้นเก็บข้อมูลของหน่วยสำรวจเดิม เพิ่มเติม ณ จุดเวลาถัด ๆ ไป เป็น time series ซึ่งอาจเพิ่มในจำนวนที่เท่ากัน หรือไม่เท่ากัน ในระหว่างหน่วยสำรวจก็ได้ ซึ่งถ้าเพิ่มจำนวนจุดเวลาในจำนวนที่เท่ากัน เรียกว่า Balanced panel data แต่ถ้าเพิ่มในจำนวนที่ไม่เท่ากัน เรียกว่า Unbalanced panel data (มนตรี พิริยะกุล, 2013)

2.5.2 ข้อมูลผสมตัวแปรเดียว

ข้อมูลผสมตัวแปรเดียว (Single variable panel data) สามารถแสดงรูปแบบโครงสร้างของข้อมูลผ่านตารางสองมิติ โดยสมมติให้ n แทน จำนวนตัวอย่างที่รวบรวม T แทน ความยาวของเวลา และ $x_i(t)$ แทน ค่าข้อมูลของตัวอย่างที่ i ณ เวลา t

โดยทั่วไปข้อมูลในรูปแบบภาคตัดขวางจะแสดงในรูปแบบตารางสองมิติ เช่น x_{ij} แทน ค่าข้อมูลของตัวอย่างที่ i และตัวแปรที่ j ถ้ามิติเวลาของข้อมูลผสมตัวแปรเดียวถูกแปลงไปเป็นมิติตัวแปรของข้อมูลภาคตัดขวาง ฟังก์ชันค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และค่าความแปรปรวนร่วมจะเหมือนกับข้อมูลในรูปแบบภาคตัดขวางปกติ รวมถึงการหาค่าระยะห่างระหว่างข้อมูลในการวิเคราะห์กลุ่มด้วย

ตารางที่ 2.6 รูปแบบข้อมูลผสมตัวแปรเดียว

Sample (i)	Time Index (t)			
	1	2	...	T
	$x_i(1)$	$x_i(2)$		$x_i(T)$
1	$x_1(1)$	$x_1(2)$		$x_1(T)$
2	$x_2(1)$	$x_2(2)$		$x_2(T)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
n	$x_n(1)$	$x_n(2)$		$x_n(T)$

2.5.3 ข้อมูลผสมหลายตัวแปร

ข้อมูลผสมหลายตัวแปร (Multivariable panel data) จะมีรูปแบบโครงสร้างซับซ้อนอย่างมาก และไม่สามารถแสดงได้โดยตารางสองมิติแบบธรรมดา ตารางที่ 2.7 แสดงข้อมูลผสมหลายตัวแปรในรูปแบบตารางสองมิติ โดยกำหนดให้ n แทน จำนวนตัวอย่างที่รวบรวม p แทน จำนวนตัวแปร

$(x_1, x_2, \dots, x_p)$ T แทน ความยาวของเวลา และ $x_{ij}(t)$ แทน ค่าข้อมูลของตัวอย่างที่ i ตัวแปรที่ j ณ เวลา t โดยที่ $i \in [1, n]$; $j \in [1: p]$; $t \in [1, T]$ การหาค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย และค่าแปรปรวนสำหรับ ข้อมูลผสมหลายตัวแปร มีดังนี้ (Z. Bingyun, 2014)

ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ j ณ เวลาที่ t

$$\bar{x}_j(t) = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}(t)}{n} \quad (2.1)$$

ค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่ j

$$\bar{x}_j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n x_{ij}(t) \quad (2.2)$$

ค่าความแปรปรวนของตัวแปรที่ j ณ เวลาที่ t

$$s_j^2(t) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [x_{ij}(t) - \bar{x}_j(t)]^2 \quad (2.3)$$

ค่าความแปรปรวนของตัวแปรที่ j

$$S_j^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [x_{ij}(t) - \bar{x}_j(t)]^2 \quad (2.4)$$

ตารางที่ 2.7 รูปแบบข้อมูลผสมหลายตัวแปร

Sample (i)	Time Index (t)			
	1	2	...	T
	$x_1, x_2, \dots, x_p$	$x_1, x_2, \dots, x_p$		$x_1, x_2, \dots, x_p$
1	$x_{11}(1), x_{12}(1), \dots, x_{1p}(1)$	$x_{11}(2), x_{12}(2), \dots, x_{1p}(2)$		$x_{11}(T), x_{12}(T), \dots, x_{1p}(T)$
2	$x_{21}(1), x_{22}(1), \dots, x_{2p}(1)$	$x_{21}(2), x_{22}(2), \dots, x_{2p}(2)$		$x_{21}(T), x_{22}(T), \dots, x_{2p}(T)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
n	$x_{n1}(1), x_{n2}(1), \dots, x_{np}(1)$	$x_{n1}(2), x_{n2}(2), \dots, x_{np}(2)$		$x_{n1}(T), x_{n2}(T), \dots, x_{np}(T)$

ที่มา : R. Ramadhan, A.S. Awalluddin, R. Cahyandari, 2020

2.5.4 การจัดกลุ่มข้อมูลผสมหลายตัวแปรด้วยวิธี K_mL3D

การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี K_mL3D หรือ K-means for joint Longitudinal data เป็นการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี K-means สำหรับข้อมูลผสมหลายตัวแปรที่มีลักษณะเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา ซึ่งแพ็คเกจ K_mL3D สามารถจัดการกับข้อมูลที่สูญหาย วิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสม (Genolini, C., Falissard, B., Pingault, J.B., 2017) และวิเคราะห์กลุ่มของข้อมูลได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลเพื่อใช้เป็นตัวแทนของช่วงเวลา ซึ่งจะช่วยให้สูญเสียข้อมูลในด้านการกระจายของข้อมูล

K-Means Clustering เป็นอัลกอริทึมที่นิยมใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูล โดยการทำงานของอัลกอริทึมนี้จะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นจำนวน K กลุ่ม ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการเลือกค่าเริ่มต้นที่จะทำ

หน้าที่เป็นค่ากลาง (Mean) ให้กับแต่ละกลุ่ม จากนั้นจัดข้อมูลเข้ากลุ่มที่ใกล้เคียงกับค่ากลางปัจจุบันของแต่ละกลุ่มที่สุด หลักจากจัดข้อมูลทั้งหมดเข้ากลุ่มเสร็จแล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม เพื่อทำหน้าที่เป็นค่ากลางของกลุ่ม เมื่อได้ค่ากลางแล้วจะทำการจัดกลุ่มใหม่ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ตำแหน่งที่เสถียร นั่นคือ ค่ากลางของแต่ละกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง (วีรศักดิ์ ช่องงูเหลือม, 2012)

สัญลักษณ์

กำหนดให้ S เป็นเซตของกลุ่มตัวอย่างจำนวน n กลุ่ม ซึ่งในแต่ละกลุ่มมี m ตัวแปร จะได้ว่า $Y_{..A}, Y_{..B}, \dots, Y_{..M}$ ณ เวลาที่แตกต่างกัน t โดยที่ $Y_{..A}$ เป็นข้อมูลผสมตัวแปรเดียว (Single variable-trajectory or Variable-trajectory) เมื่อหลายข้อมูลผสมตัวแปรเดียรรวมกันจะเรียกว่า ข้อมูลผสมหลายตัวแปร (Joint variable-trajectories) ซึ่งแต่ละ i จะเป็นค่าของ $Y_{..A}$ ณ เวลาที่ j กำหนดให้เป็น y_{ijA} โดยที่ลำดับ $y_{i..A} = (y_{i1A}, y_{i2A}, \dots, y_{itA})$ เรียกว่า ข้อมูลผสมตัวแปรเดียว (Single variable-trajectory or trajectory) และหลาย ๆ ข้อมูลผสมตัวแปรเดียรรวมกันเรียกว่า ข้อมูลผสมหลายตัวแปร (Joint variable-trajectories) มีรูปแบบดังนี้

$$y_{i..} = \begin{pmatrix} y_{i..A} \\ y_{i..B} \\ \vdots \\ y_{i..M} \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

สามารถเขียนเป็นเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$y_{i..} = \begin{pmatrix} y_{i1A} & y_{i2A} & \cdots & y_{itA} \\ y_{i1B} & y_{i2B} & \cdots & y_{itB} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{i1M} & y_{i2M} & \cdots & y_{itM} \end{pmatrix} \quad (2.6)$$

เมื่อแถวเป็นข้อมูลผสมตัวแปรเดียว $y_{..A}$ ณ ลำดับที่ j คงที่

$$y_{ij.} = \begin{pmatrix} y_{ijA} \\ y_{ijB} \\ \vdots \\ y_{ijM} \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

เรียกว่า เมทริกซ์รายตัวแปร ณ เวลาที่ j ซึ่งเป็นคอลัมน์ลำดับ j ของเมทริกซ์ $y_{i..}$ เพื่อแบ่งจำนวนตัวอย่าง (S) ให้ไปอยู่ในกลุ่มย่อย k ที่มีลักษณะคล้ายกัน

ขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อมูลผสมหลายตัวแปร

1. กำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม

การจัดกลุ่มด้วยวิธี K-mean จำเป็นที่จะต้องทราบจำนวนกลุ่มก่อนทำการจัดกลุ่ม ซึ่งการเลือกจำนวนกลุ่มที่ดีที่สุดจะเลือกตามเกณฑ์คุณภาพบางประการ (Genolini, C., Falissard, B., 2011) โดยเกณฑ์คุณภาพคือ ดัชนีที่เกี่ยวข้องกับพาร์ติชัน ค่าเหล่านี้ใช้ค่าสูงสำหรับพาร์ติชันที่มีคุณภาพสูง หรือค่าต่ำสำหรับอื่น ๆ หรือกลับกันขึ้นอยู่กับเกณฑ์ นิยามของพาร์ติชันที่มีคุณภาพสูง และคุณภาพต่ำจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะนำไปสู่ดัชนีที่แตกต่างกัน แต่หลักการทำงานคล้ายกัน พาร์ติชันที่ดีคือ พาร์

ดัชนีที่กลุ่มกะทัดรัด และแยกออกจากกันอย่างดี ดังนั้นดัชนีส่วนใหญ่จึงคำนวณดัชนีความกะทัดรัดภายในกลุ่ม และดัชนีระยะห่างระหว่างกลุ่ม (Alacoque, X., Arnaud, C., Genolini, C., Sentenac, M., 2015)

แพ็คเกจ Kml3D จะใช้เกณฑ์ $C(k)$ ของ Calinski & Harabatz เป็นหลักในการกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม ซึ่งสามารถกำหนดได้ดังนี้ (Genolini, C., Falissard, B., 2011)

ให้ n_m เป็นจำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ m , $\bar{y}_m$ เป็นตัวอย่างเฉลี่ยของกลุ่มที่ m , $\bar{y}$ เป็นค่าเฉลี่ยรวมของตัวอย่าง m กลุ่มทุกตัวแปร และ y_{ml} คือ ตัวอย่างที่ l ในกลุ่มที่ m

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมระหว่างกลุ่มคือ

$$B = \sum_{m=1}^k n_m (\bar{y}_m - \bar{y})(\bar{y}_m - \bar{y})' \quad (2.8)$$

โดยที่ค่า $\text{trace}(B)$ เป็นผลรวมของสัมประสิทธิ์เส้นทแยงมุมของเมทริกซ์ B ถ้าค่า $\text{trace}(B)$ สูงแสดงว่ากลุ่มแยกออกมาอย่างดี ในขณะที่ค่า $\text{trace}(B)$ ต่ำแสดงว่ากลุ่มอยู่ใกล้กัน

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมภายในกลุ่มคือ

$$W = \sum_{m=1}^k \sum_{l=1}^{n_m} (y_{ml} - \bar{y}_m)(y_{ml} - \bar{y}_m)' \quad (2.9)$$

โดยที่ค่า $\text{trace}(W)$ ต่ำจะสอดคล้องกับกลุ่มขนาดกะทัดรัด และค่า $\text{trace}(W)$ สูงจะสอดคล้องกับกลุ่มที่ต่างกัน

เกณฑ์ของ Calinski & Harabatz จะพิจารณาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดที่สอดคล้องกับค่า k ที่ทำให้ $C(k)$ สูงสุด ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์ของ Calinski & Harabasz, Kryszczuk variant (Kryszczuk and Hurley 2010) เพื่อกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้ (Alacoque, X., Arnaud, C., Genolini, C., Sentenac, M., 2015)

$$C_K(k) = \frac{\text{Trace}(B)}{\text{Trace}(W)} \cdot \frac{n-1}{n-k} \quad (2.10)$$

เมื่อ $\text{trace}(B)$ เป็นผลรวมของสัมประสิทธิ์เส้นทแยงมุมของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมระหว่างกลุ่ม

$\text{trace}(W)$ เป็นผลรวมของสัมประสิทธิ์เส้นทแยงมุมของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมภายในกลุ่ม

n เป็นจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

k เป็นจำนวนกลุ่ม

2. สุ่มตัวอย่างให้กลุ่มต่าง ๆ ตามจำนวนกลุ่มที่ต้องการหาค่าเซนทรอยด์ (Centroid) ให้กับแต่ละกลุ่ม โดยใช้สูตรดังนี้

$$V_{kx} = \frac{1}{TS_k} \sum_{i \in S_k} \sum_{j=1}^T y_{ijx} \quad (2.11)$$

เมื่อ	V_{kx}	แทน	ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มในแต่ละตัวแปร (เซนทรอยด์)
	T	แทน	จำนวนเวลา (เดือน)
	S_k	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มที่ k
	y_{ijx}	แทน	ค่าข้อมูลตัวอย่างในสถานที่ i เดือนที่ j ตัวแปรที่ X

3. คำนวณค่าระยะห่างระหว่างตัวอย่างกับเซนทรอยด์ (Centroid) ของแต่ละกลุ่ม

การวัดค่าระยะห่างสำหรับข้อมูลผสมหลายตัวแปร ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแบ่งกลุ่มสามารถทำได้หลายวิธี แต่ทุกวิธีนั้นจะมีขั้นตอนพื้นฐานหนึ่งที่ต้องทำเหมือนกันคือ การวัดระยะห่างของข้อมูล (วีรศักดิ์ ช่องงูเหลือม, 2012) ซึ่งการวัดระยะห่าง (Distance Measure) เป็นการหาระยะห่างระหว่างหน่วย 2 หน่วย ถ้ามีค่าความต่างน้อย หรือระยะห่างกันน้อย แสดงว่ามีความคล้ายกัน ควรจัดให้หน่วย 2 หน่วยอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แต่ถ้ามีค่าความต่างมาก หรือระยะห่างกันมาก แสดงว่ามีความไม่คล้ายกัน ควรจัดให้หน่วย 2 หน่วยอยู่ต่างกลุ่มกัน (สายชล สันสมบูรณ์ทอง, 2016, หน้า 340-341) เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการจัดกลุ่มด้วยวิธี KmL3D หรือ K-means for joint Longitudinal data เป็นการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี K-means สำหรับข้อมูลผสมหลายตัวแปรที่มีลักษณะเป็นอนุกรมเวลา การวัดระยะห่างของข้อมูลจะเป็นการคำนวณระยะห่างระหว่างหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยกับเซนทรอยด์ของทุกกลุ่ม เพื่อพิจารณาย้ายกลุ่มของตัวอย่าง หากค่าระยะห่างน้อยใกล้เคียงกับเซนทรอยด์ของกลุ่มใดมากที่สุด ซึ่งแพ็คเกจ KmL3D สามารถจัดการกับข้อมูลที่สูญหาย วิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสม และสามารถวิเคราะห์กลุ่มของข้อมูลได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลเพื่อใช้เป็นตัวแทนของช่วงเวลา ซึ่งจะทำให้สูญเสียข้อมูลในด้านการกระจายของข้อมูล สามารถคำนวณได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{Dist}(y_{i..}, V_k) = \sqrt{\sum_{j=1}^T \sum_{X=1}^p |y_{ijx} - V_{kx}|^2} \quad (2.12)$$

โดยที่	$\text{Dist}(y_{i..}, V_k)$	แทน	ค่าระยะห่างระหว่างตัวอย่างกับเซนทรอยด์
	y_{ijx}	แทน	ค่าข้อมูลตัวอย่างในสถานที่ i เดือนที่ j ตัวแปรที่ X
	V_{kx}	แทน	ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มในแต่ละตัวแปร (เซนทรอยด์)
	i	แทน	สถานที่ ($i = 1, 2, \dots, n$)
	j	แทน	เดือน ($j = 1, 2, \dots, T$)
	X	แทน	ตัวแปร ($X = 1, 2, \dots, p$)
	T	แทน	จำนวนเวลาที่นำมาใช้ในการจัดกลุ่ม

p	แทน	จำนวนตัวแปรที่นำมาใช้ในการจัดกลุ่ม
n	แทน	จำนวนหน่วยตัวอย่างที่นำมาจัดกลุ่ม

4. ย้ายกลุ่มของตัวอย่างไปยังกลุ่มที่มีค่าระยะห่างระหว่างตัวอย่างกับเซนทรอยด์น้อยที่สุด แล้วหาค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มด้วยสูตรการหาค่าเซนทรอยด์ในขั้นตอนที่ 2 เพื่อเป็นเซนทรอยด์ใหม่ของกลุ่ม

5. ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าตัวอย่างในกลุ่ม และค่าเซนทรอยด์ของแต่ละกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง จึงหยุดทำ

2.6 การตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่ม

ในการตรวจสอบค่าที่เหมาะสมของการจัดกลุ่มนั้นสามารถทำได้หลายวิธี สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ย กรณีประชากรมากกว่า 2 กลุ่ม (k กลุ่ม) โดยทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว เช่น กรณีประชากร 3 กลุ่ม สมมติฐานเชิงสถิติเป็นดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \text{ อย่างน้อย 1 คู่}$$

ถ้าผลการทดสอบสมมติฐานปฏิเสธ H_0 หมายความว่า มีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็น $\mu_1 \neq \mu_2$ หรือ $\mu_1 \neq \mu_3$ หรือ $\mu_2 \neq \mu_3$ หรือ $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$ ก็ได้ ซึ่งการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มใดไม่เท่ากันนั้นเรียกว่า การเปรียบเทียบเชิงพหุ (Multiple Comparison)

หลักเกณฑ์ที่สำคัญในการวิเคราะห์ความแปรปรวนคือ แบ่งความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมดออกตามสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลแตกต่างกันคือ ความแปรปรวนภายในกลุ่ม (within group) และความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (between group) โดยที่

$$\text{ความแปรปรวนทั้งหมด} = \text{ความแปรปรวนภายในกลุ่ม} + \text{ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม} \quad (2.13)$$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เป็นการศึกษปัจจัย (Factor) ที่มีผลทำให้ข้อมูลแตกต่างกันเพียงปัจจัยเดียว โดยที่ปัจจัยนั้นอาจมีหลาย ๆ ระดับ เรียกระดับต่าง ๆ ของปัจจัยว่า ทรีทเมนต์ (Treatment) ดังนั้นจึงเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลในระดับต่าง ๆ ของปัจจัย นิยมเรียกข้อมูลว่า ค่าสังเกต และหน่วยเงานับที่ให้อข้อมูลว่าหน่วยทดลอง (Experiment unit)

ตารางที่ 2.8 ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

	ทรีทเมนต์ (Treatment)					
	1	2	3	...	K	
	X_{11}	X_{21}	X_{31}	...	X_{k1}	
	X_{12}	X_{22}	X_{32}	...	X_{k2}	

	X_{13}	X_{23}	X_{33}	$\dots$	X_{k3}	
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\dots$	$\vdots$	
	X_{1n1}	X_{2n2}	X_{3n3}	$\dots$	X_{knk}	
รวม	T_1	T_2	T_3	$\dots$	T_k	T
ค่าเฉลี่ย	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\dots$	$\bar{x}_k$	$\bar{x}$

ที่มา: รัชณี คระวาด, 2013

เมื่อ	x_{ij}	แทน	ข้อมูลของทริทเมนต์ที่ i หน่วยทดลองที่ j $i = 1, 2, 3, \dots, k$ และ $j = 1, 2, 3, \dots, n_i$
	T_i	แทน	ผลรวมของข้อมูลทริทเมนต์ที่ i
	T	แทน	ผลรวมข้อมูลทั้งหมด
	$\bar{x}_i$	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทริทเมนต์ที่ i
	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด
	k	แทน	จำนวนทริทเมนต์
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด เท่ากับ $n_1 + n_2 + \dots + n_k$

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเป็นการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยเดียวที่มีผลทำให้ค่าสังเกตแตกต่างกัน นั่นคือข้อมูลมีความแตกต่าง เนื่องจากกลุ่มที่แตกต่างเท่านั้น ดังนั้นการวิเคราะห์จึงแบ่งความแปรปรวนของข้อมูลเป็นดังนี้

1. ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Between Groups Sum of Square) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ SSB เป็นการพิจารณาความแปรปรวนที่เกิดจากการที่ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มแตกต่างจากค่าเฉลี่ยรวม โดยที่

$$SSB = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \quad (2.14)$$

2. ความแปรปรวนภายในกลุ่ม (Within Group Sum of Square) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ SSE เป็นการพิจารณาความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มแต่ละกลุ่ม ซึ่งไม่ทราบสาเหตุว่าเป็นความแปรปรวนที่เกิดจากสาเหตุใด ในบางครั้งเรียกว่าความคลาดเคลื่อน (Error Sum of Square) โดยที่

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad (2.15)$$

$$SSE = SST - SSB \quad (2.16)$$

3. ความแปรปรวนรวม (Total Sum of Square) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ SST เป็นการพิจารณาความแปรปรวนที่เกิดจากค่าสังเกตแต่ละค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยรวม โดยที่

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2 \quad (2.17)$$

$$SST = SSB + SSE \quad (2.18)$$

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร k กลุ่มด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีเงื่อนไขคือ ประชากร k กลุ่มมีการแจกแจงปกติ ความแปรปรวนของแต่ละประชากรเท่ากัน และตัวอย่างสุ่มจากแต่ละประชากรเป็นอิสระต่อกัน

สมมติฐานในการทดสอบ

กำหนด μ_1 แทนค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 1, μ_2 แทนค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ 2,..., μ_k แทนค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ k

สมมติฐานเชิงสถิติ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k \text{ อย่างน้อย 1 คู่}$$

หรือ H_0 : ค่าเฉลี่ยของประชากร k กลุ่มไม่แตกต่างกัน

$$H_1 : \text{ค่าเฉลี่ยของประชากร } k \text{ กลุ่มแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่}$$

ตัวสถิติในการทดสอบคือ $F = \frac{MSB}{MSE}$ ซึ่งคำนวณจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance Table) หรือเรียกว่า ANOVA ดังนี้

ตารางที่ 2.9 ตาราง ANOVA

แหล่งความแปรปรวน (Source of variation)	องศาอิสระ (df)	ผลรวมกำลังสอง (Sum of Square) (SS)	ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย (Mean of Square) $\left(MS = \frac{SS}{df} \right)$	ค่าตัวสถิติ (F)
ระหว่างกลุ่ม	$k-1$	SSB	$MSB = \frac{SSB}{k-1}$	$F = \frac{MSB}{MSE}$
ภายในกลุ่ม	$n-k$	SSE	$MSE = \frac{SSE}{n-k}$	
รวม	$n-1$	SST		

ค่าวิกฤต $f_{\alpha, k-1, n-k}$ และปฏิเสธ H_0 เมื่อค่าสถิติทดสอบ F มากกว่าค่าวิกฤต

ที่มา: รัชนิ คณะวาด, 2013

2.7 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ หรือ Multi-Criteria Decision Making : MCDM เป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาที่นิยมนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสม โดยเป็นการนำทางเลือกที่ตรงตามหลักเกณฑ์ (Criteria) มาเรียงลำดับ เพื่อให้ผู้ใช้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่อนำเสนอทางเลือกที่เหมาะสม เริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาหรือการระบุปัญหา เพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานของปัญหา ได้แก่ สาเหตุที่ต้องมีการตัดสินใจ ระดับของการตัดสินใจ ตลอดจนสภาพแวดล้อมของปัญหา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปสู่การเลือกข้อมูลที่ใช้ใน

การวิเคราะห์ หรือเกณฑ์ที่นำมาใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ทั้งนี้ข้อมูลบางประเภทอาจมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ไม่สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ร่วมกันได้ ไม่สามารถลงพื้นที่เก็บข้อมูลได้ เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดในการวิเคราะห์ส่งผลให้ทางเลือกสำหรับนำข้อมูลไปวิเคราะห์ลดน้อยลง หลังจากนั้นนำข้อมูลไปสร้างตารางเมทริกซ์ของการตัดสินใจ ซึ่งข้อมูล หรือเกณฑ์ต่าง ๆ ที่นำไปใช้มีความสำคัญไม่เท่ากันจึงต้องให้ค่าถ่วงน้ำหนักของข้อมูลแต่ละเรื่องก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ทางเลือก อย่างไรก็ตามในบางครั้งข้อมูลที่ได้อาจมีความทันสมัยไม่เพียงพอ มีหน่วยวัดที่แตกต่างกัน หรือช่วงเวลาของข้อมูลแตกต่างกัน ทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ในแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน ทำให้ต้องกลับไปพิจารณาข้อมูลที่นำไปใช้ใหม่อีกครั้งจึงจะนำทางเลือกที่เหมาะสมที่วิเคราะห์ได้ไปใช้ในการตัดสินใจ นอกจากนี้ถ้าทางเลือก หรือข้อเสนอแนะทุกทางเลือกยังไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการก็ต้องกลับไปขั้นตอนที่ 1 คือ การระบุปัญหาอีกครั้ง แล้วถึงทำกระบวนการใหม่อีกครั้งจนกว่าจะได้ทางเลือกที่สามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุด

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือ การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ (Multi-Attribute Decision Making: MADM) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ตามคุณลักษณะ ซึ่งข้อมูลคุณลักษณะเป็นข้อมูลที่จำลองมาจากสิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก สามารถวัดในเชิงคุณภาพ หรือเชิงปริมาณได้ และการตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Decision Making: MODM) เป็นการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะมากกว่าหนึ่งข้อมูลขึ้นไป และจะกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ตามวัตถุประสงค์

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ สามารถจัดโครงสร้างของปัญหาได้อย่างชัดเจน และมีวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ได้กับข้อมูลหลายประเภท ผลของทางเลือกที่ดีที่สุดที่ได้จากการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์อาจไม่ใช่ทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนเป็นตัวเงินสูงสุด แต่จุดสำคัญของการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์อยู่ที่กฎเกณฑ์การตัดสินใจ (Decision Rules) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียงลำดับหรือคัดทางเลือกที่ใช้ได้ดีที่สุดสำหรับปัญหาหนึ่ง ๆ ในการวิเคราะห์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting, SAW) กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process, AHP) เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution, TOPSIS) เป็นต้น ทั้งนี้หากเน้นกฎเกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์ วิธีการวิเคราะห์แบบการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น และเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติจัดเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจ (อภินันท์ สรวิสูตร, 2016) และสำหรับงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายมาช่วยในการตัดสินใจเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1 การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting : SAW)

เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุดในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ โดยใช้แนวคิดการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Weighted Linear Combination: WLC) หรือแนวคิดการให้คะแนน (Scoring methods) ซึ่งอยู่บนหลักการพื้นฐานของการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย โดยจะให้ค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันตามความสำคัญ ผลรวมค่าคะแนนในแต่ละทางเลือกมาจากค่าน้ำหนักของข้อมูลคุณลักษณะแต่ละเรื่อง สามารถเขียนได้ดังสมการ (อภิรดี สรวิสูตร, 2016)

$$A_i = \sum w_i x_{ij} \quad (2.19)$$

เมื่อ A_i แทน ค่าคะแนนแสดงความเหมาะสมของพื้นที่
 w_i แทน ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยที่ i
 x_{ij} แทน ค่าคะแนนของข้อมูลที่ i ในคุณลักษณะที่ j

ในการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละปัจจัยจะคำนวณโดยการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยที่กำหนดทีละคู่ (Pair-Wise Comparison) ในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) โดยจะเป็นการเปรียบเทียบเพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างเกณฑ์เป็นคู่ ๆ โดยใช้ตัวเลขแทนค่าเพื่อนำไปสู่การคำนวณค่าคะแนนความสำคัญรวมของแต่ละทางเลือก เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ ได้แก่ ตารางเมทริกซ์ นอกจากสามารถใช้ประโยชน์ในการอธิบายการเปรียบเทียบ แล้วสามารถใช้ทดสอบความสอดคล้องของเหตุผล และความอ่อนไหวของลำดับความสำคัญของทางเลือกได้ ซึ่งสามารถเขียนในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ (สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ, ม.ป.ป.)

กำหนดให้ C_i แทน เกณฑ์หลักในการตัดสินใจ โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$
 A_j แทน เกณฑ์รองในลำดับชั้นที่จะทำการวินิจฉัย โดยที่ $j = 1, 2, \dots, n$
 a_{ij} แทน ผลการเปรียบเทียบเกณฑ์ในการตัดสินใจแบบคู่ โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$
 และ $j = 1, 2, \dots, n$ การวินิจฉัยจะทำทีละคู่ เกณฑ์ C_i กับ A_j

ดังนั้นการวินิจฉัยจะทำในรูปของตารางเมทริกซ์ขนาด $n \times n$ และจะได้นิยามเมทริกซ์ $A = [a_{ij}]$ โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$ และ $j = 1, 2, \dots, n$

โดยมีกฎเกณฑ์การนำค่า a_{ij} จากการเปรียบเทียบทีละคู่เกณฑ์ใส่ลงในตารางเมทริกซ์ มีกฎ 2 ข้อดังนี้

1. $a_{ij} = \alpha$ จะทำให้ $a_{ji} = 1/\alpha$ โดยที่ $\alpha \neq 0$
2. ถ้าเกณฑ์ในการตัดสินใจ C_i มีความสำคัญเท่ากับเกณฑ์ในการตัดสินใจ C_j จะทำให้

$a_{ij} = a_{ji} = 1$ เสมอ

ดังนั้นตารางเมทริกซ์ A สามารถเขียนได้ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.10 ตารางเมทริกซ์แสดงการเปรียบเทียบรายคู่

เกณฑ์ (C)	เกณฑ์					
$C_1, C_2, C_3, \dots, C$		A_1	A_2	A_3	...	A_4
เกณฑ์	A_1	1	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
	A_2	$1/a_{12}$	1	a_{23}	...	a_{2n}
	A_3	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	1	...	a_{3n}
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$
	A_4	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	$1/a_{3n}$	...	1

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนครั้งในการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นดังสมการ

$$N = \frac{n^2 - n}{2} \quad (2.21)$$

เมื่อ N แทน จำนวนครั้งในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ

n แทน จำนวนปัจจัยที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ

การวินิจฉัยเปรียบเทียบแต่ละคู่เกณฑ์ระหว่างเกณฑ์นั้น ผู้ทำการตัดสินใจให้ค่าน้ำหนักจะต้องทราบว่าแต่ละเกณฑ์ที่ทำการพิจารณามีความสำคัญ มีการส่งผล มีอิทธิพล หรือมีประโยชน์มากกว่าเกณฑ์อื่นที่นำมาเปรียบเทียบในระดับใด ซึ่งการเปรียบเทียบผู้ทำการพิจารณาต้องแสดงออกในรูปของความหมายที่เป็นคำพูด เช่น น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด แล้วใช้ตัวเลขแทนค่าเพื่อให้การพิจารณามีความถูกต้อง และแม่นยำมากขึ้น

สำหรับเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น Dr.Thomas Saaty ได้คิดค้น และคำนวณค่าที่เหมาะสมสำหรับการใช้แทนค่าน้ำหนักในการเปรียบเทียบแต่ละเกณฑ์แต่ละคู่ พบว่า ตัวเลข 1-9 เหมาะสมกับเหตุผล และสะท้อนถึงระดับที่สามารถแยกแยะความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์ได้ดี โดยอธิบายตัวเลขไว้ดังตาราง

ตารางที่ 2.11 ตารางแสดงความหมายของการเปรียบเทียบรายคู่

ระดับความเข้มข้นของ ความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 เกณฑ์ส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์ เท่า ๆ กัน

3	สำคัญกว่าปานกลาง	ผู้วิจัยให้ความสำคัญเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ผู้วิจัยให้ความสำคัญเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ผู้วิจัยให้ความสำคัญเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ผู้วิจัยให้ความสำคัญเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับสูงสุด
2, 4, 6, 8	อยู่ระหว่างระดับที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้น	อยู่ระหว่างระดับที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้น

การหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ เมื่อได้ค่าน้ำหนักที่ผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยแล้ว โดยจะออกมาในรูปแบบของตัวเลขจะนำตัวเลขมาคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญในแต่ละชั้น แล้วทำการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแต่ละระดับชั้นจากบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังนี้

1. เปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ในรูปของตารางเมทริกซ์ โดยทำการเปรียบเทียบทุก ๆ เกณฑ์ทั้งในแถวแนวนอนและแนวตั้ง

2. คำนวณค่า Eigenvector ของเมทริกซ์ในแต่ละแถว (Normalized Matrix) โดยการหา Normalized ทำได้จากการหาค่าเฉลี่ยความสำคัญในแต่ละแถว

3. คำนวณหาลำดับความสำคัญของระดับชั้นถัดลงมา โดยคำนวณตั้งแต่ชั้นตอนที่ 1 ถึงชั้นตอนที่ 2 แล้วนำค่าที่คำนวณได้จากลำดับชั้นที่อยู่สูงกว่า 1 ระดับชั้นมาเป็นตัวคูณค่า Normalized ของลำดับชั้นที่ 2 ที่ได้จากการคำนวณ จะได้ค่าลำดับความสำคัญในลำดับชั้นรองลงมาตามเกณฑ์ในระดับชั้นนั้น ๆ ทำเช่นนี้จนครบทุกเกณฑ์ โดยสมการที่ใช้คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ในแต่ละชั้นมีดังนี้

$$Aw = \lambda_{\max} w \quad (2.22)$$

เมื่อ A แทน เมทริกซ์จัดระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แสดงด้วยค่าตัวเลข ซึ่งปรับค่าให้เป็น 1 แล้ว

W แทน Eigenvector แสดงน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของกลุ่มซึ่งอยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน หรือกลุ่มของที่อยู่ภายใต้ของในลำดับชั้นที่สูงกว่า

$\lambda_{\max}$ แทน Maximum Eigenvalue

4. ตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) ซึ่งเป็นการตรวจสอบผลการเปรียบเทียบที่ได้ทำมาในข้อที่ 2 ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล ดังนี้

4.1 ค่า $\lambda_{\max}$ เป็นค่าที่คำนวณได้จากการนำผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละเกณฑ์ในแต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมค่าเฉลี่ยในแนวนอนแต่ละแถว แล้วนำผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับจำนวนเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ ถ้าการวินิจฉัยในเกณฑ์นั้นมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์จะทำให้ค่า $\lambda_{\max} = n$

4.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.) ดังสมการ

$$C.I. = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \quad (2.23)$$

4.3 เปิดตารางค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) โดยที่ค่า R.I. เป็นค่าที่ขึ้นกับขนาดของเมทริกซ์ ดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 ค่าของดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมทริกซ์

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56

4.4 ค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) คำนวณได้จากอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างค่าดัชนีวัดความสอดคล้องที่คำนวณได้จากตารางเมทริกซ์กับค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่มที่ได้จากตาราง ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (2.24)$$

ถ้าค่า C.R. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ จะนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนัก แต่ถ้ามากกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับไม่ได้จะต้องทบทวนการให้ค่าน้ำหนักคะแนนเปรียบเทียบในเกณฑ์นั้นใหม่จนได้ค่า C.R. ที่สามารถยอมรับได้

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดชุดของข้อมูลที่จะนำไปใช้ (ชั้นข้อมูลแผนที่: Map layer) และชุดของทางเลือกที่เป็นไปได้
2. ทำแผนที่ต่าง ๆ ให้เป็นมาตรฐาน (Standardize)
3. กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักตามลำดับความสำคัญให้กับข้อมูลแต่ละเรื่อง
4. คูณค่าถ่วงน้ำหนักที่กำหนดไว้กับข้อมูลเรื่องนั้น ๆ
5. นำข้อมูลทั้งหมดที่ผ่านการคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักแล้วมารวมกันในแต่ละทางเลือก
6. เรียงลำดับคะแนนทางเลือกจากมากไปน้อย ทางเลือกที่ดีที่สุดคือ ทางเลือกที่มีผลรวมคะแนนมากที่สุด

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย มีข้อดีคือ เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนทางเลือกแต่ละเกณฑ์สามารถวัดค่าได้ มีข้อจำกัดคือ หน่วยที่ใช้ตัดสินใจต้องมีหน่วยวัดที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน และไม่มีการจัดกลุ่มของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจจึงต้องมีการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญกับทุกเกณฑ์ (รุจิรัตน์ ชันเมืองปัก, 2018)

2.8 การประมาณค่าเชิงพื้นที่

การประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) หมายถึง กระบวนการของการใช้ข้อมูลจุดที่ทราบค่าไปใช้ในการประมาณค่าพื้นที่ที่ยังไม่ทราบของจุด หรือพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งข้อมูลที่นิยมใช้ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่จะเป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Data) เช่น น้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น การระเหย เป็นต้น ภูมิประเทศ (Topography) เช่น ระดับความสูงของพื้นที่ การสะสมของหิมะ (Snow Accumulation) ระดับน้ำ (Water Table) และความหนาแน่นประชากร (Population Density) การประมาณค่าเชิงพื้นที่สามารถทำได้หลายวิธี เช่น Density Estimation Inverse Distance Weight (IDW) Triangulated irregular network (TIN) Kriging เป็นต้น

2.8.1 ค่าระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (Inverse Distance Weight : IDW)

วิธีการประมาณค่าในช่วงรูปแบบ Inverse Distance Weight (IDW) เป็นวิธีการประมาณค่าในช่วงโดยคำนวณค่าจากจุดตัวอย่างแต่ละจุดสัมพันธ์กับระยะทางกับจุดที่ต้องการประมาณค่า ถ้าจุดที่ต้องการประมาณค่าอยู่ใกล้จุดตัวอย่างก็จะมีผลกระทบของค่ามาก แต่ถ้าอยู่ไกลออกไปจะมีผลกระทบน้อยลง ดังนั้นจุดที่อยู่ใกล้กับที่ต้องการคำนวณค่าจะมีน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ไกลออกไป โดยสามารถเจาะจงจำนวนจุด หรืออาจใช้ทุกจุดที่อยู่ในรัศมีที่กำหนดมาคำนวณค่าให้ผลลัพธ์ได้ (กมลวรรณ มัชฌายาศ, 2021)

วิธีการนี้เหมาะสมกับกรณีที่ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแผนที่มีการปรับค่าตามระยะทางจากจุดตัวอย่าง วิธี IDW จะทำงานได้ดีที่สุดหากข้อมูลมีการกระจายตัวหนาแน่น การประมาณค่าจะไม่คำนึงถึงแนวโน้ม (Trend) หรืออิทธิพลของปัจจัยอื่นที่มีต่อข้อมูล ไม่มีค่าที่ประมาณได้มากกว่า หรือน้อยกว่าข้อมูลตั้งต้น สามารถลดปัญหาการเลือกจำนวนจุดประมาณค่าด้วยการกำหนดจำนวนของจุด (Number of points) และรัศมีพื้นที่ (Sample size radius) และสามารถป้องกันผลการประมาณค่าเกินขอบเขตที่ต้องการด้วยการกำหนดตัวกั้นของการประมาณค่าในช่วง (Interpolation barrier) (สำนักพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้, 2017) โดยมีรูปแบบของสมการดังนี้ (สัญญาชัย เอี่ยมประเสริฐ, 2011)

$$Z_i = \frac{\sum_i \left(\frac{z_i}{d_{ij}^n} \right)}{\sum_i \left(\frac{1}{d_{ij}^n} \right)} \quad (2.25)$$

เมื่อ	z_i	แทน	ค่าของจุดที่ทราบค่า
	d_{ij}	แทน	ระยะทางจากจุดที่ทราบค่า
	z_j	แทน	จุดที่ไม่ทราบค่า
	N	แทน	เลขยกกำลังที่ผู้ใช้เลือกใช้ (มักจะเป็น 1, 2, 3)

2.9 การซ้อนทับข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ส่วนใหญ่ ผู้ศึกษาจำเป็นต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยมากกว่า 1 ปัจจัย วิธีการที่นิยมใช้ตอบโจทย์ปัญหาเชิงพื้นที่ลักษณะดังกล่าวคือ การซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay Analysis) ซึ่งเป็นการกระทำระหว่างชั้นข้อมูลมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั้นข้อมูลขึ้นไปตามเงื่อนไขที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะเป็นแบบคณิตศาสตร์ หรือตรรกศาสตร์ เพื่อได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการบนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง และแต่ละชั้นข้อมูลจำเป็นต้องมีระบบพิกัดตรงกันผลจากการซ้อนทับจะได้ชั้นข้อมูลใหม่ที่สามารถตอบโจทย์ที่ผู้ศึกษาต้องการ

การซ้อนทับชั้นข้อมูลสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การซ้อนทับชั้นข้อมูลประเภทเวกเตอร์ (Vector overlay) ประกอบด้วยชั้นข้อมูลปฐมภูมิ (Primary layer) ชั้นข้อมูลที่ใช้ปฏิบัติการ (Operation layer) และผลที่ได้จากการซ้อนทับ (Result layer) ชั้นข้อมูลนำเข้าจะถูกแบ่งออกเป็น ส่วนตามจุดที่ตัดกับชั้นข้อมูลที่ใช้ซ้อนทับเกิดเป็นพื้นที่ใหม่ (New area) และแสดงในชั้นข้อมูลผลลัพธ์ ซึ่งสามารถซ้อนทับชั้นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเส้น และจุดได้เช่นเดียวกัน หากข้อมูลนำเข้ามีลักษณะเป็นเส้น ตำแหน่งของเส้นที่ตัดกับชั้นข้อมูลซ้อนทับจะกลายเป็นชิ้นส่วนของเส้นใหม่ที่ถูกแสดงไว้ในชั้นข้อมูลผลลัพธ์เช่นเดียวกับชั้นข้อมูลนำเข้าที่มีลักษณะเป็นจุด ตำแหน่งของจุดที่ปรากฏอยู่ในชั้นข้อมูลที่ใช้ซ้อนทับจะถูกแสดงเป็นจุดที่มีความหมายใหม่ในชั้นข้อมูลผลลัพธ์ และข้อมูลลักษณะประจำที่สร้างขึ้นใหม่จะแสดงค่าทั้งส่วนที่เป็นค่าของชั้นข้อมูลนำเข้า และชั้นข้อมูลซ้อนทับไว้คู่กัน การซ้อนทับข้อมูลประเภทเวกเตอร์มีด้วยกันหลายวิธี และแต่ละวิธีถูกสร้างเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น การซ้อนทับแบบยูเนียน แบบอินเตอร์เซกชัน แบบเอกลักษณะ การผนวกชั้นข้อมูล เป็นต้น

2. การซ้อนทับข้อมูลประเภทแรสเตอร์ ชั้นข้อมูลที่นำมาซ้อนทับกันต้องอ้างอิงระบบพิกัดเดียวกัน และมีขนาดจุดภาพเท่ากันจึงจะได้ผลการซ้อนทับที่มีความเหมาะสม การซ้อนทับประเภทนี้สามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว และสามารถทำได้พร้อมกันหลายชั้นข้อมูลในเวลาเดียวกัน ในการซ้อนทับชั้นข้อมูลประเภทแรสเตอร์นั้นค่าในจุดภาพ หรือตารางกริดของแต่ละชั้นข้อมูลจะถูกรวมเข้าด้วยกัน โดยอาศัยตัวดำเนินการแบบเลขคณิต (Arithmetic) หรือตรรกะแบบบูล (Boolean) ในการสร้างค่าใหม่ให้แก่ชั้นข้อมูลแผนที่ผสม (Composite map) เนื่องจากค่าข้อมูลที่ถูกแสดงในจุดภาพเป็นค่าตัวเลข ดังนั้นสามารถวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชันพีชคณิตที่มีความซับซ้อนได้ เรียกลักษณะการใช้

ฟังก์ชันพีชคณิตในการซ้อนทับว่า พีชคณิตสำหรับแผนที่ (Map algebra) การซ้อนทับข้อมูลแรสเตอร์ แบ่งออกเป็นหลายวิธีการ เช่น การซ้อนทับแบบเซลล์แรสเตอร์ แบบคูณ และค่าสูงสุด-ต่ำสุด แบบกำหนดน้ำหนัก แบบเมทริกซ์ เป็นต้น (สำนักพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้, 2017)

2.10 การกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเพาะปลูก

การกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช เป็นการประเมินหาศักยภาพ หรือความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกพืช โดยกำหนดพื้นที่เป้าหมายในการผลิตพืชได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม ซึ่งเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชจะหมายถึง พื้นที่เกษตรกรรมที่มีความเหมาะสมทางกายภาพปานกลางถึงสูงในการปลูกพืชซึ่งปลูกอยู่ในปัจจุบัน สำหรับพื้นที่อื่นที่มีความเหมาะสมเล็กน้อย ไม่เหมาะสม และอยู่นอกเขตป่าไม้ตามกฎหมายจะพิจารณาปรับเปลี่ยนในการปลูกพืชที่เหมาะสมกว่า โดยการกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชจะวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่กับปัจจัยความต้องการของพืชแต่ละชนิดร่วมกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ อาทิ เขตป่าไม้ตามกฎหมาย เขตพื้นที่โครงการชลประทาน เพื่อกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2016)

เงื่อนไขการกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช ได้แก่ เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลางถึงสูงต่อการปลูกพืชชนิดนั้น ๆ มีการปลูกพืชชนิดนั้น ๆ อยู่ในปัจจุบัน และอยู่นอกเขตป่าไม้ตามกฎหมาย

ขั้นตอนการกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช

1. ใช้ข้อมูลสมบัติของดิน (Soil property) จากแผนที่ดิน (Soil map) และข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศ เพื่อประเมินความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดิน และสภาพภูมิอากาศสำหรับการปลูกพืช และแบ่งชั้นความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดิน และสภาพภูมิอากาศออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นความเหมาะสมสูง (S1) ชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) ชั้นความเหมาะสมเล็กน้อย (S3) และชั้นไม่มีความเหมาะสม (N)

2. นำเข้าข้อมูลชั้นความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดินร่วมกับแผนที่ดินจะได้แผนที่ชั้นความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดิน

3. ซ้อนทับ (Overlay) แผนที่ชั้นความเหมาะสมทางกายภาพของที่ดินกับแผนที่ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศที่ได้จากการศึกษา เพื่อประเมินความเหมาะสมของที่ดินตาม ความต้องการปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะได้เป็นแผนที่ความเหมาะสมของที่ดิน (Land suite map)

4. ซ้อนทับ (Overlay) แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินกับแผนที่ป่าไม้ตามกฎหมาย แผนที่สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบัน (Present land use map) จะได้แผนที่ความเหมาะสมตามสภาพการใช้ที่ดินของพืชปัจจุบันในเขตเกษตรกรรมนอกเขตป่าไม้ตามกฎหมาย

5. ซ่อนทับแผนที่ขอบเขตการปกครองระดับตำบล คัดเลือกพื้นที่เฉพาะที่มีชั้นความเหมาะสมสูง (S1) ชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) และเฉพาะพื้นที่ที่มีสภาพการใช้ที่ดินของพืชปัจจุบัน เพื่อการกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.11.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งต่อการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจ

กนกพร ภาคิณาย นิโรจน์ สินณรงค์ กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล และพัชรินทร์ สุภาพันธุ์ (2020) ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวในพื้นที่ภาคกลาง โดยใช้ข้อมูลการผลิตข้าวและสภาพอากาศแบบพานาลจำนวน 22 จังหวัด จำแนกตามพื้นที่รับน้ำ และไม่รับน้ำ ตามฤดูเพาะปลูกข้าวนาปี (ปี ค.ศ. 1981-2017) และข้าวนาปรัง (ปี ค.ศ. 1987-2017) และนำผลกระทบที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศมาจำลองผลกระทบการผลิตข้าวในอนาคต การศึกษานี้ทำการวิเคราะห์ความนิ่งของข้อมูล ทดสอบรูปแบบสมการแบบ Fixed และ Random Effects และตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ และแก้ไขปัญหาด้วยการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ จากการศึกษาพบว่า ตัวแปรสภาพอากาศตามฤดูกาลเพาะปลูกส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว โดยเฉพาะข้าวนาปรังในพื้นที่รับน้ำ พบว่าหากปริมาณน้ำฝนรวมในฤดูกาลเพาะปลูกเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ส่งผลให้โอกาสความสูญเสียผลผลิตข้าวนาปรังเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.17 และหากอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในฤดูกาลเพาะปลูกเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะเพิ่มโอกาสความสูญเสียผลผลิตข้าวนาปรังร้อยละ 28.25 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และจากการจำลองผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวในอนาคต (ปี ค.ศ. 2030-2090) พบว่าข้าวนาปรังในพื้นที่รับน้ำภาคกลางได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากที่สุด โดยผลผลิตข้าวเฉลี่ยลดลงร้อยละ 3.05 ถึง 11.04 ความแปรปรวนของผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นร้อยละ 80.57 ถึง 167.12 ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสความสูญเสียผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นร้อยละ 49.43 ถึง 584.67

กมนทัต มูลศรี และภักพงศ์ พจนารถ (2019) ได้ศึกษาผลกระทบจากปัจจัยอุณหภูมิตามปีอันเนื่องมาจากปรากฏการณ์ ENSO ต่อปริมาณผลผลิตอ้อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ข้อมูล Oceanic Nino Index: ONI ข้อมูลอุณหภูมิตามปี และข้อมูลผลผลิตอ้อย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 – 2558 ทำการวิเคราะห์โดยแบ่งช่วงข้อมูลตามฤดูกาล แล้วหาความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จากการศึกษาพบว่าดัชนี ONI มีความสัมพันธ์ตัวแปรอุณหภูมิตามปี โดยที่ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการระเหยน้ำ และอุณหภูมิมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับดัชนี ONI และพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับผลผลิตอ้อย โดยปริมาณผลผลิตอ้อยมีแนวโน้มลดลงในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ($ONI \geq 0.5$) และปริมาณผลผลิตอ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญา ($ONI \leq -0.5$)

อภินันท์ พัชโรภาสวัฒนกุล และคณะ (2017) ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนรวมต่อผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผ่านแบบจำลอง Panel Data และใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Feasible Generalized Least Squares : FGLS โดยใช้ข้อมูล Panel Data ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี พ.ศ.2524-2558 เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง จากผลการประมาณค่าเฉลี่ยของผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย ความแปรปรวนของอุณหภูมิเฉลี่ยส่งผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ปัจจัยปริมาณน้ำฝนรวม ความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝน และแนวโน้มเวลา ส่งผลทางบวกต่อผลผลิตมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.11.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกลุ่มข้อมูลผสมหลายตัวแปร

Alacoque, X., Arnaud, C., Genolini, C., Sentenac, M. (2015) ศึกษาข้อมูลตามยาว เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิจัยทางการแพทย์ ซึ่งตัวแปรไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการวัดค่าเดียว แต่สามารถเห็นได้ว่าเป็นวิถีที่แปรผันได้ ไม่ว่าจะเป็นแบบเดี่ยวหรือแบบร่วมกัน ศึกษา kml และ kml3d ที่เป็นแพ็คเกจ R ที่มีการนำ k-mean ไปใช้งาน ซึ่งออกแบบมาเพื่อทำงานโดยเฉพาะบนวิถี (kml) หรือวิถีโคจรร่วม (kml3d) มีเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานกับข้อมูลตามยาว วิธีการใส่ข้อมูลสำหรับวิถี วิธีการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นใน k-mean และเกณฑ์คุณภาพเพื่อเลือกจำนวนกลุ่มที่ดีที่สุด นอกจากนี้นำเสนอแผนกราฟเพื่อสร้างภาพเส้นทางวิถีทั้งในรูปแบบ 2 มิติ (วิถีเดี่ยว) หรือ 3 มิติ (วิถีร่วม) และกราฟ 3 มิติที่แสดงถึงวิถีร่วมเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มสามารถส่งออกผ่าน LATEX ในกราฟ PDF แบบหมุนไดนามิก 3 มิติได้

Genolini, C., Falissard, B. (2011) การศึกษาตามรุ่นกำลังกลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการวิจัยทางระบาดวิทยา ในการศึกษาเหล่านี้การวัดไม่ได้จำกัดอยู่เพียงตัวแปรเดี่ยว แต่สามารถมองได้ว่าเป็นวิถี เขาศึกษา Kml ซึ่งเป็นแพ็คเกจ R ที่นำ k-mean ไปใช้งาน ออกแบบมาเพื่อทำงานโดยเฉพาะกับข้อมูลตามยาว มีเทคนิคต่าง ๆ มากมายในการจัดการกับค่าสูญหายไปนวิถี (แบบคลาสสิก เช่น การประมาณค่าเชิงเส้นหรือ LOCF แต่ยังรวมถึงค่าใหม่ เช่น copyMean) KML สามารถรัน k-mean ด้วยระยะห่างที่ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับข้อมูลตามยาว เช่น ระยะห่าง Frechet หรือระยะห่างที่ผู้ใช้กำหนด อินเทอร์เฟซแบบกราฟิกช่วยให้ผู้ใช้เลือกจำนวนคลัสเตอร์ที่เหมาะสม เมื่อเกณฑ์แบบคลาสสิกไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีวิธีที่ง่ายในการส่งออกการแสดงผลกราฟของวิถีเฉลี่ยที่เกิดจากการจัดกลุ่ม KML รันอัลกอริทึมหลายครั้ง โดยใช้เงื่อนไขเริ่มต้น และหรือจำนวนคลัสเตอร์ประเภทต่าง ๆ เพื่อค้นหา ซึ่งทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องสับสนด้วยตัวเองเป็นจำนวนมาก

ณัฐวดี จินะแปง, ปริญญากร แยมผลิ และสกุลรัตน์ พลอำนาจ (2020) ศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลุ่มเชิงพื้นที่และเชิงฤดูกาลของสถานีตรวจวัดอากาศ

อุตุนิยมวิทยาจำนวน 124 สถานี ตามปัจจัยสภาพอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความเร็วลม และรังสีพระอาทิตย์ ที่ได้จากแบบจำลอง Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) โดยใช้ข้อมูลปีที่เกิดเอลนีโญ (1987, 2004, 2015) และปีที่เกิดลานีญา (1999, 2000, 2011) ด้วยวิธีการจัดกลุ่มข้อมูลผสมหลายตัวแปรด้วยค่าระยะห่างแบบยูคลิดีียนเชิงพื้นที่และเวลา รวมกลุ่มด้วยวิธีค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม และตรวจสอบความเหมาะสมการจัดกลุ่มด้วยค่า Silhouette ผลการจัดกลุ่มเชิงพื้นที่พบว่า สามารถจัดสถานีตรวจวัดอากาศอุตุนิยมวิทยาได้ 5 กลุ่มซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยแตกต่างกัน และมี 6 สถานีที่ไม่เปลี่ยนกลุ่มในทุกปี สถานีอื่น ๆ จะเปลี่ยนกลุ่มตามปรากฏการณ์เอลนีโญและปรากฏการณ์ลานีญา ส่วนผลการจัดกลุ่มเชิงฤดูกาลพบว่า ในแต่ละปีจะมี 2-3 ฤดูกาล ซึ่งมีช่วงเวลาของการเริ่มต้น และสิ้นสุดฤดูกาลแตกต่างกัน ในแต่ละกลุ่มที่ถูกจัดเชิงพื้นที่ตามปรากฏการณ์เอนโซ พบว่าในกลุ่มพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมากส่วนใหญ่จะมีฤดูฝนและฤดูร้อน ในขณะที่ในกลุ่มพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยส่วนใหญ่จะมีฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาว

2.11.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดพื้นที่สำหรับเพาะปลูก

ศิริณา สมบัติภุช และพิพรรณ เรืองแสง (2017) ศึกษาข้าวฟ่างหวาน ซึ่งเป็นพืชพลังงานที่มีศักยภาพสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลได้ดีเทียบเท่ากับอ้อย และเป็นพืชพลังงานที่ไม่เชื่อมโยงกับพืชอาหาร สามารถใช้เป็นวัตถุดิบเสริมหรือเป็นวัตถุดิบทดแทนอ้อยและมันสำปะหลังสำหรับการผลิตเอทานอลได้ เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวฟ่างหวานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยประเมินจากคุณภาพที่ดินด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) จากการศึกษาพบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวฟ่างหวานระดับเหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และไม่เหมาะสม มีเนื้อที่ประมาณ 2.68, 28.84, 62.57 และ 5.92% ตามลำดับ และพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวฟ่างหวานเฉพาะพื้นที่ทั้งร้าง มีเนื้อที่ประมาณ 2.25, 28.02, 56.58 และ 13.14% ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ

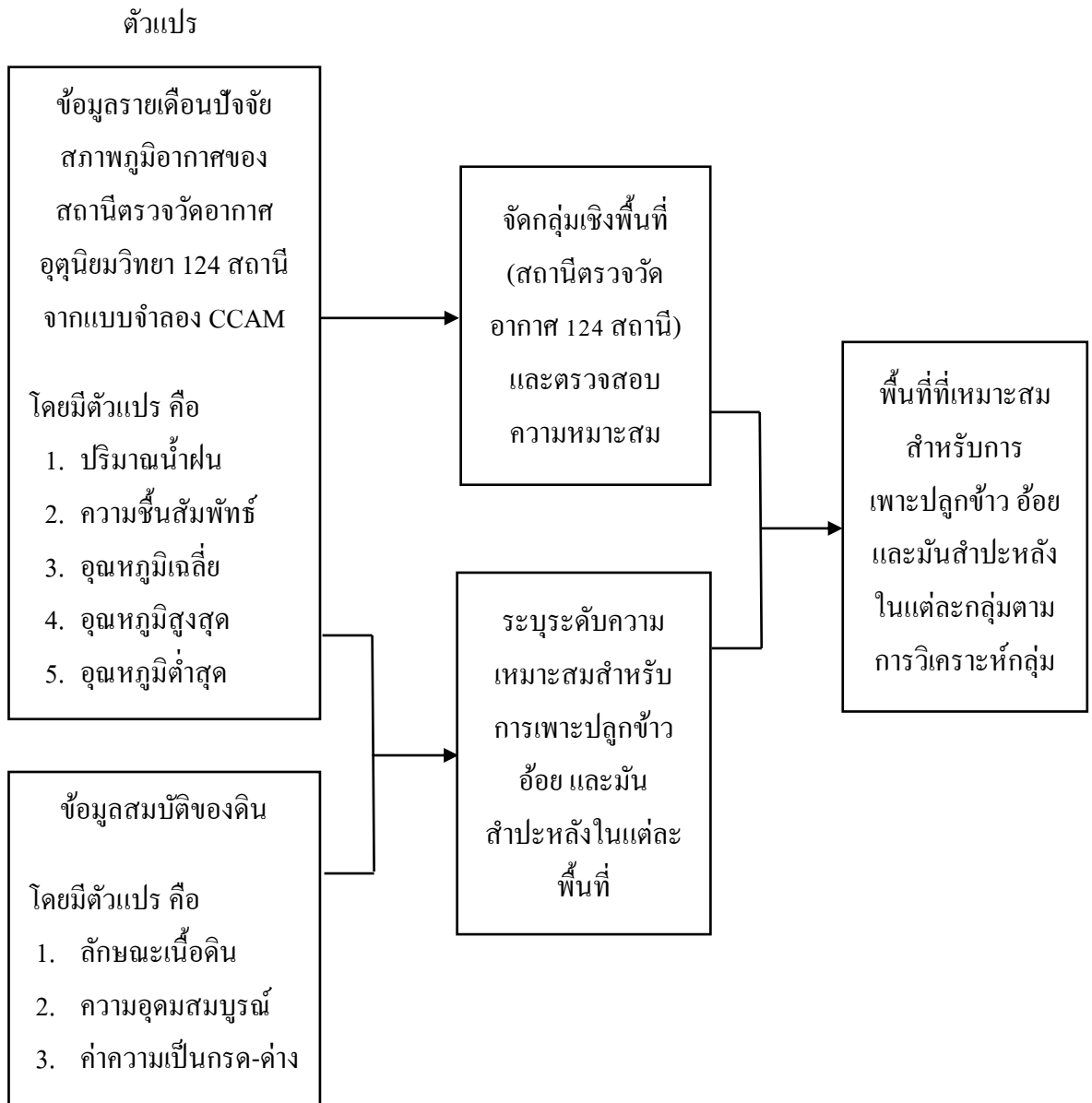
รุจิรัตน์ ขันเมืองปัก (2018) ศึกษาจังหวัดพิจิตร เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแหล่งสะสมตัวของตะกอนที่ราบลุ่ม และการสะสมตัวของตะกอนตะกั่วลันเตา ซึ่งสามารถกักเก็บน้ำบาดาลระดับตื้นได้ปริมาณมาก เพื่อประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการกำหนดค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการพิจารณาแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making : MCDM) โดยศึกษา 2 วิธีการ คือ การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW) และเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS) จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลระดับปานกลางถึงระดับสูงที่สุดมีความ

เหมาะสมมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่จังหวัดพิจิตร เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ราบ มีการไหลผ่านของแม่น้ำ และลักษณะของชุดดินที่มีการระบายน้ำได้ดี และการเติมน้ำบาดาลทั้งหมดจะแบ่งออกเป็นห้าระดับคือ มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลมากที่สุด ไปจนถึงมีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลน้อยที่สุด

อภิรดี สรวิสูตร (2016) ศึกษาแนวคิด และวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ 3 วิธีการ ได้แก่ การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย ข้อดีคือ ไม่ยุ่งยาก แต่ข้อเสียคือ ผลการวิเคราะห์มักให้ค่าความเหมาะสมเกินความเป็นจริง ดังนั้นเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น หรือการวิเคราะห์อย่างหยาบ กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นจะให้ความสำคัญกับการเรียงลำดับชั้นของการทำงาน และการเปรียบเทียบองค์ประกอบที่ใช้ในการตัดสินใจที่ละคู่ มีข้อเสียคือ ความยุ่งยากในการคำนวณค่าที่ได้จากการตัดสินใจที่ละคู่ และการหาค่าความสอดคล้อง แต่มีข้อดีคือ ช่วยจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียง และเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ จะให้ความสำคัญกับการกำหนดค่าอุดมคติในเชิงบวก และเชิงลบ ทางเลือกที่ดีที่สุดคือ การเข้าใกล้จุดอุดมคติเชิงบวก และไกลจากจุดอุดมคติเชิงลบมากที่สุด ซึ่งแตกต่างกับวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย และกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นที่เลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากผลรวมค่าคะแนนที่มากที่สุด ข้อดีคือ ทำให้ทราบถึงสิ่งที่ดีที่สุด และสิ่งที่แย่ที่สุดของข้อมูลแต่ละเรื่อง ข้อเสียอยู่ที่การคำนวณความสัมพันธ์ในการเข้าใกล้จุดอุดมคติที่ซับซ้อน และสิ่งที่สำคัญในการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์คือ กฎเกณฑ์การตัดสินใจ และเกณฑ์การถ่วงน้ำหนัก

เมธิ เอกะสิงห์, เทวินทร์ แก้วเมืองมูล และชาฤทธิ์ สุ่มเหม (2006) ศึกษาการตัดสินใจคัดทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์ที่ต้องใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นงานที่ต้องการระบบที่เชื่อมโยงวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multicriteria Decision Analysis, MCDA) เข้ากับระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) บทความนี้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาระบบ MCDA-GIS ที่มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นภาษาไทยที่ประกอบด้วย การโครงสร้างการตัดสินใจสำหรับสถานการณ์ที่สนใจ การวิเคราะห์ถ่วงน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ การสร้างหน่วยแผนที่ซึ่งใช้เป็นทางเลือก การประมวลผล และแสดงแผนที่ผลลัพธ์ของการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก ทั้งนี้ได้ใช้การประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ในการผลิตข้าว นาปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำไยเป็นกรณีศึกษา นอกจากนี้การกำหนดหลักเกณฑ์ และข้อจำกัดของสถานการณ์หนึ่ง ๆ สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้โดยสะดวก ทำให้สามารถใช้โปรแกรมดังกล่าวสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจได้หลากหลายสถานการณ์ และสอดคล้องกับสิ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต

2.12 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 2.9 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเรื่อง การจัดกลุ่มพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ภายใต้สภาวะโลกร้อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง และเพื่อศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูก ข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในอนาคต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้วิธี KmL3D ในการจัดกลุ่มข้อมูลผสมหลายตัวแปร (Multivariable panel data) จากแบบจำลอง Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลแบบทุติยภูมิ โดยได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัย K@TOP ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) ของสถานีตรวจวัดอากาศ อุตุนิยมวิทยา จำนวน 124 สถานี ที่ครอบคลุมพื้นที่ 77 จังหวัดทั่วประเทศไทย จำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม แบ่งข้อมูลเป็น 3 ชุด ได้แก่ ข้อมูลในอดีตจำนวน 10 ปี ตั้งแต่ปี 2011 – 2020 และข้อมูลในอนาคตภายใต้สภาวะโลกร้อนปกติ (4.5) และสภาวะโลกร้อนเกินปกติ (8.5) จำนวนชุดละ 30 ปี ตั้งแต่ปี 2021 – 2050 ดังที่แสดงในตารางที่ 3.1 และข้อมูลชุดดินปี พ.ศ. 2561 โดยได้รับความอนุเคราะห์จากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลดินแต่ละจังหวัดจำนวน 77 จังหวัด ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ค่าความเป็นกรด-ด่าง และลักษณะเนื้อดิน

ตารางที่ 3.1 ชนิดข้อมูล ช่วงปีของข้อมูล และจำนวนของข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

ชนิดข้อมูล	ช่วงปีของข้อมูล	จำนวน (ปี)
ข้อมูลในอดีต	2011-2015	5
	2016-2020	5
ข้อมูลในอนาคต ที่สภาวะโลกร้อนปกติ (4.5)	2021-2025	5
	2026-2030	5
	2031-2035	5
	2036-2040	5

ข้อมูลในอนาคต ที่สภาวะโลกร้อนเกิน ปกติ (8.5)	2041-2045	5
	2046-2050	5
	2021-2025	5
	2026-2030	5
	2031-2035	5
	2036-2040	5
	2041-2045	5
	2046-2050	5

ข้อมูลที่ได้รับจากศูนย์วิจัย K@TOP ทั้ง 3 ชุด เป็นไฟล์ข้อความ (Text) ดังภาพที่ 3.1 โดยที่แถว คือ ข้อมูลของแต่ละสถานีตรวจวัดอากาศทั้ง 124 สถานี และคอลัมน์ คือ ID : สถานีที่, Station_ID : รหัสสถานี, Station_nameTH : ชื่อสถานี (ภาษาไทย), Station_nameEN : ชื่อสถานี (ภาษาอังกฤษ), LAT : ละติจูด, LON : ลองจิจูด, Sector : ภูมิภาค, YEAR : ปี, MONTH : เดือน และตัวแปรทั้งหมด 5 ตัวแปร ได้แก่ Rain : ปริมาณน้ำฝน, RH : ความชื้นสัมพัทธ์, Temp : อุณหภูมิเฉลี่ย, Tempmax : อุณหภูมิสูงสุด และ Tempmin : อุณหภูมิต่ำสุด

ID	Station_ID	Station_nameTH	Station_nameEN	LAT	LON	Sector	YEAR	MONTH	Rain	RH	Temp	Tempmax	Tempmin
1	300201	แม่ฮ่องสอน	Mae Hong	19.29897	97.97578	N	2021	1	0.021497	74.0648	18.8026	26.7686	11.7586
2	300202	แม่สะเรียง	Mae Sarian	18.16667	97.93333	N	2021	1	0.007222	60.5697	21.0267	29.0172	13.5344
3	303201	เชียงใหม่	Chiang Rai	19.96139	99.88139	N	2021	1	0.706389	73.9474	18.1761	26.0376	11.4237
4	303301	สถานีอุตรดิตถ์	Chiang Rai	19.87083	99.78278	N	2021	1	0.693117	72.7821	17.8059	23.8119	12.1195
5	310201	พะเยา	Phayao	19.13333	99.9	N	2021	1	0.248693	71.6074	19.5019	26.9857	12.7326
6	327301	แม่โจ้	Mae Jo	18.78333	98.98333	N	2021	1	1.03369	69.4814	19.6623	26.4884	13.2184
7	327501	เชียงใหม่	Chiang Ma	18.79	98.97694	N	2021	1	0.21336	78.6598	16.872	23.6074	10.6807
8	328201	ลำปาง	Lampang	18.28333	99.51667	N	2021	1	0.287177	67.4022	20.5006	28.2029	13.421
9	328301	สถานีอุตรดิตถ์	Lampang A	18.31667	99.28333	N	2021	1	0.200831	55.4061	22.0113	28.6735	15.2648
10	329201	ลำพูน	Lamphun	18.56722	99.03389	N	2021	1	0.392508	65.6301	19.7945	26.1406	13.8767
11	330201	แพร่	Phrae	18.16667	100.1667	N	2021	1	0.145689	58.4431	22.5029	30.0012	15.5599
12	331201	น่าน	Nan	18.77972	100.7778	N	2021	1	0.173111	73.7432	19.797	26.9635	13.0476
13	331301	สถานีอุตรดิตถ์	Nan Agricu	18.86667	100.75	N	2021	1	0.601985	75.1469	19.319	26.0222	13.202
14	331401	ท่าวังผา	Tha Wang	19.11056	100.8025	N	2021	1	0.878336	76.9035	19.0084	25.2107	13.2654
15	331402	ทุ่งช้าง	Thung Cha	19.41194	100.8835	N	2021	1	0.215616	71.5311	18.1852	25.7631	11.5391
16	351201	อุตรดิตถ์	Uttaradit	17.61667	100.1	N	2021	1	0.071293	49.1391	24.7289	31.1806	18.6027
17	352201	หนองคาย	Nong Khai	17.86717	102.733	NE	2021	1	0.156404	56.603	22.1585	28.3796	15.4284
18	353201	เลย	Loei	17.45	101.7333	NE	2021	1	0.324278	64.473	20.5821	26.872	13.8897
19	353301	สถานีอุตรดิตถ์	Loei Agricu	17.4	101.7333	NE	2021	1	0.017868	61.6004	19.6382	25.446	13.8672
20	354201	อุดรธานี	Udon Thar	17.38333	102.8	NE	2021	1	0.127784	57.0806	22.0991	28.1383	15.7761

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลจากศูนย์วิจัย K@TOP

โดยก่อนนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ ต้องทำจัดเรียงข้อมูลด้วยการใช้โปรแกรม Microsoft Excel ให้เป็นข้อมูลในรูปแบบที่พร้อมสำหรับการนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี KmL3D โดยที่แถว คือ สถานีตรวจวัดอากาศจำนวน 124 สถานี และคอลัมน์ คือ ตัวแปรสภาพภูมิอากาศในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนที่ 1 ไปจนถึงเดือนที่ 60 ซึ่งจะได้เป็นเมทริกซ์ 124×300 ดังภาพที่ 3.2

ID	Rain1	RH1	Temp1	Tempmax1	Tempmin1	Rain2	RH2	Temp2	Tempmax2	Tempmin2	Rain3	RH3	Temp3
1	0.021497	74.0648	18.8026	26.7686	11.7586	0.020409	55.8723	23.3245	32.902	14.3809	3.92046	67.8208	25.749
2	0.007222	60.5697	21.0267	29.0172	13.5344	0.00593	47.4968	25.1831	34.1164	16.0663	1.28043	62.8627	26.9766
3	0.706389	73.9474	18.1761	26.0376	11.4237	0.002849	50.6513	23.9094	33.1608	14.3304	0.528136	49.1868	28.3457
4	0.693117	72.7821	17.8059	23.8119	12.1195	0.001866	49.3035	23.3531	30.9785	15.9578	0.656668	53.8234	26.5367
5	0.248693	71.6074	19.5019	26.9857	12.7326	0.002952	52.2953	24.2143	32.6721	15.842	0.748966	54.9418	28.0864
6	1.03369	69.4814	19.6623	26.4884	13.2184	0.003292	47.7623	24.4575	33.0753	15.5897	0.967145	53.0394	27.847
7	0.21336	78.6598	16.872	23.6074	10.6807	0.001312	56.4754	21.5762	29.9797	13.7234	0.307656	63.2569	24.4688
8	0.287177	67.4022	20.5006	28.2029	13.421	0.001838	46.4458	24.8665	33.8107	15.9893	0.715938	50.1902	28.8553
9	0.200831	55.4061	22.0113	28.6735	15.2648	0.001333	39.6858	26.12	34.0739	17.6097	0.682815	49.3	29.1816
10	0.392508	65.6301	19.7945	26.1406	13.8767	0	45.743	24.3564	32.0945	16.7933	0.270625	55.2506	27.1586
11	0.145689	58.4431	22.5029	30.0012	15.5599	0.001948	43.0155	26.3354	35.2044	17.7823	0.874357	51.9796	29.6034
12	0.173111	73.7432	19.797	26.9635	13.0476	0.002295	52.7138	23.9958	33.0114	15.5364	0.750269	58.2974	27.5752
13	0.601985	75.1469	19.319	26.0222	13.202	0.005702	54.9947	23.3304	31.7696	15.5529	0.388085	58.2748	27.1496
14	0.878336	76.9035	19.0084	25.2107	13.2654	0.003129	54.4976	23.4311	31.3376	15.9576	0.431385	58.4589	26.7771
15	0.215616	71.5311	18.1852	25.7631	11.5391	0.009059	52.7189	22.6055	31.3999	14.3584	0.712443	57.9158	26.3032
16	0.071293	49.1391	24.7289	31.1806	18.6027	0.000437	38.0801	27.8232	35.6363	20.3959	0.630428	50.3584	29.9869
17	0.156404	56.603	22.1585	28.3796	15.4284	0.00042	46.6754	25.0918	32.7437	16.9657	0.371468	50.0973	29.6999
18	0.324278	64.473	20.5821	26.872	13.8897	0.001561	46.7208	24.2881	32.34	15.6495	0.360759	48.5924	28.9748
19	0.017868	61.6004	19.6382	25.446	13.8672	0	48.7258	22.8684	30.1472	15.8049	0.198535	55.7023	26.2461
20	0.127784	57.0806	22.0991	28.1383	15.7761	0.002441	47.7829	25.3358	32.543	17.6047	0.187099	49.8862	29.6992

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่พร้อมไปวิเคราะห์

ในส่วนของข้อมูลชุดดินปี พ.ศ. 2561 จากกรมพัฒนาที่ดิน เป็นข้อมูลของดินในแต่ละอำเภอของทุกจังหวัดในประเทศไทย จัดอยู่ในรูปแบบของ Shape file ดังที่แสดงในภาพที่ 3.3 โดยที่แถว คือข้อมูลของดินในแต่ละอำเภอ ในประเทศไทย และคอลัมน์ คือ FID_Soil25 : การเรียงลำดับในมาตราส่วน 1:25,000, soilgroup : กลุ่มชุดดิน, fertility : ความอุดมสมบูรณ์, texture_to : ลักษณะเนื้อดิน, soilseries : ชื่อชุดดิน, pH_top : ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อดินบน, soilseries : ชื่อชุดดินตัวย่อ (ภาษาอังกฤษ), FID_wgs84_ : การเรียงลำดับตามพื้นหลักฐาน wgs84, AMPHOE_IDN : รหัสจังหวัดและรหัสอำเภอ, AMP_CODE : รหัสอำเภอ, AMPHOE_T : ชื่ออำเภอภาษาไทย, AMPHOE_E : ชื่ออำเภอภาษาอังกฤษ, PROV_CODE : รหัสจังหวัด, PROV_NAM_T : ชื่อจังหวัดภาษาไทย, PROV_NAM_E : ชื่อจังหวัดภาษาอังกฤษ และ P_CODE : ชื่อจังหวัดตัวย่อ (ภาษาอังกฤษ)

FID_Soil25	soilgroup	fertility	texture_to	soilseries	pH_top	soilseries	FID_wgs84	AMPHOE_IDN	AMP_CODE	AMPHOE_T	AMPHOE_E	PROV_CODE	PROV_NAM_T	PROV_NAM_E	P_CODE
๒ 59	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7103	03	บึงพลอย	Amphoe Bo Phoi	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๒ 59	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7104	04	บึงสอ	Amphoe Si Sawat	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๒ 59	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7108	08	บึงสอ	Amphoe Sangk	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๔ 60	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7103	03	บึงพลอย	Amphoe Bo Phoi	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๔ 60	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7104	04	บึงสอ	Amphoe Si Sawat	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๔ 60	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7112	12	บึงสอ	Amphoe Nong Pu	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๔ 60	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7111	11	บึงสอ	Amphoe Dan M.	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๕ 60B	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7102	02	บึงสอ	Amphoe Sai Yok	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๕ 60B	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7101	01	บึงสอ	Amphoe Muan	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๕ 60B	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	AC	๔๕ 7111	11	บึงสอ	Amphoe Dan M.	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๓๔ 56B	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	Bar	๔๕ 7105	05	บึงสอ	Amphoe Tha M.	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๒๓ 56C	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	Bar	๔๕ 7106	06	บึงสอ	Amphoe Tha M.	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๒๓ 56C	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	Bar	๔๕ 7105	05	บึงสอ	Amphoe Tha M.	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๒๒ 56C	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	Bar	๔๕ 7106	06	บึงสอ	Amphoe Tha M.	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๒๒ 56C	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	Bar	๔๕ 7105	05	บึงสอ	Amphoe Tha M.	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๒๒ 56C	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	Bar	๔๕ 7102	02	บึงสอ	Amphoe Sai Yok	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๒๒ 56C	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	Bar	๔๕ 7103	03	บึงพลอย	Amphoe Bo Phoi	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR
๒๒ 56C	ป่าผลัดใบ	ดินร่วนปนทราย	ตะกอนน้ำพาเนื้อละเอียด	กรดอินทรีย์กรดเล็กน้อย	Bar	๔๕ 7101	01	บึงสอ	Amphoe Muan	71	น่าน	๗1	จังหวัดน่าน	Changwat Ncan	KBR

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างข้อมูลชุดดินจากกรมพัฒนาที่ดิน

เนื่องจากข้อมูลที่น่ามาใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูลเป็นข้อมูลของปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่ได้จากแบบจำลอง CCAM ของสถานีตรวจวัดอากาศ อุณหภูมิอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลของแต่ละสถานีตรวจวัดอากาศ จึงต้องปรับข้อมูลชุดดินให้สอดคล้องกับข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศ โดยเลือกข้อมูลชุดดินที่อยู่ในอำเภอเดียวกับที่ตั้งของสถานีตรวจวัดอากาศแต่ละสถานี ซึ่งจะมีจำนวน 124 แถว ตามสถานีตรวจวัดอากาศ และเลือกเฉพาะปัจจัยที่อยู่ในเกณฑ์การวิเคราะห์ จะได้ข้อมูลชุดดินที่น่าไปวิเคราะห์

พื้นที่ที่เหมาะสมของการปลูกพืชแต่ละชนิดดังภาพที่ 3.4 โดยที่แถว คือ ข้อมูลของดินจำนวน 124 แถว และคอลัมน์ คือ Fertility : ความอุดมสมบูรณ์, Texture : ลักษณะเนื้อดิน และ pH : ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อดินบน

ID	Fertility	Texture	pH
1	ต่ำ	ดินร่วนปนทราย	กรดจัดมากถึงกรดปานกลาง
2	ปานกลาง	ดินร่วนปนดินเหนียว	กรดปานกลางถึงเป็นกลาง
3	ต่ำ	ดินร่วนปนดินเหนียว	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย
4	ต่ำ	ดินร่วนปนทราย	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย
5	ต่ำ	ดินร่วนปนทราย	กรดจัดมากถึงกรดจัด
6	ต่ำ	ดินร่วนปนทราย	กรดจัดมากถึงเป็นกลาง
7	ปานกลาง	ดินร่วนปนทราย	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย
8	ต่ำ	ดินร่วนปนทราย	กรดจัดมากถึงกรดปานกลาง
9	ต่ำ	ดินร่วนปนทราย	กรดจัดมากถึงกรดปานกลาง
10	ต่ำ	ดินร่วนปนทราย	กรดจัดมากถึงกรดปานกลาง
11	ปานกลาง	ดินร่วนปนทราย	กรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย
12	ปานกลาง	ดินร่วนปนทรายปนกรวด	กรดจัดถึงกรดเล็กน้อย

ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลชุดดินสำหรับการนำไปการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 Microsoft Excel

โปรแกรม Microsoft Excel เป็นโปรแกรมหนึ่งที่อยู่ในชุด Microsoft Office มีจุดเด่นในด้านการคำนวณเกี่ยวกับตัวเลข โดยการทำงานของโปรแกรมจะใช้ตารางตามแนวนอน (Row) และแนวตั้ง (Column) เป็นหลัก ซึ่งเรียกโปรแกรมในลักษณะนี้ว่าตารางทำการ (Spread Sheet) ซึ่งงานวิจัยนี้นำมาใช้ในการเรียงข้อมูล ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้รับมาเรียบเรียงใหม่ให้สามารถวิเคราะห์ผลได้ โดยที่แถวคือ สถานีตรวจวัดอากาศ อุทยานวิทยา 124 สถานี และคอลัมน์คือ ตัวแปรสภาพภูมิอากาศในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนที่ 1 ไปจนถึงเดือนที่ 60 โดยแบ่งเป็นชุดข้อมูลในอดีต และชุดข้อมูลในอนาคต ภายใต้สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) และสภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5)

3.2.2 R-Studio

R-Studio เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่เป็นที่นิยมในการใช้คำนวณทางสถิติ เพราะเป็นโปรแกรมที่ใช้ได้ฟรีบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Windows, Mac OS หรือ Linux โดยภาษา R นั้นได้รับการพัฒนามาจากภาษา S ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในงานทางด้านสถิติ โปรแกรม R มีการเผยแพร่แบบ General Public License ในปี 1995 ในปัจจุบัน ภาษา R ยังเป็นภาษาที่นิยมใช้กันในวงวิชาการเพื่อคำนวณด้านสถิติ เพราะมี built-in function ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณทางสถิติมาก มีความสามารถแสดงผลทางด้านกราฟฟิก และเป็นที่นิยมใช้ในงานทางด้าน Data sciences ไม่น้อยไปกว่าภาษา Python เพราะ R มีฟังก์ชันทางสถิติที่ช่วยในการประมวลผลข้อมูล Big data ได้โดยง่าย (วิโรจน์ อรุณมานะกุล, 2560) ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม R ในการกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม (Number of Cluster) และการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี Kml3D โดยใช้แพ็คเกจ kml3d และ kml

3.2.3 Quantum Geographic Information System (QGIS)

Quantum Geographic Information System หรือ QGIS เป็นโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเภทหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้จัดการข้อมูลปริภูมิ จัดอยู่ในกลุ่มของซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Free and Open Source Software: FOSS) ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Graphic User Interface ซึ่งสะดวกต่อการใช้งานไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้ข้อมูลภาพ ข้อมูลตาราง การแสดงผลตาราง การแสดงผลกราฟ วิเคราะห์ข้อมูลแบบอ้างอิง ข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Spatial query) ตลอดจนสามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนที่อย่างสวยงามทั้งแบบ Offline และ Online ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม QGIS ในการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง โดยการนำข้อมูลชุดดิน และข้อมูลของปัจจัยสภาพภูมิอากาศมาวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย และซ้อนทับกัน โดยให้แสดงผลออกมาเป็นแผนที่ เพื่อประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชแต่ละชนิด

3.2.4 Statistical Package for the Social Science (SPSS)

โปรแกรม SPSS for Windows (Statistical Package for Social Science) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ สามารถบันทึกและสร้างไฟล์ข้อมูลได้ และมีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ จัดเป็นโปรแกรมทางสถิติขนาดใหญ่ที่มีการพัฒนามาหลายรุ่น มีความสามารถที่จัดแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าฐานนิยม ค่าแสดงตำแหน่งของข้อมูล เช่น ควอไทล์ การนำเสนอข้อมูลในรูปของกราฟ การแจกแจงความถี่ในรูปของตาราง การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Multiple Response และความสามารถในการจัดการกับข้อมูล และผลลัพธ์ในรูปของตารางและกราฟ เป็นความสามารถที่จะดำเนินการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนรูปข้อมูล (Data Transformation) การเลือกข้อมูล (Select Case) การจัดการกับไฟล์ข้อมูล และการดำเนินการกับข้อมูลในลักษณะอื่น ๆ ซึ่งการดำเนินการกับผลลัพธ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม SPSS นอกจากจะใช้ คุณสมบัติทั่ว ๆ ไปได้แล้ว ผู้ใช้ยังสามารถดำเนินการส่งผลลัพธ์ไปใช้ในโปรแกรมอื่น ๆ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แบบ Text แบบ Graphics แบบ HTML วินโดวส์ที่มีอยู่ในโปรแกรม SPSS

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา

ข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) ของสถานีตรวจวัดอากาศ อุตุวิทยามหาวิทยาลัย จำนวน 124 สถานี ทั้ง 5 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้น

สัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.3.2 การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูล

3.3.2.1 การวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสม

แพ็คเกจ Kml3D จะใช้เกณฑ์ $C(k)$ ของ Calinski & Harabasz ในการกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมเป็นหลัก โดยเกณฑ์สามารถกำหนดได้โดยให้ n_m เป็นจำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ m , $\bar{y}_m$ เป็นตัวอย่างเฉลี่ยของกลุ่มที่ m , $\bar{y}$ เป็นค่าเฉลี่ยรวมของตัวอย่างเฉลี่ยในกลุ่มที่ m ทุกตัวแปร และ y_{ml} คือตัวอย่างที่ l ในกลุ่มที่ m ดังนั้นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมระหว่างกลุ่ม (Between sum of square : B) สามารถคำนวณได้โดย $B = \sum_{m=1}^k n_m (\bar{y}_m - \bar{y})(\bar{y}_m - \bar{y})'$ ซึ่ง $\text{trace}(B)$ เป็นผลรวมของสัมประสิทธิ์เส้นทแยงมุมของเมทริกซ์ B ถ้าค่า $\text{trace}(B)$ สูงแสดงว่ากลุ่มแยกออกมาได้ดี ในขณะที่ค่า $\text{trace}(B)$ ต่ำแสดงว่ากลุ่มอยู่ใกล้กัน และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมภายในกลุ่ม (Within sum of square : W) คำนวณได้โดยที่ $W = \sum_{m=1}^k \sum_{l=1}^{n_m} (y_{ml} - \bar{y}_m)(y_{ml} - \bar{y}_m)'$ ซึ่ง $\text{trace}(W)$ เป็นผลรวมของสัมประสิทธิ์เส้นทแยงมุมของเมทริกซ์ W ค่า $\text{trace}(W)$ ต่ำจะสอดคล้องกับกลุ่มขนาดกะทัดรัด ในขณะที่ค่า $\text{trace}(W)$ สูงจะสอดคล้องกับกลุ่มที่ต่างกัน (Genolini, C., Falissard, B., 2011) สำหรับเกณฑ์ที่เลือกใช้มากำหนดจำนวนกลุ่มจะใช้เกณฑ์ของ Calinski & Harabasz, Kryszczuk variant (Kryszczuk and Hurley, 2010) โดยมีสูตรดังนี้

$$C_K(k) = \frac{\text{Trace}(B)}{\text{Trace}(W)} \cdot \frac{n-1}{n-k} \quad (3.1)$$

โดยที่	n	แทน	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด
	k	แทน	เป็นจำนวนกลุ่ม
	$\text{Trace}(B)$	แทน	ผลรวมของสัมประสิทธิ์เส้นทแยงมุมของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมระหว่างกลุ่ม
	$\text{Trace}(W)$	แทน	ผลรวมของสัมประสิทธิ์เส้นทแยงมุมของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมภายในกลุ่ม

3.3.2.2 การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี Kml3D

ในการจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศ จำนวน 124 สถานี ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศทั้ง 5 ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ของชุดข้อมูลทั้ง 3 ชุด จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ โดยใช้การจัดกลุ่มด้วยวิธี Kml3D หรือ K-means for joint Longitudinal data เป็นการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี K-means สำหรับข้อมูลผสมหลายตัวแปรที่มีลักษณะเป็นอนุกรมเวลา ซึ่งแพ็คเกจ Kml3D สามารถจัดการกับข้อมูลที่สูญหาย วิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสม และสามารถวิเคราะห์กลุ่มของข้อมูลได้ทันที โดยไม่

จำเป็นต้องหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลเพื่อใช้เป็นตัวแทนของช่วงเวลา ซึ่งจะทำให้สูญเสียข้อมูลในด้านการกระจายของข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างให้กลุ่มต่างๆ ตามจำนวนกลุ่มที่ต้องการ และหาค่าเซนทรอยด์ (Centroid) ให้กับแต่ละกลุ่ม โดยใช้สูตร

$$V_{kx} = \frac{1}{TS_k} \sum_{i \in S_k} \sum_{j=1}^T Y_{ijx} \quad (3.2)$$

เมื่อ	V_{kx}	แทน	ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มในแต่ละตัวแปร
	T	แทน	จำนวนเวลา (เดือน) $T = 1, 2, \dots, 60$
	S_k	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มที่ k
	Y_{ijx}	แทน	ค่าข้อมูลตัวอย่าง สถานีที่ i เดือนที่ j ตัวแปรที่ x

2. คำนวณหาค่าระยะห่าง (Distant) ระหว่างตัวอย่างกับเซนทรอยด์ (Centroid) ของทุกกลุ่ม โดยใช้สูตร

$$\text{Dist}(y_{i..}, V_{kx}) = \sqrt{\sum_{j=1}^T \sum_{x=1}^P |y_{ijx} - V_{kx}|^2} \quad (3.3)$$

เมื่อ	$\text{Dist}(y_{i..}, V_{kx})$	แทน	ค่าระยะห่างระหว่างตัวอย่างกับเซนทรอยด์
	y_{ijx}	แทน	ค่าข้อมูลตัวอย่าง สถานีที่ i เดือนที่ j ตัวแปรที่ x
	V_{kx}	แทน	เซนทรอยด์

3. ย้ายกลุ่มของตัวอย่างไปยังกลุ่มที่มีค่าระยะห่างระหว่างตัวอย่างกับเซนทรอยด์ที่น้อยที่สุด แล้วทำการหาค่าเซนทรอยด์ใหม่ของแต่ละกลุ่ม โดยใช้สูตรเดียวกันกับข้อ 1
4. ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าตัวอย่างในกลุ่มและค่าเซนทรอยด์ของแต่ละกลุ่มจะไม่เปลี่ยนแปลง จึงหยุดทำ (C. Genolini, 2015)

3.3.2.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่ม

หลังจากทำการจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศทั้ง 3 ชุดข้อมูลด้วยวิธี KmL3D แล้ว จะต้องทำการตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มเพื่อตรวจสอบว่าการจัดกลุ่มข้อมูลนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มสามารถทำได้หลายวิธี สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) มาตรวจสอบ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกรณีประชากรมากกว่า 2 กลุ่ม หรือ k กลุ่ม โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ซึ่งเป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลทำให้ข้อมูลแตกต่างกันเพียงปัจจัยเดียว โดยที่ปัจจัยนั้นอาจมี

หลายระดับ ดังนั้นจึงเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลในระดับต่าง ๆ ของปัจจัย ซึ่งในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร k กลุ่มด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีเงื่อนไขคือ ประชากร k กลุ่มมีการแจกแจงปกติ ความแปรปรวนของแต่ละประชากรเท่ากัน และตัวอย่างสุ่มจากแต่ละประชากรเป็นอิสระต่อกัน (ชลิดา ตระกูลสุนทร, 2560.)

สมมติฐานในการทดสอบ

H_0 : ค่าเฉลี่ยปัจจัยของ k กลุ่มไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยปัจจัยของ k กลุ่มแตกต่างกันอย่างน้อย 1 กลุ่ม

จากตารางที่ 2.9 ถ้าค่าสถิติ F มากกว่าค่าวิกฤต $f_{\alpha, k-1, n-k}$ จะปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยปัจจัยของ k กลุ่มแตกต่างกันอย่างน้อย 1 กลุ่ม แสดงว่าการจัดกลุ่มมีความเหมาะสม

3.3.3 การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช

การกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืช เป็นการประเมินหาศักยภาพ หรือความเหมาะสมของพื้นที่ เพื่อกำหนดพื้นที่เป้าหมายในการผลิตพืชได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม การกำหนดเขตเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชจะวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่กับปัจจัยความต้องการของพืชแต่ละชนิด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562) โดยทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมจากค่าคะแนนแสดงความเหมาะสมของพื้นที่ ซึ่งจะได้จากการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) ของพื้นที่ที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย โดยใช้การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting : SAW) โดยแบ่งชั้นความเหมาะสมของพื้นที่ออกเป็น 4 ชั้น คือ ชั้นความเหมาะสมสูง (S1) ชั้นความเหมาะสมปานกลาง (S2) ชั้นความเหมาะสมเล็กน้อย (S3) ชั้นไม่มีความเหมาะสม (N)

3.3.3.1 การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์มีองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ การหาวิธีในการแก้ปัญหา การเสนอทางเลือก และการตัดสินใจ โดยเป้าหมายของการวิเคราะห์การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์คือ การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกทั้งหมด การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์เป็นวิธีการหนึ่งที่ยอมรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสม โดยข้อมูลที่นำไปวิเคราะห์มีความสำคัญไม่เท่ากัน จึงมีการให้ค่าน้ำหนักของข้อมูลที่แตกต่างกันในแต่ละลำดับความสำคัญ โดยในงานวิจัยนี้จะคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Weight) โดยทำการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นรายคู่ (Pair wise comparison) ซึ่งอยู่ในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) โดยใช้ตัวเลขแทนค่าเพื่อนำไปสู่การคำนวณค่าคะแนนแสดงความเหมาะสมของพื้นที่ โดยทำการเปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ในรูปของตารางเมทริกซ์ โดยทำการเปรียบเทียบทุก ๆ เกณฑ์ทั้งในแถวแนวนอน และแนวตั้ง ดังตารางที่ 2.10

จากนั้นคำนวณค่า Eigenvector ของเมทริกซ์ในแต่ละแถว ทำได้จากการหาค่าเฉลี่ยความสำคัญในแต่ละแถว และตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) ได้ดังนี้

$$C. R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (3.4)$$

เมื่อ C.I. แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R.I. แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม

ถ้าค่า C.R. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ จะนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนัก แต่ถ้ามากกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับไม่ได้จะต้องทบทวนการให้ค่าน้ำหนักคะแนนเปรียบเทียบในเกณฑ์นั้นใหม่จนได้ค่า C.R. ที่สามารถยอมรับได้ โดยในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting : SAW)

การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting : SAW) เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุดในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ เนื่องจากเป็นวิธีที่งานและไม่ซับซ้อน โดยใช้แนวคิดการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Weighted Linear Combination: WLC) หรือแนวคิดการให้คะแนน (Scoring methods) ซึ่งอยู่บนหลักการพื้นฐานของการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย โดยจะให้ค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันตามความสำคัญ สามารถเขียนได้ดังสมการ

$$A_i = \sum w_i x_{ij} \quad (3.5)$$

เมื่อ A_i แทน ค่าคะแนนแสดงความเหมาะสมของพื้นที่

w_i แทน ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยที่ i

x_{ij} แทน ค่าคะแนนของข้อมูลที่ i ในคุณลักษณะที่ j

3.3.3.2 การประมาณค่าในช่วง

การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) คือ การพยากรณ์ ค่าการณ หรือทำนายค่าให้กับจุดภาพ (Pixel) ในข้อมูลประเภทแรสเตอร์ (Raster) จากข้อมูลจุดตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด ด้วยวิธีนี้สามารถใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบจากจุดใด ๆ ทางภูมิศาสตร์ได้ ได้แก่ จุดความสูง (Elevation) ปริมาณน้ำฝน คุณภาพน้ำ โดยการประมาณค่า Z value สำหรับทุกตำแหน่งจุดสำรวจที่อยู่ภายในแผนที่ศึกษา ซึ่งข้อมูลจะต้องเป็นประเภทข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative) ประเภทต่อเนื่อง (Continuous Data) และเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถประมาณค่าได้จากตำแหน่งที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงรูปแบบ Inverse Distance Weight (IDW)

Inverse Distance Weight (IDW) เป็นวิธีการประมาณค่าในช่วงโดยคำนวณค่าจากจุดตัวอย่างแต่ละจุดสัมพันธ์กับระยะทางกับจุดที่ต้องการประมาณค่า ถ้าจุดที่ต้องการประมาณค่าอยู่ใกล้จุดตัวอย่างก็จะมีผลกระทบของค่ามาก แต่ถ้าอยู่ไกลออกไปจะมีผลกระทบน้อยลง ดังนั้นจุดที่อยู่ใกล้กับที่ต้องการคำนวณค่าจะมีน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ไกลออกไป โดยสามารถเจาะจงจำนวนจุดหรืออาจใช้ทุกจุดที่อยู่ในรัศมีที่กำหนดมาคำนวณค่าให้ผลลัพธ์ได้วิธีการนี้เหมาะสมกับกรณีที่ตัวแปรที่

ใช้ในการสร้างแผนที่มีการปรับค่าตามระยะทางจากจุดตัวอย่าง กมลวรรณ (มัญยาภาศ, 2564) โดยมีรูปแบบของสมการดังนี้

$$z_i = \frac{\sum_i \left(\frac{z_i}{d_{ij}^n} \right)}{\sum_i \left(\frac{1}{d_{ij}^n} \right)} \quad (3.6)$$

เมื่อ	z_i	แทน	ค่าของจุดที่ทราบค่า
	d_{ij}	แทน	ระยะทางจากจุดที่ทราบค่า
	z_j	แทน	จุดที่ไม่ทราบค่า
	n	แทน	เลขยกกำลังที่ผู้ใช้เลือกใช้ (มักจะเป็น 1, 2, 3)

3.3.3.3 การซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis)

หลังจากที่ทำการการประมาณค่าในช่วงและได้พื้นที่ที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยแล้วจะนำผลของทุกปัจจัยมาซ้อนทับกัน ซึ่งในการการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ส่วนใหญ่จำเป็นต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยมากกว่า 1 ปัจจัย วิธีการที่นิยมใช้ตอบโจทย์ปัญหาเชิงพื้นที่ลักษณะดังกล่าวคือ การซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay Analysis) ซึ่งเป็นการกระทำระหว่างชั้นข้อมูลมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั้นข้อมูลขึ้นไปตามเงื่อนไขที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะเป็นแบบคณิตศาสตร์ หรือ ตรรกศาสตร์ เพื่อได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการบนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง และแต่ละชั้นข้อมูลจำเป็นต้องมีระบบพิกัดตรงกันผลจากการซ้อนทับจะได้ชั้นข้อมูลใหม่ที่สามารถตอบโจทย์ที่ผู้ศึกษาต้องการ (สำนักพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้, 2560)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้วว่า มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และเพื่อศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ชุดคือ ข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศ เป็นข้อมูลรายเดือน ซึ่งแบ่งย่อยเป็นอีก 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลในอดีต ปี ค.ศ. 2011-2020 และข้อมูลในอนาคต ปี ค.ศ. 2021-2050 ประกอบด้วยตัวแปรจำนวน 5 ตัวแปรคือ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ซึ่งได้จากแบบจำลอง CCAM ของสถานีตรวจวัดอากาศ อุทยานวิทยา จำนวน 124 สถานี และข้อมูลชุดดิน ปี พ.ศ. 2561 โดยนำข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศมาจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ และเชิงฤดูกาลด้วยวิธี K-means for joint Longitudinal data (KmL3D) ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์สถิติพรรณนา

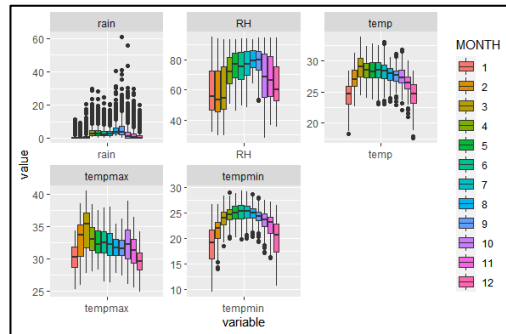
ผลการวิเคราะห์ปัจจัยสภาพภูมิอากาศของทุกสถานีจำแนกตามเดือนในแต่ละปี พบว่าในแต่ละปีตัวแปรแต่ละตัวมีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สภาวะโลกร้อนส่งผลต่อปัจจัยสภาพภูมิอากาศ โดยปัจจัยปริมาณน้ำฝนมีความผันแปรในแต่ละปี มากกว่าปัจจัยอื่น ๆ จากกราฟ Box plot ดังภาพที่ 4.1-4.3 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการกระจายตัวของแต่ละตัวแปร ซึ่งจะเห็นได้ว่าในทุกช่วงปีทั้งในอดีต และในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) และเกินปกติ (RCP8.5) มีลักษณะคล้าย ๆ กันในทุกตัวแปร และรูปแบบของปัจจัยสภาพภูมิอากาศมีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีรูปแบบของฤดูกาลที่ชัดเจน ดังนี้

ปริมาณน้ำฝนจะมีการกระจายตัว และปริมาณมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน และมีปริมาณน้อยที่สุดในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ จะเห็นได้ว่าข้อมูลมีค่าผิดปกติค่อนข้างมาก แสดงว่าข้อมูลในแต่ละเดือนมีการกระจายตัวที่แตกต่างกันในแต่ละปีก่อนข้างมาก ในขณะที่ตัวแปรปัจจัยอื่น ๆ ไม่ค่อยมี

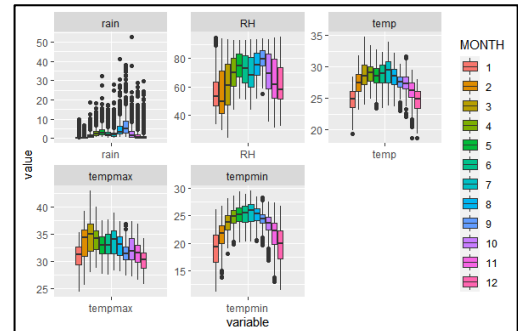
ความชื้นสัมพัทธ์จะมีปริมาณมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน มีการกระจายตัวมากที่สุดในเดือนตุลาคม มีปริมาณน้อยที่สุดในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ และมีการกระจายตัวน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคม

อุณหภูมิเฉลี่ยจะสูงที่สุดในเดือนมีนาคม กระจายตัวมากที่สุดในเดือนมกราคมและธันวาคม จะต่ำที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม และกระจายตัวน้อยที่สุดในเดือนกันยายน

อุณหภูมิสูงสุดจะสูงที่สุดในเดือนมีนาคม กระจายตัวมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์และตุลาคม
จะต่ำที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม และกระจายตัวน้อยที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน
อุณหภูมิต่ำสุดจะสูงที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม กระจายตัวมากที่สุดในเดือน
มกราคมและธันวาคม จะต่ำที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม และกระจายตัวน้อยที่สุดในช่วง
เดือนสิงหาคมถึงกันยายน

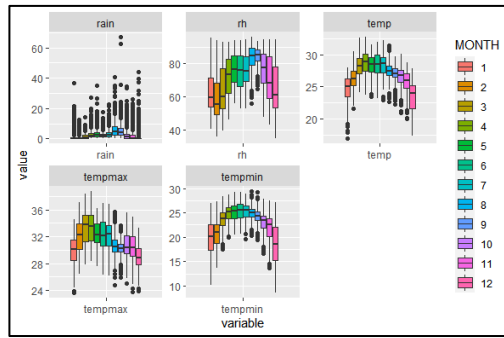


ปี ค.ศ. 2011-2015

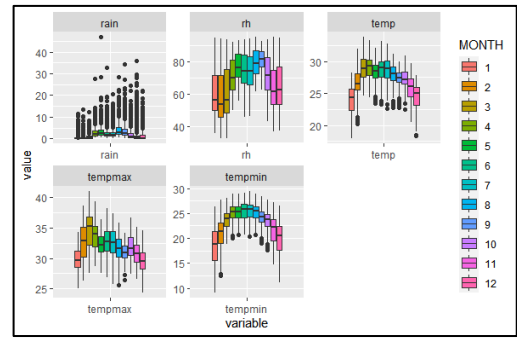


ปี ค.ศ. 2016-2020

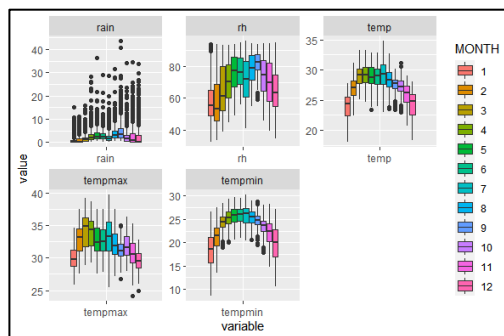
ภาพที่ 4.1 Box plot แสดงปัจจัยสภาพภูมิอากาศในปี ค.ศ. 2011-2020



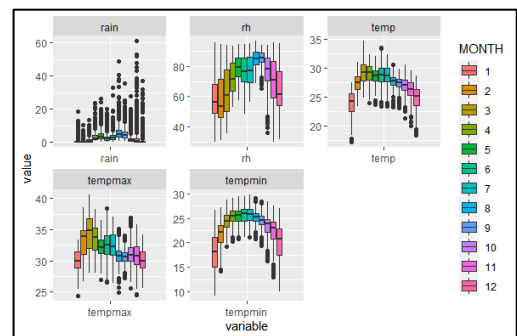
ปี ค.ศ. 2021-2025



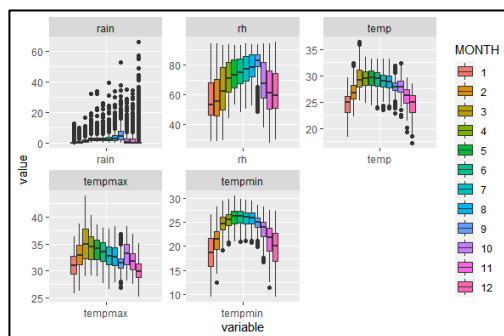
ปี ค.ศ. 2026-2030



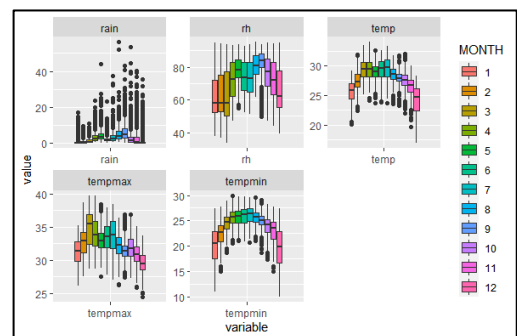
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040

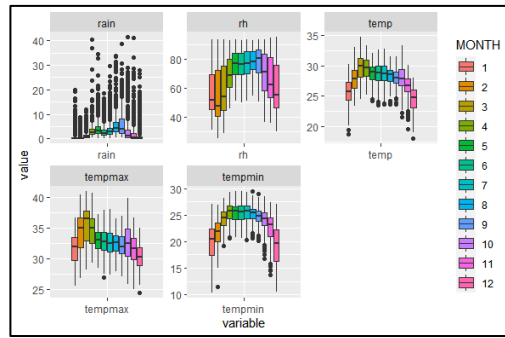


ปี ค.ศ. 2041-2045

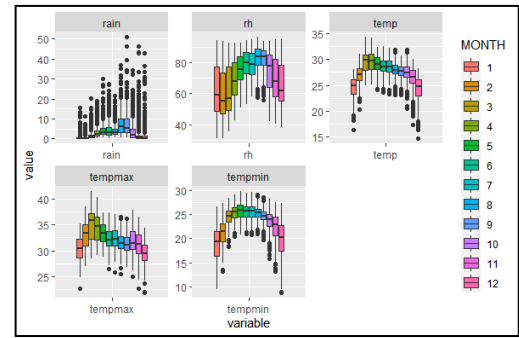


ปี ค.ศ. 2046-2050

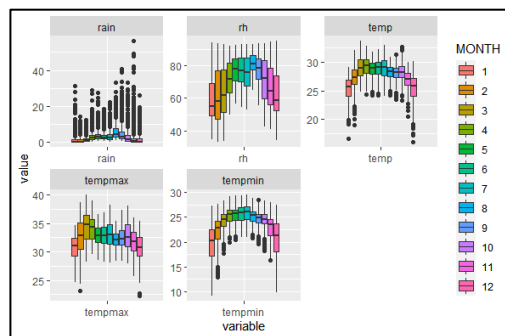
ภาพที่ 4.2 Box plot แสดงปัจจัยสภาพภูมิอากาศใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2050



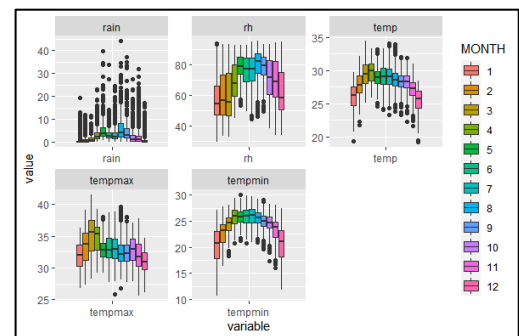
ปี ค.ศ. 2021-2025



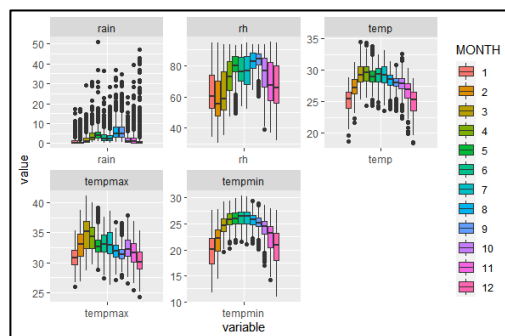
ปี ค.ศ. 2026-2030



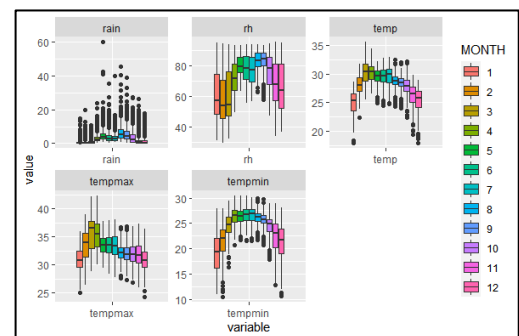
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040



ปี ค.ศ. 2041-2045



ปี ค.ศ. 2046-2050

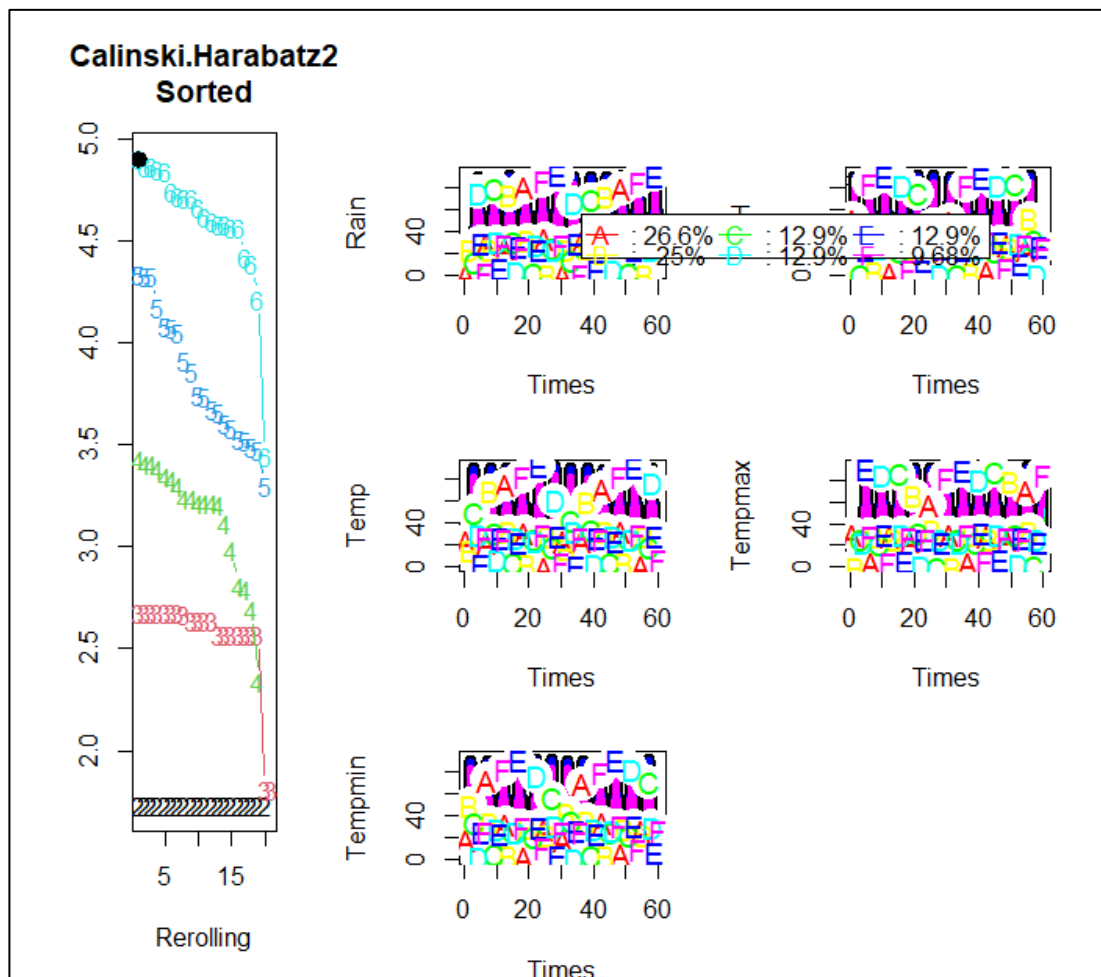
ภาพที่ 4.3 Box plot แสดงปัจจัยสภาพภูมิอากาศใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2050

4.2 ผลการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลผสม

4.2.1 ผลการกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับการจัดกลุ่มเชิงพื้นที่

การจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศจำนวน 124 สถานี จากตัวแปรปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด สำหรับข้อมูลในอดีต 2 ช่วงปี ได้แก่ ปี ค.ศ. 2011-2015, 2016-2020 และข้อมูลในอนาคตที่ 2 สภาวะคือ สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) 6 ช่วงปี และสภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) 6 ช่วงปี ได้แก่ ปี ค.ศ. 2021-2025, 2026-2030, 2031-2035, 2036-2040, 2041-2045 และ 2046-2050 รวมทั้งสิ้น 14 ช่วงปี ซึ่งจากการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ Calinski & Harabasz, Kryszczuk variant พบว่า จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับการจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศทั้ง 14 ช่วงปีจะเท่ากันคือ 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A, B, C, D, E

และ F สำหรับข้อมูลปี ค.ศ. 2011-2015 ได้ผลดังภาพที่ 4.4 (ภาพผลการกำหนดจำนวนกลุ่มเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ก)



ภาพที่ 4.4 ผลการกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลปี ค.ศ. 2011-2015

จากภาพเป็นผลการกำหนดจำนวนกลุ่มด้วยเกณฑ์ Calinski & Harabasz2 หรือ Calinski & Harabasz Kryszczuk variant ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังที่ได้กล่าวไปในบทที่ 2 ถ้าจำนวนกลุ่มใดให้ค่า Calinski & Harabasz หรือ $C(k)$ สูงสุดจะเป็นจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด จากกราฟจะแสดงผลค่า $C(k)$ ตามจำนวนกลุ่ม และทดลองทำซ้ำ 20 ครั้ง ซึ่งจะพบว่า ที่จำนวนกลุ่มเท่ากับ 6 จะมีค่า $C(k)$ สูงสุด ดังนั้นจึงใช้จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมเท่ากับ 6 ในทุก ๆ ปี และกลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีจำนวนสมาชิกคิดเป็นร้อยละ 26.6, 25, 12.9, 12.9, 12.9 และ 9.68 ตามลำดับ

4.2.2 ผลการจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ด้วยวิธี KML3D

จากการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลสถานีตรวจวัดอากาศจำนวน 124 สถานีในแต่ละช่วงปีด้วยวิธี KML3D จะได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนสถานีตรวจวัดอากาศ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละตัวแปรจำแนกตามการจัดกลุ่มเชิงพื้นที่

ปี	กลุ่ม	n							$\bar{X}$					SD				
		C	E	N	NE	S	W	รวม	Rain	RH	Temp	Tempmax	Tempmin	Rain	RH	Temp	Tempmax	Tempmin
2011-2015	A	15	-	5	10	-	1	31	1.91374	57.964768	28.485847	33.952755	23.348972	2.3121718	13.5691899	2.359216	2.2412504	3.1631473
	B	-	-	11	1	-	4	16	1.976706	65.603066	25.707206	32.255469	20.163683	2.6285089	16.0249433	2.484424	2.6614315	3.3635079
	C	8	5	-	16	-	4	33	2.104479	65.517251	27.929722	32.850772	23.625292	2.2971667	11.112389	2.1621076	2.1887619	2.7538001
	D	3	10	-	1	-	2	16	3.150455	75.69371	27.048659	30.93703	23.889493	4.7747625	9.8421575	1.6933846	1.7957453	2.7730655
	E	-	-	-	-	11	1	12	5.674783	83.002138	27.122212	29.617461	25.128349	4.1019673	4.0938986	1.0268342	1.328856	1.5063678
	F	-	-	-	-	16	-	16	6.792202	90.469258	26.082706	29.919477	23.265135	5.8531473	1.6898245	0.9518339	1.357932	0.9599917
2016-2020	A	-	-	-	23	-	-	23	1.669728	60.561919	27.909583	33.473372	22.886253	1.9592953	10.573126	2.6980086	2.2066276	3.4902259
	B	14	-	7	3	-	1	25	1.789755	55.454336	28.744365	34.606549	23.243957	2.0116611	13.1026761	2.4409819	2.1385848	3.4532152
	C	1	-	9	2	-	4	16	2.003049	65.785902	25.797079	32.484606	20.149662	2.912713	14.9847758	2.3627473	2.5289216	3.2552572
	D	9	5	-	-	-	4	18	2.037887	63.565463	28.84638	33.741784	24.570144	2.4284771	10.3382016	1.5870332	1.8986865	2.2364669
	E	2	10	-	-	3	2	17	3.531794	75.405166	27.563622	31.12095	24.691488	4.8153516	9.0556452	1.3350138	1.8084485	2.4845388
	F	-	-	-	-	24	1	25	5.99838	87.642531	26.497335	30.146967	23.773125	5.4811406	4.0900136	1.0790476	1.5409324	1.4034811
RCP4.5 2021-2025	A	16	-	6	5	-	1	28	1.868312	62.139625	27.906307	33.180188	22.998352	2.5474948	13.0525642	2.5370573	2.2311047	3.5801947
	B	-	-	-	21	-	-	21	1.943668	67.453417	26.952982	31.847488	22.615474	2.7441534	11.4792601	2.7652871	2.4478782	3.550569
	C	-	-	10	1	-	4	15	2.015886	70.868868	24.805325	30.796736	19.832982	2.9637254	14.6531721	2.4907479	2.5419813	3.5789379

	D	9	8	-	-	-	4	21	2.466432	70.050409	28.066965	31.7275	24.785518	3.1247481	10.127454	1.4799997	1.8369768	2.3589004
	E	1	7	-	1	1	2	12	3.75232	78.314582	26.459071	30.383764	23.306491	5.507098	10.0297969	1.77752	1.8249909	2.8142119
	F	-	-	-	-	26	1	27	6.042872	87.752134	26.587966	29.740124	24.16663	5.5130117	4.4325359	1.0678326	1.3692814	1.3905629
RCP4.5 2026-2030	A	14	-	7	4	-	1	26	1.492434	58.611764	28.247927	33.800433	23.040414	1.7592059	12.8104701	2.7086128	2.3748663	3.7002597
	B	8	1	-	22	-	3	34	1.660251	64.572253	27.838946	32.840532	23.40545	2.1260633	10.2436404	2.5828659	2.2772249	3.3813059
	C	-	-	9	1	-	4	14	1.611933	68.180377	25.24356	31.489457	20.027219	2.280092	15.0533757	2.6036018	2.698518	3.6329178
	D	-	-	-	-	6	2	8	3.855832	79.054016	27.612226	30.089127	25.574981	3.6227482	4.6382501	1.2554376	1.7179526	1.9506615
	E	4	14	-	1	-	2	21	2.445798	73.002352	27.502635	31.403796	24.241859	3.7135784	10.7150692	1.7757301	1.8462634	2.7896979
	F	-	-	-	-	21	-	21	4.796622	88.986035	26.454244	30.15819	23.611185	4.524083	2.6318127	1.0172131	1.4529257	1.1789025
RCP4.5 2031-2035	A	11	-	8	5	-	1	25	1.557226	59.122014	28.060926	33.703443	22.833345	1.7483003	12.9273736	2.9193773	2.4315333	3.977787
	B	7	-	-	22	-	-	29	1.647499	63.426848	28.059893	33.154827	23.496615	1.9389108	10.7859043	2.9136237	2.5140037	3.6140872
	C	1	-	8	-	-	4	13	1.678686	69.339255	25.39934	31.659442	20.238863	2.0331846	14.9157265	2.4957109	2.4862978	3.614683
	D	7	8	-	1	-	4	20	2.268535	69.696779	28.284329	32.070745	24.928977	2.5221578	9.9475882	1.8246268	2.0588194	2.6856555
	E	-	7	-	-	5	3	15	4.465505	79.375686	27.38644	30.62624	24.814713	4.827257	8.4371112	1.5148478	1.6608428	2.550668
	F	-	-	-	-	22	-	22	5.842443	89.073819	26.729587	30.285053	24.002518	5.0854434	2.9536759	1.0205755	1.3682817	1.1190999
RCP4.5 2036-2040	A	18	-	5	9	-	1	33	1.940998	62.156373	28.412147	33.567349	23.617223	2.3741371	14.2469106	2.4270405	2.2631727	3.4811916
	B	-	-	-	17	-	-	17	2.110018	68.531058	27.293246	32.273878	22.975701	2.7863357	12.3023049	2.6203337	2.2817317	3.4968799
	C	1	-	11	1	-	4	17	2.161745	70.497863	25.356159	31.312061	20.381037	2.9894311	16.4943105	2.4950765	2.7215326	3.5962599

	D	7	11	-	1	-	5	24	2.700966	72.287663	27.997373	31.753245	24.740484	3.5522045	10.9043975	1.6845389	1.8627928	2.6552835
	E	-	4	-	-	6	2	12	4.990442	80.750084	27.558873	30.355947	25.346014	5.6764361	6.7046564	1.2680233	1.5832832	2.1335899
	F	-	-	-	-	21	-	21	6.079301	89.397894	26.667331	30.188879	24.010622	6.2904643	2.6775589	1.0688876	1.4603958	1.2838434
RCP4.5 2041-2045	A	-	-	2	22	-	1	25	1.751732	63.233421	27.701639	33.377622	22.716499	2.1506488	11.5112022	3.0968922	2.54953	4.0704722
	B	17	-	6	5	-	1	29	1.973006	57.446536	28.988417	34.707134	23.682208	2.3904659	13.5031406	2.7282699	2.4028357	3.8175874
	C	8	8	-	-	-	4	20	2.261137	66.66021	28.888761	32.998659	25.280316	2.7100286	10.6547342	1.687364	2.1300291	2.7138165
	D	1	2	8	1	-	4	16	2.288628	69.589775	26.019887	32.413974	20.732484	3.0974587	15.3427134	2.6402348	2.6854033	3.7932143
	E	-	4	-	-	6	2	12	5.063691	79.165858	27.778464	30.870044	25.346596	6.8537371	7.042119	1.3592035	1.8312296	2.2779282
	F	-	1	-	-	21	-	22	6.119927	88.731257	26.864442	30.722337	23.972706	6.7949783	3.2852367	1.1267943	1.5527574	1.3526096
RCP4.5 2046-2050	A	-	-	5	12	-	2	19	2.008326	68.538301	27.133032	32.735478	22.423565	2.3882927	10.7665716	2.7278209	2.3311532	3.5641605
	B	8	-	8	5	-	1	22	2.031409	61.41177	28.362605	33.989731	23.249745	2.3809233	12.4183811	2.6906782	2.3409571	3.5612127
	C	13	-	-	10	-	-	23	2.220422	63.316084	28.97105	33.761363	24.628635	2.6764306	10.6804652	2.271483	2.1705981	2.8477688
	D	4	9	-	1	1	5	20	2.943261	71.89011	28.494209	31.983199	25.451837	3.8069143	8.7068479	1.6606649	2.0174191	2.3920699
	E	1	5	3	-	-	3	12	3.696014	78.978462	26.040491	31.226434	22.004558	5.7835846	10.9181305	2.223356	2.2436847	3.3775639
	F	-	1	-	-	26	1	28	6.669378	87.603144	27.344153	30.720756	24.852697	6.4298658	4.3129923	1.0795316	1.4747164	1.3963545
RCP8.5 2021-2025	A	-	-	-	21	-	-	21	2.014441	62.324991	28.16416	33.606298	23.308502	2.5310809	12.5664452	2.5898327	2.4048441	3.3380224
	B	14	-	7	5	-	1	27	2.059676	56.709145	28.957569	34.701905	23.60563	2.521971	15.0265707	2.5446505	2.4220709	3.5263375
	C	1	-	9	2	-	4	16	2.123624	66.177523	26.11253	32.65396	20.638421	3.0772351	16.6834119	2.4829973	2.8346363	3.3851738

	D	9	6	-	-	-	3	18	2.543644	64.843917	29.11006	33.957745	24.947389	3.2795577	12.0252464	1.5961058	2.0477458	2.2098397
	E	2	9	-	-	2	4	17	3.465979	75.441547	27.83557	31.403127	24.982648	4.831337	10.0333284	1.3955008	2.0031825	2.4645159
	F	-	-	-	-	25	-	25	5.899912	87.445079	26.820206	30.529976	24.040807	5.5823904	4.0607585	1.1493389	1.5681995	1.5255466
RCP8.5 2026-2030	A	-	-	-	19	-	-	19	2.148109	65.309431	27.763158	32.949006	23.148158	2.58884	12.0125339	2.7440361	2.5786055	3.4355479
	B	-	-	13	1	-	4	18	2.423701	68.480915	25.969281	32.318651	20.618538	3.7817431	16.0390182	3.0506871	3.2873299	3.821
	C	18	-	3	5	-	1	27	2.47186	61.283941	28.760632	33.948621	23.924341	3.0896201	14.3815151	2.4508803	2.4619656	3.2553669
	D	8	10	-	3	-	5	26	3.082515	71.313251	28.013777	32.053124	24.549158	3.9096877	10.779963	1.9718139	2.1806476	2.7822667
	E	-	4	-	-	7	1	12	5.860653	80.628782	27.704214	30.420819	25.538307	5.9948172	5.7880302	1.203474	1.5857646	1.9768049
	F	-	1	-	-	20	1	22	6.620678	89.230737	26.72477	30.55615	23.902766	6.2990104	2.9199811	1.0848245	1.5510986	1.2345654
RCP8.5 2031-2035	A	2	-	-	20	-	-	22	2.011062	64.05953	28.275737	33.495924	23.638259	2.2265334	10.4348988	2.3346222	2.0069647	3.0633617
	B	16	-	3	5	-	-	24	2.102775	59.268568	29.16156	34.375839	24.292604	2.3590766	12.5817616	2.0631514	1.8719528	2.9636319
	C	-	-	13	1	-	5	19	2.203991	67.73942	26.212378	32.566851	20.848138	2.5694248	13.7243124	2.5838733	2.5006993	3.5003511
	D	8	10	-	2	-	5	25	2.750639	70.566609	28.351676	32.384907	24.890726	3.1271335	10.34203	1.5683012	1.7633204	2.4494251
	E	-	5	-	-	5	2	12	4.745969	80.090434	27.826866	31.118929	25.29512	5.0197818	7.1998989	1.0470074	1.7299213	1.8394937
	F	-	-	-	-	22	-	22	6.500518	88.790795	27.00014	30.627633	24.31672	6.5246738	3.1446785	0.90343	1.4564723	1.045296
RCP8.5 2036-2040	A	17	-	6	18	-	1	42	2.046959	60.031476	29.115082	34.527133	24.137686	2.4285289	13.2303794	2.3182141	2.1798601	3.1555683
	B	-	-	10	1	-	4	15	2.071242	67.132935	26.435177	32.865308	21.059729	2.7489709	15.1694628	2.196691	2.4386484	3.0900236
	C	8	9	-	8	-	4	29	2.508919	67.953806	28.878058	33.025176	25.277193	3.1018107	11.1229358	1.6465073	2.0342203	2.3417251

	D	1	6	-	1	-	1	9	4.077602	77.416183	27.282376	32.098366	23.591812	6.1570058	11.6840908	1.4766795	2.1069611	2.3474873
	E	-	-	-	-	8	1	9	5.565063	80.371471	28.205692	30.506926	26.284822	4.2793319	4.7822295	0.9124269	1.4592038	1.44878
	F	-	-	-	-	19	1	20	6.205727	89.198413	27.017359	30.94241	24.194046	5.424533	3.0166995	0.9129126	1.4658884	0.9275835
RCP8.5 2041-2045	A	-	-	9	22	-	1	32	2.233265	67.163217	27.414525	32.940526	22.591687	2.7150022	12.3476075	2.7110366	2.3466209	3.7114003
	B	21	-	3	3	-	1	28	2.421316	62.020907	29.294112	34.403386	24.654843	2.9056092	13.3653652	2.0712682	2.0575679	2.928023
	C	1	2	4	3	-	4	14	2.867808	74.625746	26.261687	31.863314	21.76687	3.9340365	13.5955908	2.2477016	2.3192865	3.2867211
	D	4	10	-	-	-	5	19	3.201118	71.987049	28.646961	32.153754	25.594421	4.4471019	9.6664557	1.4340242	1.8486449	2.1915693
	E	-	3	-	-	8	1	12	5.351841	82.312198	28.047964	30.833557	25.896399	4.7676086	5.2157257	1.1467574	1.4746393	1.9082119
	F	-	-	-	-	19	-	19	6.782264	89.784938	27.074423	30.796879	24.360463	6.2874023	2.0968319	0.9819979	1.3706852	1.0002515
RCP8.5 2046-2050	A	-	-	9	15	-	1	25	2.071047	64.384676	27.993529	33.723684	22.836984	2.5953063	14.0167865	2.9921585	2.6407582	4.1296717
	B	18	-	2	-	-	-	20	2.35211	60.846994	29.812433	34.949654	25.074628	2.920954	15.0157573	2.1470066	2.1801016	3.0805115
	C	5	5	-	11	-	3	24	2.500421	68.347536	28.751377	33.634384	24.585069	3.2093915	11.9532399	2.3113983	2.1770489	3.2593555
	D	1	1	5	2	-	5	14	2.809818	74.293347	26.25384	32.180337	21.460894	3.9026875	14.7007797	2.5348012	2.6936655	3.7132165
	E	2	6	-	-	6	2	16	3.998293	76.320279	28.76201	31.21703	26.629573	5.1624023	7.4599923	1.2893836	1.4330446	2.1035495
	F	-	3	-	-	21	1	25	5.549869	88.425048	27.58695	31.392564	24.830997	4.752106	4.113054	1.1742484	1.636206	1.3817648

C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก

จากตารางที่ 4.1 เป็นตารางแสดงจำนวนสถานีตรวจวัดอากาศในแต่ละภูมิภาค และแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแต่ละตัวแปรของทุกชุดข้อมูล โดยที่เรียงตามค่าปริมาณน้ำฝนจากกลุ่มที่ปริมาณน้ำฝนต่ำที่สุดไปหากลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนที่สูงที่สุดในแต่ละช่วงปี โดยเรียงจากกลุ่ม A (สีแดง) กลุ่ม B (สีส้ม) กลุ่ม C (สีเหลือง) กลุ่ม D (สีเขียว) กลุ่ม E (สีฟ้า) และกลุ่ม F (สีน้ำเงิน) ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์กลุ่มด้วยวิธี K_mL3D ในตาราง 4.1 พบว่า ในอดีตปี ค.ศ. 2011-2015 กลุ่ม A (สีแดง) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง 15 สถานี คิดเป็นร้อยละ 48.39 มีการกระจายตัว และปริมาณของน้ำฝนเฉลี่ยน้อยที่สุด มีความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดมากที่สุด กลุ่ม B (สีส้ม) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ 11 สถานี คิดเป็นร้อยละ 68.75 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อย มีอุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดน้อยที่สุด และมีการกระจายตัวของความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด กลุ่ม C (สีเหลือง) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 16 สถานี คิดเป็นร้อยละ 48.48 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยถึงปานกลาง แต่ละปัจจัยสภาพภูมิอากาศมีการกระจายตัว และปริมาณปานกลาง กลุ่ม D (สีเขียว) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก 10 สถานี คิดเป็นร้อยละ 62.5 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก กลุ่ม E (สีฟ้า) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ 11 สถานี คิดเป็นร้อยละ 91.67 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มาก และมีอุณหภูมิต่ำสุดมากที่สุด กลุ่ม F (สีน้ำเงิน) อยู่ในภาคใต้ 16 สถานี คิดเป็นร้อยละ 100 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด มีการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนมากที่สุด มีการกระจายตัวของความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดน้อยที่สุด แสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ดังภาพที่ 4.5

ปี ค.ศ. 2016-2020 กลุ่ม A (สีแดง) อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 23 สถานี คิดเป็นร้อยละ 100 มีการกระจายตัว และปริมาณของน้ำฝนเฉลี่ยน้อยที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์น้อย อุณหภูมิปานกลาง กลุ่ม B (สีส้ม) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง 14 สถานี คิดเป็นร้อยละ 56 มีปริมาณของน้ำฝนเฉลี่ยน้อย ความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด แต่มีการกระจายตัวค่อนข้างมาก และมีอุณหภูมิสูงสุดมากที่สุด กลุ่ม C (สีเหลือง) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ 9 สถานี คิดเป็นร้อยละ 56.25 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์น้อยถึงปานกลาง ความชื้นสัมพัทธ์มีการกระจายตัวมากที่สุด และมีอุณหภูมิต่ำสุดน้อยที่สุด กลุ่ม D (สีเขียว) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง 9 สถานี คิดเป็นร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก และมีอุณหภูมิเฉลี่ยมากที่สุด กลุ่ม E (สีฟ้า) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก 10 สถานี คิดเป็นร้อยละ 58.82 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มาก และมีอุณหภูมิต่ำสุดมากที่สุด กลุ่ม F (สีน้ำเงิน) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ 24 สถานี คิดเป็นร้อยละ 96 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด ปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมากที่สุด ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์กระจายตัวน้อยที่สุด

ในสภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) ปี ค.ศ. 2021-2025 กลุ่ม A (สีแดง) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง 16 สถานี คิดเป็นร้อยละ 57.14 มีปริมาณของน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด ปริมาณ

อุณหภูมิเฉลี่ยมากที่สุด กลุ่ม D (สีเขียว) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก 9 สถานี คิดเป็นร้อยละ 45 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก อุณหภูมิต่ำสุดมากที่สุด กลุ่ม E (สีฟ้า) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก 5 สถานี คิดเป็นร้อยละ 41.67 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มาก และกลุ่ม F (สีน้ำเงิน) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ 26 สถานี คิดเป็นร้อยละ 92.86 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด อุณหภูมิสูงสุดน้อยที่สุด ปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดกระจายตัวน้อยที่สุด

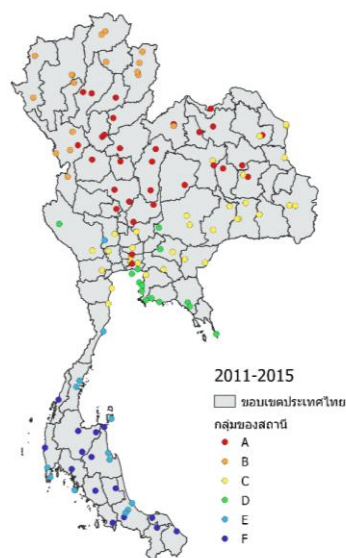
ในสภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) ปี ค.ศ. 2021-2025 กลุ่ม A (สีแดง) อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 21 สถานี คิดเป็นร้อยละ 100 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยที่สุด และอุณหภูมิเฉลี่ยกระจายตัวมากที่สุด กลุ่ม B (สีส้ม) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง 14 สถานี คิดเป็นร้อยละ 51.85 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อย ความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดมากที่สุด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกระจายตัวน้อยที่สุด และอุณหภูมิต่ำสุดกระจายตัวมากที่สุด กลุ่ม C (สีเหลือง) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ 9 สถานี คิดเป็นร้อยละ 56.25 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์น้อยถึงปานกลาง อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดน้อยที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิสูงสุดกระจายตัวมากที่สุด กลุ่ม D (สีเขียว) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง 9 สถานี คิดเป็นร้อยละ 50 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก กลุ่ม E (สีฟ้า) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก 9 สถานี คิดเป็นร้อยละ 52.94 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มาก และมีอุณหภูมิต่ำสุดมากที่สุด และกลุ่ม F (สีน้ำเงิน) อยู่ในภาคใต้ 25 สถานี คิดเป็นร้อยละ 100 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด อุณหภูมิสูงสูدن้อยที่สุด ปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดกระจายตัวน้อยที่สุด

ปี ค.ศ. 2026-2030 กลุ่ม A (สีแดง) อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19 สถานี คิดเป็นร้อยละ 100 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และการกระจายตัวน้อยที่สุด และความชื้นสัมพัทธ์กระจายตัวมากที่สุด กลุ่ม B (สีส้ม) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ 13 สถานี คิดเป็นร้อยละ 72.22 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์น้อย อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดน้อยที่สุด อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดกระจายตัวมากที่สุด กลุ่ม C (สีเหลือง) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง 18 สถานี คิดเป็นร้อยละ 66.67 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์น้อยถึงปานกลาง ความชื้นสัมพัทธ์น้อย อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิสูงสุดมากที่สุด กลุ่ม D (สีเขียว) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก 10 สถานี คิดเป็นร้อยละ 38.46 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก กลุ่ม E (สีฟ้า) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ 7 สถานี คิดเป็นร้อยละ 58.33 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มาก อุณหภูมิสูงสุดน้อยที่สุด และอุณหภูมิต่ำสุดมากที่สุด และกลุ่ม F (สีน้ำเงิน) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ 20 สถานี คิดเป็นร้อยละ 90.91 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด ปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดกระจายตัวน้อยที่สุด

เป็นร้อยละ 52.63 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก กลุ่ม E (สีฟ้า) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ 8 สถานี คิดเป็นร้อยละ 66.67 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมาก ความชื้นสัมพัทธ์มาก และอุณหภูมิต่ำสุดมากที่สุด และกลุ่ม F (สีน้ำเงิน) อยู่ในภาคใต้ 19 สถานี คิดเป็นร้อยละ 100 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด อุณหภูมิสูงสุดน้อยที่สุด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกระจายตัวมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดกระจายตัวน้อยที่สุด

ปี ค.ศ. 2046-2050 กลุ่ม A (สีแดง) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 15 สถานี คิดเป็นร้อยละ 60.91 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และการกระจายตัวน้อยที่สุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดกระจายตัวมากที่สุด กลุ่ม B (สีส้ม) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง 18 สถานี คิดเป็นร้อยละ 90 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อย ความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิสูงสุดมากที่สุด และความชื้นสัมพัทธ์กระจายตัวมากที่สุด กลุ่ม C (สีเหลือง) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 11 สถานี คิดเป็นร้อยละ 45.83 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์น้อยถึงปานกลาง กลุ่ม D (สีเขียว) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ และภาคตะวันตก 5 สถานี คิดเป็นร้อยละ 35.71 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดน้อยที่สุด และอุณหภูมิสูงสุดมีการกระจายตัวมากที่สุด กลุ่ม E (สีฟ้า) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก และภาคใต้ 6 สถานี คิดเป็นร้อยละ 37.5 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มาก อุณหภูมิสูงสุดน้อยที่สุด อุณหภูมิต่ำสุดมากที่สุด ปริมาณน้ำฝนมีการกระจายตัวมากที่สุด และและอุณหภูมิสูงสุดมีการกระจายตัวน้อยที่สุด และกลุ่ม F (สีน้ำเงิน) ส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ 21 สถานี คิดเป็นร้อยละ 84 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดกระจายตัวน้อยที่สุด

ภาพผลการจัดกลุ่มช่วงปีอื่น ๆ สามารถดูเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ข



ภาพที่ 4.5 แผนที่การจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศในปี ค.ศ. 2011-2015

4.2.3 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มเชิงพื้นที่

จากการทดสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่มด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปัจจัยสภาพภูมิอากาศของแต่ละกลุ่ม สำหรับผลการจัดกลุ่มในทุกช่วงปีจะได้ผลเหมือนกัน ในที่นี้จึงแสดงเฉพาะปี ค.ศ. 2011-2015 ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้ (ผลการทดสอบช่วงปีอื่น ๆ ในภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มในปี ค.ศ. 2011-2015

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	23648.893	5	4729.779	374.758	.000
	Within Groups	93823.707	7434	12.621		
	Total	117472.600	7439			
RH	Between Groups	882699.844	5	176539.969	1395.252	.000
	Within Groups	940617.090	7434	126.529		
	Total	1823316.934	7439			
Temp	Between Groups	7322.233	5	1464.447	364.171	.000
	Within Groups	29894.484	7434	4.021		
	Total	37216.717	7439			
Tempmax	Between Groups	17823.357	5	3564.671	834.843	.000
	Within Groups	31742.211	7434	4.270		
	Total	49565.568	7439			
Tempmin	Between Groups	12374.141	5	2474.828	338.526	.000
	Within Groups	54347.069	7434	7.311		
	Total	66721.210	7439			

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ค่าเฉลี่ยของปัจจัย 6 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยของปัจจัย 6 กลุ่มแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ทั้งหมดทุกปัจจัย ดังนั้นปฏิเสธ H_0 แสดงว่าปัจจัยสภาพภูมิอากาศโดยเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน

สรุปได้ว่าการจัดกลุ่มเป็น 6 กลุ่มมีความเหมาะสม เนื่องจากปัจจัยสภาพภูมิอากาศในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

4.3 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม

ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมจะใช้ข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ ข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะใช้เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลรายเดือนในช่วง 5 ปี และข้อมูลชุดดิน

4.3.1 พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว

ผลการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

จากการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยที่กำหนดทีละคู่ จะได้ตารางเมทริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ตารางเมทริกซ์การเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นรายคู่ของข้าว

	Rain	RH	Temp	Tempmax	Tempmin	Fertility	Texture	pH
Rain	1.00	4.00	3.00	4.00	3.00	6.00	4.00	5.00
RH	0.25	1.00	0.50	0.33	0.25	4.00	3.00	4.00
Temp	0.33	4.00	1.00	3.00	2.00	5.00	3.00	4.00
Tempmax	0.25	3.00	0.33	1.00	0.50	4.00	3.00	4.00
Tempmin	0.33	4.00	0.50	2.00	1.00	4.00	3.00	4.00
Fertility	0.20	0.25	0.20	0.25	0.25	1.00	0.33	0.50
Texture	0.25	0.33	0.33	0.33	0.33	3.00	1.00	2.00
pH	0.20	0.25	0.25	0.25	0.25	2.00	0.50	1.00
Total	2.82	16.83	6.12	11.17	7.58	29.00	17.83	24.50

จากนั้นคำนวณค่า Eigenvector ของเมทริกซ์ในแต่ละแถว โดยหา Normalized จากการหาค่าเฉลี่ยความสำคัญในแต่ละแถว และหาลำดับความสำคัญของระดับชั้นถัดลงมาจะได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางการคำนวณค่า Eigenvector ของข้าว

	Rain	RH	Temp	Tempmax	Tempmin	Fertility	Texture	pH	Total	Eigenvector
Rain	0.36	0.24	0.49	0.36	0.40	0.21	0.22	0.20	2.47	0.31
RH	0.09	0.06	0.08	0.03	0.03	0.14	0.17	0.16	0.76	0.10
Temp	0.12	0.24	0.16	0.27	0.26	0.17	0.17	0.16	1.56	0.19
Tempmax	0.09	0.18	0.05	0.09	0.07	0.14	0.17	0.16	0.95	0.12
Tempmin	0.12	0.24	0.08	0.18	0.13	0.14	0.17	0.16	1.22	0.15
Fertility	0.07	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.25	0.03
Texture	0.09	0.02	0.05	0.03	0.04	0.10	0.06	0.08	0.48	0.06
pH	0.07	0.01	0.04	0.02	0.03	0.07	0.03	0.04	0.32	0.04
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	1.00

จากผลที่ได้นำไปตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล ซึ่งจะได้ว่า ค่า $C.R. = 0.09 < 0.1$ ดังนั้นสามารถนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้

ดังนั้นค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความอุดมสมบูรณ์ ลักษณะเนื้อดิน และค่าความเป็นกรด-ด่างคือ 0.31, 0.10, 0.19, 0.12, 0.15, 0.03, 0.06 และ 0.04 ตามลำดับ

เกณฑ์การประเมินความเหมาะสม

ความต้องการปัจจัยในการเจริญเติบโตของข้าว ทั้งความต้องการปัจจัยภูมิอากาศ และความต้องการใช้ที่ดินจะกำหนดให้ค่าคะแนนปัจจัยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ เหมาะสมมาก (S1) เหมาะสมปานกลาง (S2) เหมาะสมน้อย (S3) และไม่เหมาะสม (N) ดังตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.5 ความต้องการปัจจัยภูมิอากาศของข้าว

ความต้องการปัจจัยภูมิอากาศของข้าว			ค่าพิสัย				ที่มา
คุณภาพ	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1	S2	S3	N	
ความชุ่มชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	ปริมาณน้ำฝน	mm.	1400-1600	1600-1800	1800-2000	>2000	ส่งเสริมและจัดการ
				1400-1100	1100-900	<900	สินค้าเกษตร
	ความชื้นสัมพัทธ์	%	60-80	80-85	85-90	>90	S. Das, 2020
อุณหภูมิที่เหมาะสม	อุณหภูมิเฉลี่ย	°C	25-29	30-32	33-35	>35	
				24-14	13-10	<10	กรมพัฒนาที่ดิน,
	อุณหภูมิสูงสุด	°C	29	30-32	33-35	>35	2557
	อุณหภูมิต่ำสุด	°C	25	24-14	13-10	<10	

ตารางที่ 4.6 ความต้องการใช้ที่ดินของข้าว

ความต้องการใช้ที่ดินของข้าว			ค่าพิสัย				ที่มา
คุณภาพดิน	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1	S2	S3	N	
ความอุดมสมบูรณ์	-	-	สูงมาก สูงปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก	-	กรมพัฒนาที่ดิน, 2558
การรักษาน้ำของเนื้อดิน	ลักษณะเนื้อดิน	-	ดินเหนียว, ดินร่วนปนดินเหนียว	ดินร่วน, ดินร่วนเหนียวปนกรวด/ทรายแป้ง	ดินร่วนปนทราย	ดินทรายปนดินร่วน, ดินร่วนปนทราย/กรวด/ทรายแป้ง	สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร
เคมีในดิน	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	5.6-7.3	7.4-7.8	7.8-8.4	>8.4	กรมพัฒนาที่ดิน, 2557
				5.1-5.5	4.0-5.0	<4.0	

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม

หลังจากคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยจากเกณฑ์ความต้องการปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และข้อมูลชุดดินของข้าว และนำมาวิเคราะห์ด้วยการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย จะได้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวดังนี้

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าววิเคราะห์แยกรายปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และการใช้ดิน รวมทั้งหมด 8 ตัวแปร ที่สภาวะโลกร้อนปกติในปี ค.ศ. 2011-2050 และสภาวะโลกร้อนเกินปกติ ค.ศ. 2021-2050 ได้ผลเหมือนกันดังนี้ โดยที่ระดับความเหมาะสมมากจะแทนด้วยสีน้ำเงิน และไล่ระดับสีลงมาจากกระตังสีแดงหมายถึงไม่เหมาะสม

ลักษณะเนื้อดิน พื้นที่ที่เหมาะสมมากจะอยู่บริเวณตอนกลาง และตอนล่าง ส่วนตอนบนมีลักษณะเนื้อดินเหมาะสมปานกลางจนถึงไม่เหมาะสม

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน พื้นที่ส่วนใหญ่ในบริเวณตอนกลาง และตอนล่างอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ส่วนพื้นที่ตอนบนความอุดมสมบูรณ์ของดินจะอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน พื้นที่ตอนบน และตอนกลางส่วนใหญ่อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ส่วนตอนล่าง และแถบตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

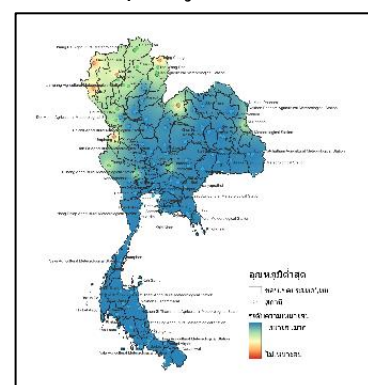
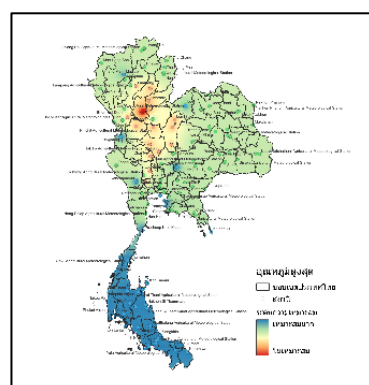
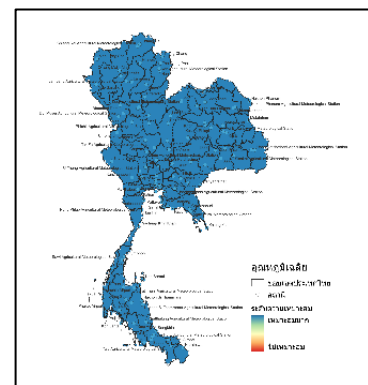
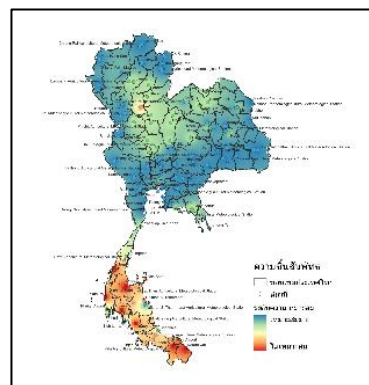
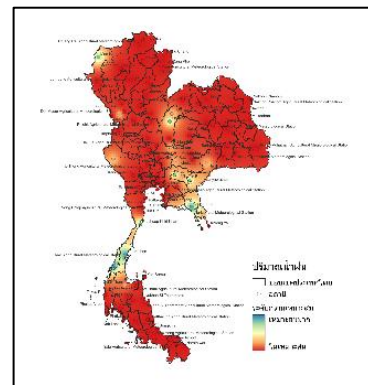
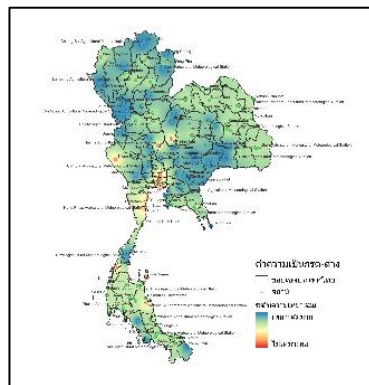
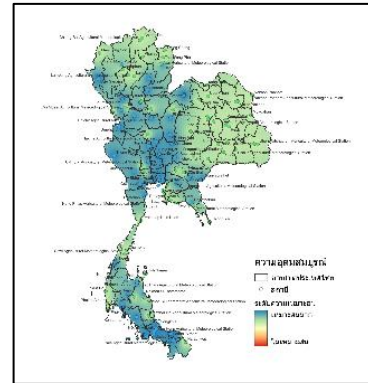
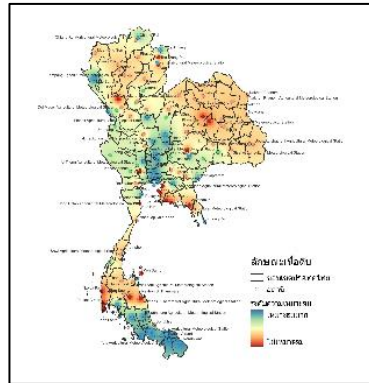
ปริมาณน้ำฝนจะมีพื้นที่ที่เหมาะสมมากเล็กน้อยอยู่ในบริเวณตอนกลางค่อนข้างไปทางล่าง และพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศมีปริมาณน้ำฝนในระดับที่ไม่เหมาะสม

ความชื้นสัมพัทธ์จะเห็นได้ว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนบนของประเทศ และใน ตอนล่าง พื้นที่ส่วนใหญ่จะมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับเหมาะสมน้อยถึงไม่เหมาะสม

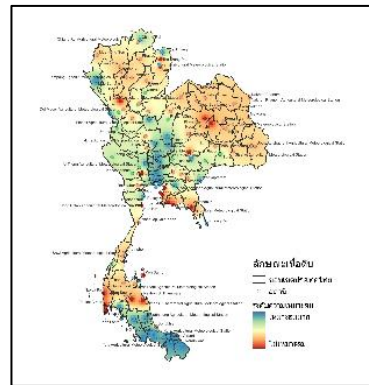
อุณหภูมิเฉลี่ย พื้นที่ที่เหมาะสมมากจะอยู่ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย

อุณหภูมิสูงสุด พื้นที่ที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนล่าง และตอนบนส่วนใหญ่อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง มีพื้นที่ส่วนน้อยที่อยู่ในระดับไม่เหมาะสม

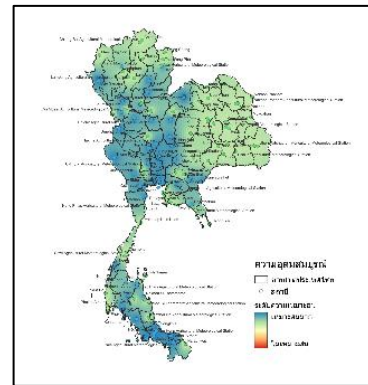
อุณหภูมิต่ำสุด พื้นที่ที่เหมาะสมมากอยู่ในบริเวณตอนกลางไปทางแถบตะวันออก และตอนล่าง ส่วนพื้นที่ตอนบนมีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง ดังภาพที่ 4.6-4.19



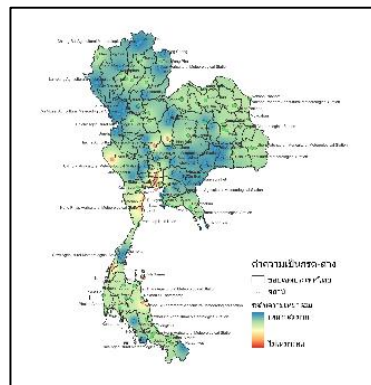
ภาพที่ 4.6 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2011-2015



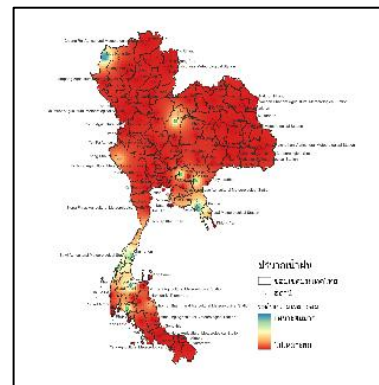
ลักษณะเนื้อดิน



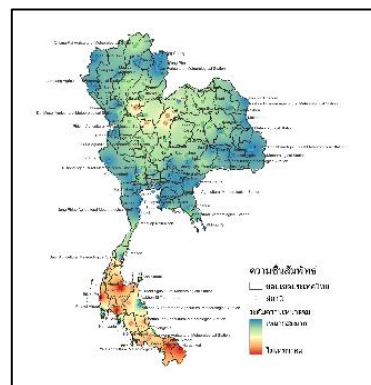
ความอุดมสมบูรณ์



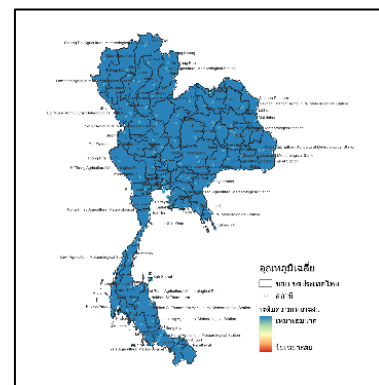
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



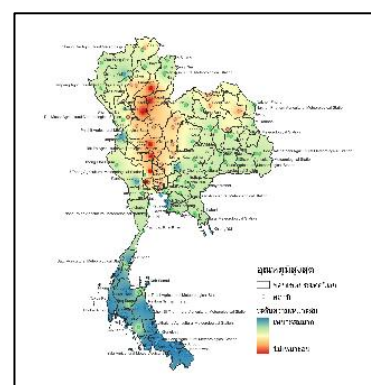
ปริมาณน้ำฝน



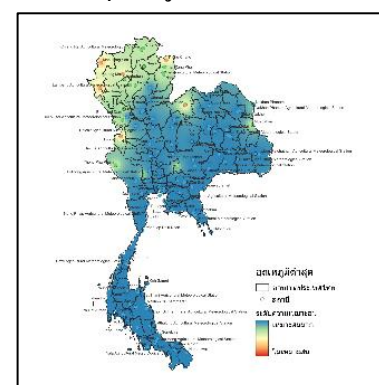
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

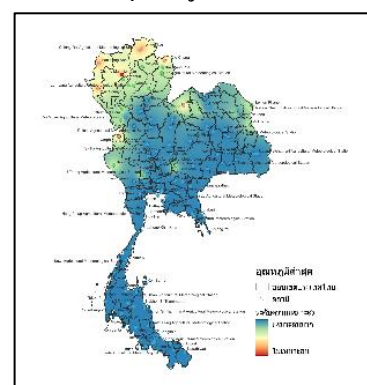
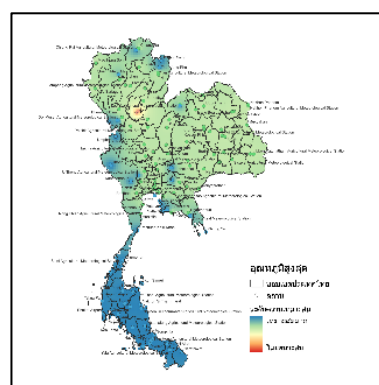
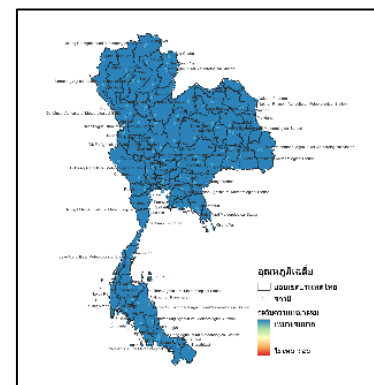
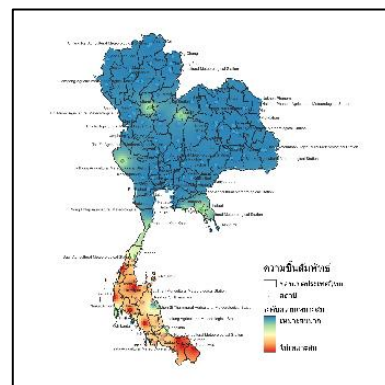
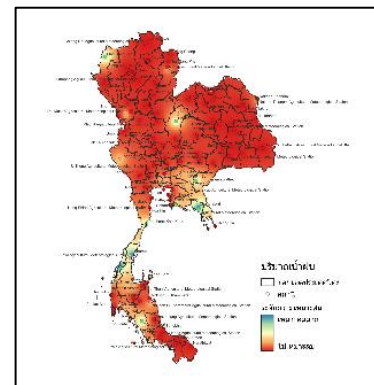
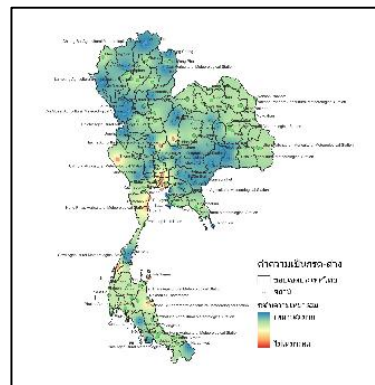
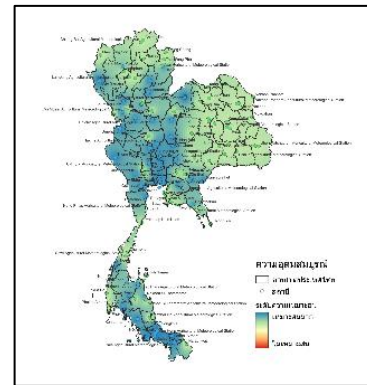
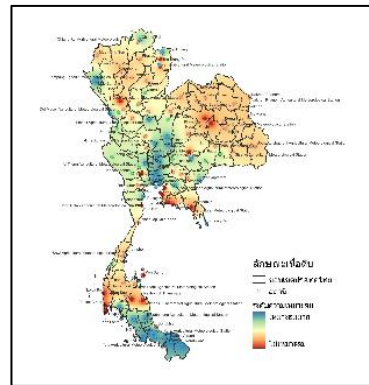


อุณหภูมิสูงสุด

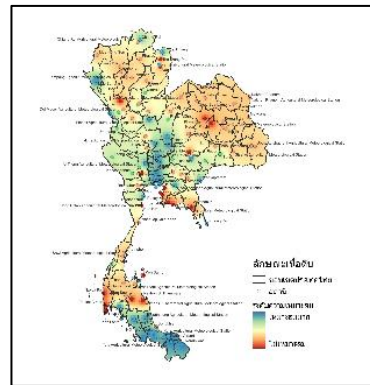


อุณหภูมิต่ำสุด

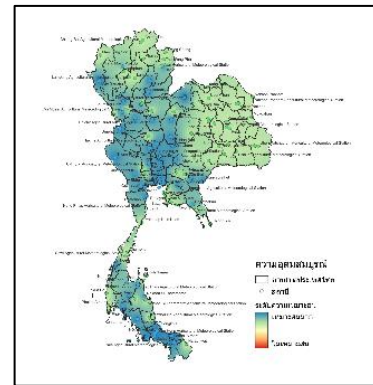
ภาพที่ 4.7 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2016-2020



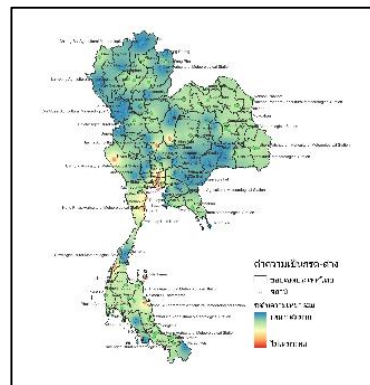
ภาพที่ 4.8 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025



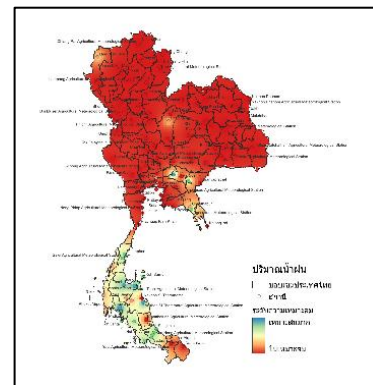
ลักษณะเนื้อดิน



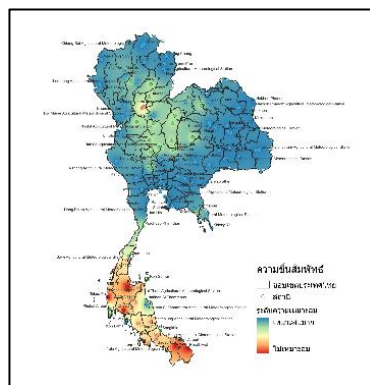
ความอุดมสมบูรณ์



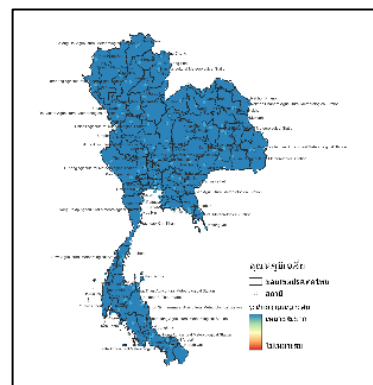
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



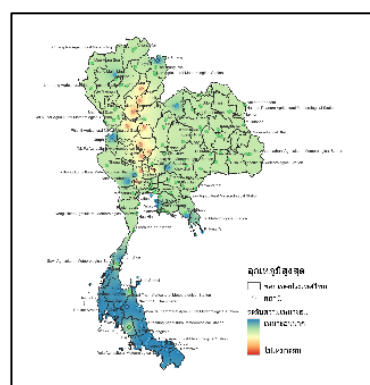
ปริมาณน้ำฝน



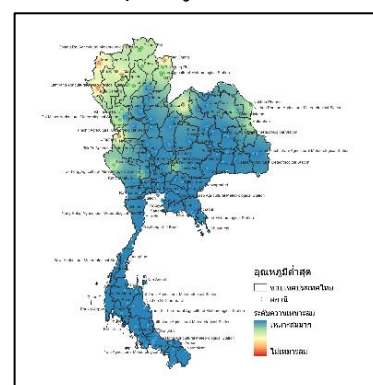
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

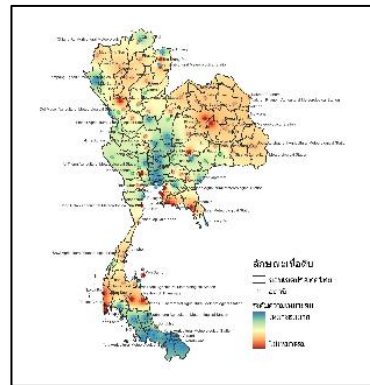


อุณหภูมิสูงสุด

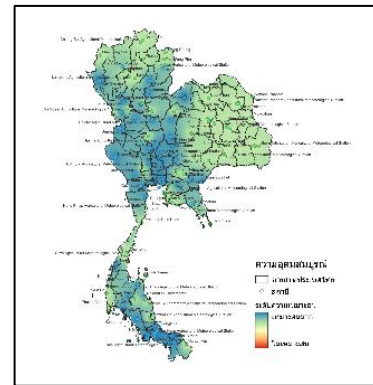


อุณหภูมิต่ำสุด

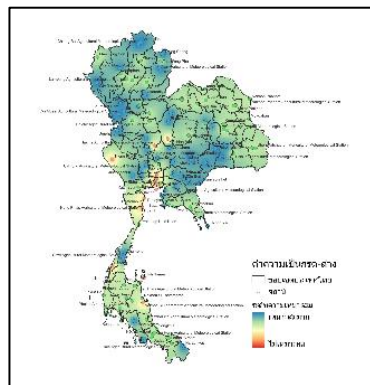
ภาพที่ 4.9 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030



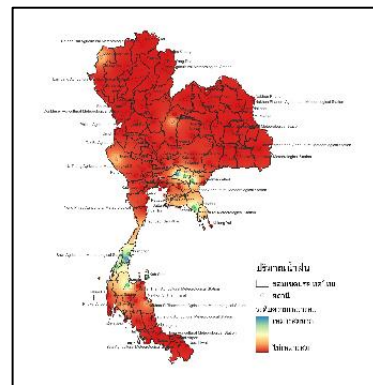
ลักษณะเนื้อดิน



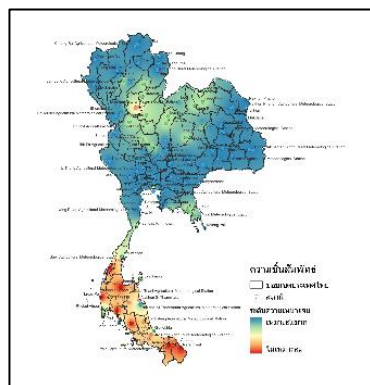
ความอุดมสมบูรณ์



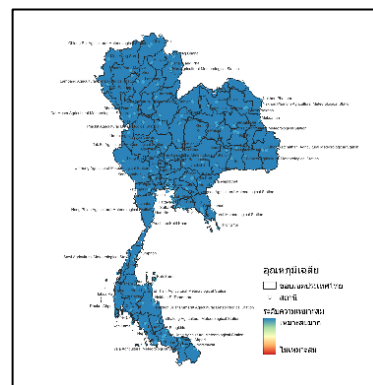
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



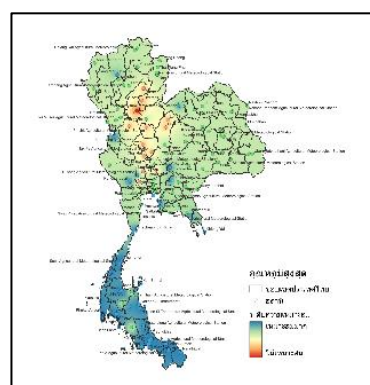
ปริมาณน้ำฝน



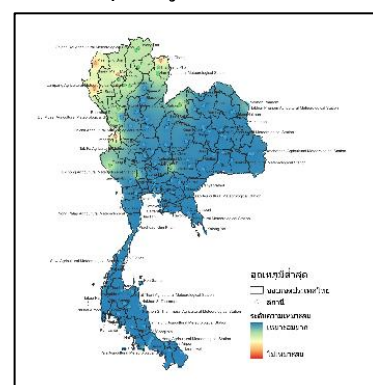
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

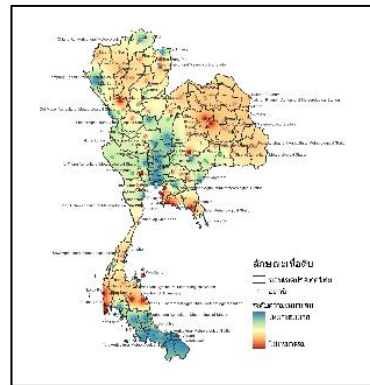


อุณหภูมิสูงสุด

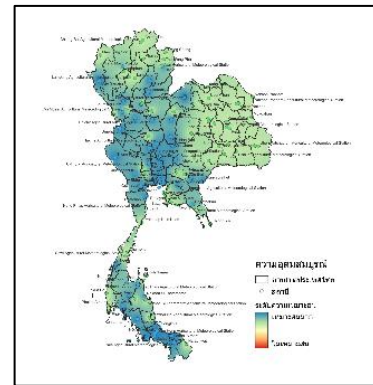


อุณหภูมิต่ำสุด

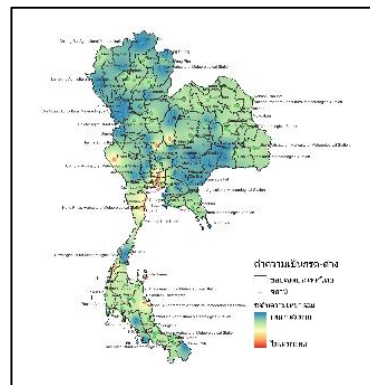
ภาพที่ 4.10 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035



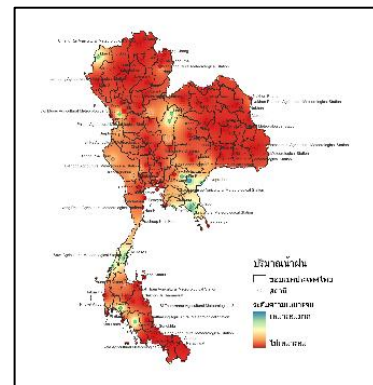
ลักษณะเนื้อดิน



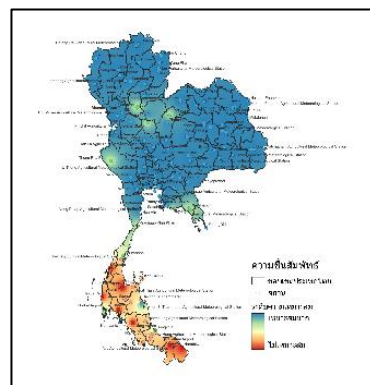
ความอุดมสมบูรณ์



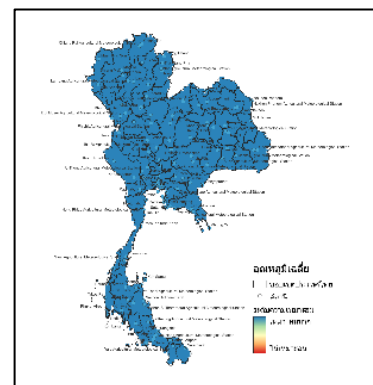
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



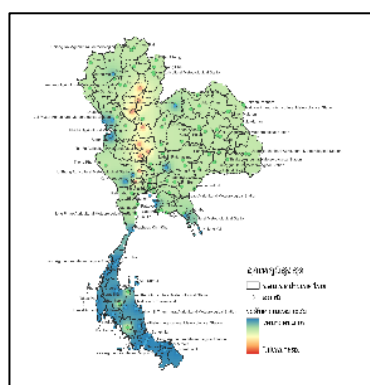
ปริมาณน้ำฝน



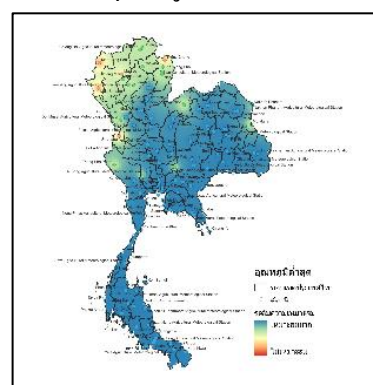
ความเค็มของดิน



ดินหลุดพัง

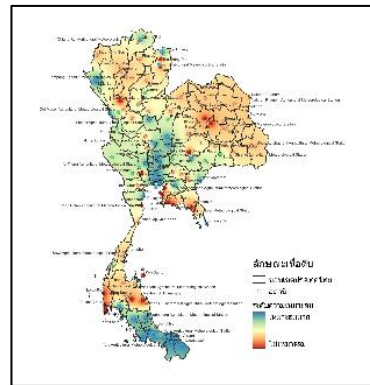


อุณหภูมิของดิน

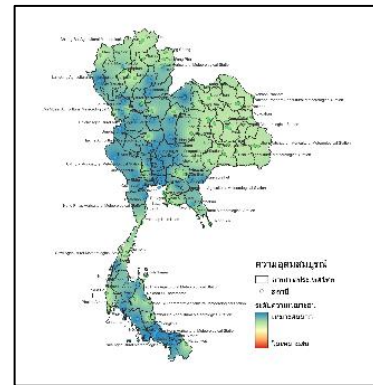


ความชื้นของดิน

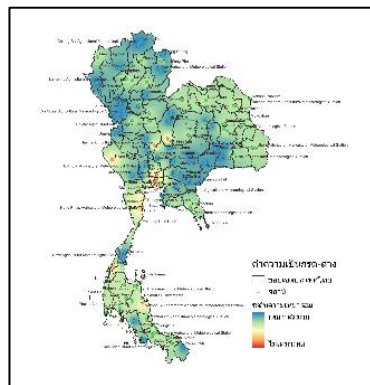
ภาพที่ 4.11 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040



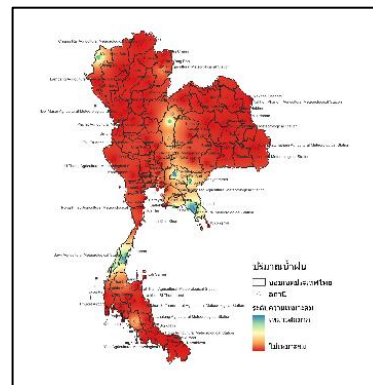
ลักษณะเนื้อดิน



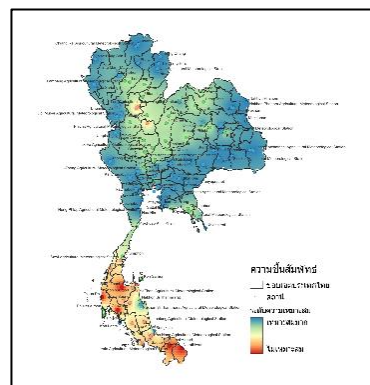
ความอุดมสมบูรณ์



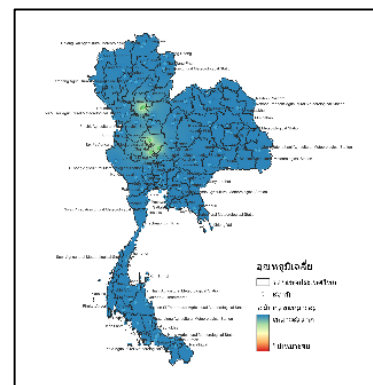
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



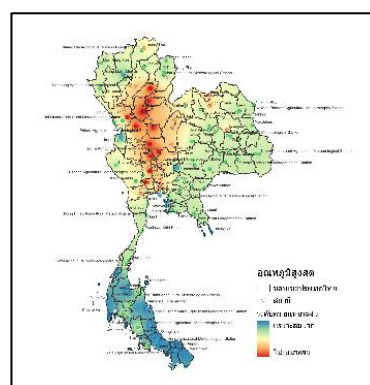
ปริมาณน้ำฝน



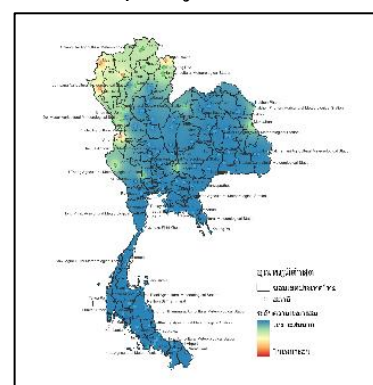
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

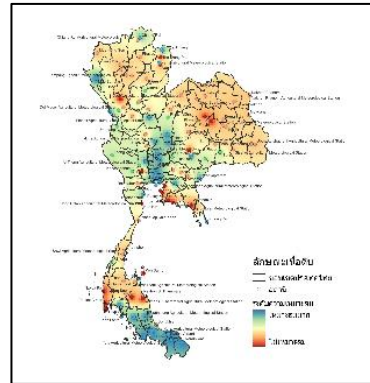


อุณหภูมิสูงสุด

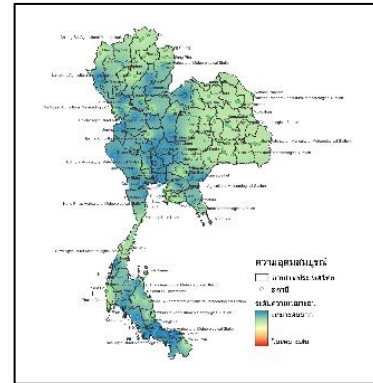


อุณหภูมิต่ำสุด

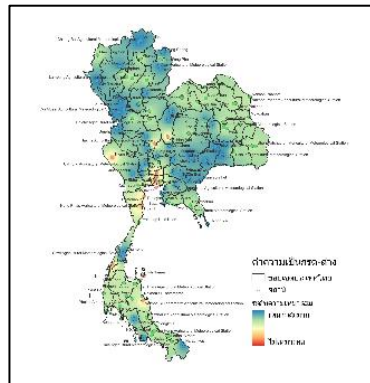
ภาพที่ 4.12 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045



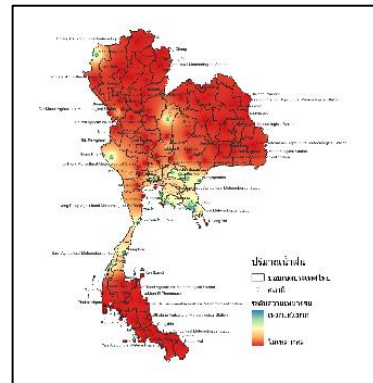
ลักษณะเนื้อดิน



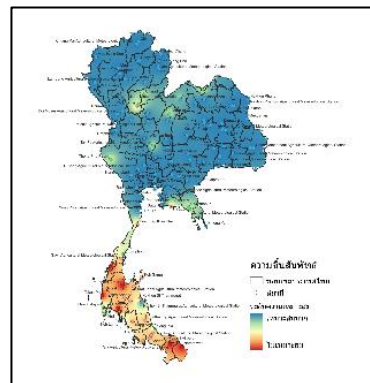
ความอุดมสมบูรณ์



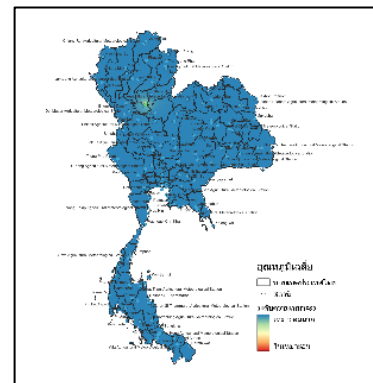
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



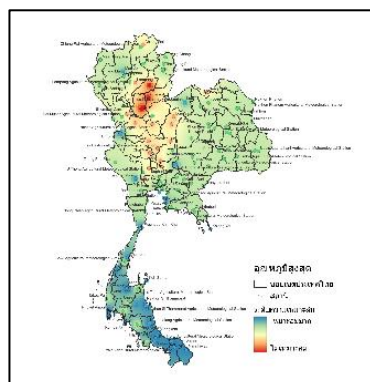
ปริมาณน้ำฝน



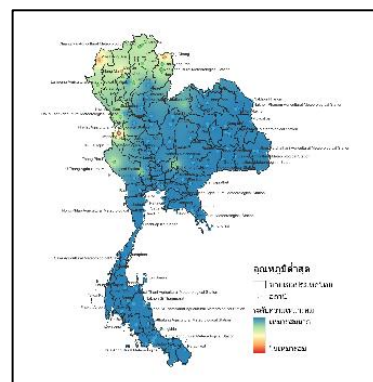
ความเค็ม



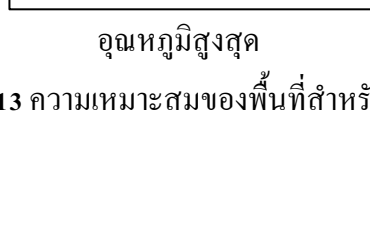
ดินเหนียว



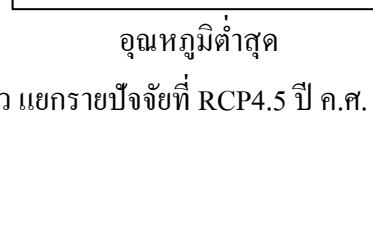
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

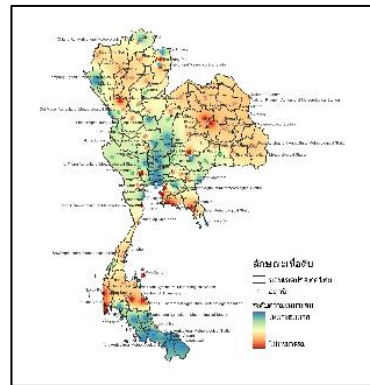


อุณหภูมิสูงสุด

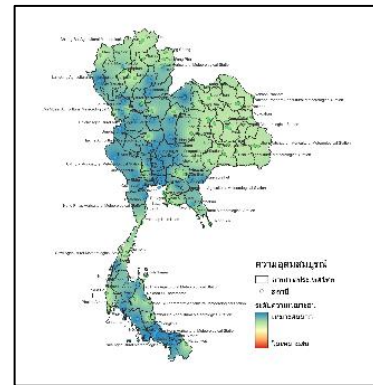


อุณหภูมิต่ำสุด

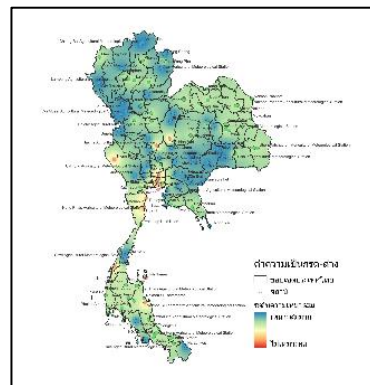
ภาพที่ 4.13 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050



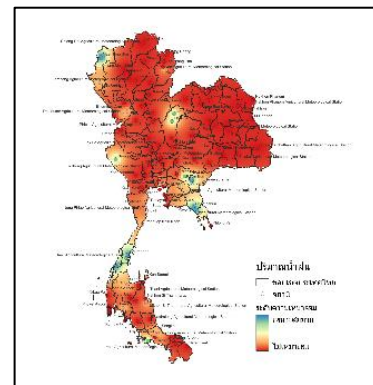
ลักษณะเนื้อดิน



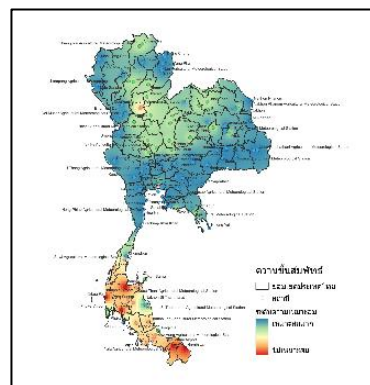
ความอุดมสมบูรณ์



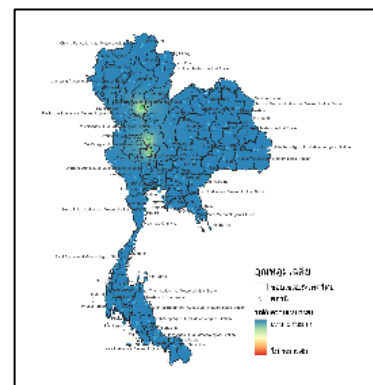
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



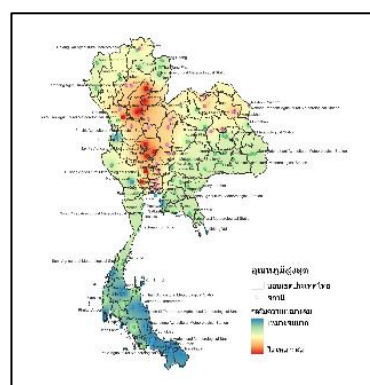
ปริมาณน้ำฝน



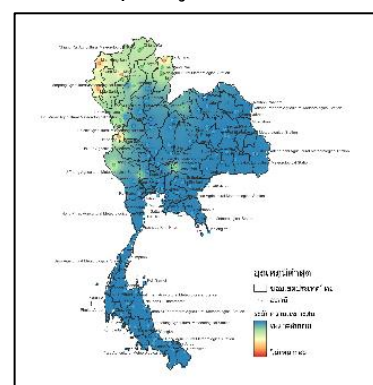
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

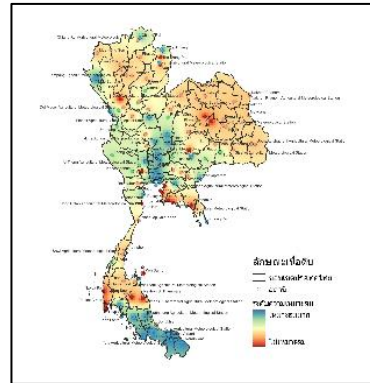


อุณหภูมิสูงสุด

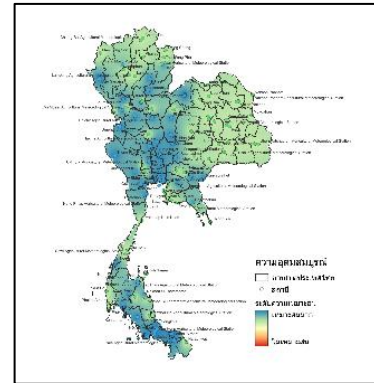


อุณหภูมิต่ำสุด

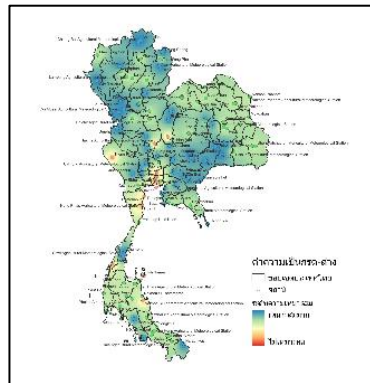
ภาพที่ 4.14 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025



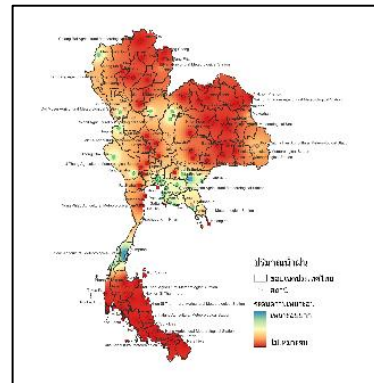
ลักษณะเนื้อดิน



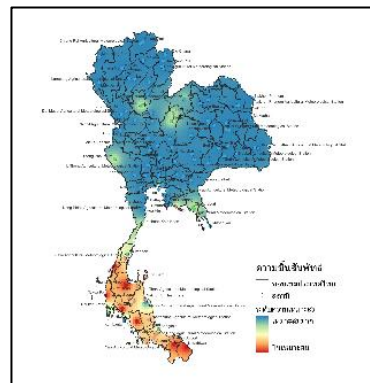
ความอุดมสมบูรณ์



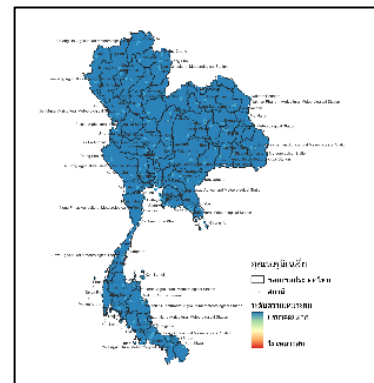
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



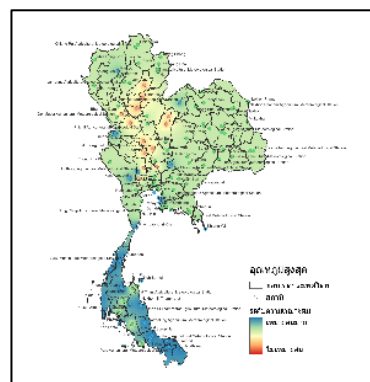
ปริมาณน้ำฝน



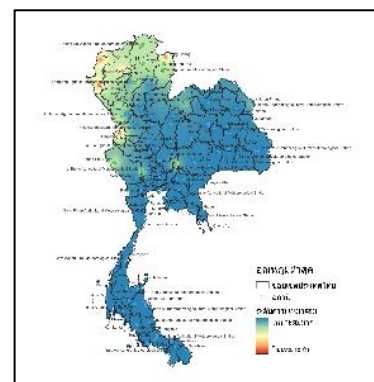
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

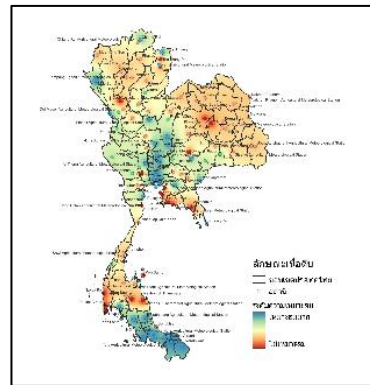


อุณหภูมิสูงสุด

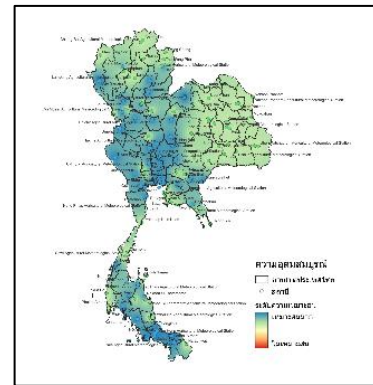


อุณหภูมิต่ำสุด

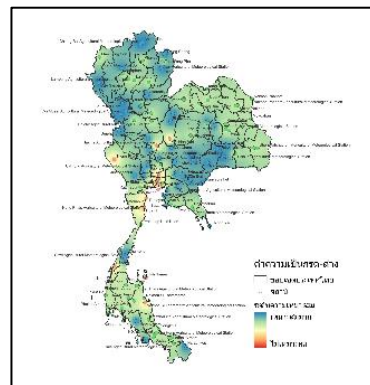
ภาพที่ 4.15 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2026-2030



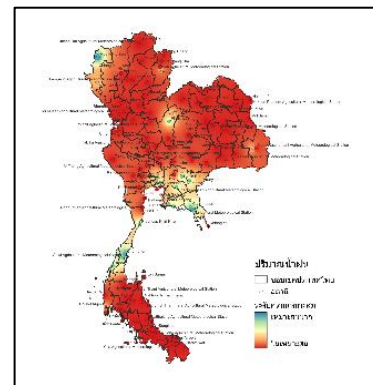
ลักษณะเนื้อดิน



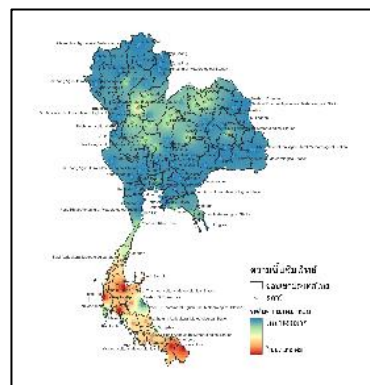
ความอุดมสมบูรณ์



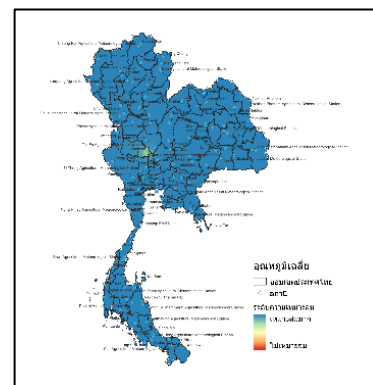
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



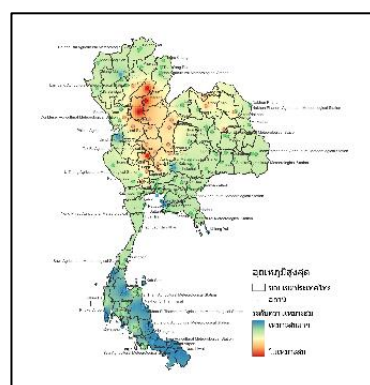
ปริมาณน้ำฝน



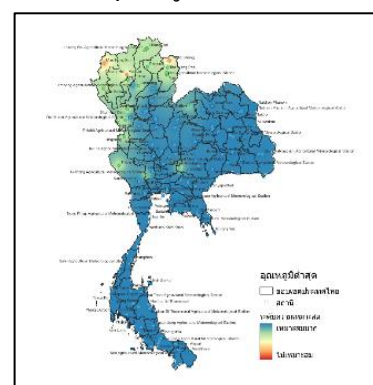
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

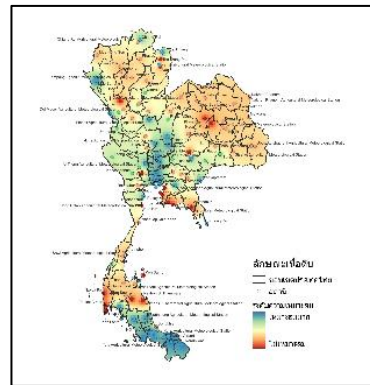


อุณหภูมิสูงสุด

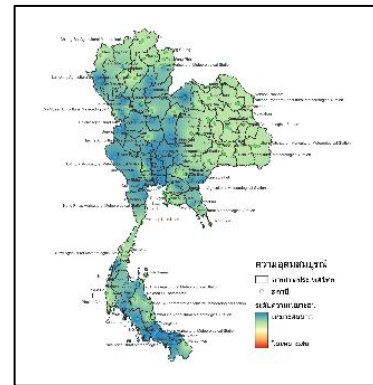


อุณหภูมิต่ำสุด

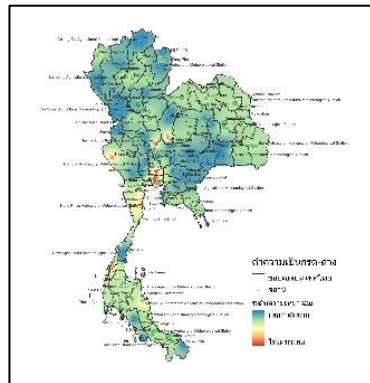
ภาพที่ 4.16 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2031-2035



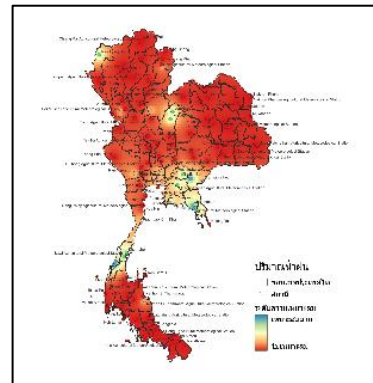
ลักษณะเนื้อดิน



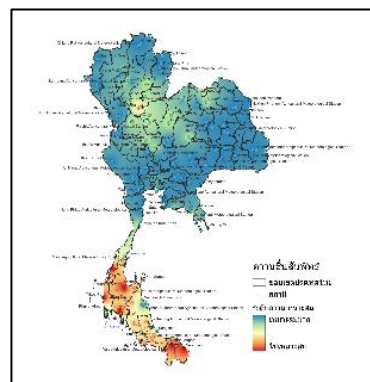
ความอุดมสมบูรณ์



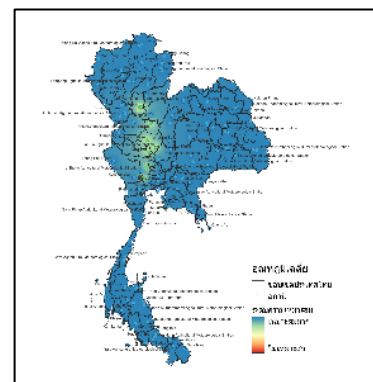
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



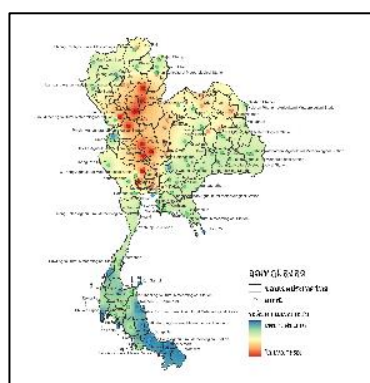
ปริมาณน้ำฝน



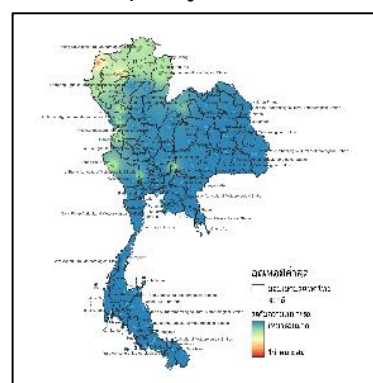
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

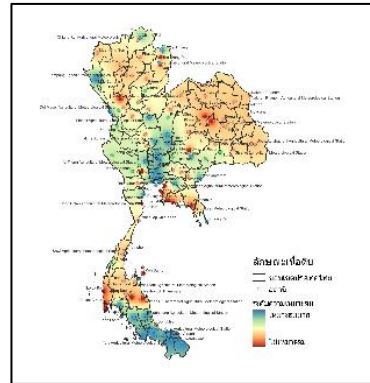


อุณหภูมิสูงสุด

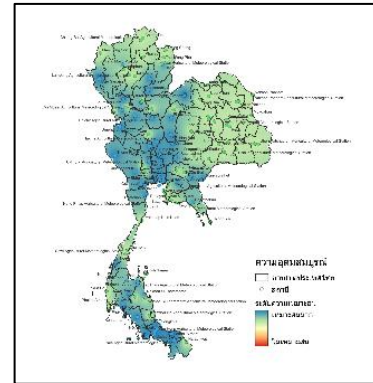


อุณหภูมิต่ำสุด

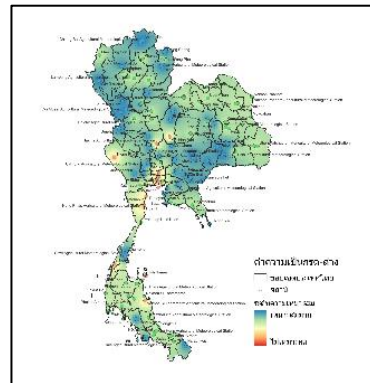
ภาพที่ 4.17 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2036-2040



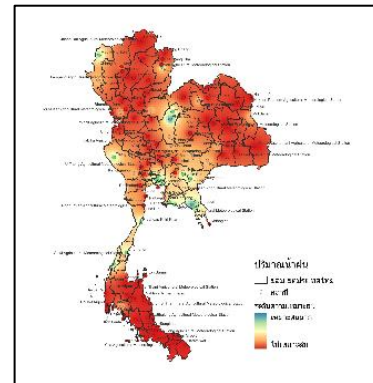
ลักษณะเนื้อดิน



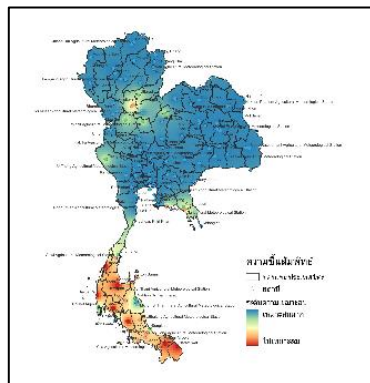
ความอุดมสมบูรณ์



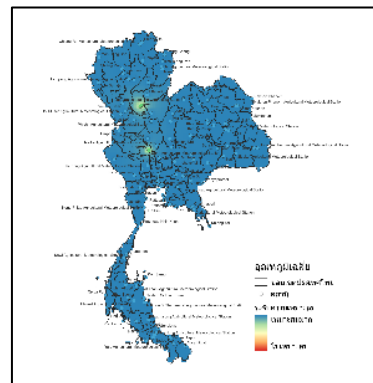
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



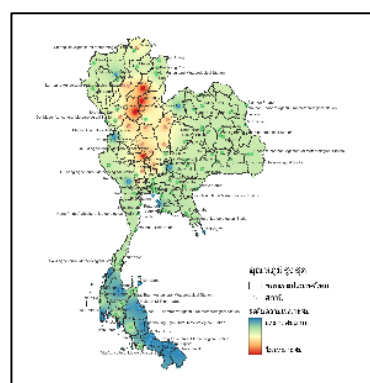
ปริมาณน้ำฝน



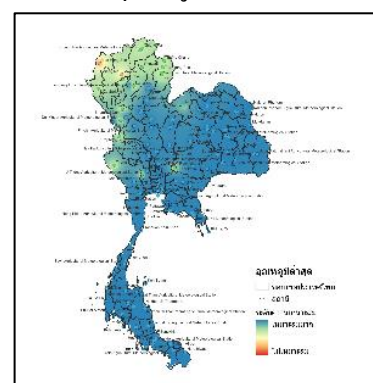
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

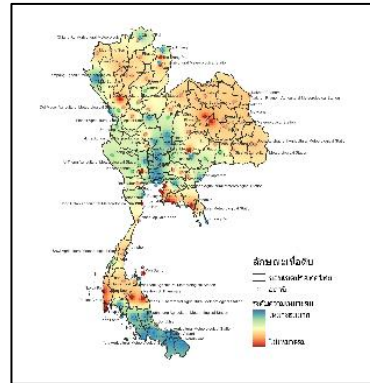


อุณหภูมิสูงสุด

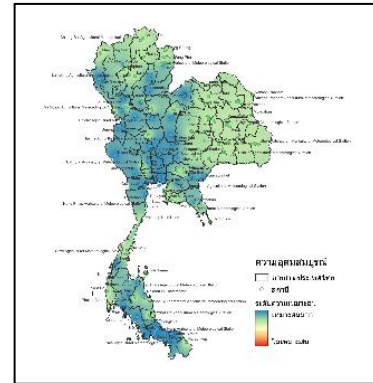


อุณหภูมิต่ำสุด

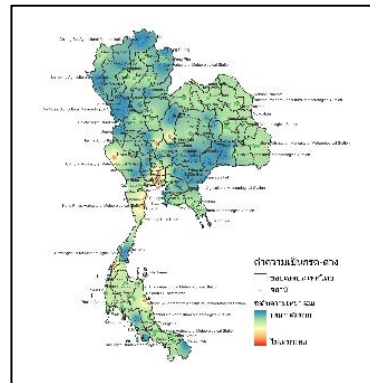
ภาพที่ 4.18 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าว แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2041-2045



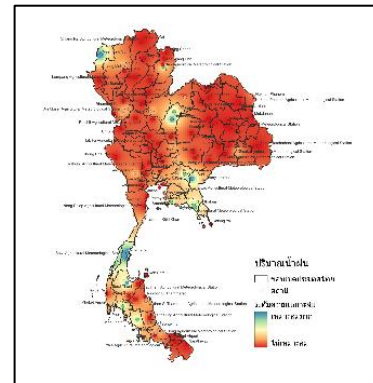
ลักษณะเนื้อดิน



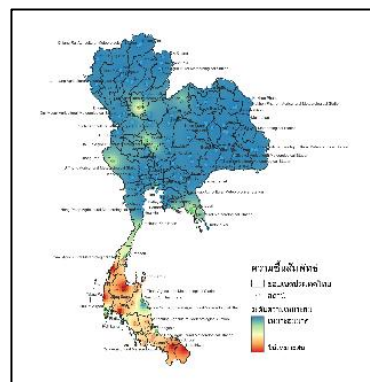
ความอุดมสมบูรณ์



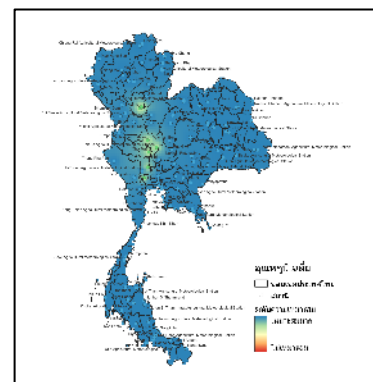
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



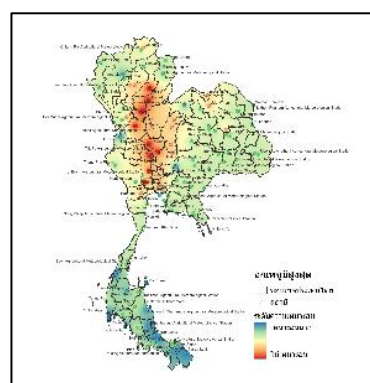
ปริมาณน้ำฝน



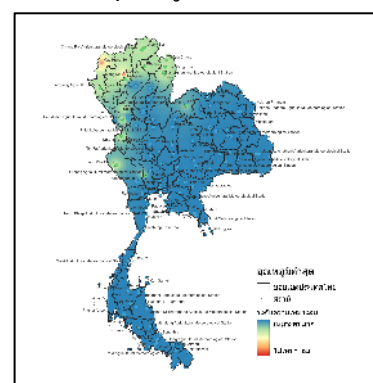
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



อุณหภูมิสูงสุด



อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.19 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าวแกลบปี 2046-2050

จากการซ้อนทับปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และข้อมูลดิน รวมทั้งหมด 8 ตัวแปรด้วยวิธีการค่าระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (IDW) โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (QGIS) จะได้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวในประเทศไทย ดังนี้

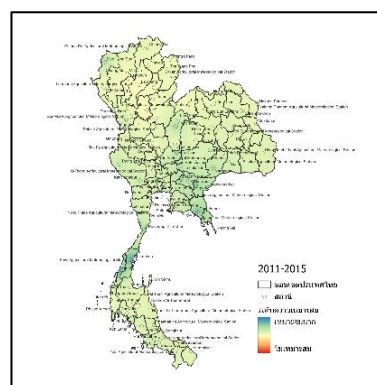
ตารางที่ 4.7 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2011-2015 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	10.00	24.32	100.00	-	C	10.00	20.72	66.67	-
B	-	14.41	-	-	E	50.00	9.01	-	-
C	20.00	27.93	-	-	N	-	13.51	33.33	-
D	30.00	10.81	-	-	NE	-	25.23	-	-
E	30.00	9.01	-	-	S	30.00	21.62	-	-
F	10.00	13.51	-	-	W	10.00	9.91	-	-

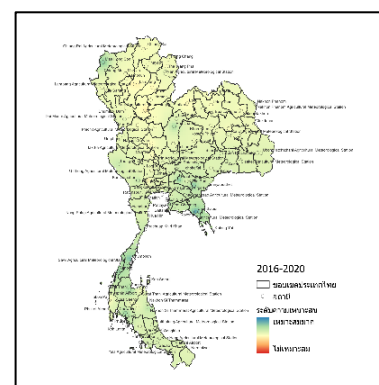
ตารางที่ 4.8 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2016-2020 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	21.70	-	-	C	-	19.81	50.00	-
B	-	16.04	80.00	-	E	50.00	10.38	-	-
C	12.50	13.21	10.00	-	N	12.50	11.32	30.00	-
D	12.50	15.09	10.00	-	NE	-	24.53	20.00	-
E	50.00	12.26	-	-	S	37.50	22.64	-	-
F	25.00	21.70	-	-	W	-	11.32	-	-

C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก



ปี ค.ศ. 2011-2015



ปี ค.ศ. 2016-2020

ภาพที่ 4.20 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าวปี ค.ศ. 2011-2020

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในปี ค.ศ. 2011-2015 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 10, 50, 0, 0, 30 และ 10 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 10, 0, 20, 30, 30 และ 10 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในปี ค.ศ. 2016-2020 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 50, 12.5, 0, 37.5 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 12.5, 12.5, 50 และ 25 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความเหมาะสม จะได้จำนวนสถานีตรวจวัดอากาศของพื้นที่สำหรับปลูกข้าวในอดีตเป็นดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 จำนวนสถานีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว (ปี ค.ศ. 2011-2020)

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม							
	เหมาะสมมาก (S1)		เหมาะสมปานกลาง (S2)		เหมาะสมน้อย (S3)		ไม่เหมาะสม (N)	
	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี
2011 - 2015	1.00-1.75	10	1.75-2.50	111	2.50-3.25	3	3.25-4.00	-
2016 - 2020	1.00-1.75	8	1.75-2.50	106	2.50-3.25	10	3.25-4.00	-

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2011-2020 ไม่มีสถานีใดไม่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว สถานีที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย ในแต่ละช่วงปีมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 2011-2015 มีจำนวน 10, 111 และ 3 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2016-2020 มีจำนวน 8, 106 และ 10 สถานีตามลำดับ และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระดับความเหมาะสมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ 1

ตารางที่ 4.10 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	9.09	23.89	-	-	C	9.09	22.12	-	-
B	-	18.58	-	-	E	45.45	8.85	-	-
C	-	13.27	-	-	N	-	14.16	-	-
D	18.18	16.81	-	-	NE	-	24.78	-	-
E	36.36	7.08	-	-	S	36.36	20.35	-	-
F	36.36	20.35	-	-	W	9.09	9.73	-	-

ตารางที่ 4.11 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	23.81	100.00	-	C	-	23.81	100.00	-
B	-	32.38	-	-	E	16.67	11.43	-	-
C	-	13.33	-	-	N	-	15.24	-	-
D	22.22	3.81	-	-	NE	-	26.67	-	-
E	16.67	17.14	-	-	S	83.33	11.43	-	-
F	61.11	9.52	-	-	W	-	11.43	-	-

ตารางที่ 4.12 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	20.87	100.00	-	C	-	21.74	100.00	-
B	-	25.22	-	-	E	62.50	8.70	-	-
C	-	11.30	-	-	N	-	13.91	-	-
D	25.00	15.65	-	-	NE	-	24.35	-	-
E	37.50	10.43	-	-	S	37.50	20.87	-	-
F	37.50	16.52	-	-	W	-	10.43	-	-

ตารางที่ 4.13 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	15.38	27.93	-	-	C	15.38	21.62	-	-
B	-	15.32	-	-	E	38.46	9.01	-	-
C	7.69	14.41	-	-	N	-	14.41	-	-
D	30.77	18.02	-	-	NE	-	25.23	-	-
E	23.08	8.11	-	-	S	30.77	20.72	-	-
F	23.08	16.22	-	-	W	15.38	9.01	-	-

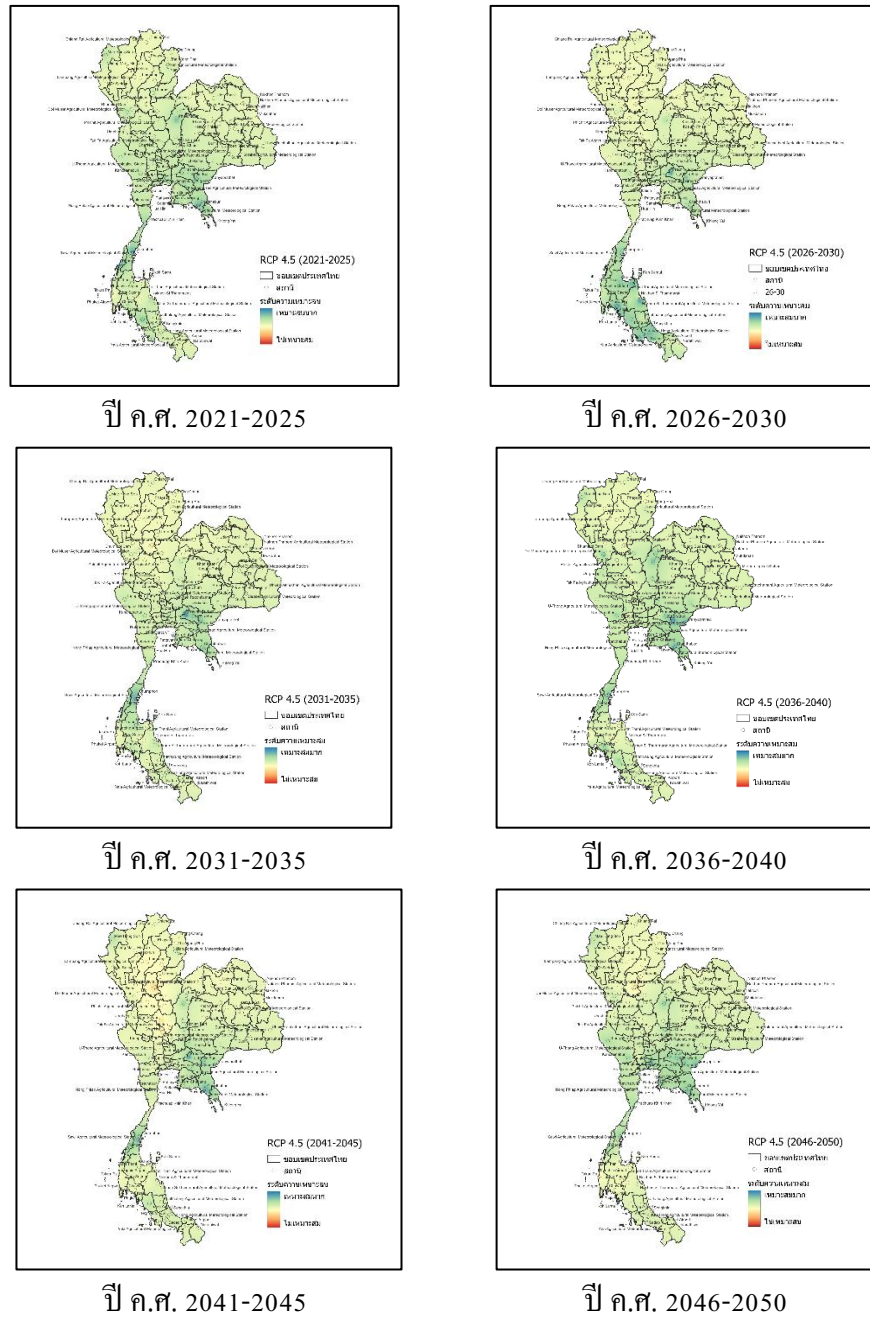
ตารางที่ 4.14 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	23.58	-	-	C	11.11	16.98	77.78	-
B	11.11	17.92	100.00	-	E	55.56	9.43	-	-
C	11.11	17.92	-	-	N	-	13.21	22.22	-
D	22.22	13.21	-	-	NE	-	26.42	-	-
E	33.33	8.49	-	-	S	33.33	22.64	-	-
F	22.22	18.87	-	-	W	-	11.32	-	-

ตารางที่ 4.15 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	18.27	-	-	C	23.53	19.23	66.67	-
B	5.88	18.27	66.67	-	E	58.82	4.81	-	-
C	17.65	19.23	-	-	N	-	15.38	-	-
D	47.06	11.54	-	-	NE	-	26.92	-	-
E	17.65	8.65	-	-	S	5.88	24.04	33.33	-
F	11.76	24.04	33.33	-	W	11.76	9.62	-	-

C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก



ภาพที่ 4.21 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าวใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2050

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2021-2025 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดที่ไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 9.09, 45.45, 0, 0, 36.36 และ 9.09 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 9.09, 0, 0, 18.18, 36.36 และ 36.36 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2026-2030 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 16.67, 0, 0, 83.33 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 22.22, 16.67 และ 61.11 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2031-2035 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 62.5, 0, 0, 37.5 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 25, 37.5 และ 37.5 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2036-2040 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 15.38, 38.46, 0, 0, 30.77 และ 15.38 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 15.38, 0, 7.69, 30.77, 23.08 และ 23.08 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2041-2045 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 11.11, 55.56, 0, 0, 33.33 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 11.11, 11.11, 22.22, 33.33 และ 22.22 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2046-2050 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 23.53, 58.82, 0, 0, 5.88 และ 11.76 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 5.88, 17.65, 47.06, 17.65 และ 11.76 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความเหมาะสม จะได้จำนวนสถานีวิจัยวัดอากาศของพื้นที่สำหรับปลูกข้าวที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) เป็นดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 จำนวนสถานีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว (RCP4.5)

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม							
	เหมาะสมมาก (S1)		เหมาะสมปานกลาง (S2)		เหมาะสมน้อย (S3)		ไม่เหมาะสม (N)	
	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี
2021 - 2025	1.00-1.75	11	1.75-2.50	113	2.50-3.25	-	3.25-4.00	-
2026 - 2030	1.00-1.75	18	1.75-2.50	105	2.50-3.25	1	3.25-4.00	-
2031 - 2035	1.00-1.75	8	1.75-2.50	115	2.50-3.25	1	3.25-4.00	-
2036 - 2040	1.00-1.75	13	1.75-2.50	111	2.50-3.25	-	3.25-4.00	-
2041 - 2045	1.00-1.75	9	1.75-2.50	106	2.50-3.25	9	3.25-4.00	-
2046 - 2050	1.00-1.75	17	1.75-2.50	104	2.50-3.25	3	3.25-4.00	-

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2021-2050 ไม่มีสถานีใดไม่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว สถานีที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อยในแต่ละช่วงปีมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 2021-2025 มีจำนวน 11, 113 และ 0 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2026-2030 มีจำนวน 18, 105 และ 1 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2031-2035 มีจำนวน 8, 115 และ 1 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2036-2040 มีจำนวน 13, 111 และ 0 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2041-2045 มีจำนวน 9, 106 และ 9 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2046-2050 มีจำนวน 17, 104 และ 3 สถานีตามลำดับ และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระดับความเหมาะสมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ 1

ตารางที่ 4.17 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	20.19	-	-	C	9.09	20.19	44.44	-
B	9.09	18.27	77.78	-	E	45.45	9.62	-	-
C	9.09	13.46	11.11	-	N	9.09	10.58	44.44	-
D	27.27	14.42	-	-	NE	-	26.92	-	-
E	27.27	13.46	-	-	S	27.27	22.12	11.11	-
F	27.27	20.19	11.11	-	W	9.09	10.58	-	-

ตารางที่ 4.18 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	19.00	-	-	C	41.67	16.00	-	-
B	8.33	16.00	-	-	E	37.50	6.00	-	-
C	20.83	22.00	-	-	N	-	16.00	-	-
D	58.33	12.00	-	-	NE	-	28.00	-	-
E	8.33	10.00	-	-	S	8.33	25.00	-	-
F	4.17	21.00	-	-	W	12.50	9.00	-	-

ตารางที่ 4.19 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	20.95	-		C	26.67	18.10	75.00	-
B	20.00	17.14	75.00		E	46.67	7.62	-	-
C	6.67	17.14	-		N	6.67	14.29	-	-
D	33.33	19.05	-		NE	-	26.67	-	-
E	33.33	6.67	-		S	13.33	22.86	25.00	-
F	6.67	19.05	25.00		W	6.67	10.48	-	-

ตารางที่ 4.20 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	10.00	31.43	88.89	-	C	10.00	17.14	77.78	-
B	-	14.29	-	-	E	70.00	7.62	-	-
C	40.00	23.81	-	-	N	-	14.29	11.11	-
D	30.00	5.71	-	-	NE	-	26.67	-	-
E	10.00	7.62	-	-	S	20.00	22.86	11.11	-
F	10.00	17.14	11.11	-	W	-	11.43	-	-

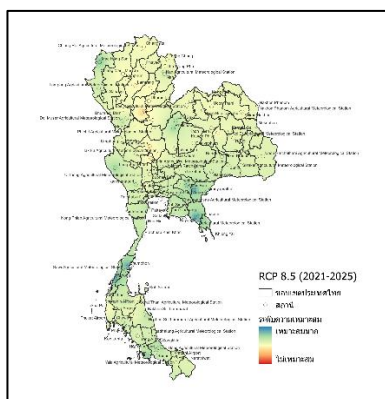
ตารางที่ 4.21 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	31.07	-	-	C	47.06	14.56	75.00	-
B	35.29	18.45	75.00	-	E	35.29	8.74	-	-
C	5.88	12.62	-	-	N	-	15.53	-	-
D	41.18	11.65	-	-	NE	-	27.18	-	-
E	17.65	8.74	-	-	S	5.88	24.27	25.00	-
F	-	17.48	25.00	-	W	11.76	9.71	-	-

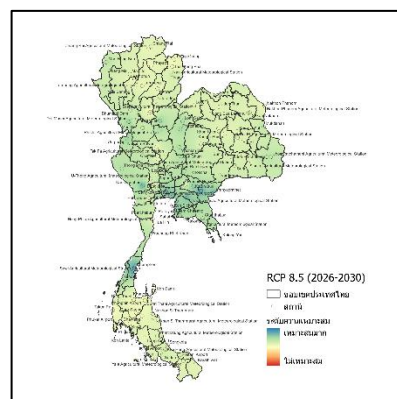
ตารางที่ 4.22 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (ข้าว)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	24.04	-	-	C	15.38	17.31	85.71	-
B	15.38	11.54	85.71	-	E	38.46	9.62	-	-
C	23.08	20.19	-	-	N	7.69	14.42	-	-
D	15.38	11.54	-	-	NE	7.69	25.96	-	-
E	23.08	12.50	-	-	S	30.77	21.15	14.29	-
F	23.08	20.19	14.29	-	W	-	11.54	-	-

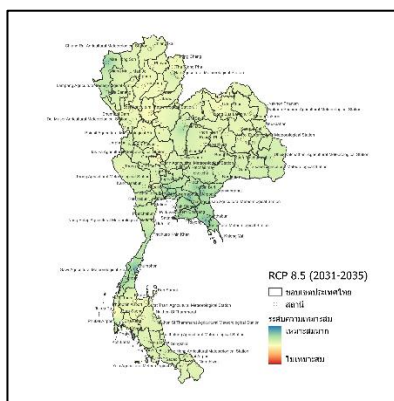
C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก



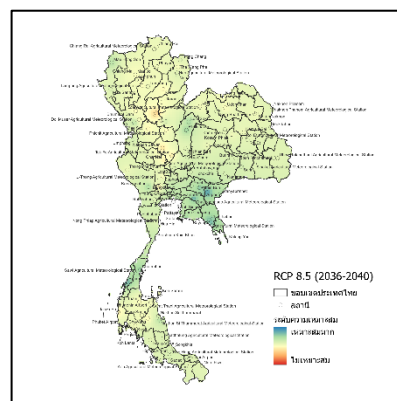
ปี ค.ศ. 2021-2025



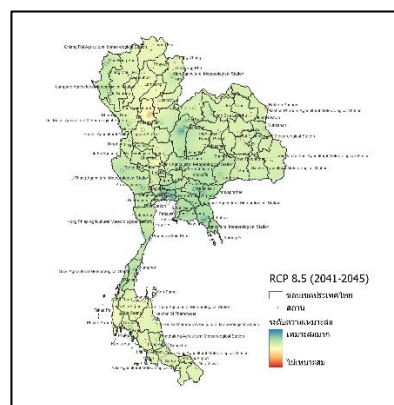
ปี ค.ศ. 2026-2030



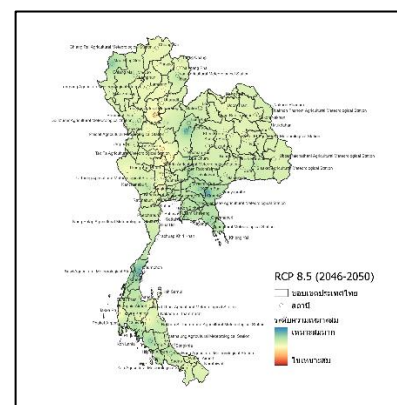
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040



ปี ค.ศ. 2041-2045



ปี ค.ศ. 2046-2050

ภาพที่ 4.22 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกข้าวใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2050

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2021-2025 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 9.09, 45.45, 9.09, 0, 27.27 และ 9.09 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 9.09, 9.09, 27.27, 27.27 และ 27.27 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2026-2030 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 41.67, 37.5, 0, 0, 8.33 และ 12.5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 8.33, 20.83, 58.33, 8.33 และ 4.17 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2031-2035 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 26.67, 46.67, 6.67, 0, 13.33 และ 6.67 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 20, 6.67, 33.33, 33.33 และ 6.67 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2036-2040 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 10, 70, 0, 0, 20 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 10, 0, 40, 30, 10 และ 10 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2041-2045 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 47.06, 35.29, 0, 0, 5.88 และ 11.76 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 35.29, 5.88, 41.18, 17.65 และ 0 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2046-2050 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 15.38, 38.46, 7.69, 7.69, 30.77 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 15.38, 23.08, 15.38, 23.08 และ 23.08 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความเหมาะสม จะได้จำนวนสถานีวิจัยวัดอากาศของพื้นที่สำหรับปลูกข้าวที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) เป็นดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 จำนวนสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว (RCP8.5)

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม							
	เหมาะสมมาก (S1)		เหมาะสมปานกลาง (S2)		เหมาะสมน้อย (S3)		ไม่เหมาะสม (N)	
	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานที่	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานที่	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานที่	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานที่
2021 - 2025	1.00-1.75	11	1.75-2.50	104	2.50-3.25	9	3.25-4.00	-
2026 - 2030	1.00-1.75	24	1.75-2.50	100	2.50-3.25	-	3.25-4.00	-
2031 - 2035	1.00-1.75	15	1.75-2.50	105	2.50-3.25	4	3.25-4.00	-
2036 - 2040	1.00-1.75	10	1.75-2.50	105	2.50-3.25	-	3.25-4.00	-
2041 - 2045	1.00-1.75	17	1.75-2.50	103	2.50-3.25	4	3.25-4.00	-
2046 - 2050	1.00-1.75	13	1.75-2.50	104	2.50-3.25	7	3.25-4.00	-

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2021-2050 ไม่มีสถานที่ใดไม่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าว สถานที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อยในแต่ละช่วงปีมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 2021-2025 มีจำนวน 11, 104 และ 9 สถานที่ตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2026-2030 มีจำนวน 24, 100 และ 0 สถานที่ตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2031-2035 มีจำนวน 15, 105 และ 4 สถานที่ตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2036-2040 มีจำนวน 10, 105 และ 0 สถานที่ตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2041-2045 มีจำนวน 17, 103 และ 4 สถานที่ตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2046-2050 มีจำนวน 13, 104 และ 7 สถานที่ตามลำดับ และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระดับความเหมาะสมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ 1

4.3.2 พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย

ผลการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

จากการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยที่กำหนดทีละคู่ จะได้ตารางเมทริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ดังนี้

ตารางที่ 4.24 ตารางเมทริกซ์การเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นรายคู่ของอ้อย

	Rain	RH	Temp	Tempmax	Tempmin	Fertility	Texture	pH
Rain	1.00	5.00	4.00	3.00	4.00	3.00	5.00	5.00
RH	0.20	1.00	0.33	0.25	0.33	0.20	3.00	3.00
Temp	0.25	3.00	1.00	3.00	3.00	0.25	3.00	4.00
Tempmax	0.33	4.00	0.33	1.00	0.50	0.33	3.00	3.00
Tempmin	0.25	3.00	0.33	2.00	1.00	0.25	3.00	4.00
Fertility	0.33	5.00	4.00	3.00	4.00	1.00	5.00	5.00
Texture	0.20	0.33	0.33	0.33	0.33	0.20	1.00	2.00
pH	0.20	0.33	0.25	0.33	0.25	0.20	0.50	1.00
Total	2.77	21.67	10.58	12.92	13.42	5.43	23.50	27.00

จากนั้นคำนวณค่า Eigenvector ของเมทริกซ์ในแต่ละแถว โดยหา Normalized จากการหาค่าเฉลี่ยความสำคัญในแต่ละแถว และหาลำดับความสำคัญของระดับชั้นถัดลงมาจะได้ผลดังตารางที่

4.25

ตารางที่ 4.25 ตารางการคำนวณค่า Eigenvector ของอ้อย

	Rain	RH	Temp	Tempmax	Tempmin	Fertility	Texture	pH	Total	Eigenvector
Rain	0.36	0.23	0.38	0.23	0.30	0.55	0.21	0.19	2.45	0.31
RH	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.04	0.13	0.11	0.47	0.06
Temp	0.09	0.14	0.09	0.23	0.22	0.05	0.13	0.15	1.10	0.14
Tempmax	0.12	0.18	0.03	0.08	0.04	0.06	0.13	0.11	0.75	0.09
Tempmin	0.09	0.14	0.03	0.15	0.07	0.05	0.13	0.15	0.81	0.10
Fertility	0.12	0.23	0.38	0.23	0.30	0.18	0.21	0.19	1.84	0.23
Texture	0.07	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.07	0.32	0.04
pH	0.07	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.04	0.25	0.03
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	1.00

จากผลที่ได้นำไปตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล ซึ่งจะได้ว่า ค่า C. R. = 0.09 < 0.1 ดังนั้นสามารถนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้

ดังนั้นค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความอุดมสมบูรณ์ ลักษณะเนื้อดิน และค่าความเป็นกรด-ด่างคือ 0.31, 0.06, 0.14, 0.09, 0.10, 0.23, 0.04 และ 0.03 ตามลำดับ

เกณฑ์การประเมินความเหมาะสม

ความต้องการปัจจัยในการเจริญเติบโตของอ้อย ทั้งความต้องการปัจจัยภูมิอากาศ และความต้องการใช้ที่ดินจะกำหนดให้ค่าคะแนนปัจจัยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ เหมาะสมมาก (S1) เหมาะสมปานกลาง (S2) เหมาะสมน้อย (S3) และ ไม่เหมาะสม (N) ดังตารางที่ 4.26 และ 4.27

ตารางที่ 4.26 ความต้องการปัจจัยภูมิอากาศของอ้อย

ความต้องการปัจจัยภูมิอากาศของอ้อย			ค่าคะแนนปัจจัย				ที่มา
คุณภาพ	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1	S2	S3	N	
ความชุ่มชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	ปริมาณน้ำฝน	mm.	1600-2500	2500-3000	3000-4000	>4000	กรมพัฒนาที่ดิน, 2557
	ความชื้นสัมพัทธ์	%	80-85	85-90	90-95	>95	TNAU
	อุณหภูมิที่						
อุณหภูมิที่เหมาะสม	อุณหภูมิเฉลี่ย	°C	24-27	28-31	32-35	>35	กรมพัฒนาที่ดิน, 2557
	อุณหภูมิสูงสุด	°C	27	28-31	31-35	>35	
	อุณหภูมิต่ำสุด	°C	24	23-19	18-15	<15	

ตารางที่ 4.27 ความต้องการใช้ที่ดินของอ้อย

ความต้องการใช้ที่ดินของอ้อย			ค่าคะแนนปัจจัย				ที่มา
คุณภาพดิน	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1	S2	S3	N	
ความอุดมสมบูรณ์	-	-	สูงมาก สูง	ปานกลาง ต่ำ	-	-	กรมพัฒนาที่ดิน, 2558
การรักษา ของเนื้อดิน	ลักษณะ เนื้อดิน	-	ดินร่วน, ดินร่วนปน ดินเหนียว/ ทราย	ดินร่วน เหนียวปน กรวด/ทราย แป้ง, ดินร่วนปน ทราย/ทราย แป้ง/กรวด	ดินเหนียว	ดินทรายปน ดินร่วน	สำนักส่งเสริม และจัดการ สินค้าเกษตร
เคมีในดิน	ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	-	5.6-7.3	7.4-7.8 4.5-5.5	7.9-8.4 4.0-4.5	>8.4 <4.0	กรมพัฒนา ที่ดิน, 2557

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม

หลังจากคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยจากเกณฑ์ความต้องการปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และข้อมูลชุดดินของอ้อย และนำมาวิเคราะห์ด้วยการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย จะได้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยดังนี้

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยวิเคราะห์แยกรายปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และการใช้ดิน รวมทั้งหมด 8 ตัวแปร ที่สภาวะโลกร้อนปกติในปี ค.ศ. 2011-2050 และสภาวะโลกร้อนเกินปกติ ค.ศ. 2021-2050 ได้ผลเหมือนกันดังนี้ โดยที่ระดับความเหมาะสมมากจะแทนด้วยสีน้ำเงิน และไล่ระดับสีลงมาจากกระตังสีแดงหมายถึงไม่เหมาะสม

พื้นที่ที่มีลักษณะเนื้อดินเหมาะสมมากจะอยู่ขอบเขตประเทศตอนบน และตอนล่าง ส่วนตอนกลางมีลักษณะเนื้อดินเหมาะสมปานกลางจนถึงไม่เหมาะสม

ความอุดมสมบูรณ์ของดินทุกพื้นที่ในประเทศไทยจะอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ส่วนตอนกลางไปในแถบตะวันออกเฉียงเหนือ และตอนล่างเล็กน้อย ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลางถึงน้อย

ปริมาณน้ำฝนจะมีพื้นที่เหมาะสมมากอยู่ในบริเวณตอนล่าง และพื้นที่ตอนบนของประเทศ ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนในระดับที่ไม่เหมาะสม

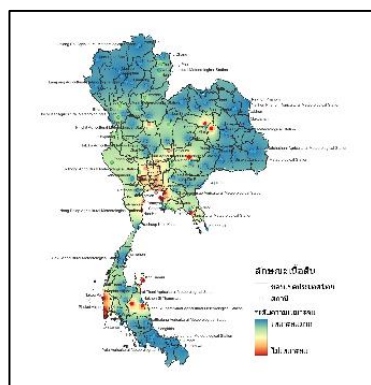
ความชื้นสัมพัทธ์จะเห็นได้ว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากเล็กน้อยอยู่ในตอนกลางล่าง และตอนล่าง พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

อุณหภูมิเฉลี่ย พื้นที่เหมาะสมมากจะอยู่ในตอนล่าง และตอนบน ส่วนตอนกลางอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

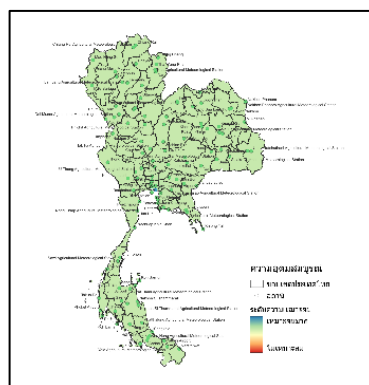
อุณหภูมิสูงสุด พื้นที่ตอนบนอยู่ในระดับเหมาะสมน้อยจนถึงไม่เหมาะสม และตอนล่างอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

อุณหภูมิต่ำสุด พื้นที่เหมาะสมมากมีอยู่ในตอนกลาง และตอนล่าง พื้นที่อื่น ๆ ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

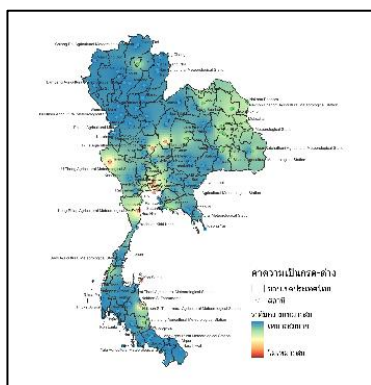
ดังภาพที่ 4.23-4.36



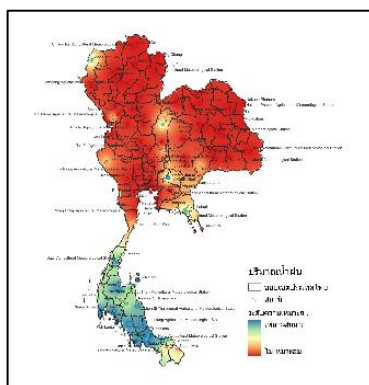
ลักษณะเนื้อดิน



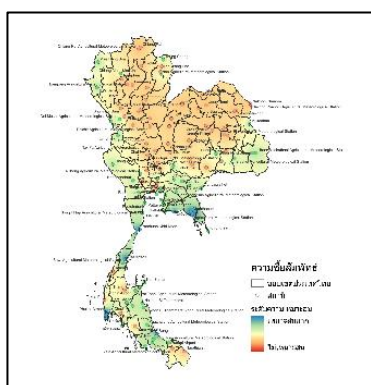
ความอุดมสมบูรณ์



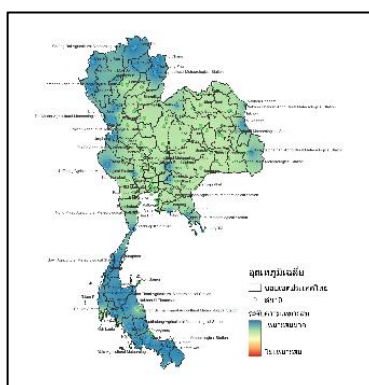
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



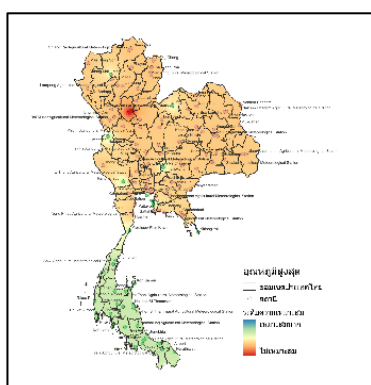
ปริมาณน้ำฝน



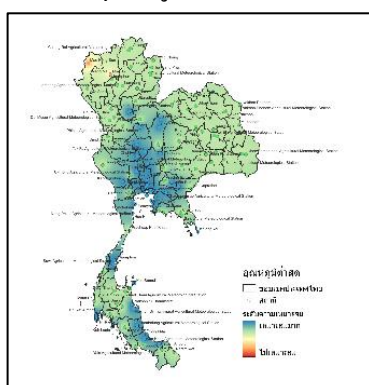
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

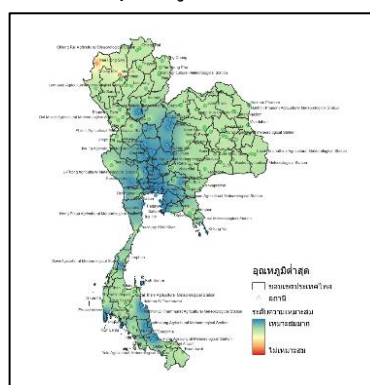
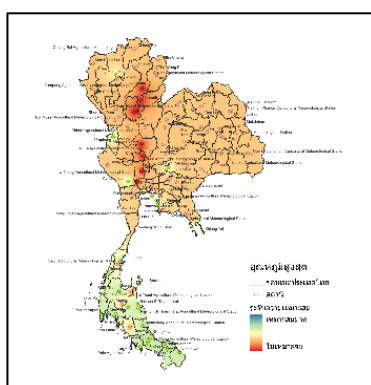
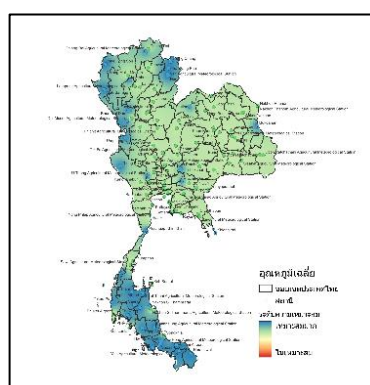
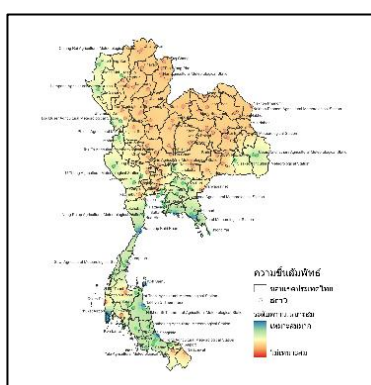
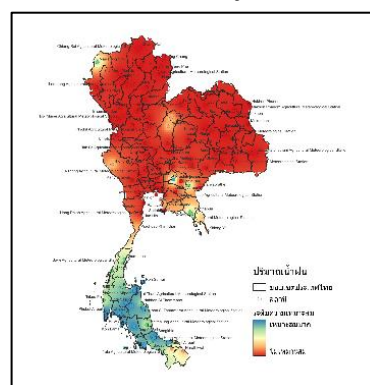
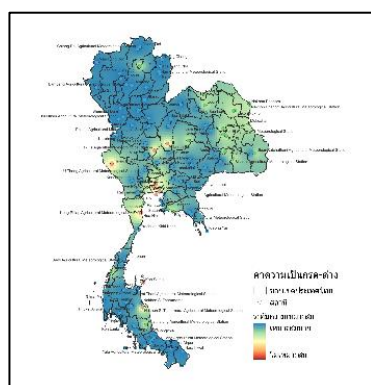
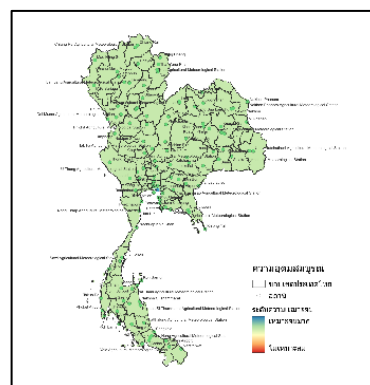
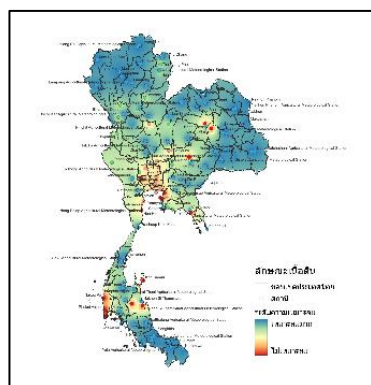


อุณหภูมิสูงสุด

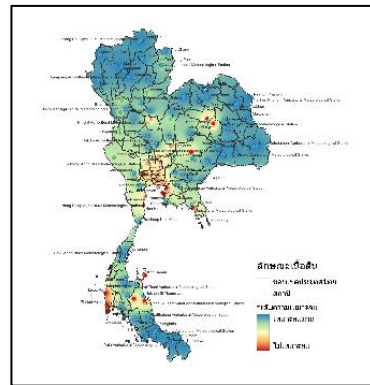


อุณหภูมิต่ำสุด

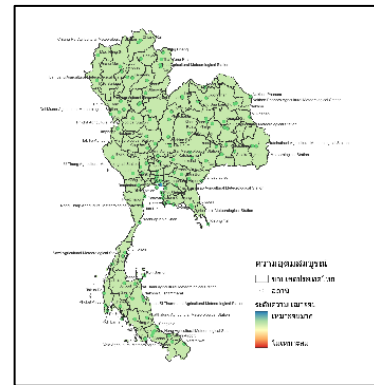
ภาพที่ 4.23 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2011-2015



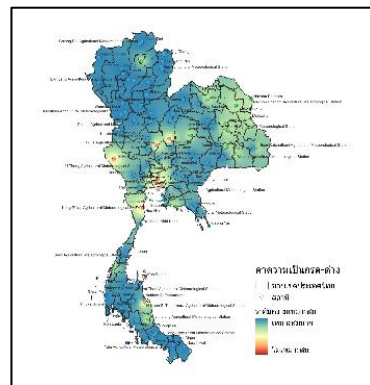
ภาพที่ 4.24 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2016-2020



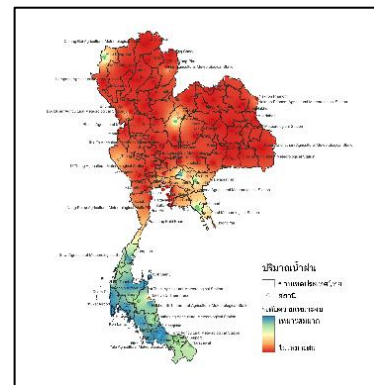
ลักษณะเนื้อดิน



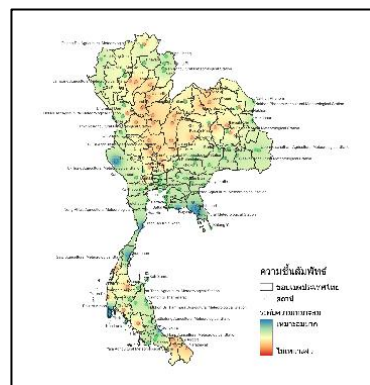
ความอุดมสมบูรณ์



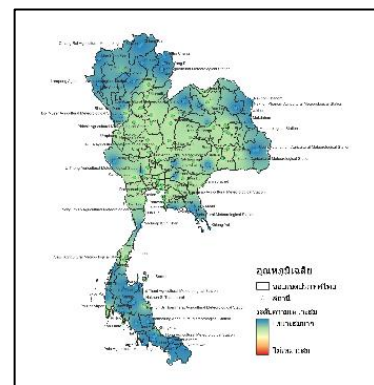
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



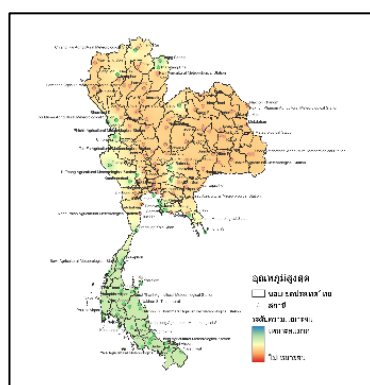
ปริมาณน้ำฝน



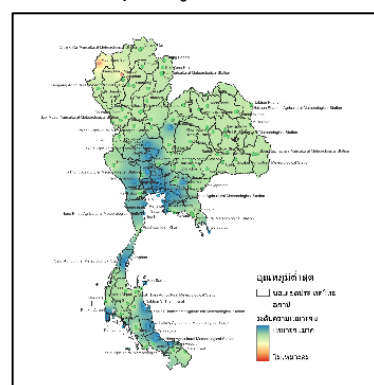
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

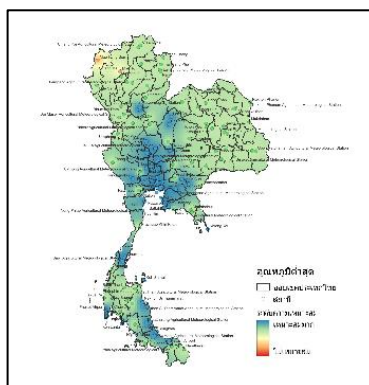
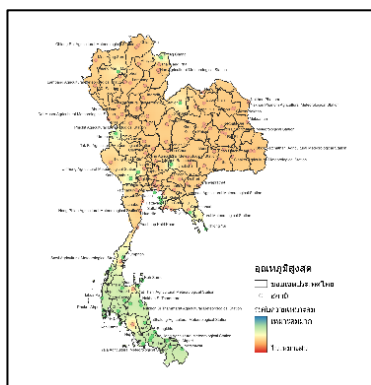
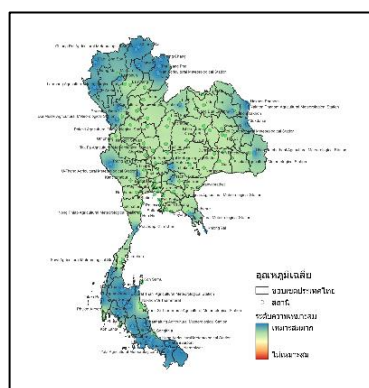
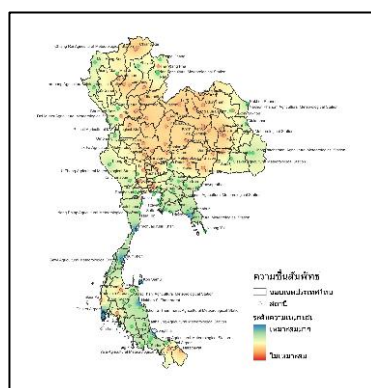
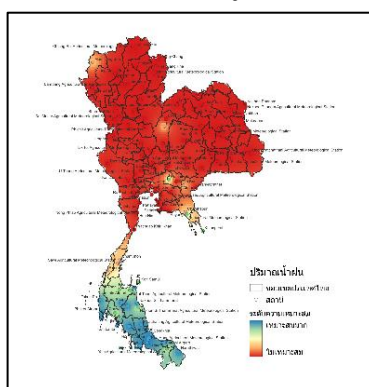
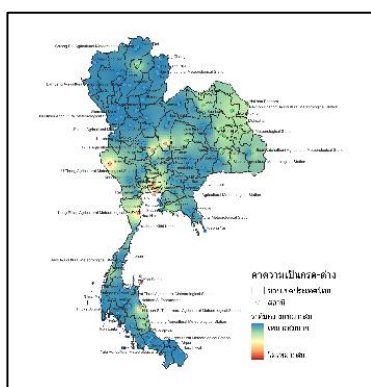
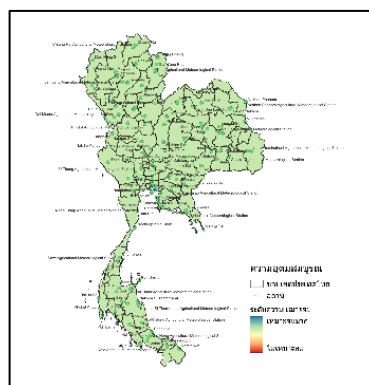
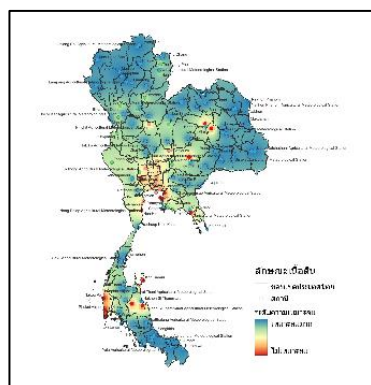


อุณหภูมิสูงสุด

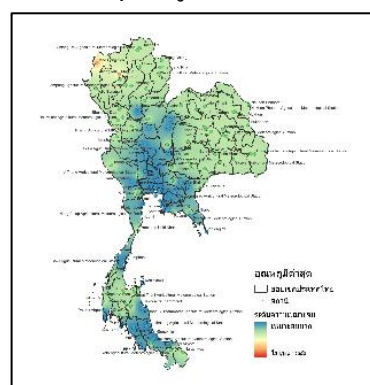
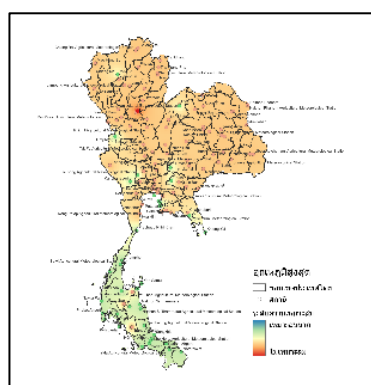
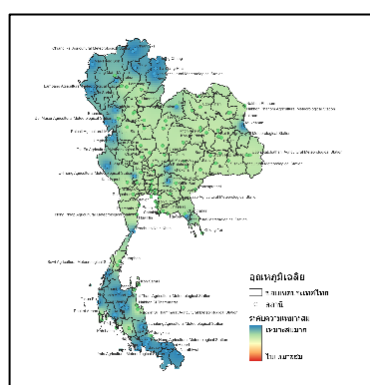
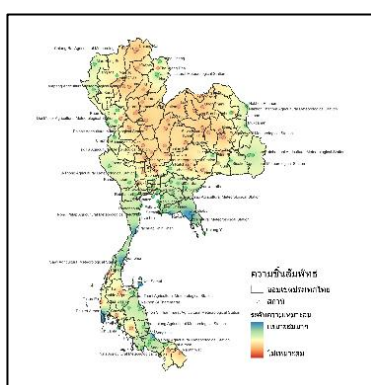
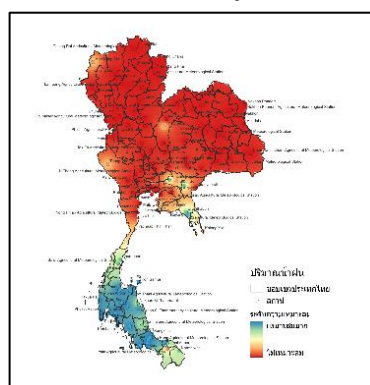
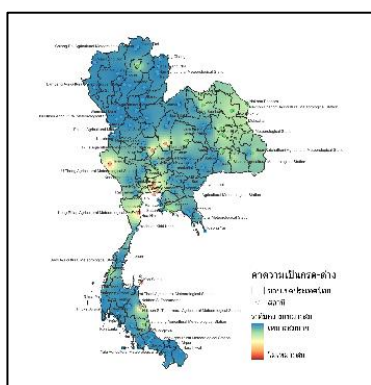
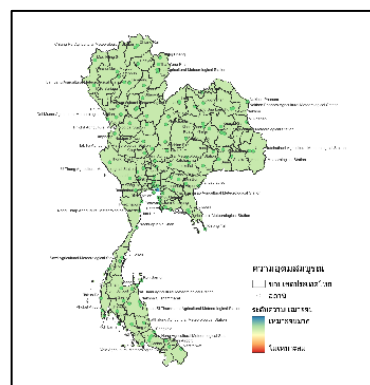
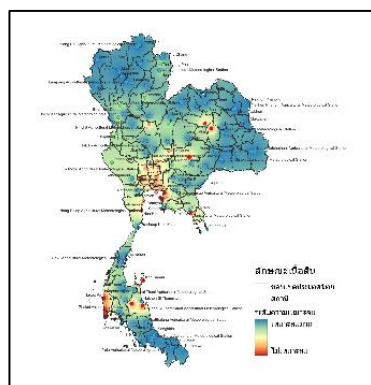


อุณหภูมิต่ำสุด

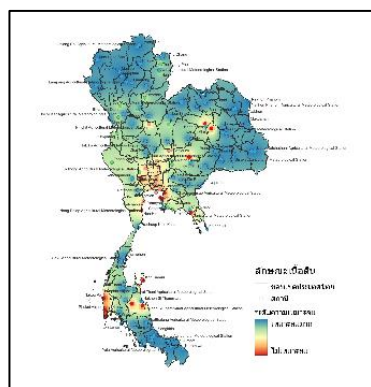
ภาพที่ 4.25 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025



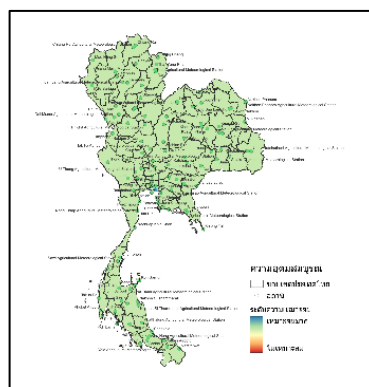
ภาพที่ 4.26 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030



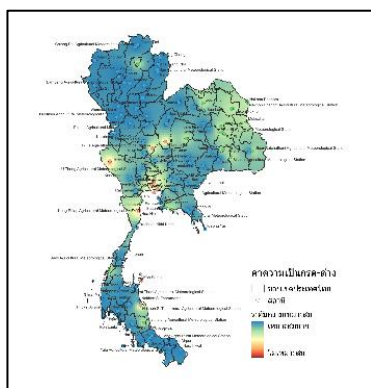
ภาพที่ 4.27 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035



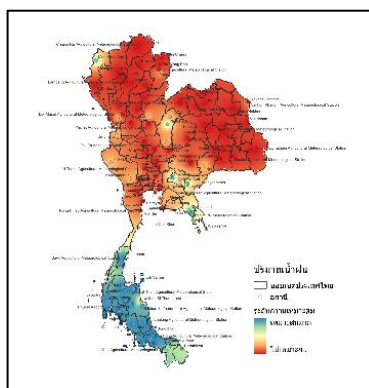
ลักษณะเนื้อดิน



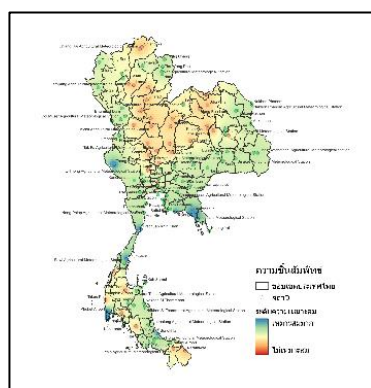
ความอุดมสมบูรณ์



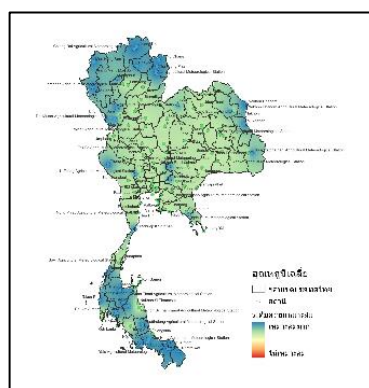
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



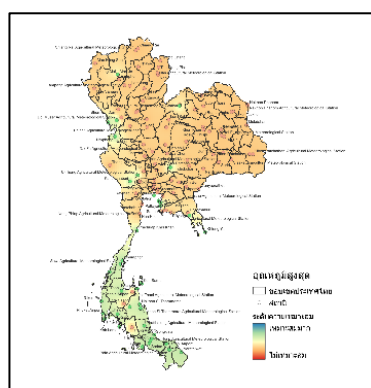
ปริมาณน้ำฝน



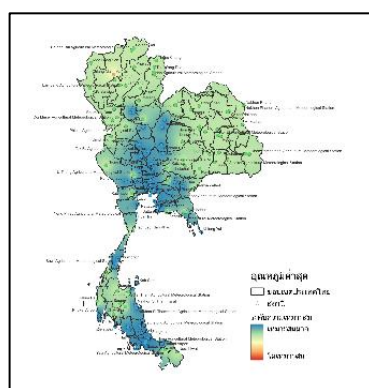
ปริมาณน้ำฝน



ความชื้นสัมพัทธ์



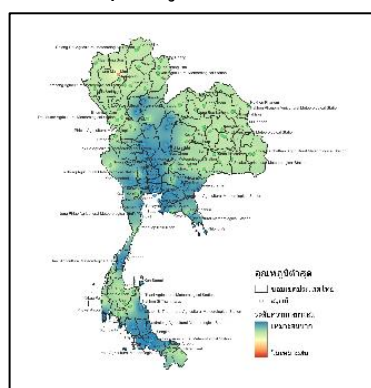
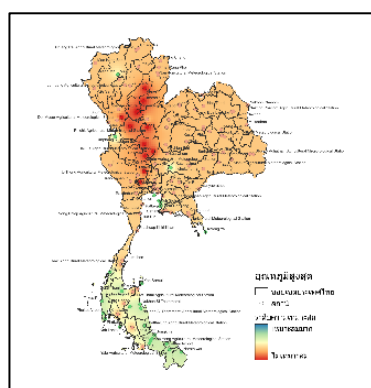
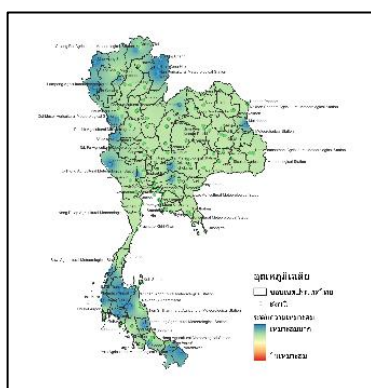
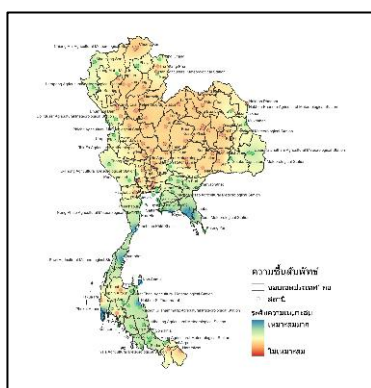
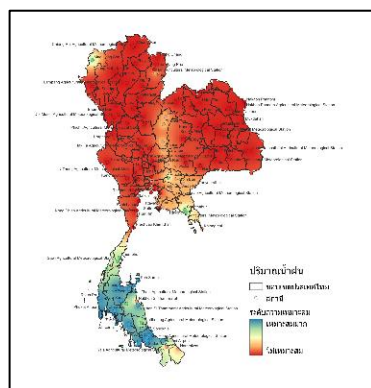
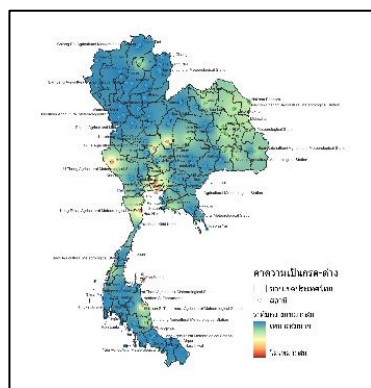
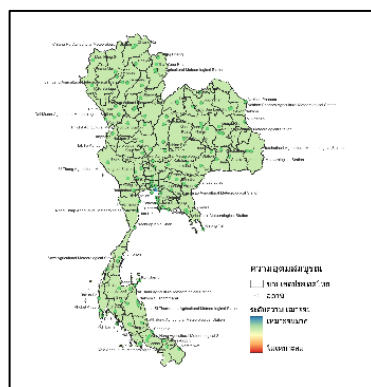
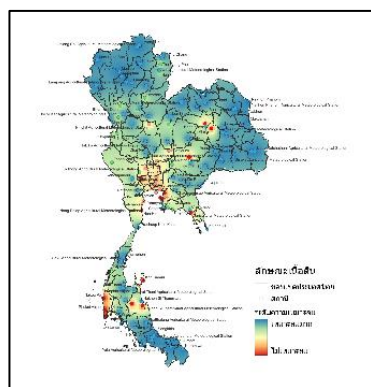
อุณหภูมิเฉลี่ย



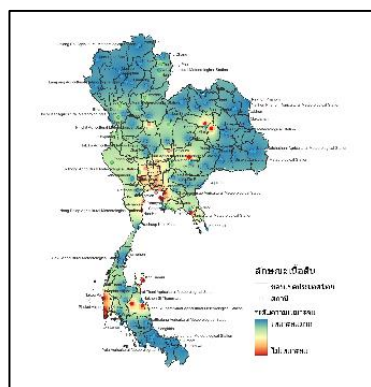
อุณหภูมิสูงสุด

อุณหภูมิต่ำสุด

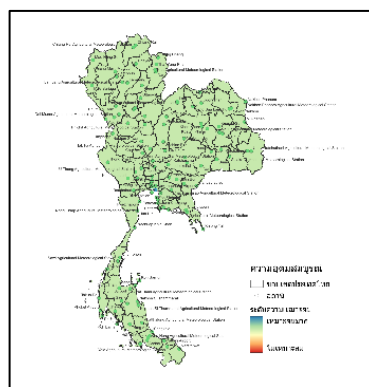
ภาพที่ 4.28 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040



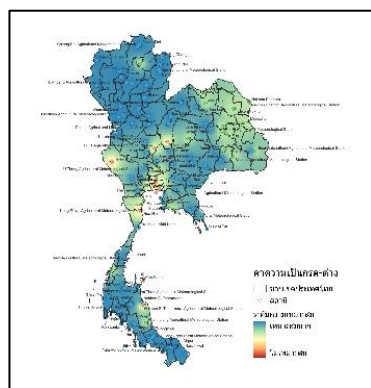
ภาพที่ 4.29 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045



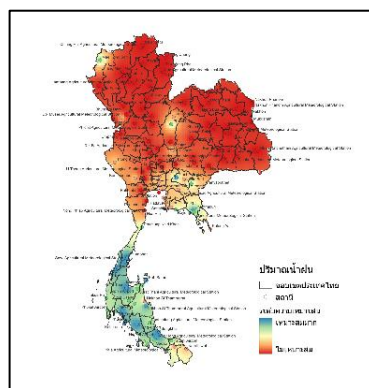
ลักษณะเนื้อดิน



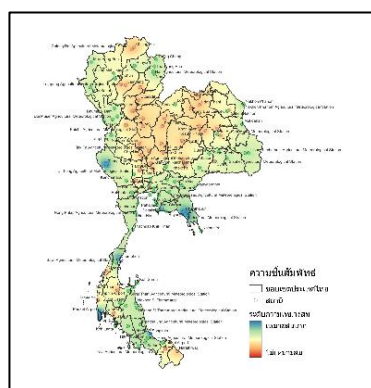
ความอุดมสมบูรณ์



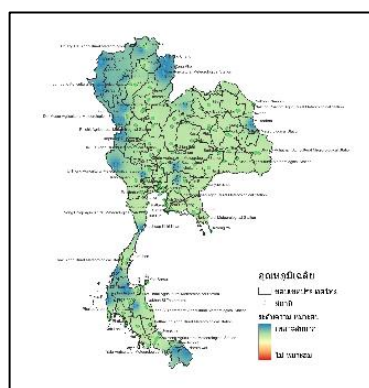
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



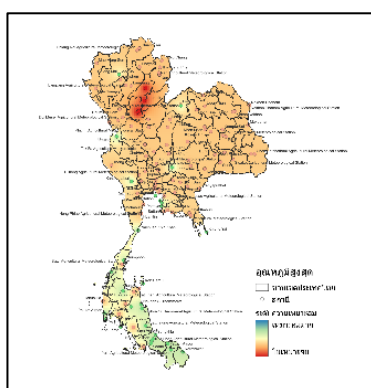
ปริมาณน้ำฝน



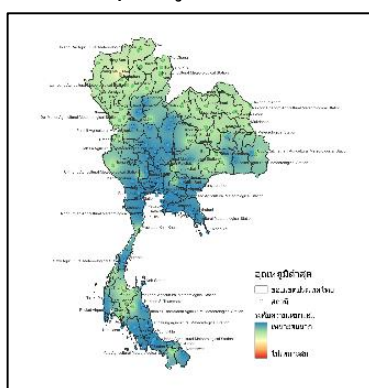
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

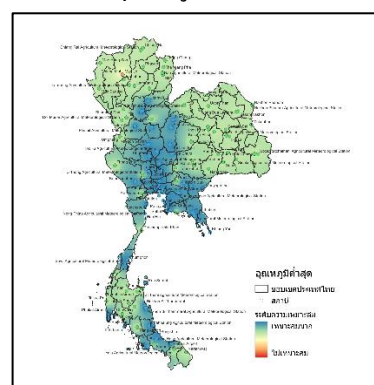
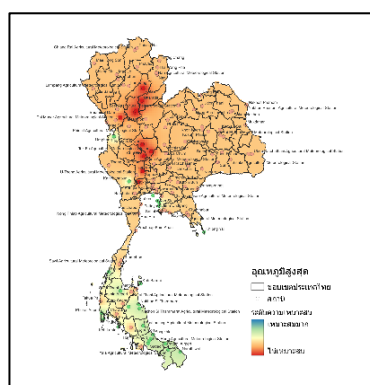
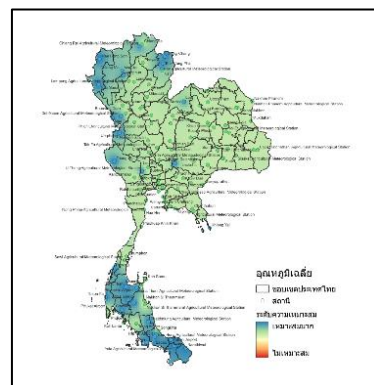
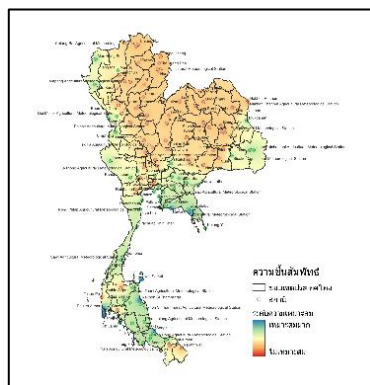
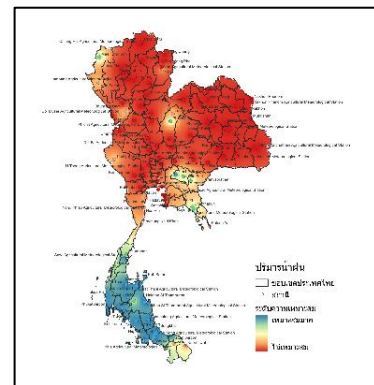
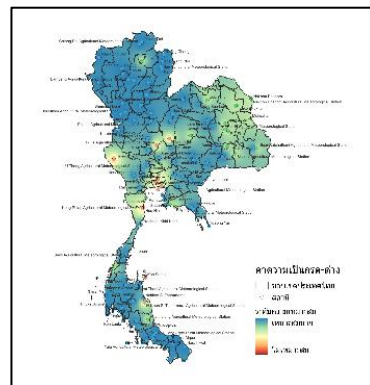
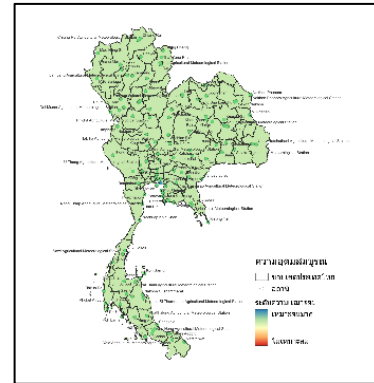
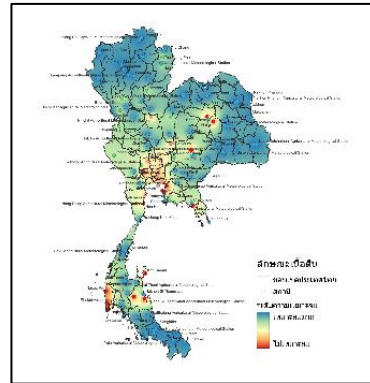


อุณหภูมิสูงสุด

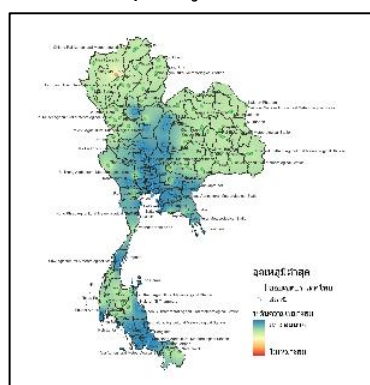
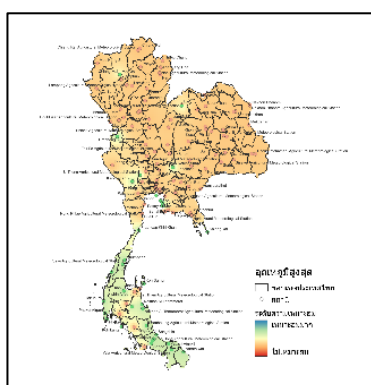
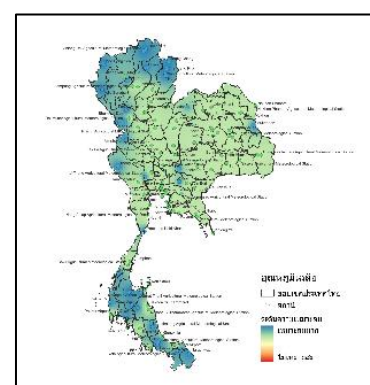
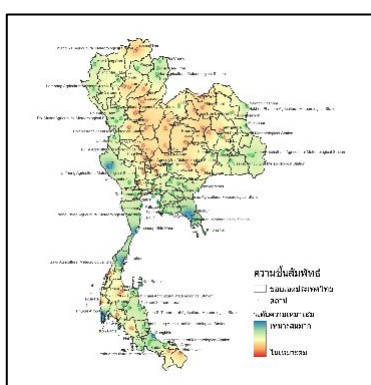
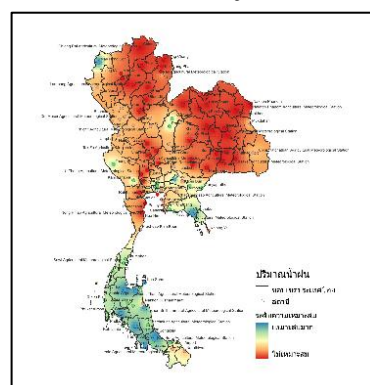
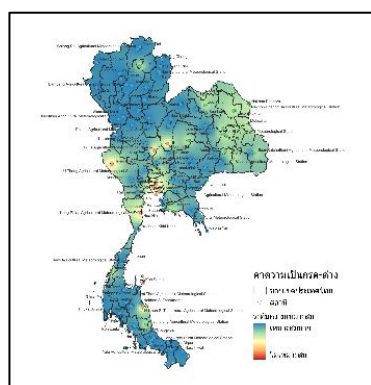
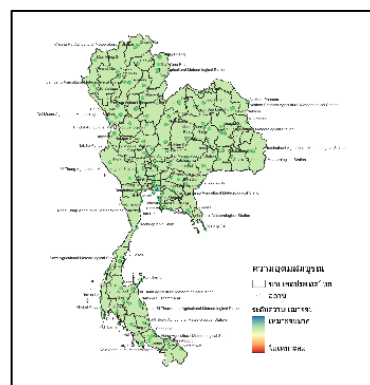
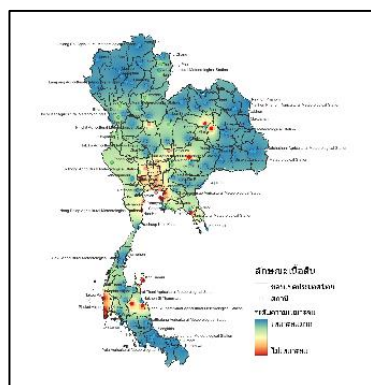


อุณหภูมิต่ำสุด

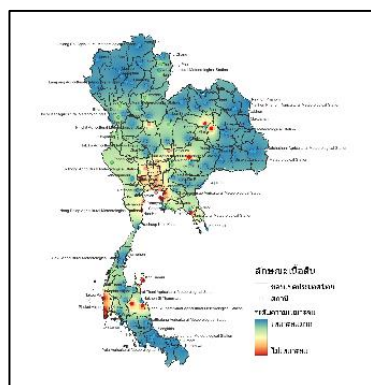
ภาพที่ 4.30 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050



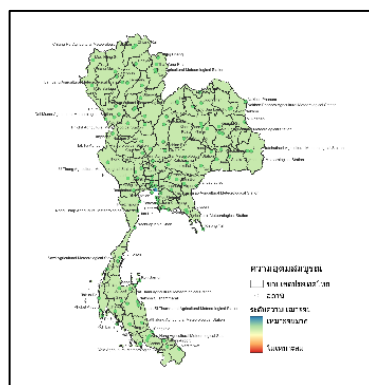
ภาพที่ 4.31 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025



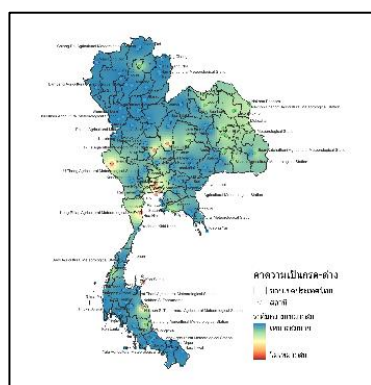
ภาพที่ 4.32 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2026-2030



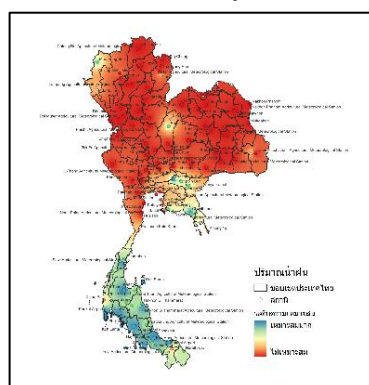
ลักษณะเนื้อดิน



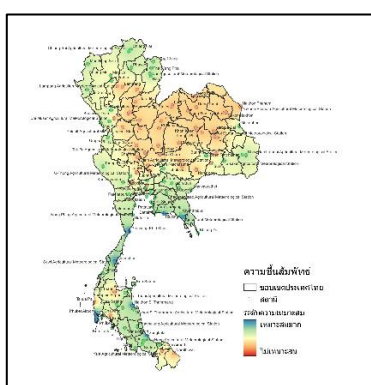
ความอุดมสมบูรณ์



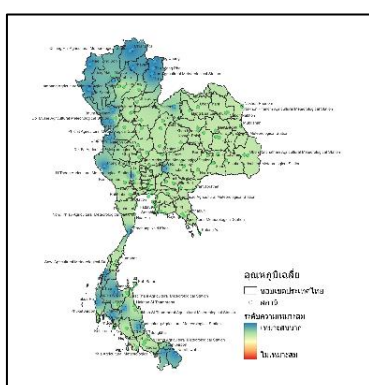
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



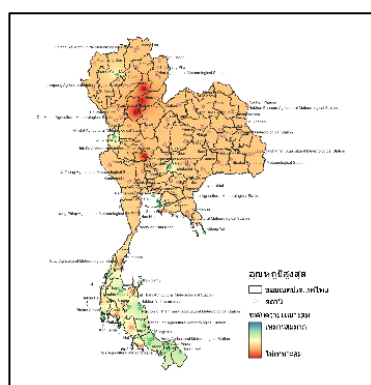
ปริมาณน้ำฝน



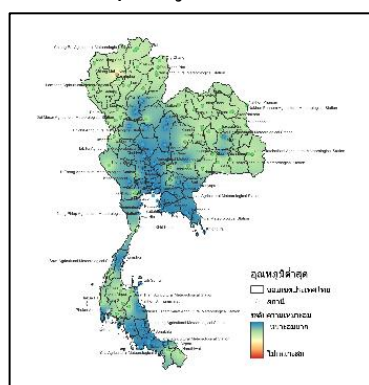
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย

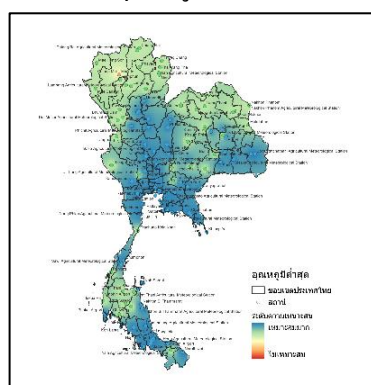
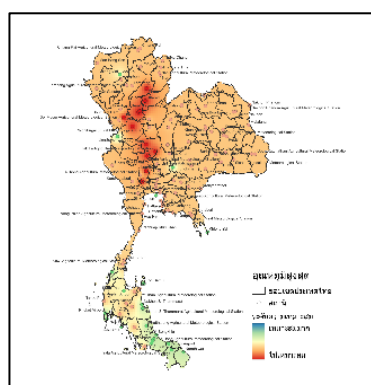
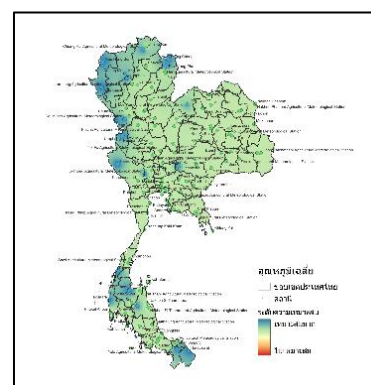
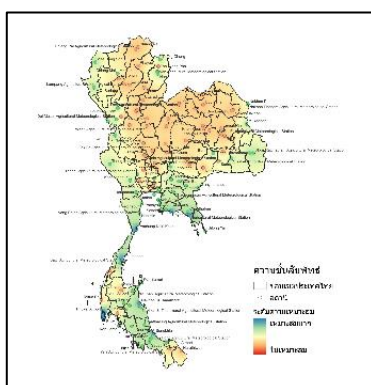
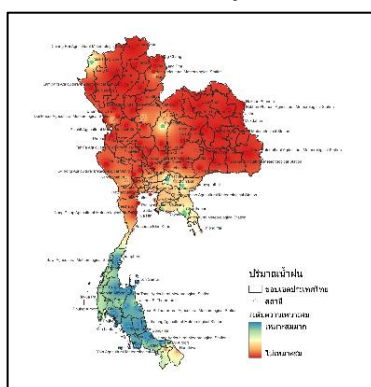
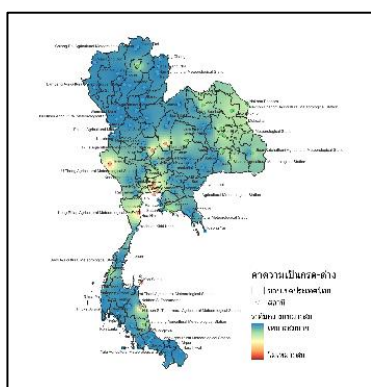
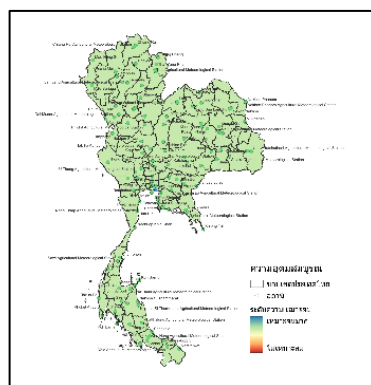
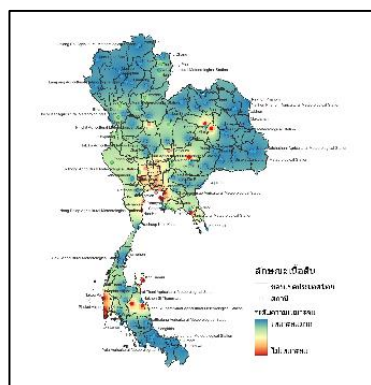


อุณหภูมิสูงสุด

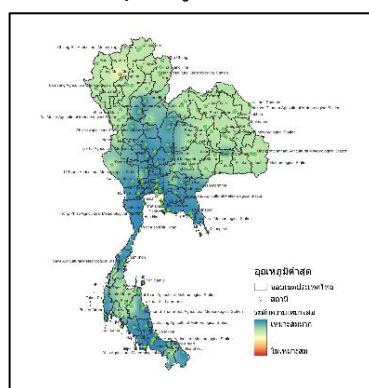
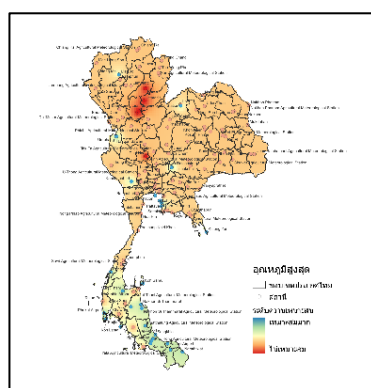
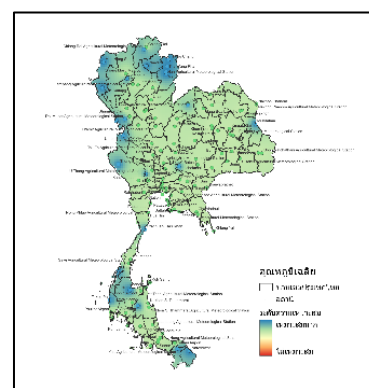
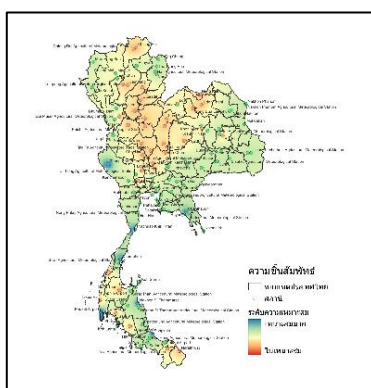
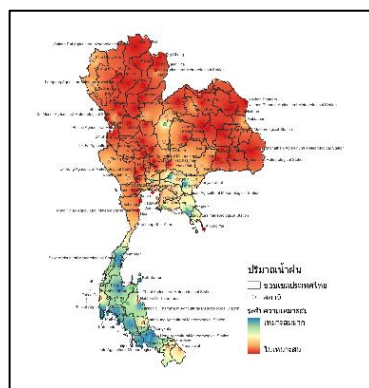
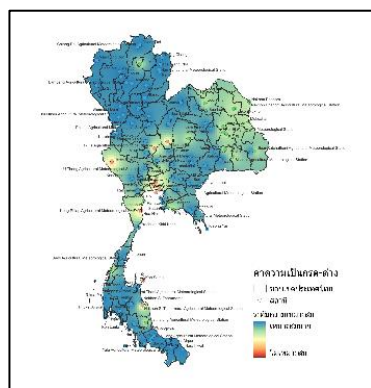
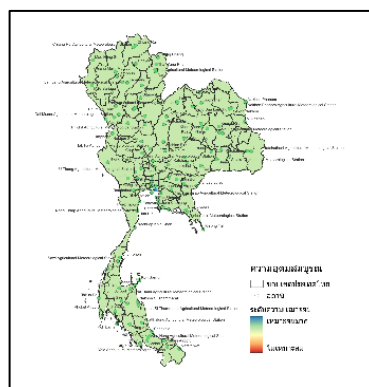
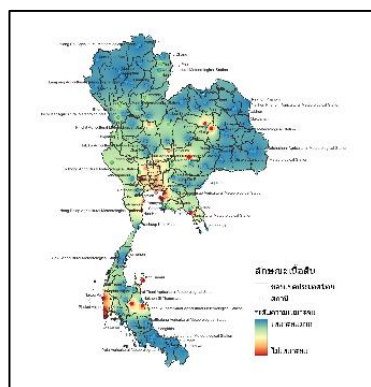


อุณหภูมิต่ำสุด

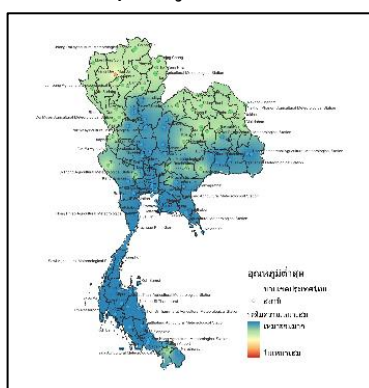
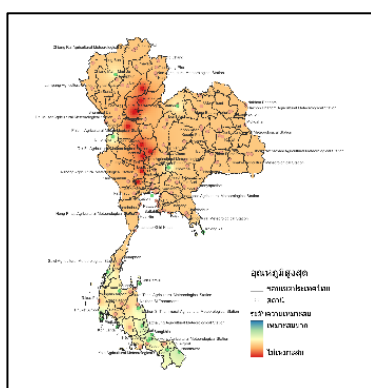
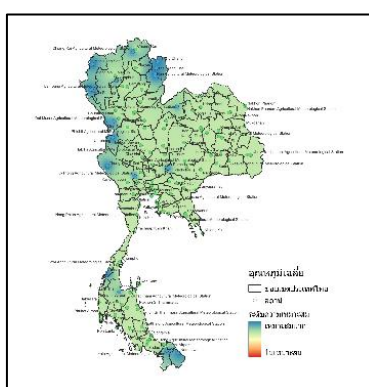
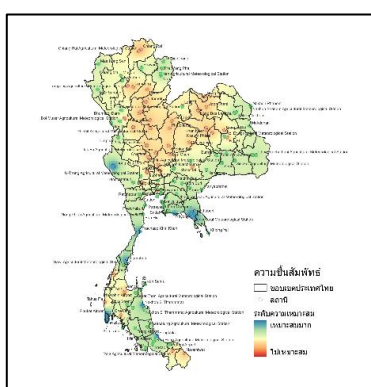
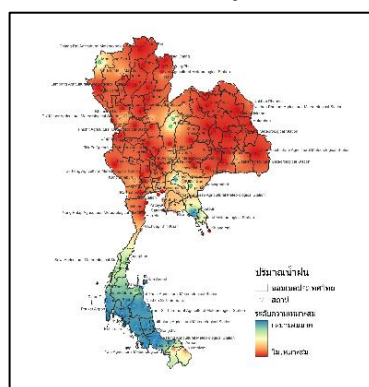
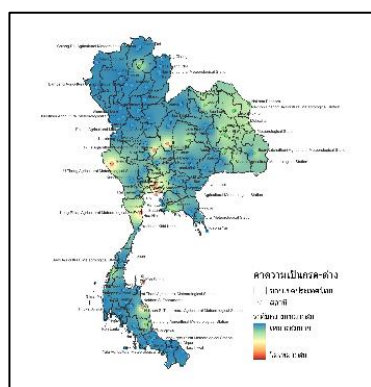
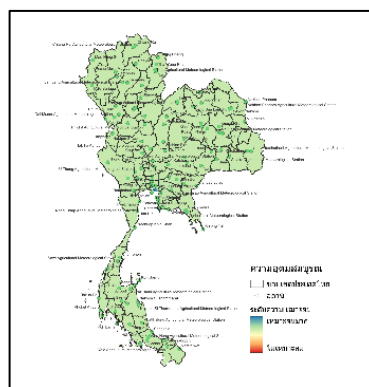
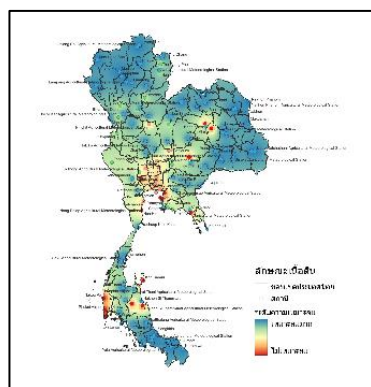
ภาพที่ 4.33 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2031-2035



ภาพที่ 4.34 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2036-2040



ภาพที่ 4.35 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2041-2045



ภาพที่ 4.36 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อย แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2046-2050

จากการซ้อนทับปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และข้อมูลดิน รวมทั้งหมด 8 ตัวแปรด้วยวิธีการค่าระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (IDW) โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (QGIS) จะได้ พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อยในประเทศไทย ดังนี้

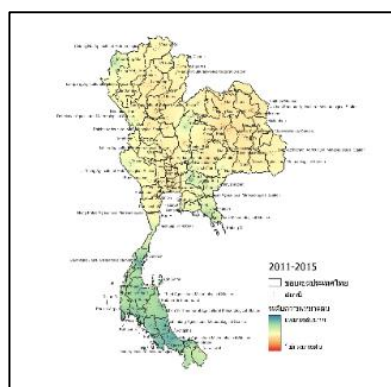
ตารางที่ 4.28 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2011-2015 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
A	-	10.00	37.84	-	C	-	13.33	29.73	-
B	-	13.33	16.22	-	E	5.00	30.00	6.76	-
C	-	16.67	37.84	-	N	-	3.33	20.27	-
D	5.00	30.00	6.76	-	NE	-	6.67	35.14	-
E	55.00	3.33	1.35	-	S	95.00	26.67	-	-
F	40.00	26.67	-	-	W	-	20.00	8.11	-

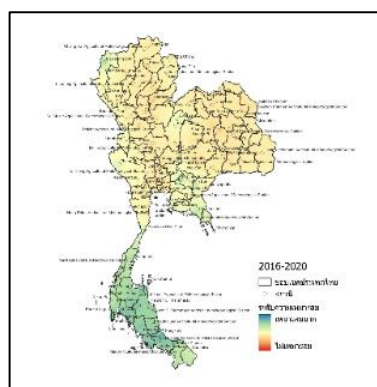
ตารางที่ 4.29 ตารางแสดงร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2016-2020 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
A	-	-	29.49	-	C	-	12.00	29.49	-
B	-	8.00	29.49	-	E	4.76	36.00	6.41	-
C	-	12.00	16.67	-	N	-	4.00	19.23	-
D	-	8.00	20.51	-	NE	-	4.00	34.62	-
E	14.29	44.00	3.85	-	S	95.24	28.00	-	-
F	85.71	28.00	-	-	W	-	16.00	10.26	-

C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก



ปี ค.ศ. 2011-2015



ปี ค.ศ. 2016-2020

ภาพที่ 4.37 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยปี ค.ศ. 2011-2020

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในปี ค.ศ. 2011-2015 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 5, 0, 0, 95 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 5, 55 และ 40 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในปี ค.ศ. 2016-2020 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 4.76, 0, 0, 95.24 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 0, 14.29 และ 85.71 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความเหมาะสม จะได้จำนวนสถานีตรวจวัดอากาศของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยในอดีตเป็นดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 จำนวนสถานีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย (ปี ค.ศ. 2011-2020)

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม							
	เหมาะสมมาก (S1)		เหมาะสมปานกลาง (S2)		เหมาะสมน้อย (S3)		ไม่เหมาะสม (N)	
	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี
2011 - 2015	1.00-1.75	20	1.75-2.50	30	2.50-3.25	70	3.25-4.00	-
2016 - 2020	1.00-1.75	21	1.75-2.50	25	2.50-3.25	78	3.25-4.00	-

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2011-2020 ไม่มีสถานีใดไม่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย สถานีที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย ในแต่ละช่วงปีมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 2011-2015 มีจำนวน 20, 30 และ 70 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2016-2020 มีจำนวน 21, 25 และ 78 สถานีตามลำดับ และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระดับความเหมาะสมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ 2

ตารางที่ 4.31 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	6.38	44.64	-	C	-	21.28	28.57	-
B	-	4.26	33.93	-	E	4.76	23.40	5.36	-
C	-	21.28	8.93	-	N	-	14.89	16.07	-
D	-	29.79	12.50	-	NE	-	10.64	41.07	-
E	9.52	21.28	-	-	S	95.24	14.89	-	-
F	90.48	17.02	-	-	W	-	14.89	8.93	-

ตารางที่ 4.32 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	4.17	30.49	-	C	-	16.67	26.83	-
B	-	4.17	40.24	-	E	5.56	20.83	10.98	-
C	-	8.33	14.63	-	N	-	8.33	17.07	-
D	22.22	12.50	1.22	-	NE	-	4.17	32.93	-
E	5.56	37.50	13.41	-	S	94.44	41.67	-	-
F	72.22	33.33	-	-	W	-	8.33	12.20	-

ตารางที่ 4.33 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	3.70	32.00	-	C	-	14.71	29.33	-
B	-	3.70	37.33	-	E	4.55	40.74	4.00	-
C	-	11.11	13.33	-	N	-	3.70	20.00	-
D	-	29.63	16.00	-	NE	-	3.70	36.00	-
E	27.27	29.63	1.33	-	S	95.45	22.22	-	-
F	72.73	22.22	-	-	W	-	14.81	10.67	-

ตารางที่ 4.34 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	15.79	44.26	-	C	-	21.05	29.51	-
B	-	7.89	22.95	-	E	8.00	31.58	1.64	-
C	-	21.05	14.75	-	N	-	10.53	19.67	-
D	4.00	34.21	16.39	-	NE	-	10.53	39.34	-
E	28.00	10.53	1.64	-	S	92.00	10.53	-	-
F	68.00	10.53	-	-	W	-	15.79	9.84	-

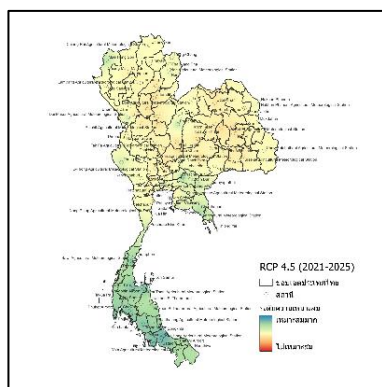
ตารางที่ 4.35 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	3.13	32.88	-	C	-	18.75	27.40	-
B	-	15.63	32.88	-	E	-	40.63	2.74	-
C	-	21.88	17.81	-	N	-	9.38	17.81	-
D	-	18.75	13.70	-	NE	-	3.13	36.99	-
E	26.32	15.63	2.74	-	S	100.00	25.00	-	-
F	73.68	25.00	-	-	W	-	3.13	15.07	-

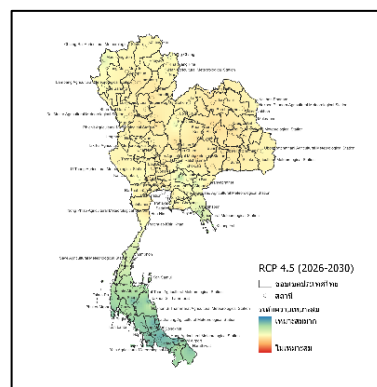
ตารางที่ 4.36 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	2.00	30.00	-	C	-	22.00	25.00	-
B	-	6.00	31.67	-	E	14.29	26.00	-	-
C	-	10.00	30.00	-	N	-	4.00	23.33	-
D	7.14	32.00	5.00	-	NE	-	2.00	45.00	-
E	14.29	16.00	3.33	-	S	85.71	30.00	-	-
F	78.57	34.00	-	-	W	-	16.00	6.67	-

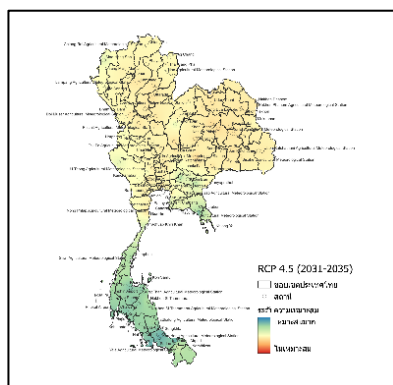
C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก



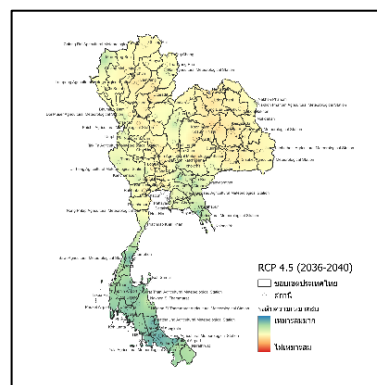
ปี ค.ศ. 2021-2025



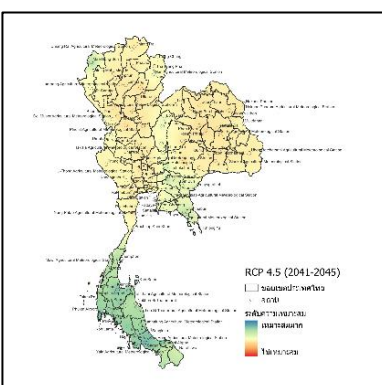
ปี ค.ศ. 2026-2030



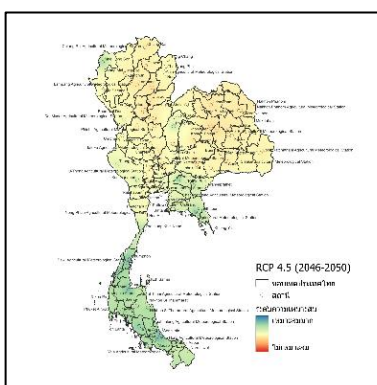
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040



ปี ค.ศ. 2041-2045



ปี ค.ศ. 2046-2050

ภาพที่ 4.38 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2050

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2021-2025 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดที่ไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 4.76, 0, 0, 95.24 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 0, 9.52 และ 90.48 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2026-2030 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดที่ไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาค

ตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 5.56, 0, 0, 94.44 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 22.22, 5.56 และ 72.22 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2031-2035 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 4.55, 0, 0, 95.45 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 0, 27.27 และ 72.73 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2036-2040 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 8, 0, 0, 92 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 4, 28 และ 68 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2041-2045 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากจะอยู่ในภาคใต้คิดเป็นร้อยละ 100 เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 0, 26.32 และ 73.68 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2046-2050 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 14.29, 0, 0, 85.71 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 7.14, 14.29 และ 78.57 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความเหมาะสม จะได้จำนวนสถานีวิจัยวัดอากาศของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) เป็นดังตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 จำนวนสถานีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย (RCP4.5)

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม							
	เหมาะสมมาก (S1)		เหมาะสมปานกลาง (S2)		เหมาะสมน้อย (S3)		ไม่เหมาะสม (N)	
	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี
2021 - 2025	1.00-1.75	21	1.75-2.50	47	2.50-3.25	56	3.25-4.00	-
2026 - 2030	1.00-1.75	18	1.75-2.50	24	2.50-3.25	82	3.25-4.00	-
2031 - 2035	1.00-1.75	22	1.75-2.50	27	2.50-3.25	75	3.25-4.00	-
2036 - 2040	1.00-1.75	25	1.75-2.50	38	2.50-3.25	61	3.25-4.00	-
2041 - 2045	1.00-1.75	19	1.75-2.50	32	2.50-3.25	73	3.25-4.00	-
2046 - 2050	1.00-1.75	14	1.75-2.50	50	2.50-3.25	60	3.25-4.00	-

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2021-2050 ไม่มีสถานีใดไม่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย สถานีที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อยในแต่ละช่วงปีมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 2021-2025 มีจำนวน 21, 47 และ 56 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2026-2030 มีจำนวน 18, 24 และ 82 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2031-2035 มีจำนวน 22, 27 และ 75 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2036-2040 มีจำนวน 25, 38 และ 61 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2041-2045 มีจำนวน 19, 32 และ 73 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2046-2050 มีจำนวน 14, 50 และ 60 สถานีตามลำดับ และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระดับความเหมาะสมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ 2

ตารางที่ 4.38 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	-	30.88	-	C	-	14.71	30.88	-
B	-	11.76	33.82	-	E	4.55	32.35	4.41	-
C	-	20.59	13.24	-	N	-	11.76	17.65	-
D	-	20.59	16.18	-	NE	-	-	41.18	-
E	13.64	29.41	5.88	-	S	95.45	17.65	-	-
F	86.36	17.65	-	-	W	-	23.53	5.88	-

ตารางที่ 4.39 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	1.61	40.00	-	C	-	27.42	20.00	-
B	5.88	16.13	15.56	-	E	17.65	19.35	-	-
C	-	19.35	33.33	-	N	5.88	11.29	17.78	-
D	5.88	33.87	8.89	-	NE	-	6.45	53.33	-
E	29.41	9.68	2.22	-	S	76.47	22.58	-	-
F	58.82	19.35	-	-	W	-	12.90	8.89	-

ตารางที่ 4.40 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2031-2035

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	-	35.48	-	C	-	22.73	25.81	-
B	-	9.09	32.26	-	E	11.11	29.55	-	-
C	-	15.91	19.35	-	N	-	13.64	16.13	-
D	5.56	38.64	11.29	-	NE	-	4.55	41.94	-
E	27.78	13.64	1.61	-	S	88.89	25.00	-	-
F	66.67	22.73	-	-	W	-	4.55	16.13	-

ตารางที่ 4.41 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	11.36	59.68	-	C	-	25.00	24.19	-
B	-	13.64	14.52	-	E	5.56	31.82	-	-
C	-	36.36	20.97	-	N	-	6.82	20.97	-
D	5.56	13.64	3.23	-	NE	-	2.27	43.55	-
E	27.78	6.82	1.61	-	S	94.44	22.73	-	-
F	66.67	18.18	-	-	W	-	11.36	11.29	-

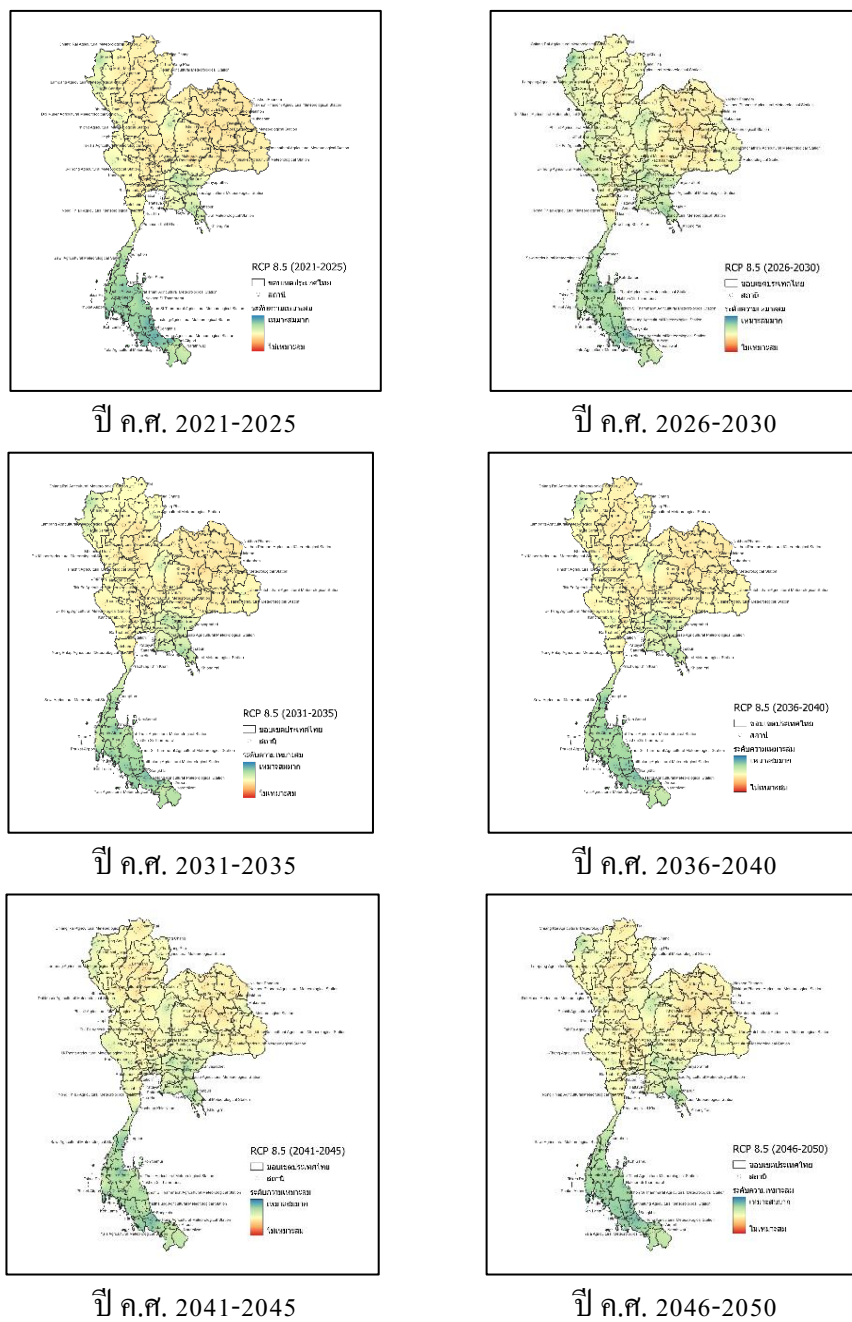
ตารางที่ 4.42 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	12.28	50.00	-	C	-	22.81	26.00	-
B	-	17.54	36.00	-	E	11.76	22.81	-	-
C	11.76	14.04	8.00	-	N	-	7.02	24.00	-
D	-	28.07	6.00	-	NE	-	12.28	42.00	-
E	41.18	8.77	-	-	S	88.24	21.05	-	-
F	47.06	19.30	-	-	W	-	14.04	8.00	-

ตารางที่ 4.43 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (อ้อย)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	12.77	35.19	-	C	-	23.40	27.78	-
B	-	12.77	25.93	-	E	13.04	25.53	-	-
C	-	21.28	25.93	-	N	-	14.89	16.67	-
D	4.35	17.02	9.26	-	NE	-	8.51	44.44	-
E	21.74	19.15	3.70	-	S	86.96	14.89	-	-
F	73.91	17.02	-	-	W	-	12.77	11.11	-

C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก



ภาพที่ 4.39 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2050

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2021-2025 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดที่ไม่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 4.55, 0, 0, 95.45 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 0, 13.64 และ 86.36 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2026-2030 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดที่ไม่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาค

ตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 17.65, 5.88, 0, 76.47 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 5.88, 0, 5.88, 29.41 และ 58.82 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2031-2035 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 11.11, 0, 0, 88.89 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 5.56, 27.78 และ 66.67 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2036-2040 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 5.56, 0, 0, 94.44 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 5.56, 27.78 และ 66.67 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2041-2045 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 11.76, 0, 0, 88.24 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 11.76, 0, 41.18 และ 47.06 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2046-2050 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 13.04, 0, 0, 86.96 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 4.35, 21.74 และ 73.91 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความเหมาะสม จะได้จำนวนสถานีวิจัยวัดอากาศของพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) เป็นดังตารางที่ 4.44

ตารางที่ 4.44 จำนวนสถานีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย (RCP8.5)

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม							
	เหมาะสมมาก (S1)		เหมาะสมปานกลาง (S2)		เหมาะสมน้อย (S3)		ไม่เหมาะสม (N)	
	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี
2021 - 2025	1.00-1.75	22	1.75-2.50	34	2.50-3.25	68	3.25-4.00	-
2026 - 2030	1.00-1.75	17	1.75-2.50	62	2.50-3.25	45	3.25-4.00	-
2031 - 2035	1.00-1.75	18	1.75-2.50	44	2.50-3.25	62	3.25-4.00	-
2036 - 2040	1.00-1.75	18	1.75-2.50	44	2.50-3.25	62	3.25-4.00	-
2041 - 2045	1.00-1.75	14	1.75-2.50	57	2.50-3.25	50	3.25-4.00	-
2046 - 2050	1.00-1.75	23	1.75-2.50	47	2.50-3.25	54	3.25-4.00	-

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2021-2050 ไม่มีสถานีใดไม่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย สถานีที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อยในแต่ละช่วงปีมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 2021-2025 มีจำนวน 22, 34 และ 68 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2026-2030 มีจำนวน 17, 62 และ 45 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2031-2035 มีจำนวน 18, 44 และ 62 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2036-2040 มีจำนวน 18, 44 และ 62 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2041-2045 มีจำนวน 14, 57 และ 50 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2046-2050 มีจำนวน 23, 47 และ 54 สถานีตามลำดับ และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระดับความเหมาะสมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ 2

4.3.3 พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง

ผลการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

จากการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยที่กำหนดทีละคู่ จะได้ตารางเมทริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ดังนี้

ตารางที่ 4.45 ตารางเมทริกซ์การเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นรายคู่ของมันสำปะหลัง

	Rain	RH	Temp	Tempmax	Tempmin	Fertility	Texture	pH
Rain	1.00	5.00	3.00	4.00	4.00	6.00	7.00	6.00
RH	0.20	1.00	0.20	0.25	0.25	3.00	4.00	3.00
Temp	0.33	5.00	1.00	3.00	3.00	5.00	6.00	5.00
Tempmax	0.25	4.00	0.33	1.00	2.00	4.00	5.00	4.00
Tempmin	0.25	4.00	0.33	0.50	1.00	4.00	5.00	4.00
Fertility	0.17	0.33	0.20	0.25	0.25	1.00	3.00	2.00
Texture	0.14	0.25	0.17	0.20	0.20	0.33	1.00	0.33
pH	0.17	0.33	0.20	0.25	0.25	0.50	3.00	1.00
Total	2.51	19.92	5.43	9.45	10.95	23.83	34.00	25.33

จากนั้นคำนวณค่า Eigenvector ของเมทริกซ์ในแต่ละแถว โดยหา Normalized จากการหาค่าเฉลี่ยความสำคัญในแต่ละแถว และหาลำดับความสำคัญของระดับชั้นถัดลงมาจะได้ผลดังตารางที่ 4.46

ตารางที่ 4.46 ตารางการคำนวณค่า Eigenvector ของมันสำปะหลัง

	Rain	RH	Temp	Tempmax	Tempmin	Fertility	Texture	pH	Total	Eigenvector
Rain	0.40	0.25	0.55	0.42	0.37	0.25	0.21	0.24	2.68	0.34
RH	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.13	0.12	0.12	0.58	0.07
Temp	0.13	0.25	0.18	0.32	0.27	0.21	0.18	0.20	1.74	0.22
Tempmax	0.10	0.20	0.06	0.11	0.18	0.17	0.15	0.16	1.12	0.14
Tempmin	0.10	0.20	0.06	0.05	0.09	0.17	0.15	0.16	0.98	0.12
Fertility	0.07	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.09	0.08	0.38	0.05
Texture	0.06	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.20	0.02
pH	0.07	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.09	0.04	0.32	0.04
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.00	1.00

จากผลที่ได้นำไปตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล ซึ่งจะได้ว่า ค่า C. R. = 0.08 < 0.1 ดังนั้นสามารถนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้

ดังนั้นค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความอุดมสมบูรณ์ ลักษณะเนื้อดิน และค่าความเป็นกรด-ด่างคือ 0.34, 0.07, 0.22, 0.14, 0.12, 0.05, 0.02 และ 0.04 ตามลำดับ

เกณฑ์การประเมินความเหมาะสม

ความต้องการปัจจัยในการเจริญเติบโตของมันเป็นสำปะหลัง ทั้งความต้องการปัจจัยภูมิอากาศ และความต้องการใช้ที่ดินจะกำหนดให้ค่าคะแนนปัจจัยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ เหมาะสมมาก (S1) เหมาะสมปานกลาง (S2) เหมาะสมน้อย (S3) และไม่เหมาะสม (N) ดังตารางที่ 4.47 และ 4.48

ตารางที่ 4.47 ความต้องการปัจจัยภูมิอากาศของมันเป็นสำปะหลัง

ความต้องการปัจจัยภูมิอากาศของมันเป็นสำปะหลัง			ค่าคะแนนปัจจัย				ที่มา
คุณภาพดิน	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1	S2	S3	N	
น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	ปริมาณน้ำฝน	mm.	1200-1500	1500-2500	2500-4000	>4000	กรมพัฒนาที่ดิน, 2557
	ความชื้นสัมพัทธ์	%	65-80	80-85	85-90	>90	M. Brian, 2003
อุณหภูมิที่เหมาะสม	อุณหภูมิเฉลี่ย	°C	25-29	30-32	33-35	>35	
	อุณหภูมิสูงสุด	°C	29	30-32	33-35	>35	กรมพัฒนาที่ดิน, 2557
	อุณหภูมิต่ำสุด	°C	25	24-14	13-10	<10	

ตารางที่ 4.48 ความต้องการใช้ที่ดินของมันเป็นสำปะหลัง

ความต้องการใช้ที่ดินของมันเป็นสำปะหลัง			ค่าคะแนนปัจจัย				ที่มา
คุณภาพดิน	ปัจจัยวินิจฉัย	หน่วย	S1	S2	S3	N	
ความอุดมสมบูรณ์	-	-	สูง	ต่ำ	-	-	กรมพัฒนาที่ดิน, 2558
การรักษา้ำของเนื้อดิน	ลักษณะเนื้อดิน	-	ดินร่วน	ดินทรายปนดินร่วน, ดินเหนียว	-	-	สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร
เคมีในดิน	ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	-	6.1-7.3	7.4-7.8	7.9-8.4	>8.4	กรมพัฒนาที่ดิน, 2557

หมายเหตุ: ดินร่วน รวมถึง ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนกรวด, ทรายแป้ง ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายปนกรวด, ทรายแป้ง

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม

หลังจากคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยจากเกณฑ์ความต้องการปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และข้อมูลชุดดินของมันสำปะหลัง จะนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมด้วยการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (SAW) ทำเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ข้าว และอ้อยดังที่กล่าวไปข้างต้นจะได้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลังดังนี้

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลังวิเคราะห์แยกปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และการใช้ดิน รวมทั้งหมด 8 ตัวแปรได้ผลดังนี้ โดยที่ระดับความเหมาะสมมากจะแทนด้วยสีน้ำเงิน และไล่ระดับสีลงมาจนกระทั่งสีแดงหมายถึงไม่เหมาะสม

ที่สภาวะโลกร้อนปกติในปี ค.ศ. 2011-2020 ดังภาพที่ 4.40 และ 4.41 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่มีลักษณะเนื้อดินเหมาะสมมากจะอยู่เกือบทั้งประเทศไทย ยกเว้นตอนกลาง และตอนล่างเล็กน้อยที่มีลักษณะเนื้อดินเหมาะสมปานกลาง

ความอุดมสมบูรณ์ของดินจะมีพื้นที่ที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนกลาง และตอนล่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินจะมีพื้นที่ที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนบน และตอนล่าง

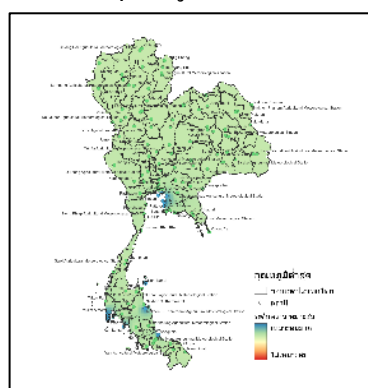
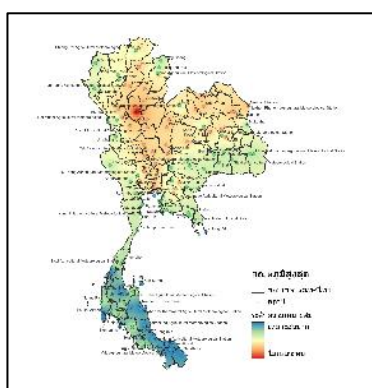
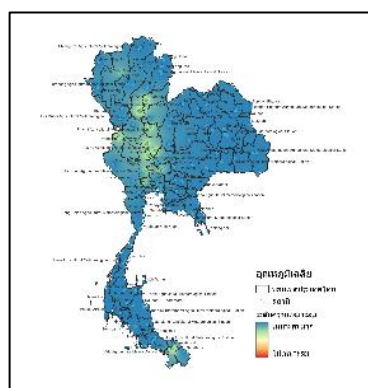
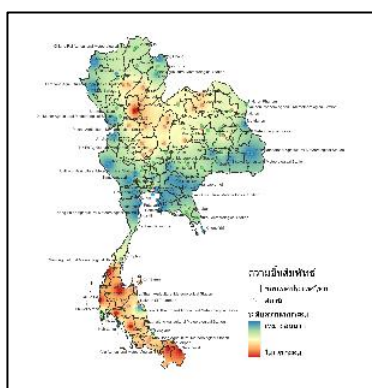
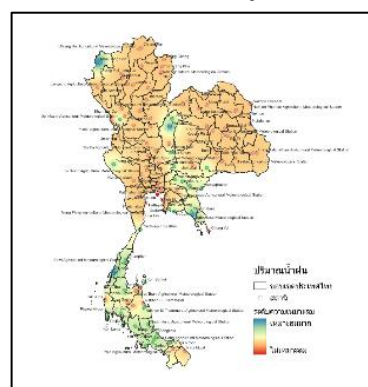
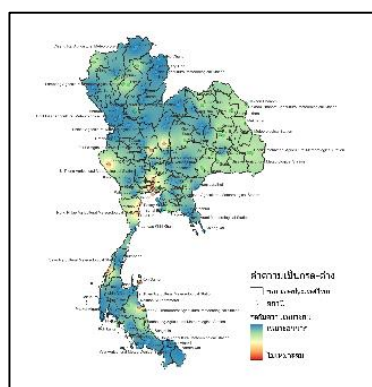
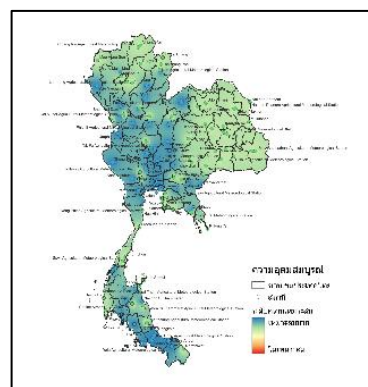
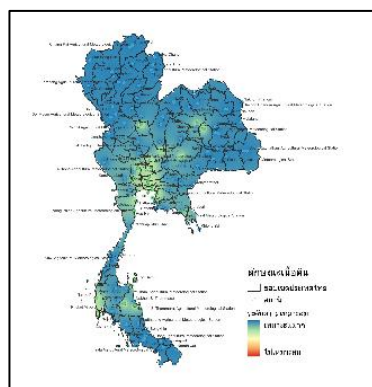
ปริมาณน้ำฝนจะมีพื้นที่ที่เหมาะสมมากกระจายตัวอยู่เล็กน้อยในบริเวณตอนกลาง และตอนล่าง พื้นที่ตอนบนของประเทศส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนในระดับเหมาะสมน้อย

ความชื้นสัมพัทธ์จะเห็นได้ว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนบน และตอนกลาง ส่วนตอนล่างของประเทศความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสม

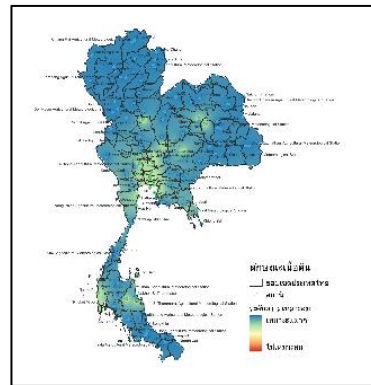
อุณหภูมิเฉลี่ย พื้นที่เหมาะสมมากจะอยู่ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย

อุณหภูมิสูงสุด พื้นที่เหมาะสมมากจะอยู่ในตอนล่าง ส่วนตอนกลางขึ้นไปจนถึงตอนบนของประเทศมีอุณหภูมิสูงสุดของพื้นที่อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลางจนถึงไม่เหมาะสม

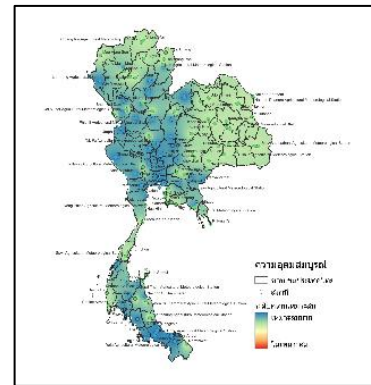
อุณหภูมิต่ำสุด พื้นที่เหมาะสมมากมีอยู่เล็กน้อยบริเวณภาคกลางตอนล่าง และภาคใต้ พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศมีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง



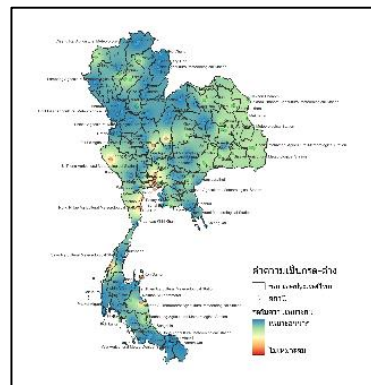
ภาพที่ 4.40 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2011-2015



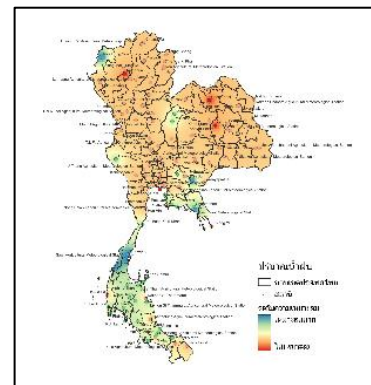
ลักษณะเนื้อดิน



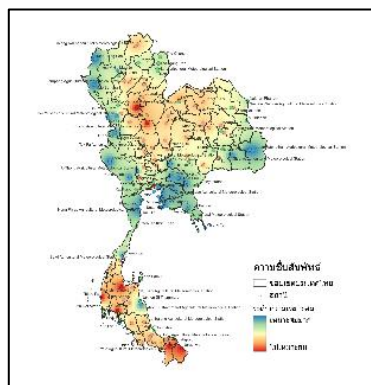
ความอุดมสมบูรณ์



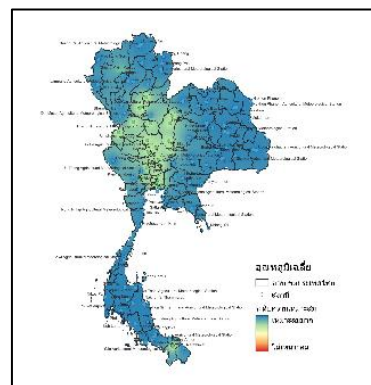
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



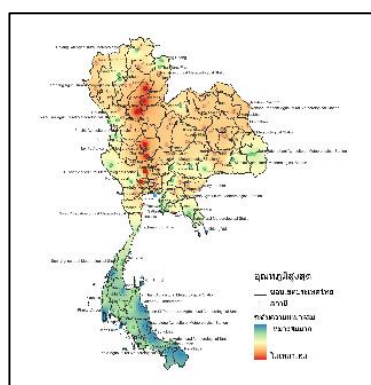
ปริมาณน้ำฝน



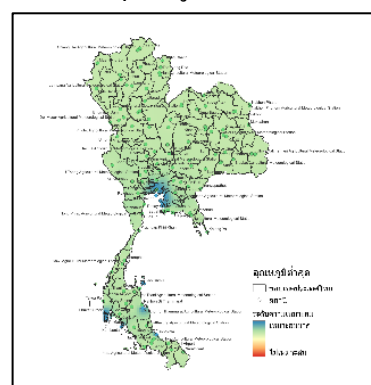
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



อุณหภูมิสูงสุด



อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.41 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัย ปี ค.ศ. 2016-2020

ที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) ปีค.ศ. 2021-2050 จะเห็นว่าพื้นที่เหมาะสมจำแนกราย
ปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัยของทั้ง 6 ช่วงปีได้ผลคล้ายกันดังภาพที่ 4.42-4.47 จะเห็นว่า ลักษณะเนื้อดินพื้นที่
เหมาะสมมากจะอยู่เกือบทั้งประเทศไทย ยกเว้นตอนกลาง และตอนล่างเล็กน้อยที่เหมาะสมปานกลาง

ความอุดมสมบูรณ์ของดินจะมีพื้นที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนกลาง และตอนล่าง ส่วนบริเวณ
อื่น ๆ จะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินจะมีพื้นที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนบน และตอนล่าง

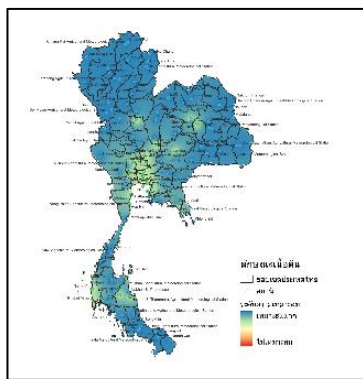
ปริมาณน้ำฝนจะมีพื้นที่เหมาะสมมากเล็กน้อยอยู่ในบริเวณตอนกลางล่าง และพื้นที่ตอนบน
ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนในระดับเหมาะสมน้อย

ความชื้นสัมพัทธ์จะเห็นว่า พื้นที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนบน และตอนกลาง ส่วนตอนล่าง
ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสม

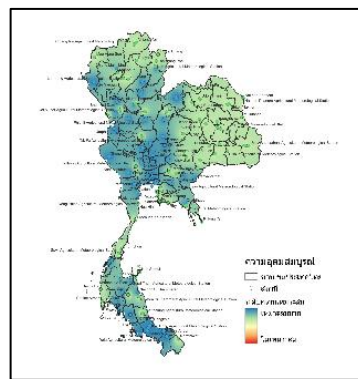
อุณหภูมิเฉลี่ย พื้นที่เหมาะสมมากจะอยู่เกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย ยกเว้นตอนกลาง และ
ตอนบนบางส่วนมีพื้นที่เหมาะสมปานกลาง

อุณหภูมิสูงสุด พื้นที่เหมาะสมมากจะอยู่ในตอนล่าง ตอนกลางจะมีอุณหภูมิสูงสุดของพื้นที่
อยู่ในระดับไม่เหมาะสม และตอนบนจะมีพื้นที่เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

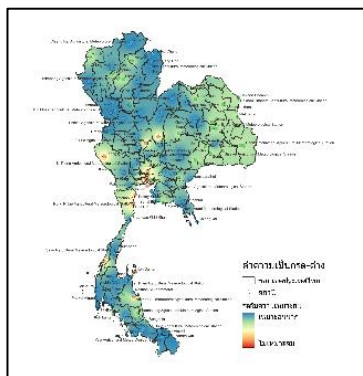
อุณหภูมิต่ำสุด พื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสม
มากมีเล็กน้อยบริเวณภาคกลางตอนล่าง และภาคใต้



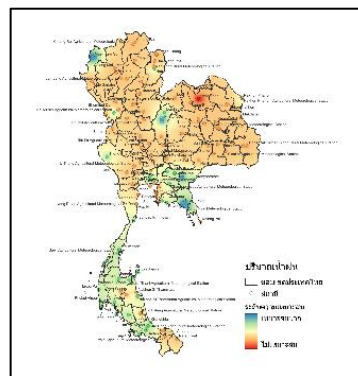
ลักษณะเนื้อดิน



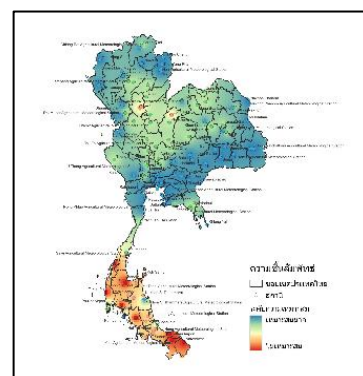
ความอุดมสมบูรณ์



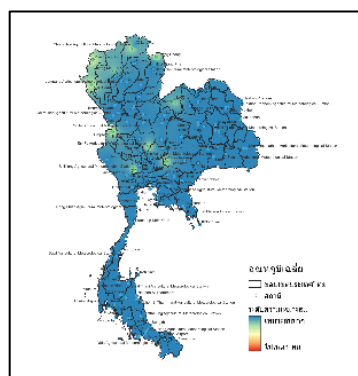
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



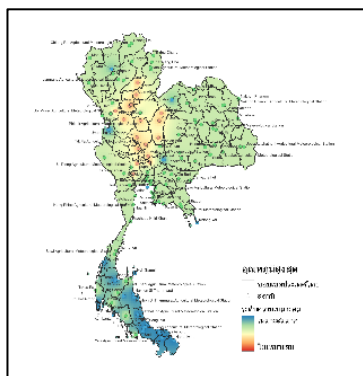
ปริมาณน้ำฝน



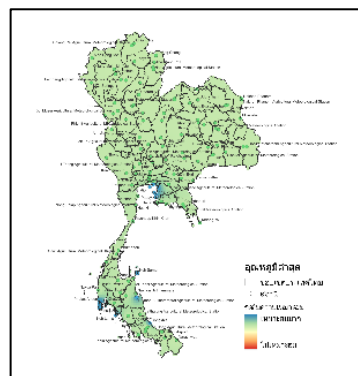
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



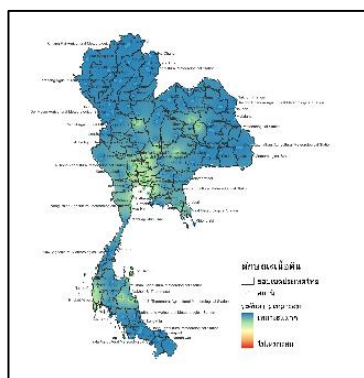
อุณหภูมิสูงสุด



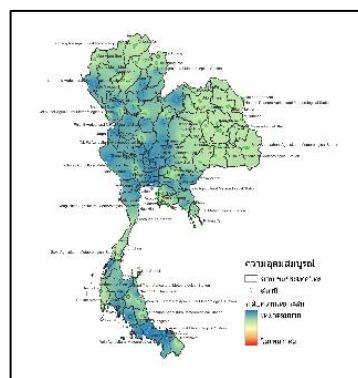
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.42 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี

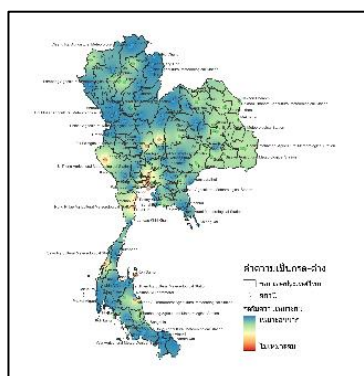
ค.ศ. 2021-2025



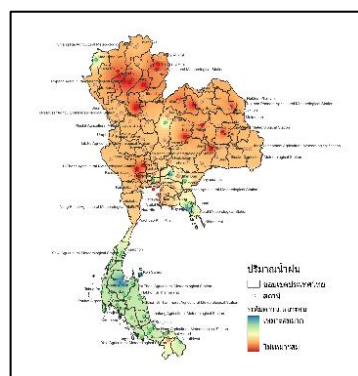
ลักษณะเนื้อดิน



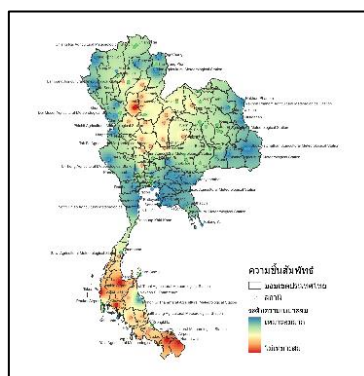
ความอุดมสมบูรณ์



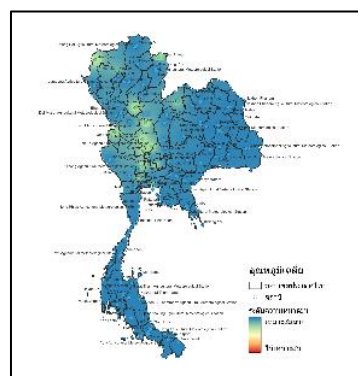
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



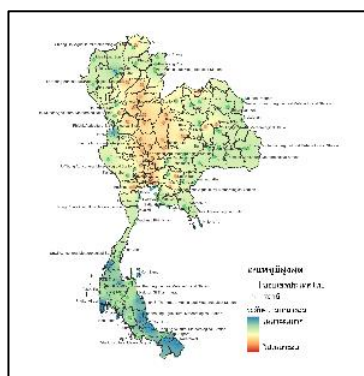
ปริมาณน้ำฝน



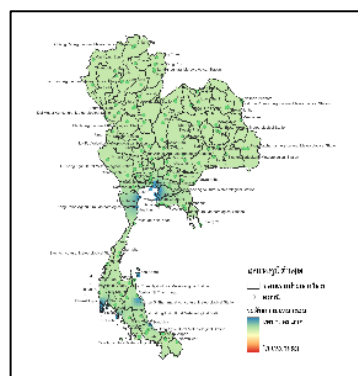
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



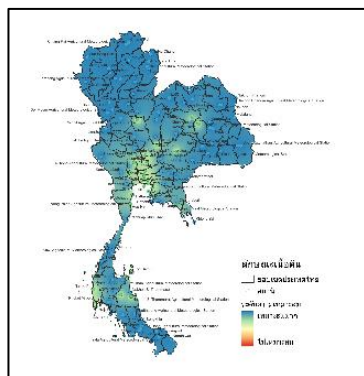
อุณหภูมิสูงสุด



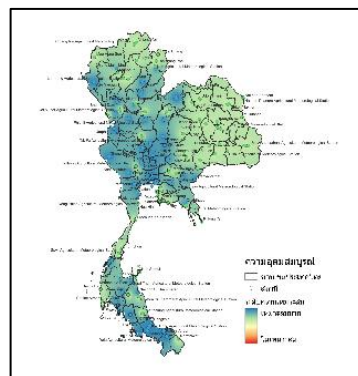
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.43 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี

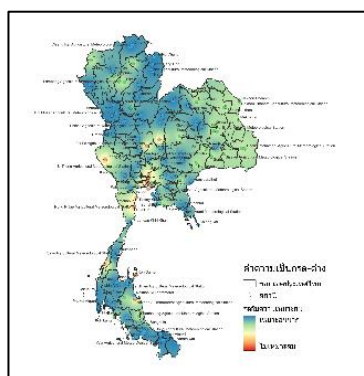
ค.ศ. 2026-2030



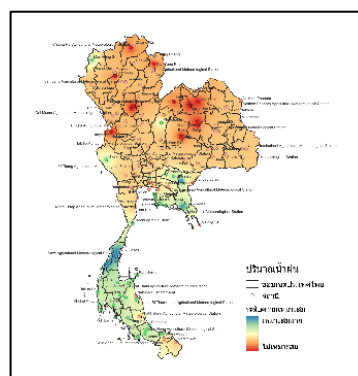
ลักษณะเนื้อดิน



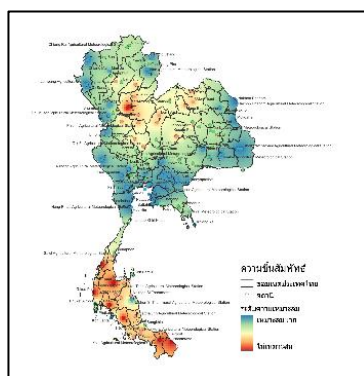
ความอุดมสมบูรณ์



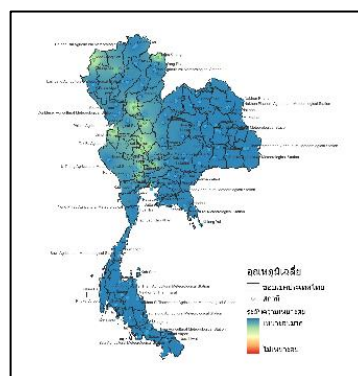
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



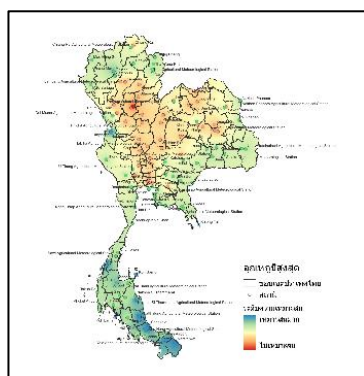
ปริมาณน้ำฝน



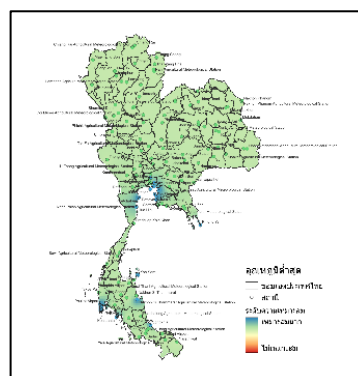
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



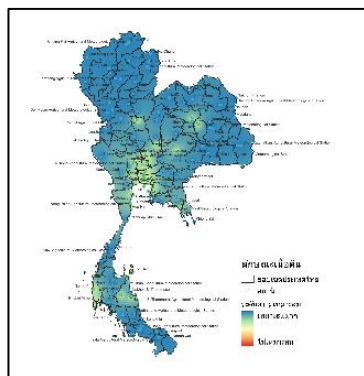
อุณหภูมิสูงสุด



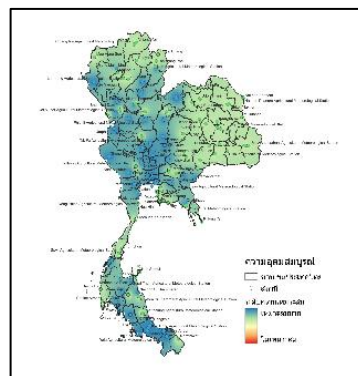
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.44 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี

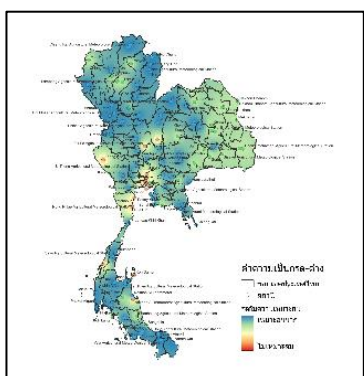
ค.ศ. 2031-2035



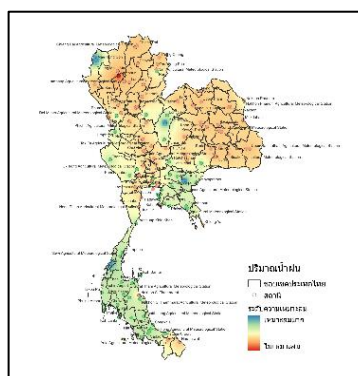
ลักษณะเนื้อดิน



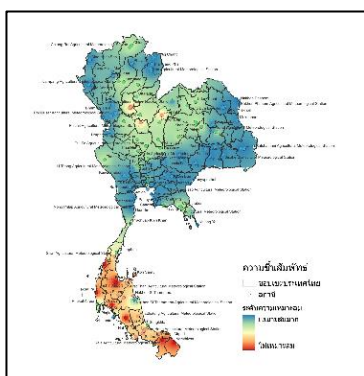
ความอุดมสมบูรณ์



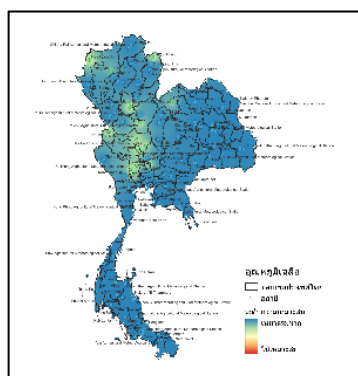
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



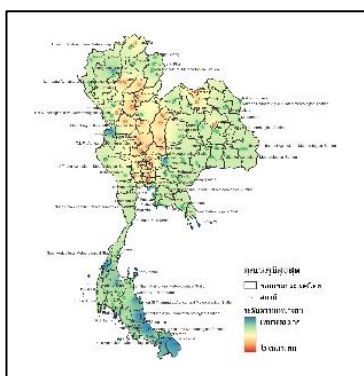
ปริมาณน้ำฝน



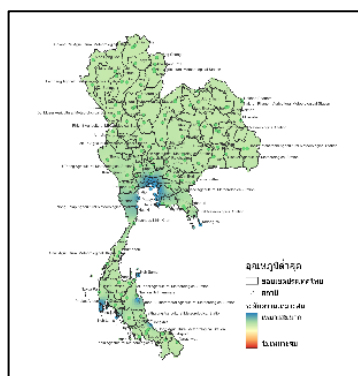
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



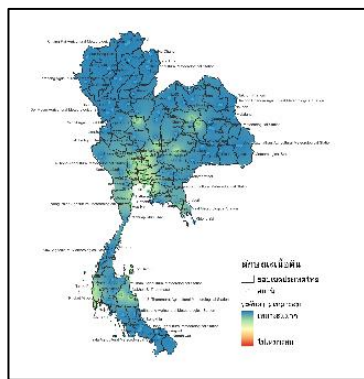
อุณหภูมิสูงสุด



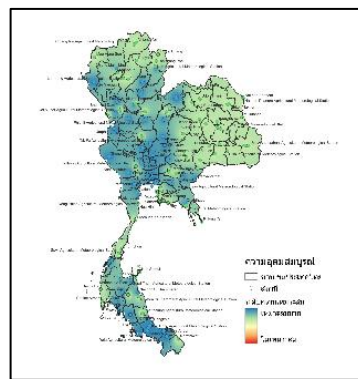
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.45 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี

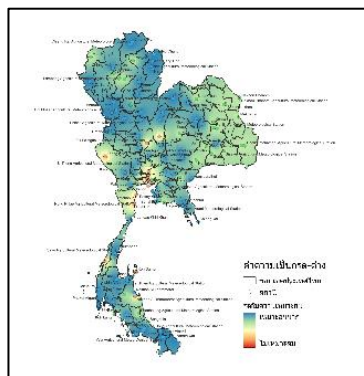
ค.ศ. 2036-2040



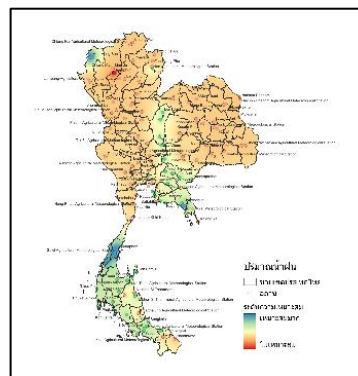
ลักษณะเนื้อดิน



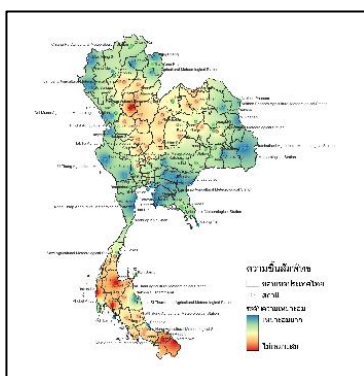
ความอุดมสมบูรณ์



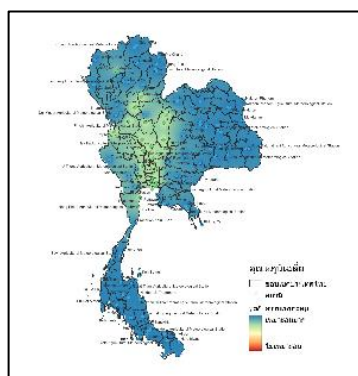
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



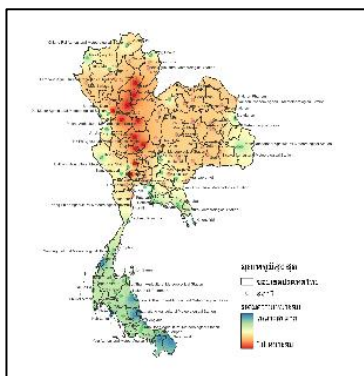
ปริมาณน้ำฝน



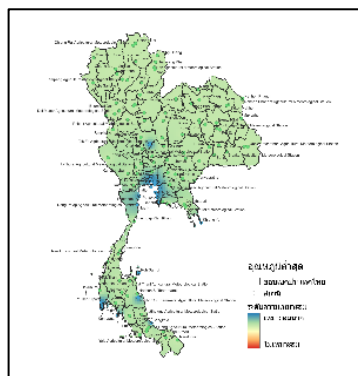
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



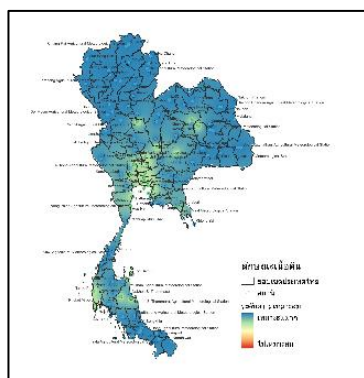
อุณหภูมิสูงสุด



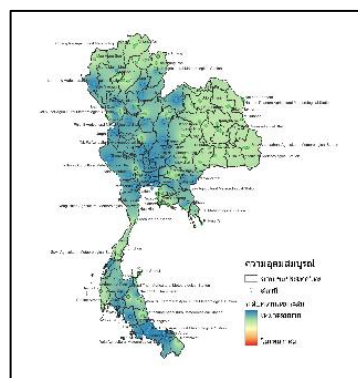
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.46 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี

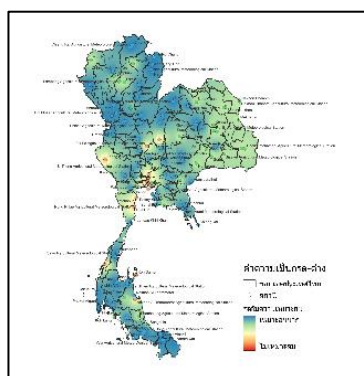
ค.ศ. 2041-2045



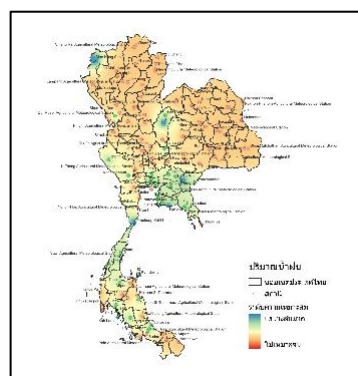
ลักษณะเนื้อดิน



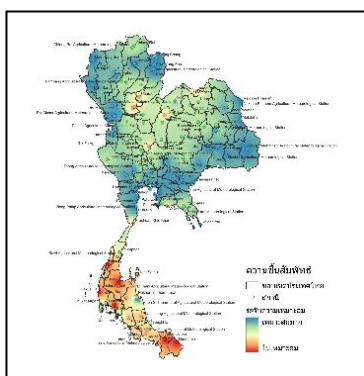
ความอุดมสมบูรณ์



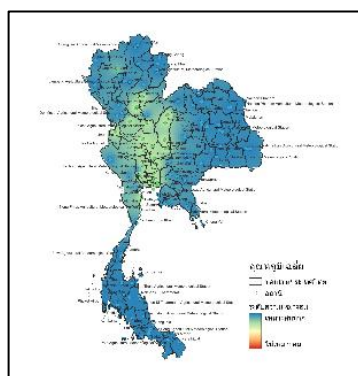
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



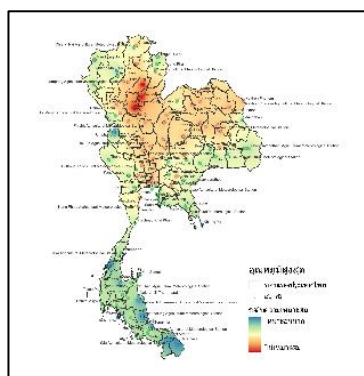
ปริมาณน้ำฝน



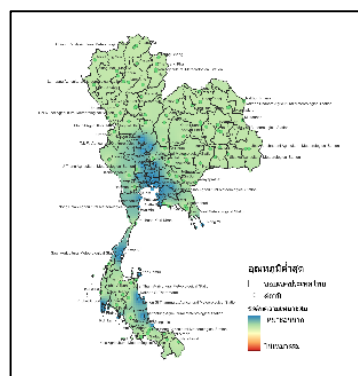
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



อุณหภูมิสูงสุด



อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.47 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP4.5 ปี

ค.ศ. 2046-2050

ที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP8.5) ปีค.ศ. 2021-2050 จะเห็นได้ว่าพื้นที่เหมาะสมจำแนกราย
ปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัยของทั้ง 6 ช่วงปีได้ผลคล้ายกันดังภาพที่ 4.48-4.53 จะเห็นว่า ลักษณะเนื้อดินพื้นที่
เหมาะสมมากจะอยู่เกือบทั้งประเทศไทย ยกเว้นตอนกลาง และตอนล่างเล็กน้อยที่เหมาะสมปานกลาง

ความอุดมสมบูรณ์ของดินจะมีพื้นที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนกลาง และตอนล่าง ส่วนบริเวณ
อื่น ๆ จะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินจะมีพื้นที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนบน และตอนล่าง

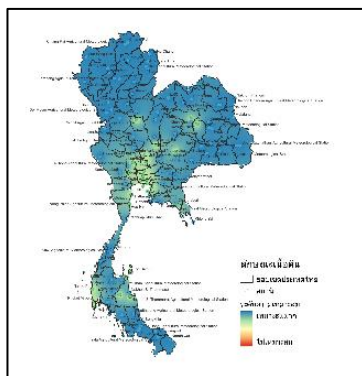
ปริมาณน้ำฝนจะมีพื้นที่เหมาะสมมากเล็กน้อยอยู่ในบริเวณตอนกลางล่าง และพื้นที่ตอนบน
ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนในระดับเหมาะสมน้อย

ความชื้นสัมพัทธ์จะเห็นได้ว่า พื้นที่เหมาะสมมากอยู่ในตอนบน และตอนกลาง ส่วนตอนล่าง
ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสม

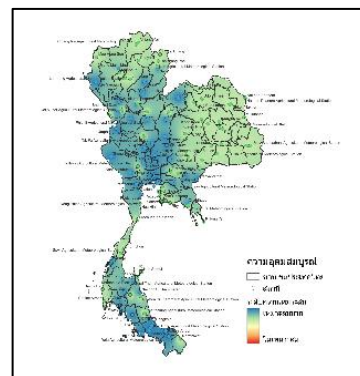
อุณหภูมิเฉลี่ย พื้นที่เหมาะสมมากจะอยู่เกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย ยกเว้นตอนกลาง และ
ตอนบนบางส่วนมีพื้นที่เหมาะสมปานกลาง

อุณหภูมิสูงสุด พื้นที่เหมาะสมมากจะอยู่ในตอนล่าง ตอนกลางจะมีอุณหภูมิสูงสุดของพื้นที่
อยู่ในระดับไม่เหมาะสม และตอนบนจะมีพื้นที่เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

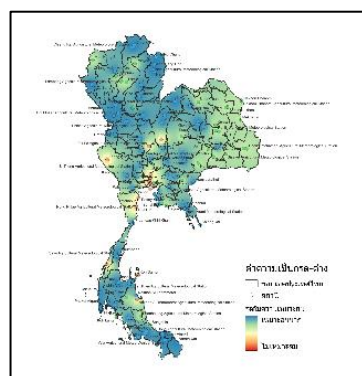
อุณหภูมิต่ำสุด พื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสม
มากมีเล็กน้อยบริเวณภาคกลางตอนล่าง และภาคใต้



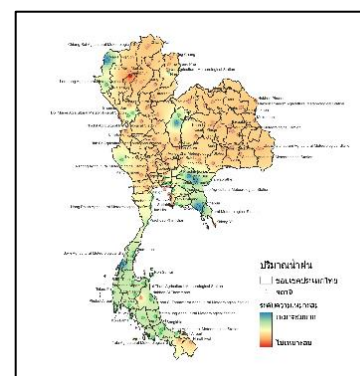
ลักษณะเนื้อดิน



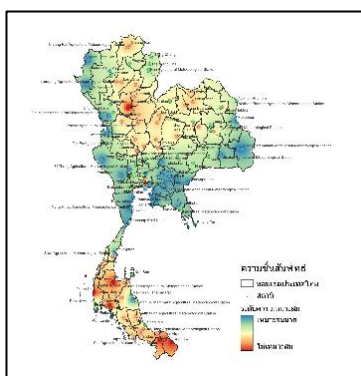
ความอุดมสมบูรณ์



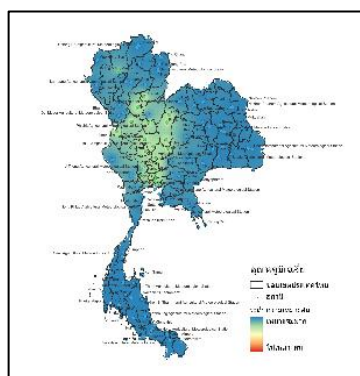
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



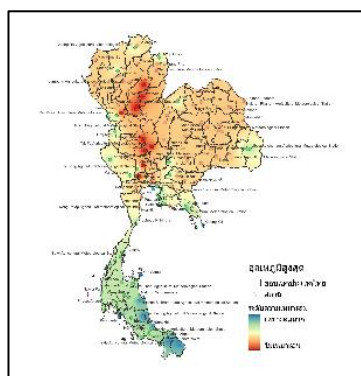
ปริมาณน้ำฝน



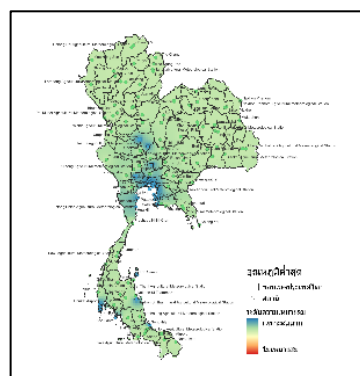
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



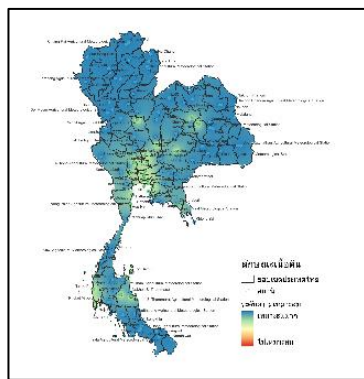
อุณหภูมิสูงสุด



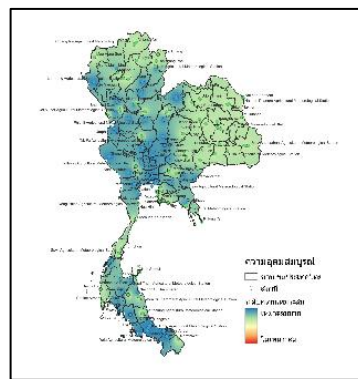
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.48 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี

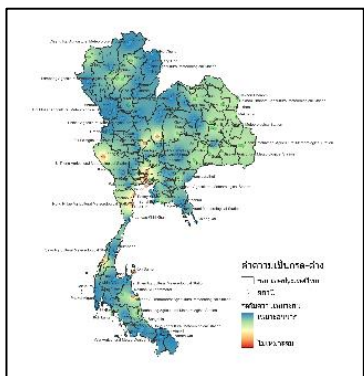
ค.ศ. 2021-2025



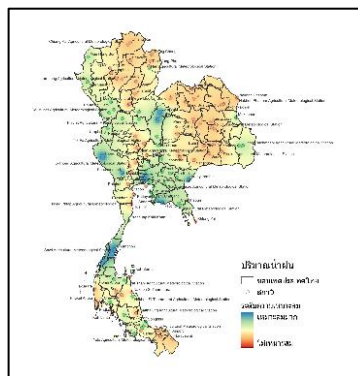
ลักษณะเนื้อดิน



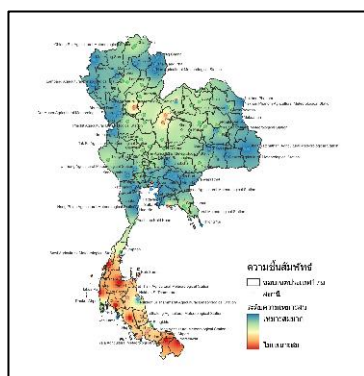
ความอุดมสมบูรณ์



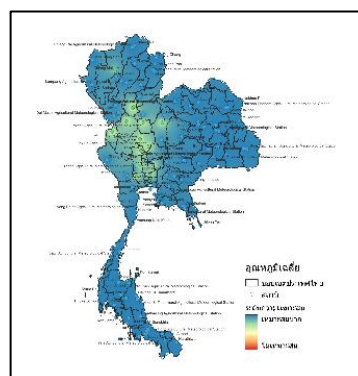
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



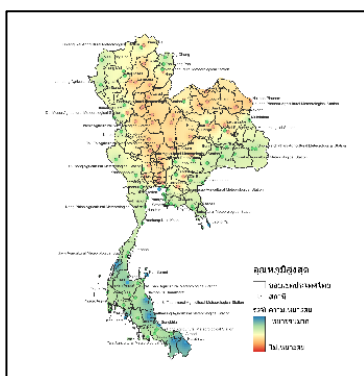
ปริมาณน้ำฝน



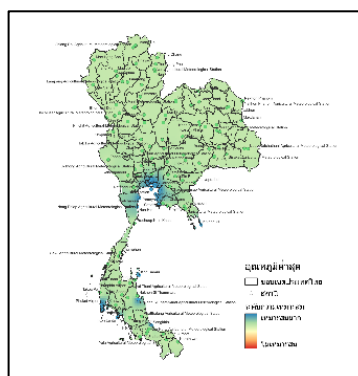
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



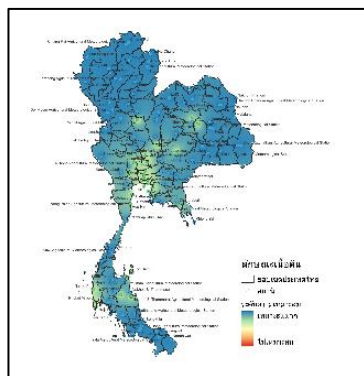
อุณหภูมิสูงสุด



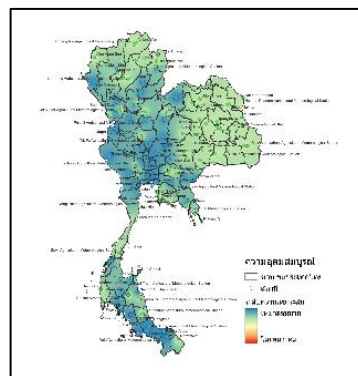
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.49 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี

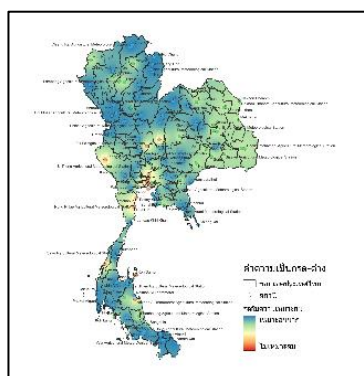
ค.ศ. 2026-2030



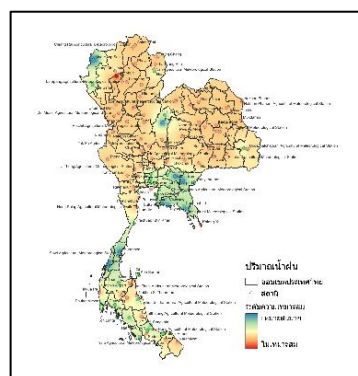
ลักษณะเนื้อดิน



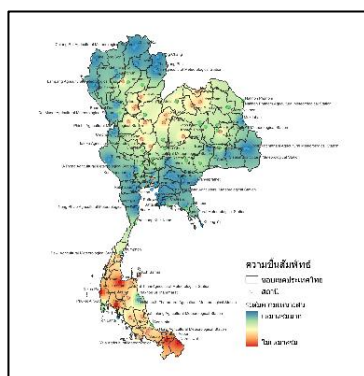
ความอุดมสมบูรณ์



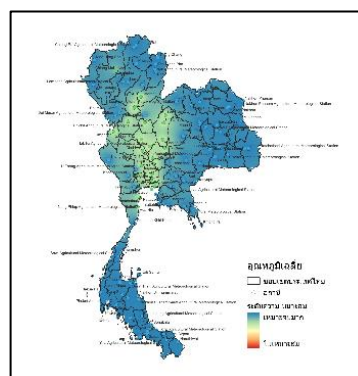
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



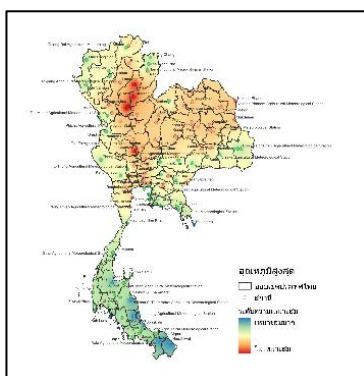
ปริมาณน้ำฝน



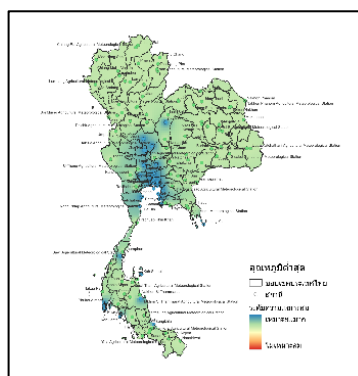
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



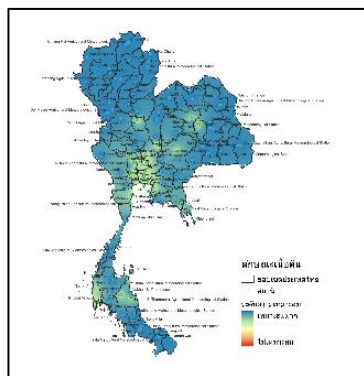
อุณหภูมิสูงสุด



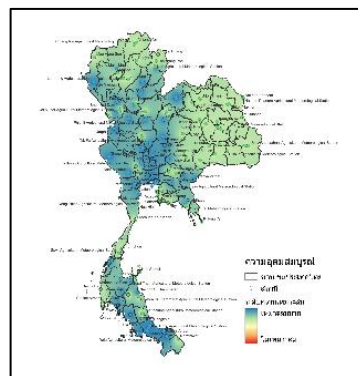
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.50 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี

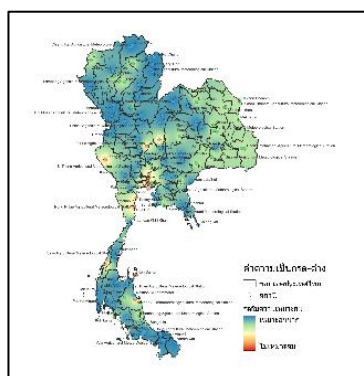
ค.ศ. 2031-2035



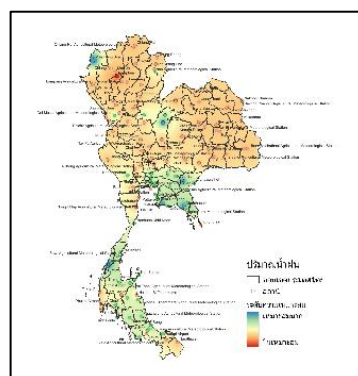
ลักษณะเนื้อดิน



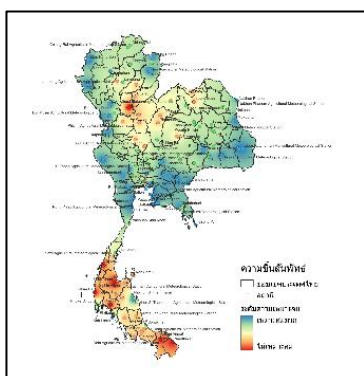
ความอุดมสมบูรณ์



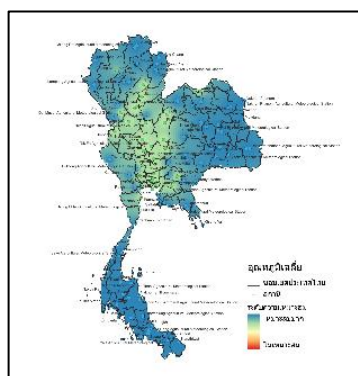
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



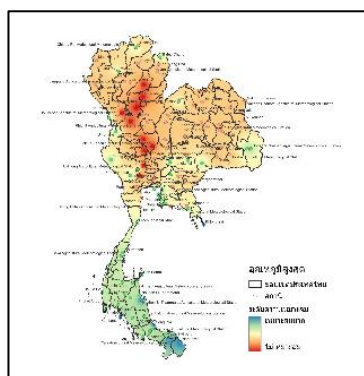
ปริมาณน้ำฝน



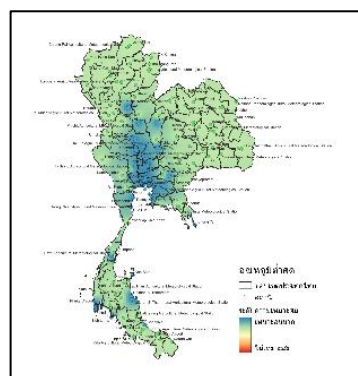
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



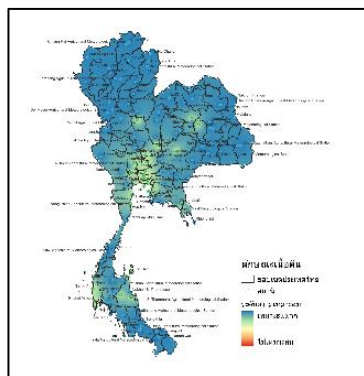
อุณหภูมิสูงสุด



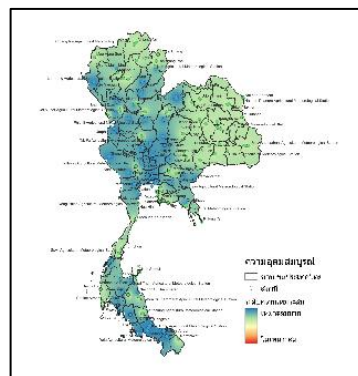
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.51 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี

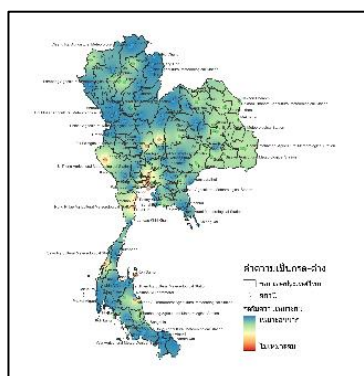
ค.ศ. 2036-2040



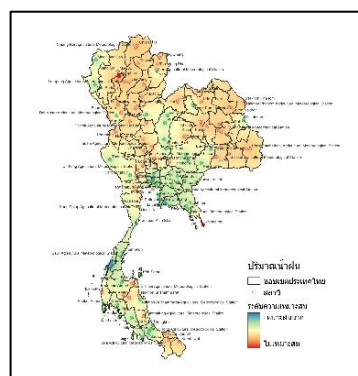
ลักษณะเนื้อดิน



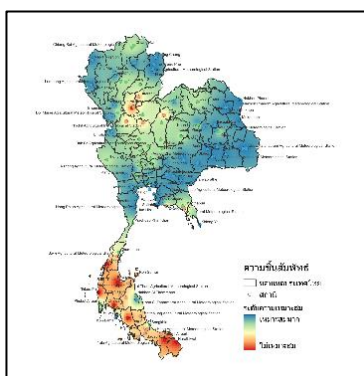
ความอุดมสมบูรณ์



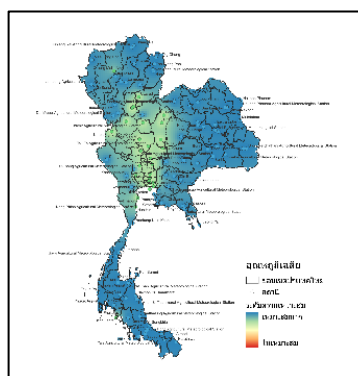
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



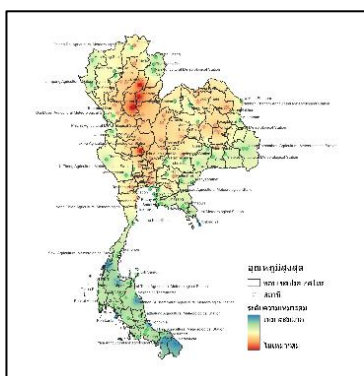
ปริมาณน้ำฝน



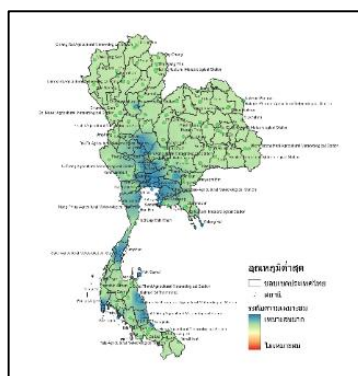
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



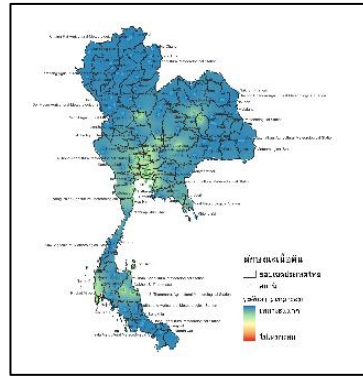
อุณหภูมิสูงสุด



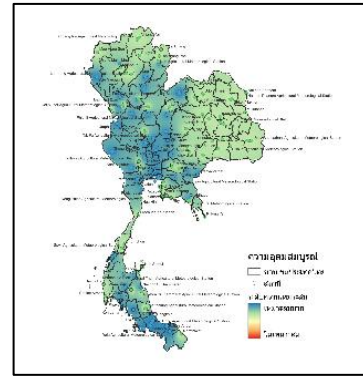
อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.52 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี

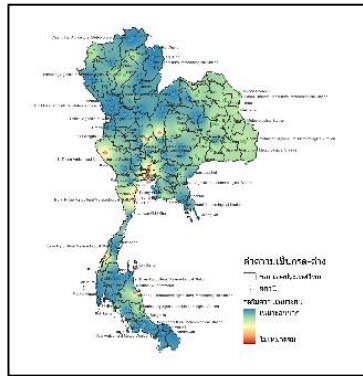
ค.ศ. 2041-2045



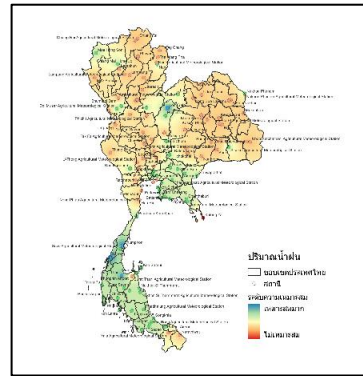
ลักษณะเนื้อดิน



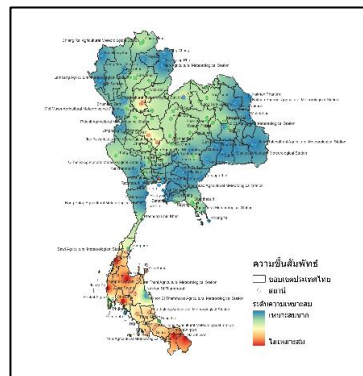
ความอุดมสมบูรณ์



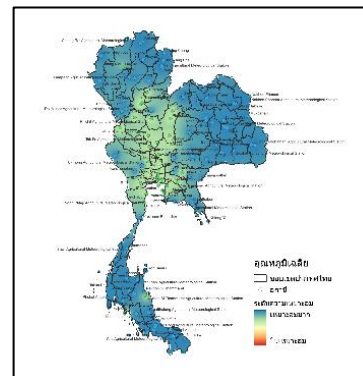
ค่าความเป็นกรด-ด่าง



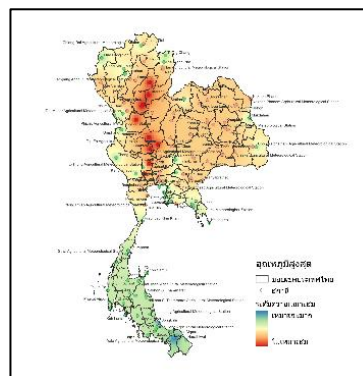
ปริมาณน้ำฝน



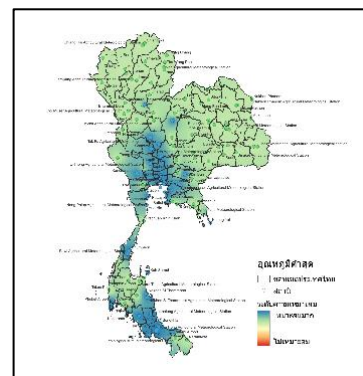
ความชื้นสัมพัทธ์



อุณหภูมิเฉลี่ย



อุณหภูมิสูงสุด



อุณหภูมิต่ำสุด

ภาพที่ 4.53 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลัง แยกรายปัจจัยที่ RCP8.5 ปี

ค.ศ. 2046-2050

จากการซ้อนทับปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และข้อมูลดิน รวมทั้งหมด 8 ตัวแปรด้วยวิธีการค่าระยะทางกลับโดยน้ำหนัก (IDW) โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (QGIS) จะได้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย ดังนี้

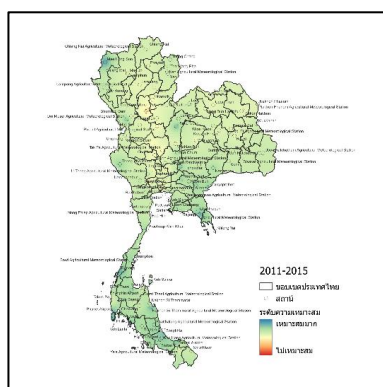
ตารางที่ 4.49 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2011-2015 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
A	3.57	29.79	100.00	-	C	3.57	24.47	100.00	-
B	7.14	14.89	-	-	E	21.43	9.57	-	-
C	7.14	32.98	-	-	N	3.57	15.96	-	-
D	21.43	9.57	-	-	NE	3.57	28.72	-	-
E	35.71	3.19	-	-	S	57.14	11.70	-	-
F	25.00	9.57	-	-	W	10.71	9.57	-	-

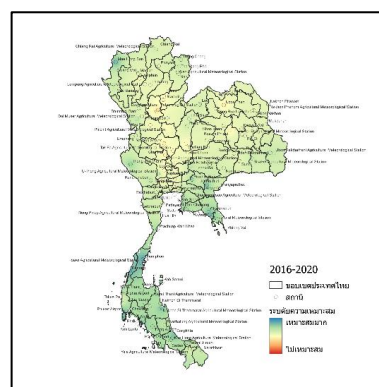
ตารางที่ 4.50 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคปี ค.ศ. 2016-2020 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
A	-	25.88	7.69	-	C	-	18.82	76.92	-
B	-	17.65	76.92	-	E	30.77	8.24	-	-
C	3.85	17.65	-	-	N	3.85	16.47	7.69	-
D	3.85	17.65	15.38	-	NE	-	30.59	15.38	-
E	42.31	7.06	-	-	S	57.69	14.12	-	-
F	50.00	14.12	-	-	W	7.69	11.76	-	-

C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก



ปี ค.ศ. 2011-2015



ปี ค.ศ. 2016-2020

ภาพที่ 4.54 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังปี ค.ศ. 2011-2020

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในปี ค.ศ. 2011-2015 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 3.57, 21.43, 3.57, 3.57, 57.14 และ 10.71 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 3.57, 7.14, 7.14, 21.43, 35.71 และ 25 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในปี ค.ศ. 2016-2020 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 30.77, 3.85, 0, 57.69 และ 7.69 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 3.85, 3.85, 42.31 และ 50 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความเหมาะสม จะได้จำนวนสถานีตรวจวัดอากาศของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังในอดีตเป็นดังตารางที่ 4.51

ตารางที่ 4.51 จำนวนสถานีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง (ปี ค.ศ. 2011-2020)

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม							
	เหมาะสมมาก (S1)		เหมาะสมปานกลาง (S2)		เหมาะสมน้อย (S3)		ไม่เหมาะสม (N)	
	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี
2011 - 2015	1.00-1.75	28	1.75-2.50	94	2.50-3.25	2	3.25-4.00	-
2016 - 2020	1.00-1.75	26	1.75-2.50	85	2.50-3.25	13	3.25-4.00	-

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2011-2020 ไม่มีสถานีใดไม่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง สถานีที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย ในแต่ละช่วงปีมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 2011-2015 มีจำนวน 28, 94 และ 2 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2016-2020 มีจำนวน 26, 85 และ 13 สถานีตามลำดับ และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระดับความเหมาะสมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ 3

ตารางที่ 4.52 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	2.94	30.00	-	-	C	20.59	21.11	-	-
B	-	23.33	-	-	E	23.53	7.78	-	-
C	11.76	12.22	-	-	N	8.82	14.44	-	-
D	29.41	12.22	-	-	NE	-	31.11	-	-
E	14.71	7.78	-	-	S	41.18	14.11	-	-
F	41.18	14.4	-	-	W	5.88	11.11	-	-

ตารางที่ 4.53 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	20.00	88.89	-	C	-	23.33	55.56	-
B	-	36.67	11.11	-	E	16.00	12.22	-	-
C	-	15.56	-	-	N	-	14.44	33.33	-
D	24.00	2.22	-	-	NE	-	30.00	11.11	-
E	16.00	18.89	-	-	S	84.00	6.67	-	-
F	60.00	6.67	-	-	W	-	13.33	-	-

ตารางที่ 4.54 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	23.60	66.67	-	C	-	26.97	33.33	-
B	-	30.34	33.33	-	E	37.93	4.49	-	-
C	-	14.61	-	-	N	-	17.98	-	-
D	17.24	16.85	-	-	NE	-	26.97	66.67	-
E	44.83	2.25	-	-	S	55.17	12.36	-	-
F	37.93	12.36	-	-	W	6.90	11.24	-	-

ตารางที่ 4.55 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	5.00	36.90	-	-	C	5.00	28.57	-	-
B	2.50	19.05	-	-	E	32.50	2.38	-	-
C	12.50	14.29	-	-	N	7.50	15.48	-	-
D	30.00	14.29	-	-	NE	5.00	30.95	-	-
E	25.00	2.38	-	-	S	40.00	13.10	-	-
F	25.00	13.10	-	-	W	10.00	9.52	-	-

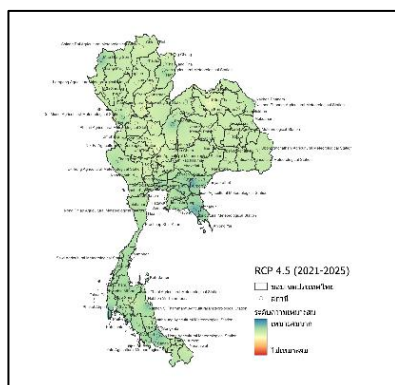
ตารางที่ 4.56 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	29.07	-	-	C	-	19.77	81.82	-
B	-	22.09	90.91	-	E	37.04	5.81	-	-
C	14.81	17.44	9.09	-	N	3.70	15.12	18.18	-
D	14.81	13.95	-	-	NE	3.70	31.40	-	-
E	37.04	2.33	-	-	S	55.56	13.95	-	-
F	33.33	15.12	-	-	W	-	13.95	-	-

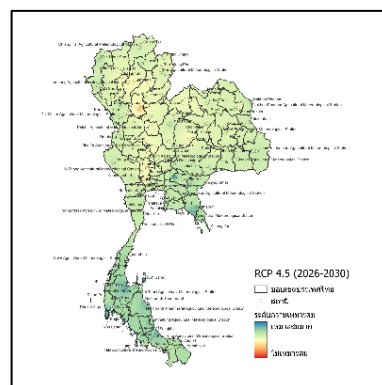
ตารางที่ 4.57 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	19.79	-	-	C	4.00	23.96	66.67	-
B	4.00	18.75	100.00	-	E	56.00	1.04	-	-
C	-	23.96	-	-	N	4.00	14.58	33.33	-
D	40.00	10.42	-	-	NE	-	29.17	-	-
E	28.00	5.21	-	-	S	24.00	21.88	-	-
F	28.00	21.88	-	-	W	12.00	9.38	-	-

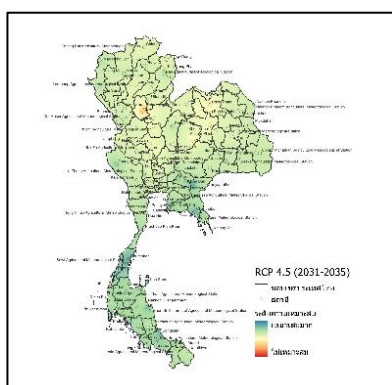
C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก



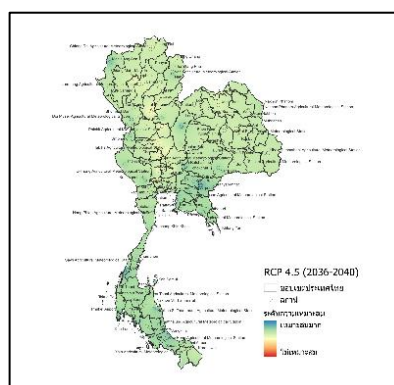
ปี ค.ศ. 2021-2025



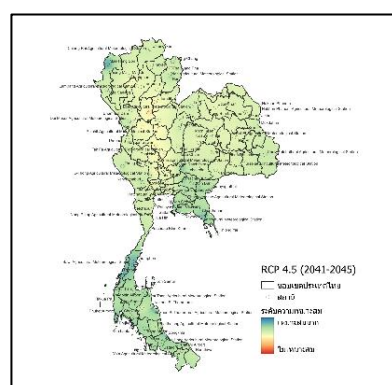
ปี ค.ศ. 2026-2030



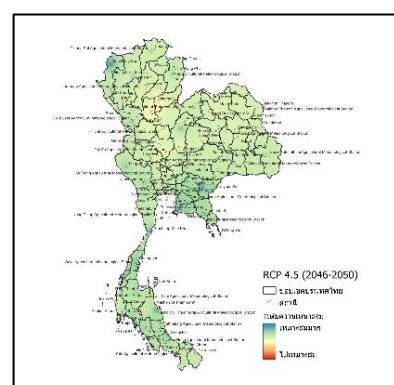
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040



ปี ค.ศ. 2041-2045



ปี ค.ศ. 2046-2050

ภาพที่ 4.55 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2050

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2021-2025 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดที่ไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 22.58, 25.81, 9.68, 0, 35.48 และ 6.45 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 3.23, 0, 12.9, 32.26, 12.9 และ 38.71 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2026-2030 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 16, 0, 0, 84 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 24, 16 และ 60 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2031-2035 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 37.93, 0, 0, 55.17 และ 6.9 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 0, 17.24, 44.83 และ 37.93 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2036-2040 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 5, 32.5, 7.5, 5, 40 และ 10 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 5, 2.5, 12.5, 30, 25 และ 25 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2041-2045 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 37.04, 3.7, 3.7, 55.56 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 14.81, 14.81, 37.04 และ 33.33 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP4.5 ในปี ค.ศ. 2046-2050 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 4, 56, 4, 0, 24 และ 12 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 4, 0, 40, 28 และ 28 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความเหมาะสม จะได้จำนวนสถานีตรวจวัดอากาศของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) เป็นดังตารางที่ 4.58

ตารางที่ 4.58 จำนวนสถานีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง (RCP4.5)

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม							
	เหมาะสมมาก (S1)		เหมาะสมปานกลาง (S2)		เหมาะสมน้อย (S3)		ไม่เหมาะสม (N)	
	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี
2021 - 2025	1.00-1.75	31	1.75-2.50	79	2.50-3.25	14	3.25-4.00	-
2026 - 2030	1.00-1.75	25	1.75-2.50	90	2.50-3.25	9	3.25-4.00	-
2031 - 2035	1.00-1.75	29	1.75-2.50	89	2.50-3.25	6	3.25-4.00	-
2036 - 2040	1.00-1.75	40	1.75-2.50	84	2.50-3.25	-	3.25-4.00	-
2041 - 2045	1.00-1.75	27	1.75-2.50	86	2.50-3.25	11	3.25-4.00	-
2046 - 2050	1.00-1.75	25	1.75-2.50	96	2.50-3.25	3	3.25-4.00	-

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2021-2050 ไม่มีสถานีใดไม่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง สถานีที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อยในแต่ละช่วงปีมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 2021-2025 มีจำนวน 31, 79 และ 14 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2026-2030 มีจำนวน 25, 90 และ 9 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2031-2035 มีจำนวน 29, 89 และ 6 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2036-2040 มีจำนวน 40, 84 และ 0 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2041-2045 มีจำนวน 27, 86 และ 11 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2046-2050 มีจำนวน 25, 96 และ 3 สถานีตามลำดับ และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระดับความเหมาะสมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ 3

ตารางที่ 4.59 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	24.71	-	-	C	-	24.71	71.43	-
B	-	24.71	85.71	-	E	28.13	7.06	-	-
C	6.25	15.29	14.29	-	N	3.13	15.29	28.57	-
D	18.75	14.12	-	-	NE	-	32.94	-	-
E	25.00	10.59	-	-	S	56.25	10.59	-	-
F	50.00	10.59	-	-	W	12.50	9.41	-	-

ตารางที่ 4.60 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2026-2030 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	2.27	22.50	-	-	C	20.45	21.25	-	-
B	11.36	16.25	-	-	E	31.82	1.25	-	-
C	6.82	30.00	-	-	N	4.55	17.50	-	-
D	45.45	7.50	-	-	NE	9.09	30.00	-	-
E	20.45	3.75	-	-	S	20.45	22.50	-	-
F	13.64	20.00	-	-	W	13.64	7.50	-	-

ตารางที่ 4.61 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2031-2035 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	24.44	-	-	C	3.23	25.56	66.67	-
B	3.23	22.22	100.00	-	E	48.39	-	-	-
C	6.45	18.89	-	-	N	6.45	14.44	33.33	-
D	35.48	15.56	-	-	NE	3.23	30.00	-	-
E	35.48	1.11	-	-	S	35.48	17.78	-	-
F	19.35	17.78	-	-	W	3.23	12.22	-	-

ตารางที่ 4.62 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2036-2040 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	4.17	36.96	87.50	-	C	4.17	22.83	50.00	-
B	4.17	14.13	12.50	-	E	45.83	4.35	-	-
C	29.17	23.91	-	-	N	4.17	13.04	37.50	-
D	20.83	4.35	-	-	NE	-	29.35	12.50	-
E	16.67	5.43	-	-	S	37.50	19.57	-	-
F	25.00	15.22	-	-	W	8.33	10.87	-	-

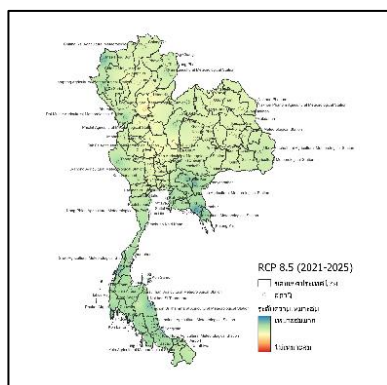
ตารางที่ 4.63 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2041-2045 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	16.22	30.95	-	-	C	2.70	27.38	66.67	-
B	2.70	28.57	100.00	-	E	32.43	3.57	-	-
C	16.22	9.52	-	-	N	10.81	13.10	33.33	-
D	27.03	10.71	-	-	NE	13.51	27.38	-	-
E	21.62	4.76	-	-	S	32.43	17.86	-	-
F	16.22	15.48	-	-	W	8.11	10.71	-	-

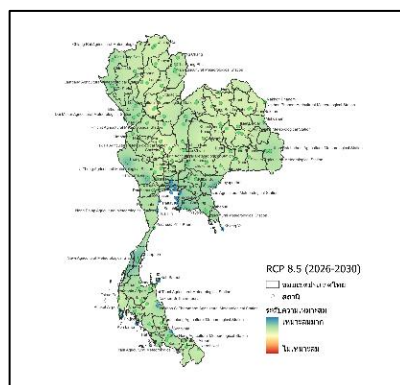
ตารางที่ 4.64 ร้อยละระดับความเหมาะสมของแต่ละกลุ่มและแต่ละภูมิภาคที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2046-2050 (มันสำปะหลัง)

กลุ่ม	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม	ภูมิภาค	เหมาะสม มาก	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม น้อย	ไม่ เหมาะสม
A	-	27.47	-	-	C	-	25.27	75.00	-
B	-	17.58	100.00	-	E	20.69	9.89	-	-
C	3.45	25.27	-	-	N	3.45	15.38	25.00	-
D	13.79	10.99	-	-	NE	3.45	29.67	-	-
E	27.59	8.79	-	-	S	62.07	9.89	-	-
F	55.17	9.89	-	-	W	10.34	9.89	-	-

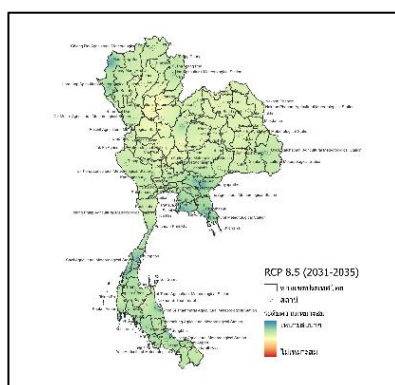
C-กลาง, E-ตะวันออก, N-เหนือ, NE-ตะวันออกเฉียงเหนือ, S-ใต้, W-ตะวันตก



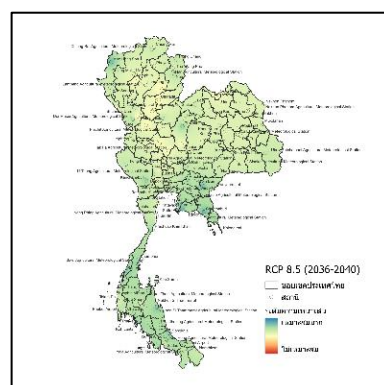
ปี ค.ศ. 2021-2025



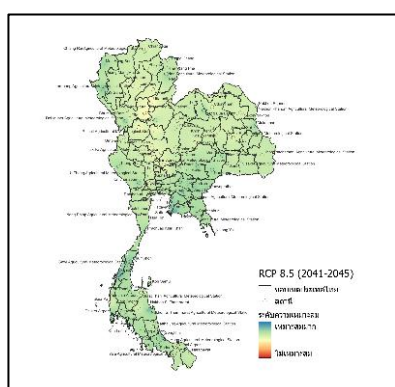
ปี ค.ศ. 2026-2030



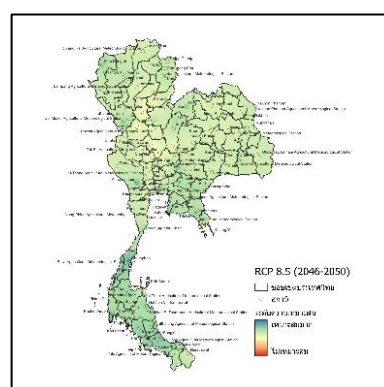
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040



ปี ค.ศ. 2041-2045



ปี ค.ศ. 2046-2050

ภาพที่ 4.56 ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2050

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2021-2025 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดที่ไม่เหมาะสม พื้นที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 28.13, 3.13, 0, 56.25 และ 12.5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 6.25, 18.75, 25 และ 50 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2026-2030 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 20.45, 31.82, 4.55, 9.09, 20.45 และ 13.64 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 2.27, 11.36, 6.82, 45.45, 20.45 และ 13.64 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2031-2035 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 3.23, 48.39, 6.45, 3.23, 35.48 และ 3.23 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 3.23, 6.45, 35.48, 35.48 และ 19.35 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2036-2040 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 4.17, 45.83, 4.17, 0, 37.5 และ 8.33 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 4.17, 4.17, 29.17, 20.83, 16.67 และ 25 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2041-2045 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 2.7, 32.43, 10.81, 13.51, 32.43 และ 8.11 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 16.22, 2.7, 16.22, 27.03, 21.62 และ 16.22 ตามลำดับ

จากภาพผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังที่ RCP8.5 ในปี ค.ศ. 2046-2050 พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม พื้นที่ที่เหมาะสมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันตกคิดเป็นร้อยละ 0, 20.69, 3.45, 3.45, 62.07 และ 10.34 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่มพบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 0, 0, 3.45, 13.79, 27.59 และ 55.17 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับความเหมาะสม จะได้จำนวนสถานีวิจัยวัดอากาศของพื้นที่สำหรับปลูกมันสำปะหลังที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) เป็นดังตารางที่ 4.65

ตารางที่ 4.65 จำนวนสถานีที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง (RCP8.5)

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม							
	เหมาะสมมาก (S1)		เหมาะสมปานกลาง (S2)		เหมาะสมน้อย (S3)		ไม่เหมาะสม (N)	
	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี	ช่วง คะแนน ความ เหมาะสม	จำนวน สถานี
2021 - 2025	1.00-1.75	32	1.75-2.50	85	2.50-3.25	7	3.25-4.00	-
2026 - 2030	1.00-1.75	44	1.75-2.50	80	2.50-3.25	-	3.25-4.00	-
2031 - 2035	1.00-1.75	31	1.75-2.50	90	2.50-3.25	3	3.25-4.00	-
2036 - 2040	1.00-1.75	24	1.75-2.50	92	2.50-3.25	8	3.25-4.00	-
2041 - 2045	1.00-1.75	37	1.75-2.50	84	2.50-3.25	3	3.25-4.00	-
2046 - 2050	1.00-1.75	29	1.75-2.50	91	2.50-3.25	4	3.25-4.00	-

จากตารางจะเห็นได้ว่า ในปี ค.ศ. 2021-2050 ไม่มีสถานีใดไม่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลัง สถานีที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อยในแต่ละช่วงปีมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 2021-2025 มีจำนวน 32, 85 และ 7 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2026-2030 มีจำนวน 44, 80 และ 0 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2031-2035 มีจำนวน 31, 90 และ 3 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2036-2040 มีจำนวน 24, 92 และ 8 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2041-2045 มีจำนวน 37, 84 และ 3 สถานีตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2046-2050 มีจำนวน 29, 91 และ 4 สถานีตามลำดับ และสามารถดูรายละเอียดของแต่ละระดับความเหมาะสมเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ 3

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การจัดกลุ่มพื้นที่เพาะปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ภายใต้สภาวะโลกร้อน มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และเพื่อศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในอนาคต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลรายเดือนของสถานีตรวจวัดสภาพอากาศจำนวน 124 สถานี จากแบบจำลอง CCAM ประกอบด้วย ตัวแปรปัจจัยสภาพภูมิอากาศจำนวน 5 ตัวแปรคือ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ในการวิเคราะห์กลุ่ม ซึ่งเป็นข้อมูลในอดีต ปี ค.ศ. 2011-2020 และข้อมูลในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP 4.5) และข้อมูลในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP 8.5) โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงละ 5 ปี และจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ที่จะใช้วิธี K-means for joint Longitudinal data หรือ Kml3D ซึ่งจะกำหนดจำนวนกลุ่มที่ใช้จัดกลุ่มด้วยเกณฑ์ Calinski & Harabasz Kryszczuk variant และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกลุ่ม และวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชทั้ง 3 ชนิดโดยใช้ข้อมูลดินปี 2561 จากกรมพัฒนาที่ดินร่วมกับข้อมูลปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ผลการศึกษาการจัดกลุ่มพื้นที่เพาะปลูกพืชทั้ง 3 ชนิดตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ภายใต้สภาวะโลกร้อน สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการวิเคราะห์สถิติพรรณนา

การวิเคราะห์ปัจจัยสภาพภูมิอากาศของทุกสถานีจำแนกตามเดือนในแต่ละปี พบว่าตัวแปรแต่ละตัวมีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สภาวะโลกร้อนส่งผลต่อปัจจัยสภาพภูมิอากาศ โดยปัจจัยปริมาณน้ำฝนมีความผันแปรในแต่ละปีมากกว่าปัจจัยอื่น ๆ ในทุกช่วงปีทั้งในอดีต และในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) และสภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) มีลักษณะคล้ายกันในทุกตัวแปร และรูปแบบของปัจจัยสภาพภูมิอากาศมีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีรูปแบบของฤดูกาลที่ชัดเจน

5.1.2 ผลการจัดกลุ่มเชิงพื้นที่

การจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ เป็นการจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศในแต่ละช่วงปี ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์ Calinski & Harabasz, Kryszczuk variant พบว่าจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับการจัดกลุ่ม

คือ 6 กลุ่ม การจัดกลุ่มจะเรียงลำดับกลุ่มตามปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจากน้อยที่สุดไปมากที่สุด โดยกำหนดให้ กลุ่ม A เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด กลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย กลุ่ม C เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยถึงปานกลาง กลุ่ม D เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนปานกลางถึงมาก กลุ่ม E เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนมาก และกลุ่ม F เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด

ข้อมูลในอดีต ปี ค.ศ. 2011-2020 สามารถสรุปลักษณะโดยรวมของแต่ละกลุ่มได้ ดังนี้

กลุ่ม A เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยที่สุด มีความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด มีอุณหภูมิปานกลาง มีการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด ถือเป็นกลุ่มที่มีความแห้งแล้งมากที่สุด

กลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อย มีความชื้นสัมพัทธ์น้อย มีอุณหภูมิมาก มีการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์มาก เป็นกลุ่มที่มีความแห้งแล้งรองลงมา

กลุ่ม C เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยถึงปานกลาง ความชื้นสัมพัทธ์มีการกระจายตัวค่อนข้างมาก และมีอุณหภูมิน้อยถึงปานกลาง

กลุ่ม D เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก อุณหภูมิค่อนข้างน้อย

กลุ่ม E เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ความชื้นสัมพัทธ์มาก อุณหภูมิน้อย

กลุ่ม F เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด อุณหภูมิน้อยที่สุด มีการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิมีการกระจายตัวน้อยที่สุด เป็นกลุ่มที่มีความชุ่มชื้นมากที่สุด

ที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP4.5) ในปี ค.ศ. 2021-2050 สามารถสรุปลักษณะโดยรวมของแต่ละกลุ่มได้ ดังนี้

กลุ่ม A เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยที่สุด มีความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด อุณหภูมิสูง มีการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด อุณหภูมิกระจายตัวมาก

กลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อย มีความชื้นสัมพัทธ์น้อย มีอุณหภูมิมาก มีการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิมาก

กลุ่ม C เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์น้อยถึงปานกลาง ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจึงมีการกระจายตัวมาก

กลุ่ม D เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก อุณหภูมิค่อนข้างน้อย

กลุ่ม E เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ความชื้นสัมพัทธ์มาก อุณหภูมิน้อย และปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมาก

กลุ่ม F เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด อุณหภูมิน้อย ปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจึงกระจายตัวน้อยที่สุด

ที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) ในปี ค.ศ. 2021-2050 สามารถสรุปลักษณะโดยรวมของแต่ละกลุ่มได้ ดังนี้

กลุ่ม A เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยที่สุด มีความชื้นสัมพัทธ์น้อย อุณหภูมิมาก มีการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด อุณหภูมิกระจายตัวมาก

กลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อย มีความชื้นสัมพัทธ์น้อย มีอุณหภูมิมาก มีการกระจายตัวของความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิมาก

กลุ่ม C เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์น้อยถึงปานกลาง อุณหภูมิต่ำสุด น้อย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิมีการกระจายตัวมาก

กลุ่ม D เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ปานกลางถึงมาก อุณหภูมิค่อนข้างน้อย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยกระจายตัวมาก

กลุ่ม E เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ความชื้นสัมพัทธ์มาก อุณหภูมิน้อย และปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมาก

กลุ่ม F เป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด อุณหภูมิน้อย ปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดกระจายตัวน้อยที่สุด

5.1.3 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสม

พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว

จากการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับข้าวในทุกช่วงปี พบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทย ไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม

ข้อมูลในอดีต พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในประเทศไทยในอดีตปี ค.ศ. 2011-2015 และ 2016-2020 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก คิดเป็นร้อยละ 50 และ 50 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F ของสถานีตรวจวัดอากาศ พบว่า ในปี ค.ศ. 2011-2015 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม D และ E คิดเป็นร้อยละ 30 และในปี ค.ศ. 2016-2020 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม E คิดเป็นร้อยละ 50

ที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP 4.5) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในประเทศไทยในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนปกติ ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2031-2035, 2036-2040, 2041-2045 และ 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่ในภาคตะวันออก คิดเป็นร้อยละ 45.45, 62.5, 38.46, 55.56 และ 58.82 ตามลำดับ และในปี ค.ศ. 2026-2030 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 83.33 และเมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F ของสถานีตรวจวัดอากาศ พบว่า ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2031-2035 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม E และ F คิดเป็นร้อยละ 36.36, 37.5 ตามลำดับ ในปี ค.ศ. 2026-2030 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ใน

กลุ่ม F คิดเป็นร้อยละ 61.11 ในปี ค.ศ. 2036-2040, 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม D คิดเป็นร้อยละ 30.77, 47.06 ตามลำดับ และในปี ค.ศ. 2041-2045 พื้นที่เหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม E คิดเป็นร้อยละ 33.33

ที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในประเทศไทยในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2031-2035, 2036-2040 และ 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคภาคตะวันออก คิดเป็นร้อยละ 45.45, 46.67, 70 และ 38.46 ตามลำดับ และในปี ค.ศ. 2026-2030, 2041-2045 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง คิดเป็นร้อยละ 41.67 และ 47.06 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F ของสถานีตรวจวัดอากาศ พบว่า ในปี ค.ศ. 2021-2025 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม D, E และ F คิดเป็นร้อยละ 27.27 ในปี ค.ศ. 2026-2030, 2041-2045 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม D คิดเป็นร้อยละ 58.33, 41.18 ตามลำดับ ในปี ค.ศ. 2031-2035 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม D และ E คิดเป็นร้อยละ 33 ในปี ค.ศ. 2036-2040 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม C คิดเป็นร้อยละ 40 ในปี ค.ศ. 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม C, E และ F คิดเป็นร้อยละ 23.08

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกอ้อย

จากการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในทุกช่วงปี พบว่า ทุกกลุ่มและทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม

ข้อมูลในอดีต พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในประเทศไทยในอดีต ในปี ค.ศ. 2011-2015, 2016-2020 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 95, 95.24 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F ของสถานีตรวจวัดอากาศ พบว่า ในปี ค.ศ. 2011-2015 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม E คิดเป็นร้อยละ 55 และในปี ค.ศ. 2016-2020 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม F คิดเป็นร้อยละ 85.71

ที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP 4.5) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในประเทศไทยในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนปกติ ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2026-2030, 2031-2035, 2036-2041, 2041-2045 และ 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 95.24, 94.44, 95.45, 92, 100 และ 85.71 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F ของสถานีตรวจวัดอากาศ พบว่า ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2026-2030, 2031-2035, 2036-2041, 2041-2045 และ 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม F คิดเป็นร้อยละ 90.48, 72.22, 72.73, 68, 73.68, และ 78.57 ตามลำดับ

ที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อยในประเทศไทยในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2026-2030, 2031-2035, 2036-2041, 2041-

2045 และ 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 95.24, 94.44, 95.45, 92, 100, 85.71, 95.45, 76.47, 88.89, 94.44, 88.24 และ 86.96 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F ของสถานีตรวจวัดอากาศ พบว่า ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2026-2030, 2031-2035, 2036-2041, 2041-2045 และ 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม F คิดเป็นร้อยละ 86.63, 58.82, 66.67, 66.67, 47.06 และ 73.91 ตามลำดับ

พื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง

จากการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในทุกช่วงปี พบว่า ทุกกลุ่มและทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม

ข้อมูลในอดีต พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยในอดีต ในปี ค.ศ. 2011-2015 และ 2016-2020 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 57.14 และ 57.69 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F ของสถานีตรวจวัดอากาศ พบว่า ปีใน ค.ศ. 2011-2015 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม E คิดเป็นร้อยละ 35.71 และในปี ค.ศ. 2016-2020 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม F คิดเป็นร้อยละ 50

ที่สภาวะโลกร้อนปกติ (RCP 4.5) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนปกติ ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2026-2030, 2031-2035, 2036-2040 และ 2041-2045 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 41.18, 84, 55.17, 40 และ 55.56 ตามลำดับ ยกเว้นในปี ค.ศ. 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก คิดเป็นร้อยละ 56 และเมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F ของสถานีตรวจวัดอากาศ พบว่า ปกติ ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2026-2030 พื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม F คิดเป็นร้อยละ 41.18, 60 ตามลำดับ ในปี ค.ศ. 2031-2035, 2041-2045 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม E คิดเป็นร้อยละ 44.83, 37.04 ตามลำดับ และในปี ค.ศ. 2036-2040, 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม D คิดเป็นร้อยละ 30, 40 ตามลำดับ

ที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ (RCP8.5) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยในอนาคตที่สภาวะโลกร้อนเกินปกติ ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 56.25, 62.07 ตามลำดับ ในปี ค.ศ. 2026-2030, 2031-2035, 2036-2040 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออก คิดเป็นร้อยละ 31.82, 48.39, และ 45.83 ตามลำดับ และในปี ค.ศ. 2041-2045 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกและภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 32.43 และเมื่อพิจารณาร่วมกับผลการจัดกลุ่ม A, B, C, D, E และ F ของสถานีตรวจวัดอากาศ พบว่า ในปี ค.ศ. 2021-2025, 2046-2050 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม F คิดเป็นร้อยละ 50, 55.17 ตามลำดับ ในปี ค.ศ. 2026-2030, 2041-2045 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม D คิดเป็นร้อยละ 45.45, 27.03 ตามลำดับ ในปี ค.ศ. 2031-

2035 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม D และ E คิดเป็นร้อยละ 35.48 และในปี ค.ศ. 2036-2040 มีพื้นที่ระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม C คิดเป็นร้อยละ 29.17

5.1.4 อภิปรายผลการวิจัย

จากการจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ของสถานีดตรวจวัดอากาศตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว อ้อย และมันสำปะหลังในอนาคต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยวิธี KmL3D จะได้ทั้งหมด 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A, B, C, D, E และ F โดยเรียงลำดับตามปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจากน้อยที่สุดไปมากที่สุด พบว่า พื้นที่ปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม C, D, E, F ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยถึงมากที่สุดอยู่ในช่วง 1.5-7 มิลลิเมตรต่อวัน หรือคิดเป็น 547.5-2,555 มิลลิเมตรต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์น้อยถึงมากที่สุดอยู่ในช่วงร้อยละ 61-90.5 อุณหภูมิเฉลี่ยน้อยอยู่ในช่วง 24.5-29.5 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิกระจายตัวน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ FAO เรื่องความต้องการน้ำของพืชต่าง ๆ ที่พบว่า ข้าวสาลีต้องการน้ำปริมาณ 450-650 มิลลิเมตรขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และระยะเวลาในการเจริญเติบโต อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตในทุกขั้นตอนอยู่ในช่วง 22-30 องศาเซลเซียส (Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979, pp. 125, 165) และพื้นที่ปลูกข้าวในระดับเหมาะสมปานกลางส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคกลาง เช่น จังหวัดอุบลราชธานี นครราชสีมา สุรินทร์ กระบี่ สุราษฎร์ธานี กำแพงเพชร นครสวรรค์ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการผลิตข้าวนาปีรายจังหวัดย้อนหลัง 5 ปีล่าสุดของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021) ที่แสดงว่า ผลผลิตข้าวนาปีมากที่สุดอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง เช่น จังหวัดอุบลราชธานี นครราชสีมา ศรีสะเกษ นครสวรรค์ เป็นต้น

พื้นที่ปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม F ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ในช่วง 5.5-6.5 มิลลิเมตรต่อวัน หรือคิดเป็น 2,007.5-2,372.5 มิลลิเมตรต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุดอยู่ในช่วงร้อยละ 87.5-90.5 อุณหภูมิเฉลี่ยน้อยอยู่ในช่วง 26-28 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิกระจายตัวน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ FAO เรื่องความต้องการน้ำของพืชต่าง ๆ ที่พบว่า อ้อยต้องการน้ำตลอดช่วงฤดูปลูกประมาณ 1,500-2,500 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยรายวันสำหรับการเจริญเติบโตที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 22-30 องศาเซลเซียส (Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979, pp. 145-146) และพื้นที่ปลูกอ้อยในระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ รองลงมาอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดกระบี่ นครศรีธรรมราช สงขลา สตูล สุราษฎร์ธานี ปราจีนบุรี เป็นต้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่การปลูกอ้อยมีอยู่ทุกภาค ยกเว้นภาคใต้ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศในภาคใต้ไม่เหมาะแก่การเพาะปลูก กล่าวคือ มีฝนตกชุก และอากาศร้อนตลอดปี ทำให้อ้อยไม่หวาน อีกทั้งภาคใต้มีพืชอื่น ๆ ที่ให้ผลผลิต

ดีกว่า เช่น ยางพารา กาแฟ เป็นต้น และจากรายงานการผลิตอ้อยของประเทศไทยประจำปีการผลิต 2560/61 (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2018) จะเห็นได้ว่า พื้นที่ปลูก และผลผลิตอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด รองลงมาเป็นภาคกลาง และภาคเหนือตามลำดับ ซึ่งจะสอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่า พื้นที่เหมาะสมน้อยส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาเป็นภาคกลาง และภาคเหนือตามลำดับ

พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมมากส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม C, D, E, F ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยถึงมากที่สุดอยู่ในช่วง 1.5-7 มิลลิเมตรต่อวัน หรือคิดเป็น 547.5-2,555 มิลลิเมตรต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์น้อยถึงมากที่สุดอยู่ในช่วงร้อยละ 61-90.5 อุณหภูมิเฉลี่ยน้อยอยู่ในช่วง 24.5-29.5 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนกระจายตัวมากที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิกระจายตัวน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการวิจัยของกรมพัฒนาที่ดินที่กำหนดความเหมาะสมของคุณภาพที่ดินสำหรับมันสำปะหลังไว้ว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่เหมาะสมมากอยู่ในช่วง 1,200-1,500 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในช่วงการเจริญเติบโตที่เหมาะสมมากอยู่ในช่วง 25-29 องศาเซลเซียส (ธนัชชา ดิปลังกา, 2017) และพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในระดับเหมาะสมปานกลางส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ เช่น จังหวัดนครราชสีมา อุดรธานี เลย นครสวรรค์ สมุทรปราการ ลพบุรี แพร่ ลำพูน ลำปาง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลผลผลิตมันสำปะหลังโรงงานรายจังหวัดย้อนหลัง 5 ปีล่าสุดของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021) ที่แสดงว่า ผลผลิตมันสำปะหลังโรงงานมากที่สุดอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลางตามลำดับ เช่น จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ อุบลราชธานี กำแพงเพชร นครสวรรค์ กาญจนบุรี สระแก้ว เป็นต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรเพิ่มปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาให้มากขึ้น เช่น ข้อมูลพื้นที่การเพาะปลูกพืชในปัจจุบัน
2. ในการศึกษาการจัดกลุ่มครั้งต่อไป อาจใช้เกณฑ์อื่น ๆ หรือใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสม เช่น Calinski & Harabasz, Genolini variant , Ray & Turi criterion, Davies & Bouldin criterion เป็นต้น เพื่อให้การวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมมีความแม่นยำมากขึ้น
3. ในการศึกษาการจัดกลุ่มครั้งต่อไปอาจใช้วิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ด้วยวิธีอื่น เช่น วิธี TOPSIS เป็นต้น
4. ในการศึกษาการจัดกลุ่มครั้งต่อไปอาจใช้วิธีการประมาณค่าด้วยวิธีอื่น ๆ หรือใช้พิจารณาร่วมกัน เช่น Kriging, Spline เป็นต้น
5. อาจนำข้อมูลการจัดกลุ่ม และการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมไปใช้ในการเตรียมความพร้อม และบริหารจัดการพื้นที่เกษตรสำหรับการปลูกพืชได้

เอกสารอ้างอิง

กนกพร ภาศิฉาย, นิโรจน์ สิ้นณรงค์, กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล, และพัชรินทร์ สุภาพันธุ์, 2563, “ปัจจัยที่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตข้าวและการเกษตรที่ปราศเปรื่องเรื่องสภาพภูมิอากาศในพื้นที่รับน้ำภาคกลางประเทศไทย”, วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), ปีที่ 5, ฉบับที่ 2, หน้า 196-218.

กนกพร ภาศิฉาย, นิโรจน์ สิ้นณรงค์, กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล และพัชรินทร์ สุภาพันธุ์, 2563, “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตข้าวในพื้นที่ภาคกลางของ ประเทศไทย”, วารสารเศรษฐศาสตร์และกลยุทธ์การจัดการ, ปีที่ 7, ฉบับที่ 2, หน้า 1-22.

กมลทัต มูลศรี, 2562, ผลกระทบจากปรากฏการณ์ El Nino-Southern Oscillation (ENSO) ต่อปริมาณ ผลผลิตพืชอาหารในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะบริหารการพัฒนาสังแวดล้อม ส อ บ ั น บัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

กมลทัต มูลศรี, และภักพงศ์ พจนารถ, 2019, “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณผลผลิตอ้อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ”, วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 1, ฉบับที่ 2, หน้า 46-61.

กมลวรรณ มัชฌายา, 2564, การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เอการประมาณค่าคุณภาพน้ำกรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยโสมง จังหวัดปราจีนบุรี, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะบริหารการพัฒนาสังแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ หน้า 25-27.

กรมพัฒนาที่ดิน, 2557, การประเมินคุณภาพที่ดินด้านกายภาพสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดินลุ่มน้ำสาขาลองพระส้าง [Online], Available :

<http://elibrary.idd.go.th/library/flip/bib9847f/bib9847f.html> [18 มีนาคม 2565].

กรมพัฒนาที่ดิน, 2558, แนวทางการบริหารจัดการเขตการใช้ที่ดินสำหรับพื้นที่เกษตรกรรม (Zoning) ในส่วนของเศรษฐกิจ, [Online], Available :

<http://e-library.idd.go.th/library/flip/bib9815f/bib9815f.html> [10 มีนาคม 2565].

กรมพัฒนาที่ดิน, 2559, คู่มือแนวทางการบริหารจัดการเขตเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ [Online], Available: http://www1.ddd.go.th/WEB_PSD/Employee%20Assessment/wean/pch/pch34/3.pdf [27 พฤศจิกายน 2563].

กรมพัฒนาที่ดิน, 2562, คู่มือแนวทางการบริหารจัดการเขตเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ [Online], Available: https://oer.learn.in.th/search_detail/result/113492 [27 พฤศจิกายน 2563].

กรมวิชาการเกษตร, 2020, คู่มือการผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังสะอาดและมีคุณภาพ [Online], Available: <https://www.doa.go.th/fcri/wpcontent/uploads/2021/Knowledgebase/cassava.pdf> [18 ตุลาคม 2563].

กรมอุตุนิยมวิทยา, 2016, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณฝน จากการคาดการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต [Online], Available : <http://www.phuketmet.tmd.go.th/mypdf/ELibrary/General/Gen2.pdf> [19 เมษายน 2565]

กรมอุตุนิยมวิทยา, การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ [Online], Available: <http://www.climate.tmd.go.th/content/article/9> [30 ตุลาคม 2563].

กระทรวงพาณิชย์, 2558, ด้านการค้าต่างประเทศ [Online], Available: <https://www.moc.go.th/index.php/moc-about/2015-10-19-03-39-24/2015-10-19-04-25-36/item/42-6.html> [29 พฤศจิกายน 2564].

การทำนาเกษตรอินทรีย์, 2014, การทำนาเกษตรอินทรีย์ [Online], Available : https://farmtoktoy.blogspot.com/2014/11/blog-post_9.html [9 ตุลาคม 2563].

ชลิดา ตระกูลสุนทร, 2560. การวิเคราะห์ความแปรปรวน [Online], Available: http://pws.npru.ac.th/chalida/index.php?act=6a992d5529f459a44fee58c733255e86&Intype=editor_top&stm_id=1074 [3 กันยายน 2564].

ณัชชา สวัสดิ์รักษ์พงศ์, 2555, ความสัมพันธ์ระหว่างสุขภาพ การศึกษา และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณัฐวดี จินะเปง, ปรียากร แยมผลิ, สกฤตรัตน์ พลอำนาจ, 2563, การจัดกลุ่มข้อมูลผสมหลายตัวแปรของสถานีตรวจวัดอากาศ อุตุณิยมวิทยา ตามปัจจัยสภาพอากาศจากแบบจำลอง Conformal Cubic

Atmospheric Model (CCAM), วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 29-31.

ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP, **มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์** [Online], Available: <http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/339-tapioca-and-products?showall=1&limitstart=> [18 ตุลาคม 2563].

ชนกร น้ำหอมจันทร์, 2562, “โรงงานผลิตพืช”, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 13, ฉบับที่ 2, หน้า 46-62.

ชนัชชา ดีปลั่งกา, 2560, “การจัดการดินเพื่อปลูกมันสำปะหลังในกลุ่มชุดดินที่ 56 จังหวัดตาก โครงการนำร่องการผลิตพืชตามเขตการใช้ที่ดินพืชเศรษฐกิจ เพื่อพัฒนาขีดความสามารถการแข่งขันในประชาคมอาเซียน” [Electronic], หน้า 6, Available : หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ กรมพัฒนาที่ดิน [9 มิถุนายน 2565].

บริษัท เจียไต๋ จำกัด, การดูแลมันสำปะหลังระหว่างการเพาะปลูก ความสำคัญของน้ำ และการเก็บผลผลิต [Online], Available : <https://www.chiataigroup.com/article-detail/KMFertcassava3> [9 ตุลาคม 2564].

บริษัท เจียไต๋ จำกัด, ขั้นตอนการปลูกและการบำรุงให้มันสำปะหลังหัวใหญ่ น้ำหนักดี [Online], Available : <https://www.chiataigroup.com/article-detail/KMFertcassava2> [9 ตุลาคม 2564].

บริษัท เจียไต๋ จำกัด, ปัจจัยสำคัญในการปลูกมันสำปะหลัง เพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพ [Online], Available : <https://www.chiataigroup.com/article-detail/KMFertcassava1> [9 ตุลาคม 2564].

บ้านจอมยุทธ, **คุณประโยชน์และความสำคัญของข้าว** [Online], Available : https://www.baanjommyut.com/library_2/extension-1/rice/09.html [20 กันยายน 2564].

ปรีชา กาเพชร, ทักษิณา ศันสยะวิชัย, และกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, 2557, “ผลกระทบของความหลากหลายของสภาพแวดล้อมต่อการผลิตอ้อยในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย”, **Thai Agricultural Research Journal**, ปีที่ 32, ฉบับที่ 1, หน้า 2-15.

พิพจน์ เรืองแสง, และศิริภา สมบัติภูธร, 2560, “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวฟ่างหวานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย”, การประชุมวิชาการเสนอผลงานบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ 2560, 10 มีนาคม 2560, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พชรมน ทองเฟื่อง, สถิตย์พงษ์ พรหมสถิตย์, ชีราภรณ์ พรหมภักดี และอาภาพร บุญสุวรรณ, 2564, การวิเคราะห์พื้นที่เลี้ยงสัตว์ปีกเพื่อการควบคุมป้องกันโรคด้วยวิธีการตัดสินใจ แบบหลายหลักเกณฑ์และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา: จังหวัดพระนครศรีอยุธยา [Online], Available: <https://region1.dld.go.th/webnew/index.php/th/news-menu/academic-works-menu/856-abstract-the-evaluation-of-suitable-area-for-poultry-farming-2> [12 กุมภาพันธ์ 2565].

มิตรผล โมเดิร์นฟาร์ม, 2020, 4 ระยะการเจริญเติบโตของอ้อย [Online], Available : <http://www.mitrpholmodernfarm.com/news> [9 ตุลาคม 2564].

มนตรี พิริยะกุล, 2013, Panel data analysis. วารสารรวมคำแห่ง สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [Electronic], ปีที่ 30 ฉบับที่ 2 หน้า 41-54

มูลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2017, ชนิดของข้าว [Online], Available : <https://thairice.org/?p=570> [20 กันยายน 2564].

มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, การปลูกข้าว [Online], Available : <https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=3&chap=1&page=t3-1-infodetail06.html> [20 กันยายน 2564].

รัชนิ คระวาด, 2556, การวิเคราะห์ความแปรปรวน [Online], Available : <https://pubhtml5.com/kbik/qyqr> [3 ธันวาคม 2563].

รุจิรัตน์ ขันเมืองปัก, 2561, การประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร, วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2006, อ้อย [Online], Available : <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AD%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A2> [20 กันยายน 2564].

วิโรจน์ อรุณมานะกุล, 2560, สถิติและการใช้โปรแกรม R, [Online], Available: <http://pioneer.chula.ac.th/~awirote/courses/res-tech-ling/statistics-and-r.pdf> [12 มีนาคม 2565].

สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน), กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น **Analytic Hierarchy Process: AHP**, [Online], Available:

https://www.dti.or.th/download/150319174753_3ahp4.pdf [20 มีนาคม 2563].

สำนักการค้าสินค้า / ส่วนสินค้าเกษตร กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2564, ข้าว [Online], Available: <https://www.dtn.go.th/th/tradeinfo> [9 ตุลาคม 2564].

สำนักการค้าสินค้า / ส่วนสินค้าเกษตร กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2564, มันสำปะหลัง [Online], Available: <https://www.dtn.go.th/th/tradeinfo/> [9 ตุลาคม 2564].

สำนักการค้าสินค้า / ส่วนสินค้าเกษตร กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2564, อ้อยและน้ำตาล [Online], Available: <https://www.dtn.go.th/th/tradeinfo/categories/5d303ed3ef41400db11a9a65> [09 ตุลาคม 2564].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2021, สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้าปี 2563 [Online], Available: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2564/commodity2563.pdf> [28 พฤศจิกายน 2563]

สำนักพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้, 2560, การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ : ฟังก์ชันของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ [Online], Available: <http://learn.gistda.or.th> [16 กุมภาพันธ์ 2565].

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), คู่มือโปรแกรม **Quantum GIS Version 1.7.4 เบื้องต้น**, [Online], Available: <http://phetchabunpao.go.th/Admin/Programs/Downloads/Manual%20Qgis174.pdf> [16 พฤษภาคม 2565].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ตัวชี้วัดเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย ปี 2563 [Online], Available: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2564/indicator2563.pdf> [18 มีนาคม 2564].

สำนักดิจิทัลเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, **Microsoft Excel 2013**, [Online], Available: https://www.digital.cmru.ac.th/Uploads/files/Excel_Training.pdf [16 พฤษภาคม 2565].

สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, **Crop requirement ของข้าว**, [Online], Available : http://www.agriman.doe.go.th/home/t.n/t.n1/1Ricecrop_Reguirement/01_Rice.pdf [10 มีนาคม 2565].

สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, **CROP REQUIREMENT : มันสำปะหลัง: อ้อยโรงงาน**, [Online], Available : http://www.agriman.doae.go.th/home/t.n/t.n1/2filcrop_Requirement /01-007-cropre-cassava.pdf [10 มีนาคม 2565].

สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, **CROP REQUIREMENT : อ้อยโรงงาน**, [Online], Available : http://www.agriman.doae.go.th/home/t.n/t.n1/2filcrop_Requirement/01-005-cropre-sugarcane.pdf [10 มีนาคม 2565].

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, **มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์** [Online], Available <http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/339-tapioca-and-products?showall=1&limitstart=> [20 กันยายน 2564].

สยามคูโบต้า, **ลักษณะพื้นที่ปลูกอ้อยที่เหมาะสม** [Online], Available : https://www.kubotasolutions.com/knowledge/sugar_cane/detail/248 [9 ตุลาคม 2564].

หฤษฎ์สถลภรณ์ วิริยะ, 2559, “การศึกษาการเปลี่ยนแปลงและแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง”, วารสารสามคมนักวิจัย, ปีที่ 21, ฉบับที่ 3, หน้า 51-61

อนันต์ พลธานี, 2557, “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการทำเกษตรกรรม”, วารสารเกษตรราชพฤกษ์, ปีที่ 1, ฉบับปฐมฤกษ์, หน้า 1-73.

อภิรักษ์ พัทธโรภาสวัฒนกุล, ขนิษฐา เสถียรพีระกุล, เกศสุดา สิทธิสันติกุล, และนิโรจน์สินณรงค์, 2560, “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ”, **Veridian E-Journal, Silpakorn University**, ปีที่ 10, ฉบับที่ 3, หน้า 2528-2540.

อภิรดี สรวีสูตร, 2559, “การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์: เปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS”, วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ [Electronic], ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม, หน้า 109-192

CARIB TAILS YACHTERS, 2019, **ภาวะโลกร้อนคืออะไร** [Online], Available : <https://caribtails.org/category/environment> [9 ตุลาคม 2564].

C., Genolini, B., Falissard, 2011, “Kml: A package to cluster longitudinal data”, **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, Vol.104, Issue 3, pp. e113

C. Genolini, B. Falissard, J.B. Pingault, 2017, **Package ‘kml3d’** [Online], Available: <https://cran.r-project.org/web/packages/kml3d/kml3d.pdf> [22 มีนาคม 2565].

C. Genolini, X. Arnaud, C. Sentenac, M. Alacoque, 2015, "kml and kml3d: R Packages to Cluster Longitudinal Data", **Journal of Statistical Software** [Electronic], Vol. 65, No. 4, pp. 1-34.

FSEPMICHIGAN, **พืชเศรษฐกิจในปัจจุบัน** [Online], Available : <https://www.fsepmichigan.org> [17 กันยายน 2564].

J., Doorenbos, A.H., Kassam, 1979, “Yield response to water”, **FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER**, Rome, pp. 125-165.

R., Ramadhan, A. S., Awalluddin & R., Cahyandari, 2020, “Multivariable Panel Data Cluster Analysis using Ward Method Gross Enrollment Ratio (GER) Data in West Java in the Year 2015-2018”, **Proceeding International Conference on Science and Engineering**, Vol 3, pp. 291-296.

KAS Kubota (Agri) Solutions, **ลักษณะพื้นที่ปลูกอ้อยที่เหมาะสม** [Online], Available: https://www.kubotasolutions.com/knowledge/sugar_cane/detail/248 [18 ตุลาคม 2564].

K. Kryszczuk ,P. Hurley, 2010, “Estimation of the Number of Clusters Using Multiple Clustering Validity Indices.”, **Multiple Classifier Systems: Proceedings of the 9th International Workshop, MCS 2010, Cairo, Egypt, April 7–9, 2010**, pp. 114–123. Proceedings

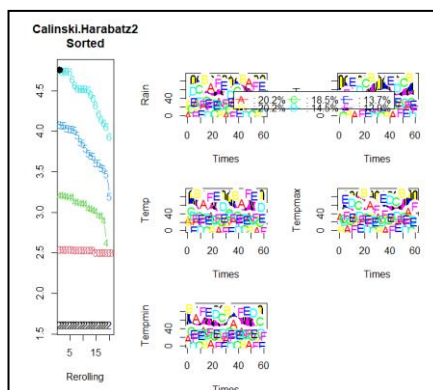
M. Brian, T. Stanslous, and A. Tuarira, 2003, “CASSAVA PRODUCTION”, in **Field Guide to Appropriate Technology**, H. Barrett and B. Christopher (eds.), Academic Press, pp. 318-321

S. Das, A. Kumar, S. Pal and P. Bandopadhyay, 2020, “Impac to Climate Variability on Phennology of Rice”, in **Agronomic Crops: Volume 3: Stress Responses and Tolerance**, H. Mirza (eds.), Springer-Verlag, pp. 13-28

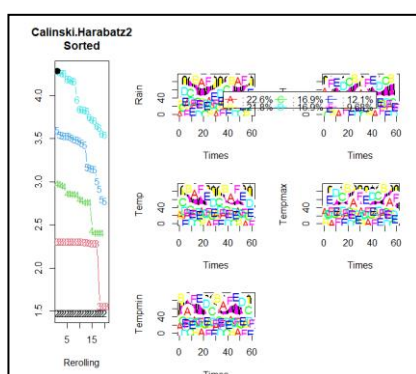
TNAU, **Expert System For Sugarcane**, [Online], Available : https://agritech.tnau.ac.in/expert_system/sugar/botany&climate.html#top. [19 พฤษภาคม 2565].

ภาคผนวก

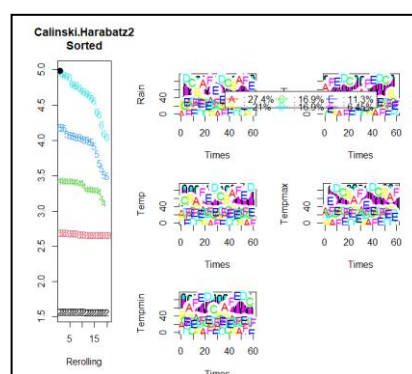
ภาคผนวก ก
การกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม



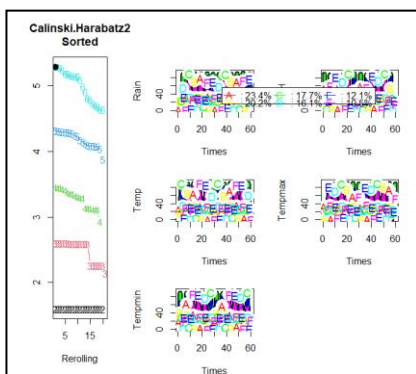
ภาพที่ 1 ผลการกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลปี ค.ศ. 2016-2020



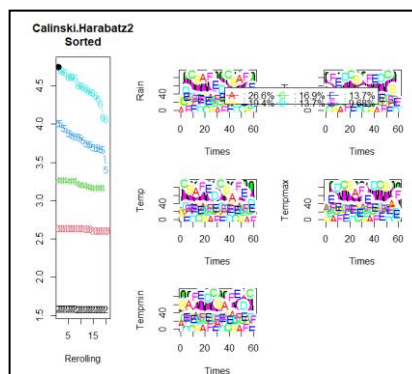
ปี ค.ศ. 2021-2025



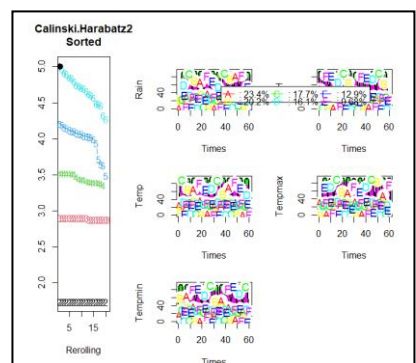
ปี ค.ศ. 2026-2030



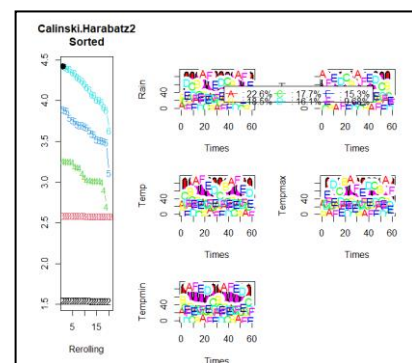
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040

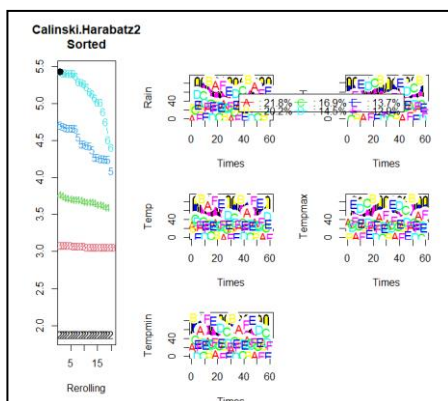


ปี ค.ศ. 2041-2045

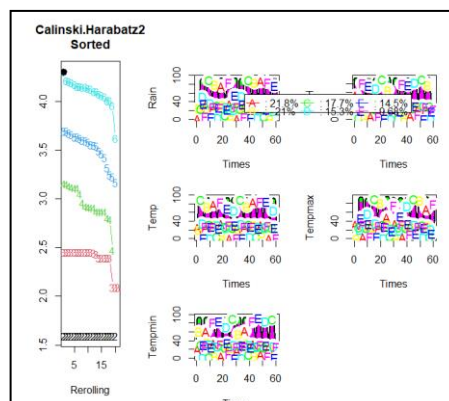


ปี ค.ศ. 2046-2050

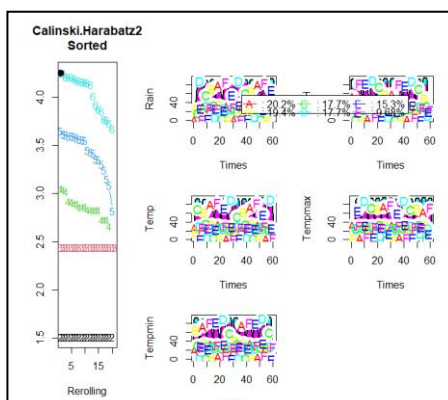
ภาพที่ 2 ผลการกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ RCP 4.5 ปี ค.ศ. 2021-2050



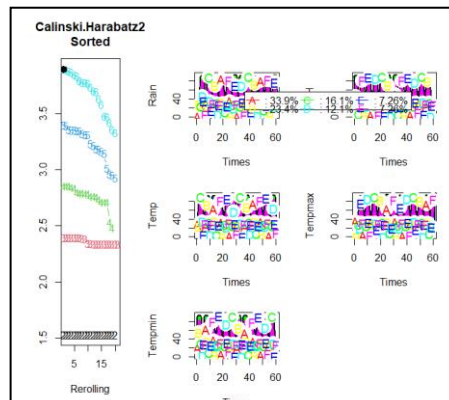
ปี ค.ศ. 2021-2025



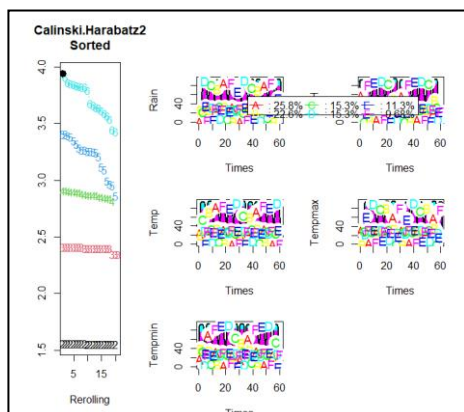
ปี ค.ศ. 2026-2030



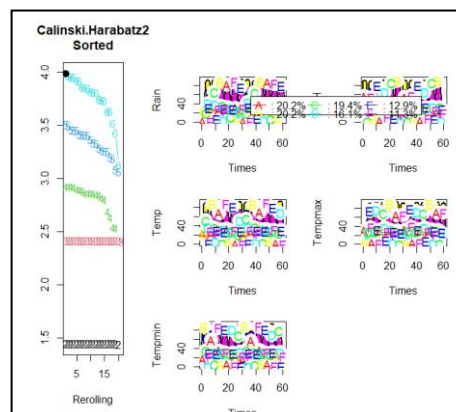
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040



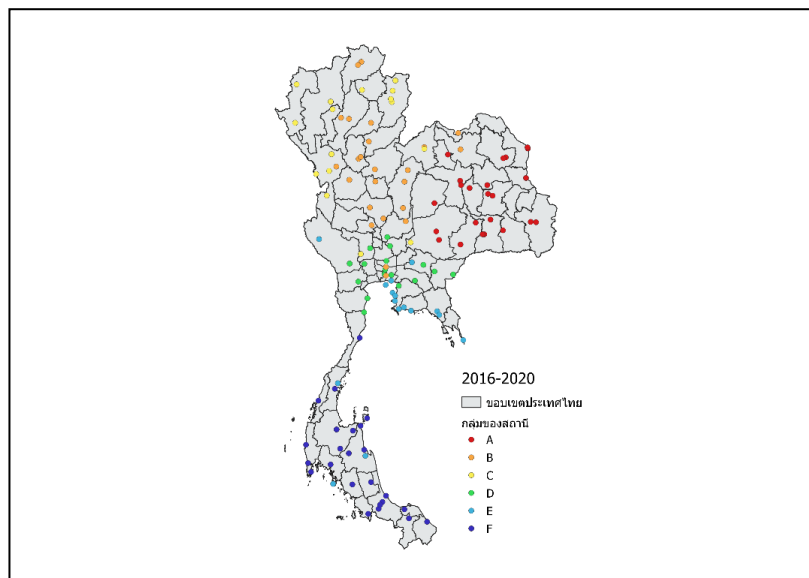
ปี ค.ศ. 2041-2045



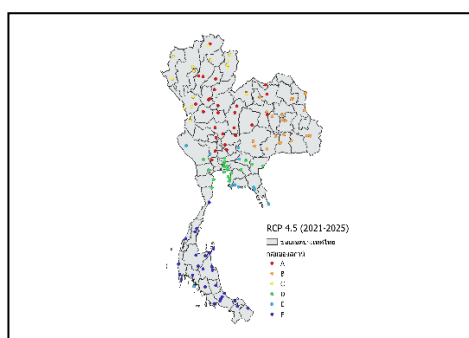
ปี ค.ศ. 2046-2050

ภาพที่ 3 ผลการกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2050

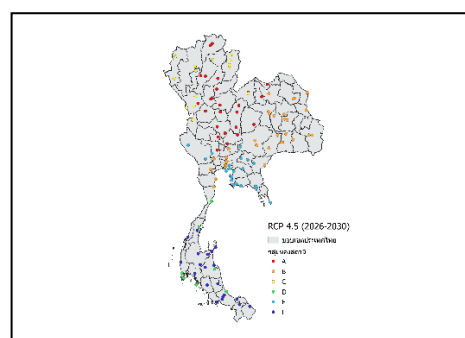
ภาคผนวก ข
การจัดกลุ่มข้อมูลผสม



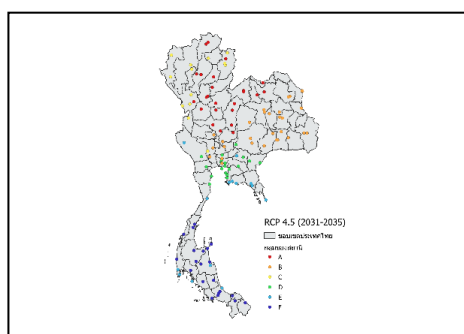
ภาพที่ 4 แผนที่การจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศในปี ค.ศ. 2016-2020



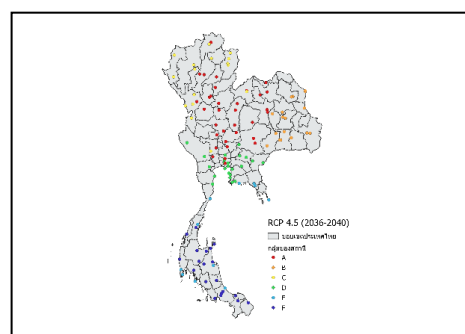
ปี ค.ศ. 2021-2025



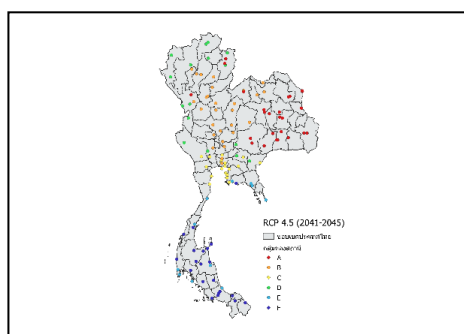
ปี ค.ศ. 2026-2030



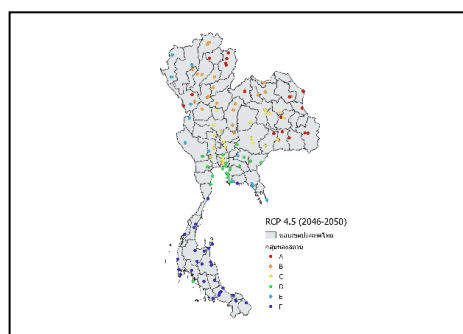
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040

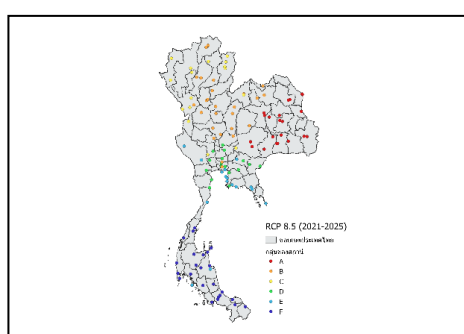


ปี ค.ศ. 2041-2045

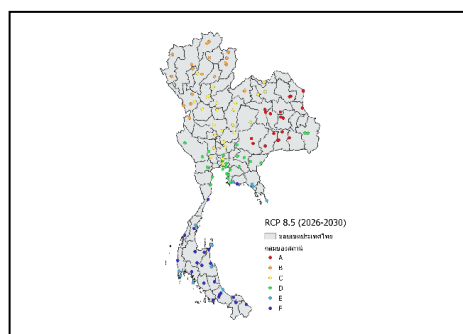


ปี ค.ศ. 2046-2050

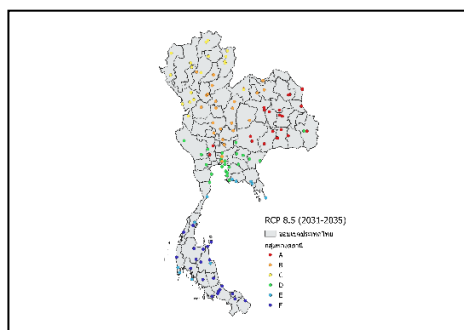
ภาพที่ 5 แผนที่การจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2050



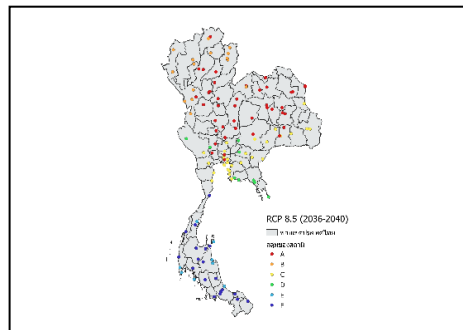
ปี ค.ศ. 2021-2025



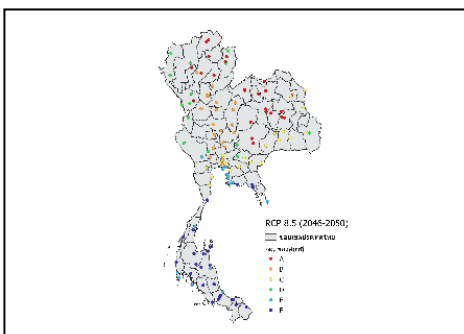
ปี ค.ศ. 2026-2030



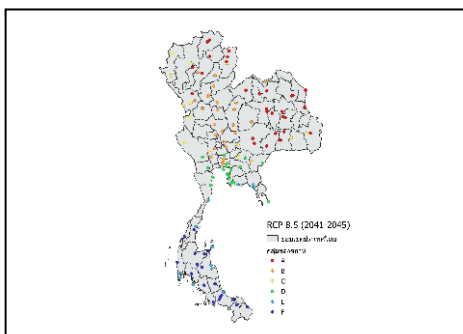
ปี ค.ศ. 2031-2035



ปี ค.ศ. 2036-2040



ปี ค.ศ. 2041-2045



ปี ค.ศ. 2046-2050

ภาพที่ 6 แผนที่การจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2050

ภาคผนวก ค

ตารางการตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกลุ่ม

ตารางที่ 1 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มในปี ค.ศ. 2016-2020

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	20317.300	5	4063.460	319.585	.000
	Within Groups	94521.830	7434	12.715		
	Total	114839.130	7439			
RH	Between Groups	972920.656	5	194584.131	1700.198	.000
	Within Groups	850805.696	7434	114.448		
	Total	1823726.352	7439			
Temp	Between Groups	8719.400	5	1743.880	423.625	.000
	Within Groups	30602.532	7434	4.117		
	Total	39321.931	7439			
Tempmax	Between Groups	19767.148	5	3953.430	964.062	.000
	Within Groups	30485.375	7434	4.101		
	Total	50252.523	7439			
Tempmin	Between Groups	13817.367	5	2763.473	345.413	.000
	Within Groups	59475.698	7434	8.000		
	Total	73293.065	7439			

ตารางที่ 2 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2021-2025

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	20132.799	5	4026.560	268.271	.000
	Within Groups	111579.134	7434	15.009		
	Total	131711.933	7439			
RH	Between Groups	623526.413	5	124705.283	1055.575	.000
	Within Groups	878250.156	7434	118.140		
	Total	1501776.568	7439			
Temp	Between Groups	7631.000	5	1526.200	344.990	.000
	Within Groups	32887.268	7434	4.424		
	Total	40518.268	7439			
Tempmax	Between Groups	11245.996	5	2249.199	532.679	.000
	Within Groups	31389.562	7434	4.222		
	Total	42635.558	7439			
Tempmin	Between Groups	15362.177	5	3072.435	352.812	.000
	Within Groups	64738.344	7434	8.708		
	Total	80100.521	7439			

ตารางที่ 3 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2026-2030

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	11175.304	5	2235.061	244.991	.000
	Within Groups	67820.541	7434	9.123		
	Total	78995.845	7439			
RH	Between Groups	769715.990	5	153943.198	1389.701	.000
	Within Groups	823496.632	7434	110.774		
	Total	1593212.621	7439			
Temp	Between Groups	6541.563	5	1308.313	264.615	.000
	Within Groups	36755.247	7434	4.944		
	Total	43296.811	7439			
Tempmax	Between Groups	13190.354	5	2638.071	579.550	.000
	Within Groups	33839.074	7434	4.552		
	Total	47029.428	7439			
Tempmin	Between Groups	12839.476	5	2567.895	276.256	.000
	Within Groups	69101.725	7434	9.295		
	Total	81941.201	7439			

ตารางที่ 4 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2031-2035

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	20660.240	5	4132.048	398.789	.000
	Within Groups	77027.258	7434	10.361		
	Total	97687.498	7439			
RH	Between Groups	809132.715	5	161826.543	1466.602	.000
	Within Groups	820276.120	7434	110.341		
	Total	1629408.835	7439			
Temp	Between Groups	5992.655	5	1198.531	223.759	.000
	Within Groups	39819.021	7434	5.356		
	Total	45811.676	7439			
Tempmax	Between Groups	12245.264	5	2449.053	524.669	.000
	Within Groups	34700.470	7434	4.668		
	Total	46945.734	7439			
Tempmin	Between Groups	13301.281	5	2660.256	271.804	.000
	Within Groups	72759.679	7434	9.787		
	Total	86060.960	7439			

ตารางที่ 5 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2036-2040

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	18533.305	5	3706.661	230.944	.000
	Within Groups	119316.008	7434	16.050		
	Total	137849.313	7439			
RH	Between Groups	640830.614	5	128166.123	911.241	.000
	Within Groups	1045592.748	7434	140.650		
	Total	1686423.362	7439			
Temp	Between Groups	7506.700	5	1501.340	352.353	.000
	Within Groups	31675.557	7434	4.261		
	Total	39182.257	7439			
Tempmax	Between Groups	11415.354	5	2283.071	522.711	.000
	Within Groups	32469.871	7434	4.368		
	Total	43885.225	7439			
Tempmin	Between Groups	15217.925	5	3043.585	347.472	.000
	Within Groups	65116.116	7434	8.759		
	Total	80334.041	7439			

ตารางที่ 6 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2041-2045

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	21209.604	5	4241.921	243.412	.000
	Within Groups	129551.784	7434	17.427		
	Total	150761.388	7439			
RH	Between Groups	876602.008	5	175320.402	1405.265	.000
	Within Groups	927463.314	7434	124.760		
	Total	1804065.322	7439			
Temp	Between Groups	8082.579	5	1616.516	297.289	.000
	Within Groups	40422.511	7434	5.438		
	Total	48505.091	7439			
Tempmax	Between Groups	15398.526	5	3079.705	606.785	.000
	Within Groups	37730.873	7434	5.075		
	Total	53129.399	7439			
Tempmin	Between Groups	14840.460	5	2968.092	279.465	.000
	Within Groups	78953.670	7434	10.621		
	Total	93794.130	7439			

ตารางที่ 7 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP4.5 ปี ค.ศ. 2046-2050

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	24868.603	5	4973.721	274.508	.000
	Within Groups	134694.351	7434	18.119		
	Total	159562.954	7439			
RH	Between Groups	709607.407	5	141921.481	1505.947	.000
	Within Groups	700585.355	7434	94.241		
	Total	1410192.762	7439			
Temp	Between Groups	5952.482	5	1190.496	260.627	.000
	Within Groups	33957.213	7434	4.568		
	Total	39909.695	7439			
Tempmax	Between Groups	11954.266	5	2390.853	554.283	.000
	Within Groups	32065.927	7434	4.313		
	Total	44020.194	7439			
Tempmin	Between Groups	10734.777	5	2146.955	262.867	.000
	Within Groups	60716.964	7434	8.167		
	Total	71451.741	7439			

ตารางที่ 8 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2021-2025

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	16383.430	5	3276.686	222.358	.000
	Within Groups	109548.095	7434	14.736		
	Total	125931.525	7439			
RH	Between Groups	879602.285	5	175920.457	1173.291	.000
	Within Groups	1114635.781	7434	149.938		
	Total	1994238.066	7439			
Temp	Between Groups	8301.297	5	1660.259	391.154	.000
	Within Groups	31553.712	7434	4.245		
	Total	39855.009	7439			
Tempmax	Between Groups	17847.812	5	3569.562	721.393	.000
	Within Groups	36784.538	7434	4.948		
	Total	54632.350	7439			
Tempmin	Between Groups	12715.102	5	2543.020	314.570	.000
	Within Groups	60097.228	7434	8.084		
	Total	72812.329	7439			

ตารางที่ 9 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2026-2030

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	22100.541	5	4420.108	233.833	.000
	Within Groups	140523.970	7434	18.903		
	Total	162624.511	7439			
RH	Between Groups	696576.626	5	139315.325	1042.669	.000
	Within Groups	993287.419	7434	133.614		
	Total	1689864.045	7439			
Temp	Between Groups	6368.384	5	1273.677	255.917	.000
	Within Groups	36998.412	7434	4.977		
	Total	43366.795	7439			
Tempmax	Between Groups	11485.515	5	2297.103	412.065	.000
	Within Groups	41441.722	7434	5.575		
	Total	52927.237	7439			
Tempmin	Between Groups	14234.288	5	2846.858	334.641	.000
	Within Groups	63242.526	7434	8.507		
	Total	77476.814	7439			

ตารางที่ 10 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2031-2035

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	21098.395	5	4219.679	282.618	.000
	Within Groups	110994.689	7434	14.931		
	Total	132093.084	7439			
RH	Between Groups	751441.757	5	150288.351	1402.515	.000
	Within Groups	796600.110	7434	107.156		
	Total	1548041.867	7439			
Temp	Between Groups	7099.613	5	1419.923	398.773	.000
	Within Groups	26470.445	7434	3.561		
	Total	33570.058	7439			
Tempmax	Between Groups	12374.512	5	2474.902	679.193	.000
	Within Groups	27088.645	7434	3.644		
	Total	39463.157	7439			
Tempmin	Between Groups	14026.676	5	2805.335	402.294	.000
	Within Groups	51839.821	7434	6.973		
	Total	65866.496	7439			

ตารางที่ 11 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2036-2040

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	19598.371	5	3919.674	280.273	.000
	Within Groups	103965.936	7434	13.985		
	Total	123564.307	7439			
RH	Between Groups	794923.853	5	158984.771	1231.428	.000
	Within Groups	959774.392	7434	129.106		
	Total	1754698.245	7439			
Temp	Between Groups	7846.371	5	1569.274	462.693	.000
	Within Groups	25213.207	7434	3.392		
	Total	33059.578	7439			
Tempmax	Between Groups	14732.202	5	2946.440	715.132	.000
	Within Groups	30629.090	7434	4.120		
	Total	45361.292	7439			
Tempmin	Between Groups	13437.184	5	2687.437	413.320	.000
	Within Groups	48336.448	7434	6.502		
	Total	61773.632	7439			

ตารางที่ 12 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2041-2045

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	20223.599	5	4044.720	240.163	.000
	Within Groups	125200.284	7434	16.842		
	Total	145423.884	7439			
RH	Between Groups	653178.806	5	130635.761	1105.360	.000
	Within Groups	878578.853	7434	118.184		
	Total	1531757.659	7439			
Temp	Between Groups	7400.777	5	1480.155	367.613	.000
	Within Groups	29932.193	7434	4.026		
	Total	37332.969	7439			
Tempmax	Between Groups	12242.289	5	2448.458	611.119	.000
	Within Groups	29784.426	7434	4.007		
	Total	42026.715	7439			
Tempmin	Between Groups	14351.222	5	2870.244	360.920	.000
	Within Groups	59119.418	7434	7.953		
	Total	73470.639	7439			

ตารางที่ 13 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการจัดกลุ่มใน RCP8.5 ปี ค.ศ. 2046-2050

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Rain	Between Groups	12493.672	5	2498.734	173.060	.000
	Within Groups	107336.199	7434	14.439		
	Total	119829.871	7439			
RH	Between Groups	682420.989	5	136484.198	984.591	.000
	Within Groups	1030502.731	7434	138.620		
	Total	1712923.720	7439			
Temp	Between Groups	7648.177	5	1529.635	318.636	.000
	Within Groups	35687.483	7434	4.801		
	Total	43335.660	7439			
Tempmax	Between Groups	13388.394	5	2677.679	568.050	.000
	Within Groups	35042.433	7434	4.714		
	Total	48430.827	7439			
Tempmin	Between Groups	16445.582	5	3289.116	344.856	.000
	Within Groups	70902.884	7434	9.538		
	Total	87348.466	7439			

ภาคผนวก ง

ตารางสมาชิกสถานีตรวจวัดอากาศในแต่ละระดับความเหมาะสมของข้าว อ้อย และมันสำปะหลัง

ตารางที่ 1 สมาชิกสถานีวิตรวจวัดอากาศในแต่ละระดับความเหมาะสมของข้าว

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานีวิตรวจวัดอากาศ
2011-2015	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	ลำปาง, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เชื้อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกยวมเชอ, อัมพาง, พิชณุโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทอง, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสดชื่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา,

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, นวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	เพชรบูรณ์, ปราจีนบุรี, อัญประเทศ, สระแก้ว, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, ระนอง
2016-2020	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, แพร่, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, นครสวรรค์, ชัยนาท, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำพูน, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน , ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกหมูเชอ, อัมพาง, พิษณุโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า , ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร อุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรอุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ละโว้, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทอง, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอดสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบิน สุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, อนุรักษ์ประเทศ, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหัวไร่โป่ง, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบิน ปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, ปราจีนบุรี, สระแก้ว, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ชุมพร, ระนอง, กระบี่
RCP4.5 2021-2025	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	-
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร เลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรศรีสำโรง, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอยมูเซอ, อุ้มผาง , พิชณุโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ , มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร , โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุททอง , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, ปราชินบุรี, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร หนองพลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุ ราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม,

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, กระบี่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	เพชรบูรณ์, อัญประเทศ, สระแก้ว, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, ระนอง, เกาะลันตา, สนามบินตรัง
RCP4.5 2026-2030	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, พังงา, อุตรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, ดาก, แม่สอด, เพ็ญภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, อุ้มผาง, พิชณุโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิบูลย์, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยา

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				การเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุททอง, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตชัน, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โขกษัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, อัญประเทศ, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, ระนอง, พระแสง, นครศรีธรรมราช, จวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, สระแก้ว, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ชุมพร, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, ขนอม, สถานี

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, เกาะ ลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบิน หาดใหญ่, สตูล
RCP4.5 2031-2035	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร เลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, ตาก, แม่สอด, เพ็ญภูมิ พล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอดอยมูเซอ, อุ้มผาง, พิชณุโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียร บุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทัย, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตรชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, อัญประเทศ, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิณ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, กบินทร์บุรี, สระแก้ว, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, เกาะสมุย
	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	-

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
RCP4.5 2036-2040	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร เลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรศรีสำโรง, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, อุ้มผาง, พิชญ์โลก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ , มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร , โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทัย , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, ปราจีนบุรี, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, ทองผาภูมิ, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงาน

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				บางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกะสีซัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ห้วยโป่ง, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, สนาบบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนาบบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนาบบินหาดใหญ่, สตูล, สนาบบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกมูเซอ, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, กบินทร์บุรี, อยุธยาประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, กระบี่, สนาบบินตรัง
RCP4.5 2041-2045	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	ลำปาง, แพร่, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, กำแพงเพชร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				, ท่าวังผา, พุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตร สกลนคร, นครพนม, สถานีอุดุนิยมวิทยา การเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ดาก, แม่ สอด, เชื้อนภูมิพล, สถานีอุดุนิยมวิทยา การเกษตรคอกมูเซอ, อุ่มผาง, พิษณุโลก, หล่ม สัก, วิเชียรบุรี, ขอนแก่น, สถานีอุดุนิยมวิทยา การเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, โกสุมพิสัย, กมลา ไสย, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุดุนิยมวิทยา การเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุดุนิยมวิทยา การเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานี อุดุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานี อุดุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานี อุดุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี อุดุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรอุทอง , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, ไชยชัย, สุรินทร์, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมณ บัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานี อุดุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุดุนิยมวิทยา การเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สุราษฎร์

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	เพชรบูรณ์, ปราจีนบุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, ระนอง
RCP4.5 2046-2050	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตะกั่วป่า
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกมูเซอ, อุ่มผาง, พิชณุโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทุม, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตเตชัน, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, ไชยชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, บางนา, ดอนเมือง, ชลบุรี, สัตหีบ, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพนมพิณ, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	เพชรบูรณ์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ละโว้, เชียงใหม่, ปราจีนบุรี, กบินทร์บุรี, อยุธยา ประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, สำนักงาน บางกอก, คลองเตย, บางเขน, เกาะสีชัง, พัทยา, แหลมฉบัง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร
RCP8.5 2021-2025	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง,แพร่, สุโขทัย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, นครสวรรค์, ชัยนาท, ตะกั่วป่า
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรเชียงราย, พะเยา, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรลำปาง, ลำพูน, น่าน, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา,ทุ่งช้าง, อุตรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกหมูเซอ, อัมพวา, พิษณุโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ , มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร , โกสุมพิสัย, กมลาไสย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรตากฟ้า, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทัยธานี, ลพบุรี, บั้วชุม, ไพลอตสเตรชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, ปราชินบุรี, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โขชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสว, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ลวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, เพชรบูรณ์, กบินทร์บุรี, อัญประเทศ, สระแก้ว, ทองผาภูมิ, จันทบุรี, สถานี

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ชุมพร, ระนอง, สตูล
RCP8.5 2026-2030	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	-
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทอง, ลพบุรี, ไพลอตสเตชั่น, ปราจีนบุรี, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โขกชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยา

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				การเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สัตหีบ, เพชรบุรี, ระยอง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, สนาบบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนาบบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนาบบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเตา, สงขลา, สนาบบินหาดใหญ่, สตูล, สนาบบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกมูเซอ, อุ้มผาง, พิชณุโลก, เพชรบูรณ์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรละเซิงเทรา, บัวชุม, สมุทรปราการ, สนาบบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, แหลมฉบัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี
RCP8.5 2031-2035	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ชัยนาท, ตะกั่วป่า

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร เลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกหมูเชอ, อุ่มผาง, พิษณุโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ , มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร , โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอู่ทอง , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, ปราชญ์บุรี, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าชุม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงาน บางกอก, คลองเตย, บางเขน, ชลบุรี, เกาะสีชัง,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองปลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, เพชรบูรณ์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรจะเชิงเตรา, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, บางนา, ดอนเมือง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหัวขโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร, ระนอง
RCP8.5 2036-2040	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	แพร่, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีลำโรง, กำแพงเพชร, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, ตะกั่วป่า
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา,ทุ่งช้าง, อุตรดิตถ์,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร เลย, อุตรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, อุ่มผาง, พิษณุโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, ขอนแก่น, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย , กมลาไสย, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุษุขยา, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทอง , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, ปราชินบุรี, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนอง ปลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุ ราษฎร์ธานีม พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, จวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	เพชรบูรณ์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรระยอง, กบินทร์บุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ชุมพร, ระนอง
RCP8.5 2041-2045	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ชัยนาท, ตะกั่วป่า
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกมูเซอ, อุ่มผาง, พิชญ์โลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุ้มทอง , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตชั่น, ปราจีนบุรี, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร กำแพงแสน, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, หัวหิน, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, ระนอง, สุ ราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบิน ภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	เพชรบูรณ์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ละเชิงเทรา, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณ

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				ภูมิ, กบินทร์บุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร
RCP8.5 2046-2050	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, ตะกั่วป่า
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, อุ่มผาง, พิชญ์โลก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุษายา,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทัย , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเคชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, ปราจีนบุรี, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร สุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บาง นา, บางเขน, คอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา , สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนอง ปลับ, คลองใหญ่, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตร สุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบิน ภูเก็ต, กระบี่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอ หงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, อยุธยา ประเทศ, สระแก้ว, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, ชุมพร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, เกาะลันตา, สนามบินตรัง

ตารางที่ 2 สมาชิกสถานีตรวจวัดอากาศในแต่ละระดับความเหมาะสมของอ้อย

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
2011-2015	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตาก, เขื่อนภูมิพล, พิชณุโลก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรอุทอง, ลพบุรี, ไพลอตสเดชั่น, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน,

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกษะสีซัง, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สอ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, อุ่มพาง, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, บัวชุม, สมุทรปราการ, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, นางรอง, อัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, พัทธยา, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ระนอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, ขนอม, ฉวาง, ตะกั่วป่า, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกษะสมุย, นครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกษะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
2016-2020	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา,ทุ่งช้าง, อุตรดิตถ์,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร เลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรศรีสำโรง, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกยมูเซอ, พิษณุโลก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร , สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุม พิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุททอง , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอดสเคชั่น, สนามบิน สุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, อนุรักษ์ประเทศ, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงาน บางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, ลัดทึบ, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, อุ้มผาง, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, สมุทรปราการ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				ปากช่อง, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, เกาะลี้ช้าง, พัทธยา, แห่ลมฉะบับ, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, ระนอง, ตะกั่วป่า, สะเดา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
RCP4.5 2021-2025	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	เชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน,แพร่ อุดรดิตถ์, หนองคาย อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, หนองบัวลำภู สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ดาก, เขื่อนภูมิพล, อัมพาง, พิชณุโลก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทย, การเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุษาคเนย์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเคชั่น, นครราชสีมา, โชกขัย, สุรินทร์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร กำแพงแสน, ชลบุรี, เกาะสีชัง, แหลมฉบัง, เพชรบุรี
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรเชียงราย, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, เลย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, นครพนม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, แม่สอ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกหมูเซอ, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรฉะเชิงเทรา, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรอุททอง, สมุทรปราการ, สนามบิน สุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรปากช่อง, อรัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, พัทยา, สัตหีบ, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, ชุมพร, ระนอง, พระแสง, นครศรีธรรมราช,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
RCP4.5 2026-2030	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, อุตรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุตรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ดาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, อุ้มผาง, พิชญ์โลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร อุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรอุษาคเนย์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเคชั่น, สนามบินสุวรรณภูมิ กบินทร์ บุรี, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, อรัญประเทศ, ทองผาภูมิ, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงาน บางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ชลบุรี, เกาะสีชัง, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, พังงา, เพชรบูรณ์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุททอง, สมุทรปราการ, ปราชญ์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปาก ช่อง, สระแก้ว, กาญจนบุรี, คอนเมือง, พัทธยา, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสวี่, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, สนามบิน พุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสุราษฎร์ธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรนครศรีธรรมราช, กระบี่, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	คลองใหญ่, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, นราธิวาส
RCP4.5 2031-2035	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ดาก แม่สอด, เชื้อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, พิชณุโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				สุพรรณบุรี, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตชั่น, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, โชคชัยมสุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, อรัญประเทศ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ชลบุรี, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, อุ้มผาง, เพชรบูรณ์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุ้มทอง, สมุทรปราการ, ปราจีนบุรี, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, ดอนเมือง, เกาะสีช้าง, พัทธยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, ระนอง, นครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้วม, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, นวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
RCP4.5 2036-2040	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตาก, เชื้อนภูมิพล, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตชั่น, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, ไชยชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางเขน, สัตหีบ, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, แม่สอ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกมูเซอ, อัมพาง

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				, พิชณุโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรจะเข้เกรา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุ้มทอง, สมุทรปราการ, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, นางรอง, อนุรักษ์ประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, บางนา, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ระนอง, นครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
RCP4.5 2041-2045	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, ท่าวังผา, พังงา, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				อุตุ นิยมวิทยาการเกษตรนครพนม , หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรคอยมูเซอ, พิชณุโลก, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรอุททอง, ลพบุรี, ไพลอตสเตชั่น, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ชลบุรี, สัตหีบ, เพชรบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, น่าน, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรน่าน, อัมพาง, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรละหานทราย, บัวชุม, สมุทรปราการ, ปราชินบุรี, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุ นิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, อนุรักษ์ประเทศ, สระแก้ว, คอนเมือง, เกาะสี

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				ช้าง, พัทยา, แหลมฉบั้ง, ระยอง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, ระนอง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, จวาง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร นครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร พัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลัน ตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบิน หาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
RCP4.5 2046-2050	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย , พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวัง ผา, หุ่นช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร , สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร นครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตาก, เขื่อน ภูมิพล, พิษณุโลก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ , มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร , โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานี

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรอุรุษยา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรอุทุม, ลพบุรี, ไพลอตสเตชั่น, นครราชสีมา, โชกชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรสุรินทร์, ท่าชุม, บุรีรัมย์, นางรอง, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรกำแพงแสน, เพชรบุรี
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, แม่สอด, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรคอกหมูเซอ, อัมผาง, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรระยอง, บัวชุม, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรปากช่อง, อัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรห้วยโป่ง, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, นวาง, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, กระบี่, สะเดา, สตูล, สนามบิน

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				ปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, จันทบุรี, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสวี่, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, สนามบิน พุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรนครศรีธรรมราช, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอ หงส์, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่
RCP8.5 2021-2025	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย , พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, ท่า วังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร , สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร นครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, เขื่อนภูมิพล, พิษณุโลก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร , สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุม พิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุททอง

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตชั่น, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชกชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, เกษะสิขัง, สัตหีบ, แหลมฉบัง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ดาก, แม่สอ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, อุ้มผาง, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, คอนเมือง, ชลบุรี, พัทยา, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, ระนอง, ขนอม, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
RCP8.5 2026-2030	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, แพร่, ท่าวังผา, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, ลพบุรี, ไพลอตสเตชั่น, นครราชสีมา, โชกชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำพูน, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, พังงา, ตาก, แม่สอด, เชื้อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกมูเซอ, อุ้มผาง, พิชญโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี,

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรละโว้, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุททอง, บัวชุม, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, อรัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, ระนอง, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, ปราจีนบุรี, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล
RCP8.5 2031-2035	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน,แพร่, ท่าวังผา, ท่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				อุตุ นิยม วิทยา การเกษตร นครพนม , หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรศรีสำโรง, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรคอยมูเซอ, พิชณุโลก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร , สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรอุบลราชธานี, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรอุรุษยา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรอุททอง , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตชั่น, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรกำแพงแสน, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, แม่ใจ, เชียงใหม่, นาน, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรน่าน, อัมพาง, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, อุบลราชธานี, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรละหานทราย, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุ นิยม วิทยา การเกษตรปากช่อง, อนุรักษ์ประเทศ, สระแก้ว, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, ระนอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, ตะกั่วป่า, สะเดา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
RCP8.5 2036-2040	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตาก, เขื่อนภูมิพล, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				กมลไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุษุธร, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรอุทุม, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตเตชั่น , นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรกำแพงแสน, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรน่าน, แม่สอด, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรดอยมูเซอ, อุ้มผาง, พิชญ์โลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรระยอง, สมุทรปราการ, สนามบิน สุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรปากช่อง, อยุธยา, สระแก้ว, กาญจนบุรี, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บาง นา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา , สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตร ห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ระนอง, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, กระบี่, สะเดา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, จวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
RCP8.5 2041-2045	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, ท่าวังผา,ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, สุกโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตาก, เชื้อนภูมิพล, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุททอง

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				, ลพบุรี, ไพลอตสเตชั่น, สุรินทร์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, เพชรบุรี
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, น่าน, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, หนองบัวลำภู, แม่ สอ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, อุ้มผาง, พิชณุโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียร บุรี, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ฉะเชิงเทรา, บัวชุม, สมุทรปราการ, สนามบิน สุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, บุรีรัมย์, นางรอง, อร์ญประเทศ, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บาง นา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา , สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตร ห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนอง พลับ, คลองใหญ่, ระนอง, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตร สุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, สระแก้ว, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร นครศรีธรรมราช, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะ

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				ลันตา, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบิน หาดใหญ่, สตูล
RCP8.5 2046-2050	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย , พะเยา, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ลำปาง, แพร่, ท่าวังผา, หุ่นช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรศรีสำโรง, เขื่อนภูมิพล, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร อุรุยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรอู่ทอง, ลพบุรี, ไพลอตสเดชั่น, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรกำแพงแสน, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำพูน, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, ตาก, แม่สอด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอยมูเซอ, อุ้มผาง, พิชณุโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรระยอง, บัวชุม, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, อนุรักษ์ประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, คอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหัวไผ่, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, ระนอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, ตะกั่วป่า, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี

ตารางที่ 3 สมาชิกสถานีตรวจวัดอากาศในแต่ละระดับความเหมาะสมของมันสำปะหลัง

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
2011-2015	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	พัทธยา, สัตหีบ
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, อุ้มผาง, พิชญโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรอุทอง, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, โขชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิคมวิทยาการเกษตรสุรินทร์,

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, เพชรบูรณ์, ปราจีนบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, อยุธยา, สระแก้ว, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
2016-2020	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	อุดรดิตถ์, อุดรธานี, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, วิเชียรบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตาก

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				ฟ้า, ชัยนาท, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรกำแพงแสน, บางนา
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรน่าน, ท่าวังผา, พังงา, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร สกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่ สอด, เชื้อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรคอกหมูเชอ, อุ้มผาง, พิชญ์โลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร , กมลาไสย, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุ้มทอง, ลพบุรี, บัว ชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบิน สุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, อนุรักษ์ประเทศ, กาญจนบุรี, สำนักงานบางกอก, คลองเตย,

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				บางเขน, คอนเมือง, ชลบุรี, สัตหีบ, เพชรบุรี, ระยอง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สะเดา, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, ปราจีนบุรี, สระแก้ว, ทองผาภูมิ, เกาะสีชัง, พัทธยา, แห่มลฉบัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, ระนอง, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล
RCP4.5 2021-2025	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	-
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, ท่าวังผา, พังงา, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยา

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				การเกษตรศรีสำโรง, ดาก, แม่สอ, เขื่อนภูมิพล, อุ่มผาง, พิชญ โลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทุม, , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตเตชั่น, สมุทรปราการ, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, ระนอง, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สนามบินตรัง, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกมูเซอ, เพชรบูรณ์, สถานีอุตุนิยมวิทยา

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				การเกษตรจะเชิงเทรา, สนามบินสุวรรณภูมิ, ปราจีนบุรี, กบินทร์บุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล
RCP4.5 2026-2030	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	ลำปาง, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, แพร่, สุโขทัย, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยภูมิ, สุพรรณบุรี, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำพูน, น่าน, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุดุนิยมวิทยาการเกษตรคอกหมูเชอ, อุ่มผาง, พิชญโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียรบุรี,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, ชัยนาท, ร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุษรยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรระยอง, ราชบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทัยธานี, ลพบุรี, บั ลลัญจกร, ไผ่สีสุก, สมุทรปราการ, สอนามบิ นสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, ไซค์ชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, อนุรักษ์ประเทศ, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหัวไผ่, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, ขนอม, ฉวาง, ตะกั่ว ป่า, กระบี่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, สระแก้ว, จันทบุรี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ชุมพร, ระนอง, สุ ราษฎร์ธานี, สอนามบิพนพิน, เกาะสมุย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				นครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร พัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอ หงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี, นราธิวาส
RCP4.5 2031-2035	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	อุดรธานี, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, ชัยภูมิ
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ลำปาง, ลำพูน,แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร เลย, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร สกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรนครพนม, ดาก, แม่สอ, เขื่อนภูมิพล , สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอยมูเซอ, อุ่ม ผาง, พิษณุโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, มุกดาหาร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				อุตุนิยมวิทยาการเกษตรจะเข้เกรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอู่ทอง , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, อัญประเทศ, กาญจนบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร กำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บาง นา, บางเขน, คอนเมือง, ชลบุรี, เพชรบุรี, ระยอง , หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนอง ปลับ, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิณ, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร ยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	ปราจีนบุรี, กบินทร์บุรี, สระแก้ว, ทองผาภูมิ, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพร้าว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, ระนอง, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร นครศรีธรรมราช, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะ ลันตา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
RCP4.5 2036-2040	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	-
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทอง, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, สัตหีบ, เพชรบุรี, ระยอง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยา

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				การเกษตรหนองพลับ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกมูเซอ, อุ้มผาง, พิชญ์โลก, เพชรบูรณ์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ปราจีนบุรี, กบินทร์บุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, นางรอง, อรัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, แหลมฉบัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, ระนอง, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
RCP4.5 2041-2045	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	ลำพูน, อุตรดิตถ์, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, กำแพงเพชร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, หนองคาย, เลย, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร , สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร นครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อน ภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกมูเซอ, อุ้มผาง, พิชญ์โลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียร บุรี, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่า พระ, มุกดาหาร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรี สะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุรุษยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุ้มทอง, ลพบุรี, บัว ชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบิน สุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, สัตหีบ, เพชรบุรี, ระยอง, ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรหนองพลับ, สุราษฎร์ธานี, สนามบิน พุนพิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, ปราจีนบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, อยุธยา, สระแก้ว, เกาะสีชัง, พัทธยา, แห่มลบัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, ระนอง, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี
RCP4.5 2046-2050	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	อุดรดิตถ์, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, พงษ์ช้าง, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, อุ้มผาง, พิชญโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, เพชรบูรณ์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรจะเชิงเทรา, ปราจีนบุรี, อยุธยาประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทธยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สงขลา
RCP8.5 2021-2025	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	ลำพูน, อุดรดิตถ์, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, วิเชียรบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, อุ่มผาง, พิชญ์โลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานี

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				อุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรอุษุขา, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรอุทัย, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตชัน, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, คอนเมือง, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรสวี่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, ขนอม, ลวาง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรคอยมูเซอ, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรละเชิงเทรา, ปราจีนบุรี, กบินทร์บุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, ทองผาภูมิ, ชลบุรี, เพชรบุรี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, ระนอง, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรนครศรีธรรมราช, สถานีอุตุนิยมหา

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				การเกษตรพื้ตลูง, ภูเก้ด, สนามบิณภูเก้ด, เกาะลันตา, สนามบิณตริ้ง, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรคองหงส์, สะเคา, สงขลา, สนามบิณหาดใหญ่, สตูล, สนามบิณปัตตานี
RCP8.5 2026-2030	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	-
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	เชียงราย, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรเชียงราย, พระเขา, แม่โจ้, เชียงใหม่, ลำปาง, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, พุ่งช้าง, อุดรดิตถ์, หนองคาย, เลย, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, สุโขทัย, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรศรีสำโรง, ตาก, อุ้มผาง, พิชณุโลก, เพชรบูรณ์, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรท่าพระ, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรอุรุษยา, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรอู่ทอง, ลพบุรี, บัวชุม, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สทานิอุตุนิยมิวทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, สทานิ

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรกำแพงแสน, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรหนอง ปลับ, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, สถานี อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, สถานี อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, กระบี่, สนามบินตรัง, สะเดา, สนามบินหาดใหญ่, สนามบินปัตตานี, สถานี อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, แม่สอ, เขื่อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรดอยมูเซอ, หล่ม สัก, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตร อุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมหา วิทยาลัยเกษตรจะเข้เชิงเทรา, ไพลอตสเคชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, ปราจีนบุรี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรปากช่อง, อรัญ ประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, ลัดทิบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมหา วิทยาลัยเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานี อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมหา วิทยาลัยเกษตรสวี่, ระนอง, เกาะสมุย, สถานี อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรนครศรีธรรมราช, เกาะ ลันตา, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรคองหงส์, สงขลา, สตูล
	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
RCP8.5 2031-2035	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	อุดรดิตถ์, สุโขทัย, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	เชียงราย, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา,ทุ่งช้าง, หนองคาย, เลย, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เชื้อนภูมิพล, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรคอยมูเซอ, อุ่มผาง, พิชณุโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรตากฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรร้อยภูษา, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรอุทอง, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตชัน, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, กาญจนบุรี, ทองผาภูมิ, สถานีอุดรนิคมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน,

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, เพชรบุรี, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, สุราษฎร์ธานี, สนาบบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, นวาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สะเดา, สนาบบินหาดใหญ่, สนาบบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, เพชรบูรณ์, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรละโว้, ปราจีนบุรี, กบินทร์บุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทธยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, ระยอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, ระนอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ภูเก็ต, สนาบบินภูเก็ต, เกาะลันตา, สนาบบินตรัง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคองหงส์, สงขลา, สตูล
RCP8.5 2036-2040	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	ลำพูน, แพร่, อุดรดิตถ์, หนองคาย, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสำโรง, กำแพงเพชร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตากฟ้า
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง,

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ทุ่งช้าง, เถย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ตาก, แม่สอด, เชื้อนภูมิพล, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกหมูเชอ, อัมผาง, พิชญโลก, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุษุขยา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรมละเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุททอง, ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเดชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ทำดุม, บุรีรัมย์, นางรอง, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, ดอนเมือง, ชลบุรี, เพชรบุรี, ระยอง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, เกาะสมุย, สถานี

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				อุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, นวาง, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, กระบี่, สะเดา, สนามบินหาดใหญ่, สนามบินปัตตานี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, เพชรบูรณ์, ปราจีนบุรี, อรัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, เกาสีซัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, คลองใหญ่, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรสวี, ระนอง, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรนครศรีธรรมราช, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรคอหงส์, สงขลา, สตูล
RCP8.5 2041-2045	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	อุดรดิตถ์, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรศรีสำโรง
	เหมาะสมปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	เชียงราย, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, ทำวังผา, ทุ่งช้าง, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรนครพนม, ดาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, อุ้มผาง, พิชณุโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยการเกษตรขอนแก่น

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				การเกษตรท่าพระ, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรตาก ฟ้า, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทัยธานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทธร , ลพบุรี, บัวชุม, ไพลอตสเตชั่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, นครราชสีมา, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าชุม, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร กำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บาง นา, บางเขน, เพชรบุรี, ระยอง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, หัวหิน, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิณ, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, พระแสง, นครศรีธรรมราช, ขนอม, ฉวาง, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพัทลุง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สนามบินตรัง, สนามบินปัตตานี, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, แม่สะเรียง, น่าน, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรน่าน, หนองบัวลำภู, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอกหมูเขือ, มุกดาหาร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				ละเชิงเทรา, ปราจีนบุรี, กบินทร์บุรี, โชคชัย, บุรีรัมย์, นางรอง, อรัญประเทศ, สระแก้ว, กาญจนบุรี, คอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, สัตหีบ, แหลมฉบัง, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, ระนอง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร นครศรีธรรมราช, ภูเก็ต, สนามบินภูเก็ต, เกาะ ลันตา, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล
RCP8.5 2046-2050	ไม่เหมาะสม	1-1.75	แดง-ส้ม	-
	เหมาะสมน้อย	1.75-2.50	เหลือง	อุดรดิตถ์, สุโขทัย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรศรีสำโรง, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรตากฟ้า
	เหมาะสม ปานกลาง	2.50-3.25	เขียว	แม่สะเรียง, เชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรเชียงราย, พะเยา, แม่ใจ, เชียงใหม่, ลำปาง, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรลำปาง, ลำพูน, แพร่, น่าน, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรน่าน, ท่าวังผา, ท่งช้าง, หนองคาย, เลย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรเลย, อุดรธานี, สกลนคร, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรสกลนคร, นครพนม, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครพนม, หนองบัวลำภู, ดาก, แม่สอด, เขื่อนภูมิพล, อุ้ม ผาง, พิษณุโลก, เพชรบูรณ์, หล่มสัก, วิเชียรบุรี, กำแพงเพชร, ขอนแก่น, สถานีอุตุนิยมวิทยา การเกษตรท่าพระ, มุกดาหาร, สถานี อุตุนิยมวิทยาการเกษตรพิจิตร, โกสุมพิสัย, กมลาไสย, นครสวรรค์, ชัยนาท, ชัยภูมิ, ร้อยเอ็ด

ช่วงปี	ระดับความเหมาะสม	ค่าความเหมาะสมของพื้นที่	สี	สถานที่ตรวจวัดอากาศ
				, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรร้อยเอ็ด, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรศรีสะเกษ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุษาคเนย์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปทุมธานี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรฉะเชิงเทรา, ราชบุรี, สุพรรณบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรอุทธรณ์, ลพบุรี, บัวชุม, ไผ่ตดสดชื่น, สมุทรปราการ, สนามบินสุวรรณภูมิ, กบินทร์บุรี, นครราชสีมา, โชคชัย, สุรินทร์, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุรินทร์, ท่าตูม, บุรีรัมย์, นางรอง, สระแก้ว, ทองผาภูมิ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรกำแพงแสน, สำนักงานบางกอก, คลองเตย, บางนา, บางเขน, คอนเมือง, ชลบุรี, เกาะสีชัง, พัทยา, แหลมฉบัง, เพชรบุรี, ระยอง, หัวหิน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรหนองพลับ, คลองใหญ่, เกาะสมุย, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสุราษฎร์ธานี, ขนอม, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรนครศรีธรรมราช, ฉวาง, ตะกั่วป่า, กระบี่, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรยะลา, นราธิวาส
	เหมาะสมมาก	3.25-4.00	ฟ้า	แม่ฮ่องสอน, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรดอยมูเซอ, ปราจีนบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรปากช่อง, อัญประเทศ, กาญจนบุรี, สัตหีบ, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรห้วยโป่ง, จันทบุรี, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรพริ้ว, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, สถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตรสวี, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, สนามบินพุนพิน, พระแสง, นครศรีธรรมราช, สถานี

ช่วงปี	ระดับความ เหมาะสม	ค่าความ เหมาะสม ของพื้นที่	สี	สถานีตรวจวัดอากาศ
				อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรพัทลุง, ภูเก็ต, สนามบิน ภูเก็ต, เกาะลันตา, สนามบินตรัง, สถานี อุตุนิยมหาวิทยาลัยเกษตรคอหงส์, สะเดา, สงขลา, สนามบินหาดใหญ่, สตูล, สนามบินปัตตานี

ภาคผนวก จ
รหัสต้นฉบับสำหรับการวิเคราะห์กลุ่ม

Boxplot

1. เตรียมข้อมูลแต่ละช่วงปีจำนวน 14 ไฟล์ โดยแต่ละช่วงจะมี 5 ปี ปีละ 12 เดือน ประกอบด้วย แถวคือ สถานีจำนวน 124 สถานี และคอลัมน์ 5 คอลัมน์คือ ปัจจัยสภาพอากาศ ดังนั้นในแต่ละไฟล์มี 7,440 แถว 5 คอลัมน์
2. เขียนคำสั่งสร้าง boxplot โดยใช้แพ็คเกจ reshape2, ggplot2, readr

```
library(readxl)

boxplot <- read.csv("2021_2025_ccam45.csv")

View(boxplot)

data <- subset(boxplot,select=c(10:15))

library(reshape2)

require(ggplot2)

boxplot(data)

df.mdata <- melt(data, id.var = "MONTH")

df.mdata[,1] <- as.factor(df.mdata[,1])

pdata <- ggplot(data = df.mdata, aes(x=variable, y=value)) +
  geom_boxplot(aes(fill=MONTH))

pdata + facet_wrap(~ variable, scales="free")
```

การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลผสม

1. เตรียมข้อมูลจำนวน 14 ไฟล์ แต่ละไฟล์คือข้อมูลแต่ละช่วงปี โดยที่แถวคือ สถานีจำนวน 124 สถานี และคอลัมน์คือ ตัวแปรสภาพภูมิอากาศในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนที่ 1 ไปจนถึงเดือนที่ 60 ซึ่งจะได้เป็นเมทริกซ์ 124×300
2. นำเข้าข้อมูลแต่ละช่วงปี และทำการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูล โดยเรียกใช้แพ็คเกจ kml3d, kml ในการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มที่เหมาะสม และจัดกลุ่มข้อมูล

```
library(readxl)

ccam45 <- read.csv("2021_2025_ccam45.csv ")

library(kml3d)

cld3dccam45 <-

cld3d(ccam45,timeInData=list(Rain=1:60*2,RH=1:60*2+1,Temp=1:60*2+2,Tempmax=1:60*2+3,
Tempmin=1:60*2+4))

#กำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมโดยใช้เกณฑ์ Calinski & Harabasz, Kryszczuk variant

cld3dccam45['criterionActiv'] <- "Calinski.Harabasz2"
```

```

set.seed(123)
kml3d(cld3dccam45)
choice(cld3dccam45)
#จัดกลุ่มข้อมูล โดยกำหนดจำนวนกลุ่มตามผลที่ได้จากเกณฑ์ Calinski & Harabasz, Kryszczuk
variant และ Export ผลการจัดกลุ่มในรูปแบบไฟล์ csv
library(kml)
ccam45$clusters <- getClusters(cld3dccam45,6)
Cluster <- data.frame(ccam45[[1]],cluster=ccam45$clusters)
write.csv(Cluster,file = "Clustering_His_2016-2020.csv")

```

ภาคผนวก จ

บทคัดย่อการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลผสมและการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว

The 10th Undergraduate in Applied Mathematics Conference (UAMC 2022)
Department of Mathematics, Faculty of Applied Science,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok



การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลผสมและการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับ การปลูกข้าว

นิรชา ศรีถาวร, ปุณยาพร ตรือนอกชัย

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.พรทิพย์ เดชพิชัย

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์กลุ่มเชิงพื้นที่ตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโดยใช้ปัจจัยสภาพภูมิอากาศจากตัวแบบ CCAM ปีค.ศ. 2021-2025 และศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวในอนาคตโดยใช้ข้อมูลชุดดินปีพ.ศ. 2561 ร่วมกับปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ด้วยวิธีการ K-means for joint Longitudinal data (KmL3D) และใช้เกณฑ์ของ Calinski & Harabasz, Kryszczuk variant สำหรับกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม และตรวจสอบความเหมาะสมในการจัดกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ด้วยโปรแกรม R-project ส่วนการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น และใช้การประมาณค่าระยะทางกลับโดยน้ำหนักเพื่อแสดงผลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (QGIS)

ผลการวิเคราะห์กลุ่มพบว่า จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับการจัดกลุ่มสถานีตรวจวัดอากาศคือ 6 กลุ่ม โดยพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่ม A, B, C, D, E และ F อยู่ในภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือภาคกลาง และ ภาคเหนือ คิดเป็นร้อยละ 57.14, 96.30, 100, 42.86, 42.86 และ 66.67 ตามลำดับ โดยมี ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในแต่ละกลุ่มคือ 1.87, 6.04, 1.94, 2.52, 2.02 และ 3.75 มม./วัน ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมพบว่า ทุกภูมิภาคในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ใดไม่เหมาะสม และพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อยคิดเป็นร้อยละ 11.29, 78.23 และ

The 10th Undergraduate in Applied Mathematics Conference (UAMC 2022)
Department of Mathematics, Faculty of Applied Science,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok



10.48 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการจัดกลุ่ม พบว่า กลุ่ม A, B, C, D, E และ F มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวในระดับเหมาะสมมาก คิดเป็นร้อยละ 21.43, 0, 14.29, 50.00, 14.29 และ 0 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ข้าว, ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิต่ำสุด, อุณหภูมิสูงสุด, อุณหภูมิเฉลี่ย

The 10th Undergraduate in Applied Mathematics Conference (UAMC 2022)
 Department of Mathematics, Faculty of Applied Science,
 King Mongkut's University of Technology North Bangkok



Panel data clustering and suitable area analysis for rice plantation.

Niracha Srithaworn, Punyaporn Treeanekchai

Advisor: Dr. Porntip Dechpichai

**Department of Mathematics, Faculty of Science, King Mongkut's University of
 Technology Thonburi**

Abstract

The objective of this study was to cluster areas by climatic factors affecting for rice plantation and to study suitable areas for rice cultivation in the future. The climate factors used in the cluster analysis were rainfall, relative humidity, average temperature, maximum temperature Minimum temperature in 2021-2025 from CCAM model. K-means for joint Longitudinal data (KmL3D) method, using the Calinski & Harabasz, Kryszczuk variant criteria for determining the optimal number of clusters was employed. Analysis of variance was used to validate the cluster results using the R-project program. The 2018 soil series data, which were soil data for each province in 77 provinces from the Department of Land Development, consisting of soil series, soil fertility, The pH value of the topsoil and soil texture were used with climate factors to find the suitable area for rice planting. Simple Additive Weighting (SAW) method by calculating the weight of each factor by comparing the importance of each paired factor (Pair-Wise Comparison Matrix) in the analytic hierarchy process (AHP) was used. Inverse distance weight (IDW) estimation was employed to display spatial results using the Quantum Geographic Information System (QGIS).

It was found that there were 6 regions classified. Most areas of group A, B, C, D, E and F were in the central region (57.14%), the South (96.30%), the Northeast (100%), the central region (42.86%), in the North (66.67%), and the Eastern (58.33%) respectively. Their average rainfalls were 1.87, 6.04, 1.94, 2.52, 2.02 and 3.75 mm./day, respectively.

In addition, it was found that areas in Thailand were suitable for rice plantation, which were 8.87%, 70.97 and 20.16% for high, moderate, and low suitable level respectively. To consider with cluster analysis, it showed that the area with high suitable of group A, B, C, D, E and F were 36.36%, 0%, 9.09%, 45.45%, 9.09% and 0% respectively

Keywords : Rice, Rainfall, Lowest temperature, Highest temperature, Average temperature

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล

นางสาวนิรชา ศรีถาวร

วัน เดือน ปีเกิด

30 พฤษภาคม 2541

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา

มัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ปีการศึกษา 2559

ระดับปริญญาตรี

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปีการศึกษา 2564

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

นิรชา ศรีถาวร และปณยาพร ตริอเนกชัย, 2565, “การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลผสมและการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว”, งานประชุมวิชาการสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ครั้งที่ 10, 29-30 เมษายน 2565, ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล

นางสาวปณยาพร ตรือนอกชัย

วัน เดือน ปีเกิด

9 พฤษภาคม 2543

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา

มัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนวัดพุทธบูชา ปีการศึกษา 2560

ระดับปริญญาตรี

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปีการศึกษา 2564

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

นิรชา ศรีถาวร และปณยาพร ตรือนอกชัย, 2565, “การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลผสมและการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว”, งานประชุมวิชาการสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ครั้งที่ 10, 29-30 เมษายน 2565, ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.