การวิเคราะห์โอกาสการเกิดความแห้งแล้งโดยใช้ดัชนีภูมิอากาศเพื่อสนับสนุนการขยายระบบประกันภัยพืชผลไปยังพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในบางจังหวัดของประเทศไทย

Analysis of Probability of Compensation Related to Drought Using Climate Indices to Support the Expansion of Maize Insurance System in Some Provinces of Thailand

ศักดิ์ดา หอมหวล[1] และ ชฎา ณรงค์ฤทธิ์[1]

Saksa Homhuan and Chada Narongrit

บทคัดย่อ

ตั้งแต่ปี 2550 ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส)ร่วมกับสมาคมประกันวินาศภัย ได้ดำเนินการขายประกันภัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา สระบุรี เพชรบูรณ์ ลพบุรี และนครสวรรค์ อย่างไรก็ตาม ยังขาดความพร้อมในเรื่องข้อมูลและเครื่องมือรองรับระบบประกันภัยแบบใช้ดัชนี จึงทำให้การดำเนินโครงการประกันภัยนี้จำกัดอยู่เฉพาะบางอำเภอใน 5 จังหวัดข้างต้นเท่านั้น ดังนั้น เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการขยายระบบประกันภัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไปยังพื้นที่อื่นๆ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์โอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชยสูงสุด (โอกาสเกิดความแห้งแล้งสูง) จากดัชนีปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 30 ปี ในพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 12 จังหวัด ได้แก่ พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร นครสวรรค์ ชัยนาท สุพรรณบุรี บุรีรัมย์ สุรินทร์ ยโสธร ขอนแก่น มหาสารคาม และร้อยเอ็ด โดยเปรียบเทียบช่วงคุ้มครองระหว่าง 3 ช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 80 วัน คือ 1) 19 ก.ค. - 6 ต.ค., 2) 26 ก.ค. -13 ต.ค. และ 3) 2 ส.ค. - 20 ต.ค. โดยแต่ละทางเลือกแบ่งเป็น 3 ระยะเอาประกัน คือ 1) ช่วงเริ่มการเพาะปลูก 30 วัน, 2) ช่วงการเจริญเติบโต 20 วัน และ 3) ช่วงออกผลผลิต 30 วัน ดัชนีที่ใช้ศึกษาในระยะที่ 1 เป็นดัชนีความแห้งแล้งสะสมมากกว่า 100 มม. ในระยะที่ 2 และ 3 เป็นดัชนีน้ำฝนสะสมน้อยกว่า 20 มม.และ 30 มม.ตามลำดับ ผลการศึกษา พบว่า ค่าโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมของทางเลือกที่ 1 มีค่าสูงสุด (0.54) รองลงมาเป็นทางเลือกที่ 2 (0.52) และ 3 (0.49) ตามลำดับ ค่าโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมของระยะที่ 3 มีค่าสูงสุด (0.77) รองลงมาเป็นระยะที่ 2 (0.68) และ 1 (0.10) ตามลำดับ เมื่อเรียงลำดับค่าโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมที่มากกว่า 0.5 ของทั้ง 12 จังหวัด พบว่า พื้นที่ 1,033,631 ไร่, 638,486 ไร่ และ 407,694 ไร่ ของจังหวัดพิษณุโลก นครสวรรค์ และกำแพงเพชรมีโอกาสเกิดความน่าจะเป็นดังกล่าวสูงเป็น 3 อันดับแรก ตามลำดับ

ผลการศึกษาทั้งหมดชี้ให้เห็นว่าการทำการเพาะปลูกในระหว่างวันที่ 19 ก.ค. - 6 ต.ค. มีโอกาสได้รับค่าสินไหมชดเชยสูง (เกิดความแห้งแล้งสูง) โดยความแห้งแล้งในช่วงเพาะปลูกดังกล่าวจะเกิดขึ้นระหว่างวันที่ 7 ก.ย. - 6 ต.ค. ซึ่งเป็นระยะที่ข้าวโพดให้ผลผลิต ดังนั้นเงินค่าสินไหมชดเชยที่ได้รับในช่วงนี้จึงอาจจะไม่คุ้มกับต้นทุนที่เสียไป

[1] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[1] Faculty of Agriculture Naresuan University

แต่การเพาะปลูกในช่วง 2 ส.ค. - 20 ต.ค. มีโอกาสได้รับค่าสินไหมชดเชยต่ำ (เกิดความแห้งแล้งต่ำ) ทำให้ผลิตได้รับความเสียหายน้อยกว่า ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกร ภาครัฐ และภาคเอกชนในธุรกิจการประกันภัย ต่อการนำระบบประกันภัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไปใช้ยังพื้นที่อื่น ๆ ในประเทศไทยต่อไป

คำสำคัญ : การประกันภัยพืชผล ดัชนีภูมิอากาศ ภูมิสารสนเทศ

Abstract

Bank for Agriculture and Agricultural Co-operatives (BAAC) and the General Insurance Association have sold maze insurance in the five provinces; Nakhon Ratchasrima, Saraburi, Lopburi, Phetchabun and Nakhon Sawan. However, the lack of data and equipment to make corn insurance was limited in five provinces only. The objective of this study was to analyze the probability of drought using rainfall index of past 30 years in maize crop of 12 provinces, including, Phitsanulok, Kamphaeng Phet, Phichit, Nakhon Sawan, Chai Nat, Suphan Buri, Buri Rum, Surin, Yasothon, Khon Kean, Maha Sarakham and Roi Et. The study compared three options covering 80 days in each option: 1) 19 Jul. - 6 Oct., 2) 26 Jul. -13 Oct., and 3) 2 Aug. - 20 Oct. Each option was divided into three phases: 1) the start of cultivation 30 days, 2) the growth 20 days, and 3) the production 30 days. In the first phase, the cumulative drought index (>100 mm.) was used; while the rainfall accumulation index <20 mm. and <30 mm. were use in second and third phase, respectively. The results showed that probability the first option (0.54) is the highest, followed by the second (0.52) and the third (0.49) option, respectively. Considering these probabilities in each phase, it was found that the highest probability fallen in the 3rd phase (0.77) followed by the second (0.68) and third (0.10) phase, respectively. The area of 1,033,631 rai, 638,486 rai and 407,694 rai in Phitsanulok, Nakhon Sawan and Kamphaeng Phet provinces, respectively showed the probability higher than 0.5. Data from this study can support the decision of farmers, government and business insurance on maize insurance to other areas in Thailand.

Key Words : crop insurance, climate index, GIS

คำนำ

ระบบประกันภัยโดยใช้ดัชนีภูมิอากาศ (Weather Index Insurance) เป็นระบบประกันภัยรูปแบบใหม่ที่ใช้ดัชนีด้านภูมิอากาศเป็นเกณฑ์ชี้วัด (United Nations, 2007) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยที่เป็น “น้ำฝน” เพราะ

เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับการเพาะปลูกพืชทุกชนิด ซึ่งความเสียหายต่อผลผลิตส่วนใหญ่เกิดมาจากปริมาณน้ำฝนไม่ว่าจะเป็นฝนแล้งหรือฝนตกมากเกินไปก็ตาม ปริมาณน้ำฝนจึงเป็นตัวชี้วัดที่ดีของความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อสวนและไร่นาและรายได้ที่แท้จริงของเกษตรกร

ในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วมีการใช้ระบบประกันภัยที่นำเอาดัชนีภูมิอากาศมาใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างกรมธรรม์ประกันภัยอย่างแพร่หลาย ในประเทศไทย โครงการ “การประกันภัยพืชผลจากภัยแล้งโดยใช้ดัชนีน้ำฝน” นับเป็นโครงการแรกของการนำเอาระบบประกันภัยรูปแบบใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน โครงการดังกล่าวเป็นแนวคิดที่ได้รับการนำเสนอและสนับสนุนจากธนาคารโลก (World Bank, 2006) ที่ได้ร่วมกับหน่วยงานหลักๆ คือ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.), กรมการประกันภัย, สมาคมประกันวินาศภัย, บมจ. ไทยรับประกันภัยต่อ (ไทยรี) และกรมอุตุนิยมวิทยา โดยนำหลักการของ Weather Index Insurance มาปรับใช้ให้เข้ากับประเภทของพืชและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยเริ่มต้นที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ จากการศึกษาโดยธนาคารโลก พบว่า ประเทศไทยมีข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ต่างๆ ที่เก็บบันทึกโดยกรมอุตุนิยมวิทยาย้อนหลังไปเป็นระยะเวลายาวนานมากพอที่จะนำมาใช้สร้างดัชนีโดยอาศัยคณิตศาสตร์สถิติได้ โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ต่างๆ และข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรในแต่ละพื้นที่เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กันก็จะสามารถสร้างดัชนีจากน้ำฝนที่จะนำไปใช้ในการสร้างกรมธรรม์ประกันภัยรูปแบบใหม่นี้ได้เป็นอย่างดี (สำนักงานอัตราเบี้ยประกันวินาศภัยและสมาคมประกันวินาศภัย. มปพ.) ดัชนีน้ำฝนที่นำมาใช้มี 2 เกณฑ์ด้วยกัน คือ เกณฑ์ของความแห้งแล้งสะสม (Dry หpell) และเกณฑ์ของปริมาณน้ำฝนสะสม โดยเกณฑ์ความแห้งแล้งสะสมถูกนำมาใช้ในช่วงเริ่มการเพาะปลูก เพราะสามารถบอกถึงความแห้งแล้งเนื่องจากปริมาณน้ำฝนสะสมย้อนหลัง (9 วัน) น้อยกว่าความต้องการน้ำในแต่ละวัน อันมีผลกระทบต่อช่วงการเจริญเติบโต ซึ่งดัชนีนี้มีศักยภาพเพียงพอต่อการตัดสินใจยับยั้งการเพาะปลูกเมื่อมีความแห้งแล้งสะสมมาก (Jennie Barron *et al*., 2003) สำหรับเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมถูกนำมาใช้ในระยะการสืบพันธุ์จนถึงออกผลผลิตสุดท้าย ซึ่งมีการศึกษาพบว่าปริมาณและการกระจายของน้ำฝนในช่วงระยะการสืบพันธ์จนถึงออกผลผลิตสุดท้ายเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อผลผลิตของข้าวโพด (Lomas and Herrera, 1984) ดังนั้นการประกันภัยพืชผลโดยใช้ดัชนีน้ำฝนจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งในการบรรเทาความเสี่ยงต่อผลผลิตอันเกิดจากความไม่แน่นอนของดินฟ้าอากาศแก่เกษตรกร

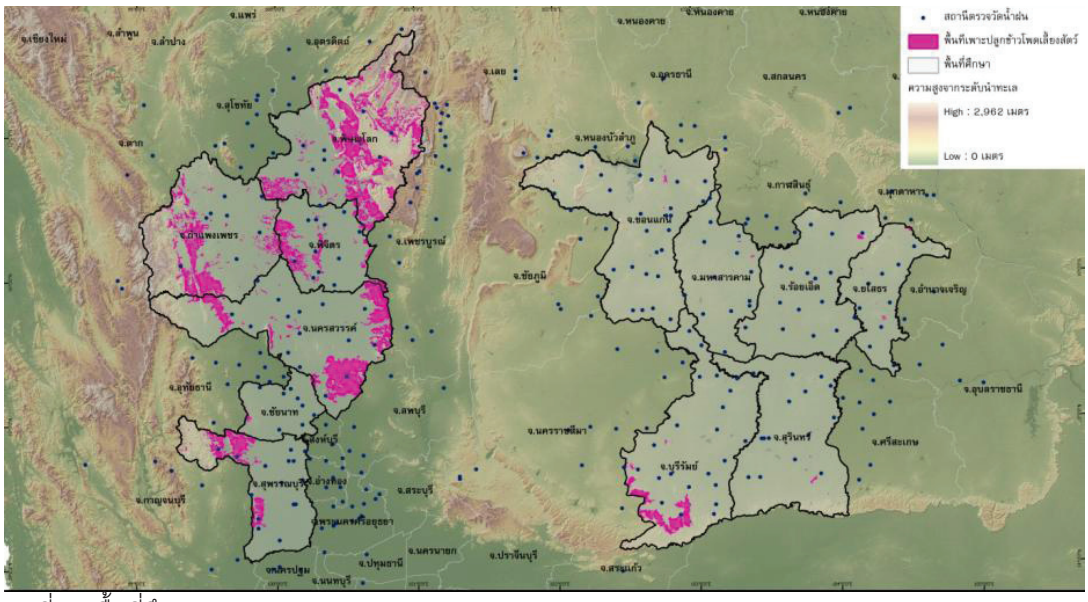
อย่างไรก็ตาม การขาดความพร้อมในเรื่องข้อมูลและเครื่องมือรองรับระบบประกันภัยแบบใช้ดัชนีน้ำฝนทำให้การดำเนินโครงการประกันภัยนี้จำกัดอยู่เฉพาะบางอำเภอใน 5 จังหวัด คือ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี อ.วิเชียรบุรี จ.เพชรบูรณ์ อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี และ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ เท่านั้น ดังนั้น การศึกษานี้จึงได้วิเคราะห์โอกาสความน่าจะเป็น (โอกาสเกิดความแห้งแล้งสูง) ของดัชนีที่ใช้ในการประกันภัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากข้อมูลสถิติน้ำฝน 30 ปีในพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการขยายระบบประกันภัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไปยังพื้นที่อื่นๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการประกันภัยพืชผลและเกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์โอกาสความน่าจะเป็นของดัชนีที่ใช้ในการประกันภัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากข้อมูลสถิติน้ำฝน 30 ปี

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาครอบคลุม 12 จังหวัด ตั้งอยู่ใน 3 ภูมิภาค คือ ภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ดังภาพ 1) ได้แก่ พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร นครสวรรค์ ชัยนาท สุพรรณบุรี บุรีรัมย์ สุรินทร์ ยโสธร ขอนแก่น มหาสารคาม และ ร้อยเอ็ด พื้นที่ศึกษาในภาคภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง มีลักษณะภูมิประเทศที่ราบลุ่มในตอนกลางและมีภูมิประเทศแบบที่ราบเชิงเขาทางด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือ พื้นที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะภูมิประเทศภูมิเป็นแอ่งคล้ายจาน ลาดเอียงไปทางตะวันออกเฉียงใต้ มีขอบเป็นภูเขาสูงทางตะวันตกและทางใต้



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

ขอบเขตการศึกษา

เกณฑ์วิเคราะห์โอกาสความน่าจะเป็นของการศึกษานี้ ใช้เกณฑ์เดียวกับ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา (ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ และสมาคมประกันวินาศภัย, 2552) มีรายละเอียดดังตาราง 1 ซึ่งการคำนวณค่าชดเชยมีหลักการดังนี้

ในระยะเพาะปลูกที่ 1

- ถ้าค่าความแห้งแล้งสะสมน้อยกว่า 50 มม. ถือว่าไม่เกิดภัยแล้งจะไม่มีการจ่ายค่าชดเชยใด
- ถ้าค่าความแห้งแล้งสะสมอยู่ระหว่าง 50 – 100 มม. ถือว่าเป็นภัยแล้งบางส่วน ให้คำนวณค่าชดเชย ดังนี้

ค่าชดเชยต่อไร่ = (100 - ค่าความแห้งแล้งสะสมที่วัดได้จริง) x อัตราชดเชยต่อ มม.

โดยที่อัตราชดเชยหนึ่งมิลลิลิตรของสภาวะแห้งแล้งนี้เท่ากับ 7.14 บาทต่อไร่

- ถ้าค่าความแห้งแล้งสะสมมากกว่า 100 มม. ถือว่าเป็นภัยแล้งหนักให้จ่ายค่าชดเชยสูงสุด 380 บาทต่อไร่

ในระยะเพาะปลูกที่ 2 และ 3

- ถ้าค่าปริมาณน้ำฝนสะสมในระยะเพาะปลูกที่ 2 และ 3 มากกว่า 50 มม. และ 60 มม. ตามลำดับ ถือว่าไม่เกิดภัยแล้งจะไม่มีการจ่ายค่าชดเชยใด

- ถ้าค่าปริมาณน้ำฝนสะสมในระยะเพาะปลูกที่ 2 และ 3 อยู่ระหว่าง 20-50 มม. และ 30-60 มม. ตามลำดับ ถือว่าเป็นภัยแล้งบางส่วน ให้คำนวณค่าชดเชย ดังนี้

ค่าชดเชยต่อไร่ = (ดัชนีน้ำฝนสะสมขั้นสูง - ปริมาณน้ำฝนสะสมที่วัดได้จริง) x อัตราชดเชยต่อ มม.

โดยที่ ดัชนีน้ำฝนสะสมขั้นสูง ในระยะเพาะปลูกที่ 2 และ 3 เท่ากับ 50 มม. และ 60 มม. ตามลำดับ อัตราชดเชยหนึ่งมิลลิลิตรของสภาวะแห้งแล้งนี้ในระยะเพาะปลูกที่ 2 และ 3 เท่ากับ 9.15 และ 12.95 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

- ถ้าค่าปริมาณน้ำฝนสะสมในระยะเพาะปลูกที่ 2 และ 3 น้อยกว่า 20 มม. และ 30 มม. ถือว่าเป็นภัยแล้งหนักให้จ่ายค่าชดเชยสูงสุด 458บาท, 648 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 เกณฑ์ของทางเลือก และระยะเพาะปลูก ใน อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

เกณฑ์ดัชนี	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3	ระดับความแห้งแล้ง
ระยะเพาะปลูกที่ 1	19 ก.ค. - 17 ส.ค. (30 วัน)	26 ก.ค. - 24 ส.ค. (30 วัน)	2 ส.ค. - 31 ส.ค. (30 วัน)	
ดัชนีความแห้งแล้งสะสม	0-50 มม.	0-50 มม.	0-50 มม.	ไม่แห้งแล้ง*
ดัชนีความแห้งแล้งสะสม	50-100 มม.	50-100 มม.	50-100 มม.	แห้งแล้งบางส่วน**
ดัชนีความแห้งแล้งสะสม	*มากกว่า 100 มม.*	*มากกว่า 100 มม.*	*มากกว่า 100 มม.*	*แห้งแล้งหนัก****
ระยะเพาะปลูกที่ 2	18 ส.ค. - 6 ก.ย. (20 วัน)	25 ส.ค. - 13 ก.ย. (20 วัน)	1 ก.ย. - 20 ก.ย. (20 วัน)	
ดัชนีปริมาณน้ำฝนสะสม	*0-20 มม.*	*0-20 มม.*	*0-20 มม.*	*แห้งแล้งหนัก****
ดัชนีปริมาณน้ำฝนสะสม	20-50 มม.	20-50 มม.	20-50 มม.	แห้งแล้งบางส่วน**
ดัชนีปริมาณน้ำฝนสะสม	มากกว่า 50 มม.	มากกว่า 50 มม.	มากกว่า 50 มม.	ไม่แห้งแล้ง*
ระยะเพาะปลูกที่ 3	7 ก.ย. - 6 ต.ค. (30 วัน)	14 ก.ย. - 13 ต.ค. (30 วัน)	21 ก.ย. - 20 ต.ค. (30 วัน)	
ดัชนีปริมาณน้ำฝนสะสม	*0-30 มม.*	*0-30 มม.*	*0-30 มม.*	*แห้งแล้งหนัก****
ดัชนีปริมาณน้ำฝนสะสม	30-60 มม.	30-60 มม.	30-60 มม.	แห้งแล้งบางส่วน**
ดัชนีปริมาณน้ำฝนสะสม	มากกว่า 60 มม.	มากกว่า 60 มม.	มากกว่า 60 มม.	ไม่แห้งแล้ง*

เครื่องหมาย * หมายถึง ไม่ได้รับค่าชดเชย, ** หมายถึง ได้รับเงินชดเชยตามปริมาณน้ำฝนที่ขาด, *** หมายถึง ได้รับเงินชดเชยสูงสุด
ตัวเอน หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการศึกษาโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชย

การศึกษาได้เปรียบเทียบระหว่าง 3 ทางเลือก (option) ในช่วงคุ้มครองคือ

1) 19 ก.ค. - 6 ต.ค. 2) 26 ก.ค. -13 ต.ค. 3) 2 ส.ค. - 20 ต.ค.

โดยแต่ละทางเลือกมี 3 ระยะเวลาเอาประกัน (Phase) ที่มีดัชนีวัดโอกาสความน่าจะเป็นแตกต่างกัน คือ

1) ระยะที่ 1 จำนวน 30 วันใช้ดัชนีความแห้งแล้งสะสม (Dry spell) มากกว่า 100 มม.

2) ระยะที่ 2 จำนวน 20 วันใช้ดัชนีน้ำฝนสะสมน้อยกว่า 20 มม.

3) ระยะที่ 3 จำนวน 30 วันใช้ดัชนีน้ำฝนสะสมน้อยกว่า 30 มม.

ข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

- ข้อมูลปริมาณน้ำฝน 30 ปี (2522 - 2552)
- ชั้นข้อมูลสถานีตรวจวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษาและสถานีใกล้เคียงรวมทั้งสิ้น 332 สถานี
- ชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง
- ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

- ArcGIS 9.0
- Office Excel 2007

วิธีดำเนินการวิจัย

รวบรวมข้อมูล

1. ปริมาณน้ำฝน 30 ปี ในพื้นที่ศึกษาและจากสถานีใกล้เคียงแสดงดังตาราง 2 ซึ่งพบว่า พื้นที่ศึกษามีปริมาณน้ำฝนทั้งปีอยู่ในช่วง 852 - 1,374 มม./ปี (เฉลี่ย 1,131มม./ปี) โดยมีปริมาณน้ำฝนในช่วงเพาะปลูกข้าวโพด (ก.ค.- ต.ค.) ระหว่าง 538 – 812 มม. (เฉลี่ย 686 มม.) คิดเป็นร้อยละ 59 – 63 (เฉลี่ยร้อยละ 61) ของปริมาณน้ำฝน

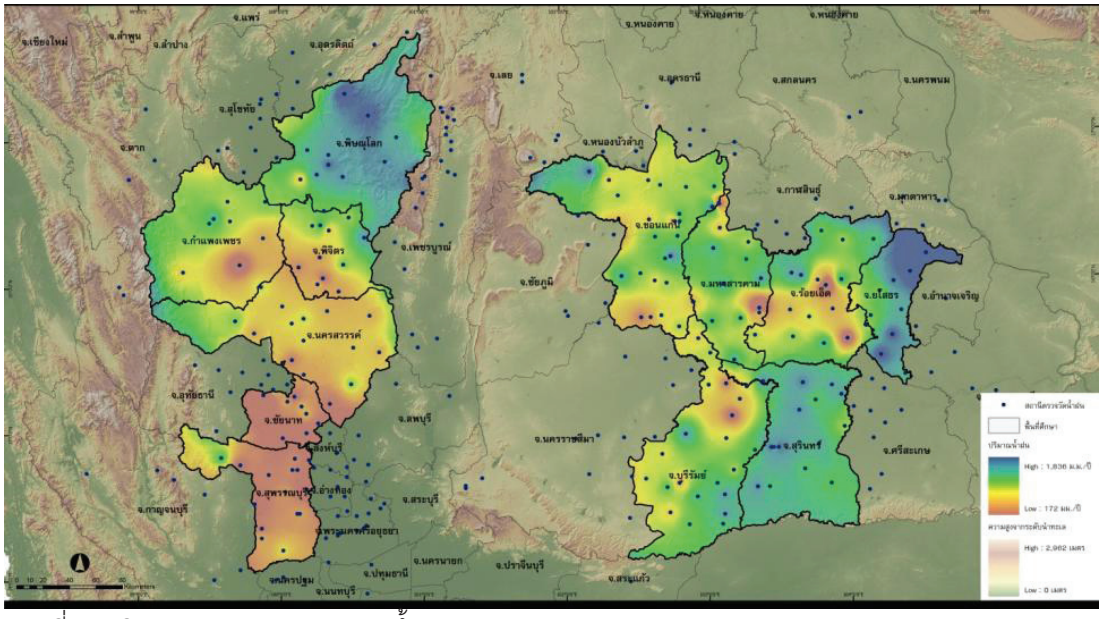
ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี รวมทั้งปี และเฉพาะช่วงเพาะปลูกข้าวโพด

จังหวัด	ปริมาณน้ำฝนทั้งปี (มม.)	ปริมาณน้ำฝนช่วงเพาะปลูก (มม.)*
จ.กำแพงเพชร	1,105	664 (60%)
จ.ขอนแก่น	1,144	692 (61%)
จ.ชัยนาท	852	538 (63%)
จ.นครสวรรค์	1,054	639 (61%)
จ.บุรีรัมย์	1,146	691 (60%)
จ.พิจิตร	1,088	676 (62%)
จ.พิษณุโลก	1,298	773 (60%)
จ.มหาสารคาม	1,152	694 (60%)
จ.ยโสธร	1,374	812 (59%)
จ.ร้อยเอ็ด	1,141	691 (61%)
จ.สุพรรณบุรี	947	591 (62%)
จ.สุรินทร์	1,268	766 (60%)

* ฝนเฉลี่ยช่วงเพาะปลูกข้าวโพด (เดือน ก.ค.- ต.ค.)

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ร้อยละของน้ำฝนในช่วงเพาะปลูกข้าวโพด (เดือน ก.ค.- ต.ค.)

การกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยที่ปริมาณน้ำฝนสูงสุดเกิดขึ้นในตอนบนของภูมิภาค ส่วนในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสม่ำเสมอเท่ากันทั้งภูมิภาค ปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนในพื้นที่ศึกษาแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ปริมาณและการกระจายของน้ำฝน

2. พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ศึกษาอยู่ในช่วงร้อยละ 0.1- 23.4 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่พบมากในภาคเหนือตอนล่าง ได้แก่ จังหวัดพิษณุโลก นครสวรรค์ และ กำแพงเพชร ตามลำดับ ดังตาราง 3 พื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่ที่พบเป็นบริเวณที่ราบเชิงเขาและพื้นที่ดอนซึ่งแสดงในภาพ 1เป็นพื้นที่สีเข้ม

ตาราง 3 เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดรายจังหวัด

จังหวัด	เนื้อที่ทั้งหมด (ไร่)	เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพด (ไร่)
กำแพงเพชร	6,299,491	660,621 (10.5%)
ขอนแก่น	5,533,935	12,777 (0.2%)
ชัยนาท	1,565,785	18,494 (1.2%)
นครสวรรค์	6,662,142	1,003,425 (15.1%)
บุรีรัมย์	6,299,491	305,756 (4.8%)
พิจิตร	3,505,184	358,199 (10.2%)
พิษณุโลก	6,622,875	1,551,666 (23.4%)
มหาสารคาม	2,580,833	2,985 (0.1%)

ยโสธร	3,377,275	8,820 (0.3%)
ร้อยเอ็ด	5,954,888	7,627 (0.1%)
สุพรรณบุรี	6,622,875	342,667 (5.2%)
สุรินทร์	2,699,361	7,961 (0.3%)

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ร้อยละเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัด

วิเคราะห์โอกาสการเกิดโดยใช้ดัชนีความแห้งแล้งตามวิธีการของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ร่วมกับสมาคมประกันวินาศภัย (2552)

โดยสามารถแบ่งดัชนีออกเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) ดัชนีความแห้งแล้งสะสมย้อนหลัง 10 วัน (Dry spell index) และ 2) ดัชนีความแห้งแล้งจากปริมาณน้ำฝนสะสม โดยแต่ละดัชนีมีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ดัชนีความแห้งแล้งย้อนหลัง 10 วัน ถูกนำไปใช้ในระยะเพาะปลูกที่ 1 ซึ่งดัชนีความแห้งแล้งสะสมนี้เป็นดัชนีสะท้อนความแห้งแล้งหรือภาวะที่เกิดขึ้นในแต่ละวันที่ข้าวโพดเสี่ยงขาดแคลนน้ำ โดยพิจารณาจากวันปัจจุบันย้อนหลังไปจนถึงอีก 9 วันก่อนหน้า ดังสมการนี้

ความแห้งแล้งแต่ละวัน = ((น้ำฝนวันนั้น + น้ำฝนสะสม 9 วันข้างหน้า) –10) ดัชนีในรูปแบบนี้ถูกนิยาม ดังนี้

$$DS_{ij} = RF_{ij} + \sum_{k=j-1}^{j-9} RF_{ik}$$

เมื่อ

DS_{ij} = ดัชนีสะท้อนความแห้งแล้งวันที่ j ปีที่ i

RF_{ij} = ปริมาณน้ำฝนวันที่ j ปีที่ i

$i = 1, 2, 3, ...,30$

$j = 1, 2, 3, ...,30$

และกำหนดค่า

$$I_{ij} = \begin{cases} 1, DS_{ij} \le 10 \\ 0, DS_{ij} > 10 \end{cases}$$

เนื่องจากปริมาณเฉลี่ยของความต้องการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ 1 มิลลิเมตรต่อวัน ดังนั้นในการคำนวณนี้จึงกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานปริมาณน้ำฝนสะสมขั้นต่ำไว้ที่ 10 มม. ดังนั้น หากค่าคำนวณความแห้งแล้งน้อยกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐานปริมาณน้ำฝนขั้นต่ำแสดงว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2. ดัชนีความแห้งแล้งจากปริมาณน้ำฝนสะสม ดัชนีนี้ถูกนำไปใช้ในระยะเพาะปลูกที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นดัชนีที่สะท้อนถึงภาวะความแห้งแล้งที่พิจารณาจากปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 20 มม. ในระยะที่ 2 (20 วัน) และมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 30 มม. ในระยะที่ 3 (30 วัน)

ดัชนีในรูปแบบนี้ถูกนิยาม ดังนี้

$$RA_{ij} = RF_{ij} + \sum_{k=j-1}^{j+m} RF_{ik}$$

เมื่อ

RA_{ij} = ดัชนีปริมาณน้ำฝนสะสมวันที่ j ปีที่ i

RF_{ij} = ปริมาณน้ำฝนวันที่ j ปีที่ i

m = 20 วัน สำหรับระยะเพาะปลูกที่ 2 และ 30 วัน สำหรับระยะเพาะปลูกที่ 3

$i = 1, 2, 3, ..., 30$

$j = 1, 2, 3, ..., m$

และกำหนดค่า

$$I_{ij} = \begin{cases} 1, RA_{ij} \le m \\ 0, RA_{ij} > m \end{cases}$$

การคำนวณค่าดัชนีทั้ง 2 รูปแบบข้างต้นใช้ข้อมูลสถิติน้ำฝนจำนวน 30 ปี จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ของค่าดัชนี ณ วันที่ i แต่ละรูปแบบด้วยสูตร ดังนี้

$$P_i = \frac{n}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{30} I_{ij}}{30}$$

เมื่อ P = โอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ค่าดัชนีบ่งชี้ถึงสภาวะแห้งแล้ง

n = จำนวนปีของการเกิดเหตุการณ์ที่ค่าดัชนีบ่งชี้ถึงสภาวะแห้งแล้ง

N = จำนวนปีทั้งหมดที่ใช้พิจารณา (ในการศึกษานี้เท่ากับ 30 ปี)

ค่าของโอกาสความน่าจะเป็นที่วิเคราะห์ได้เข้าใกล้ 1 หมายถึง โอกาสการได้รับค่าสินไหมชดเชยสูง (เกิดความแห้งแล้งสูง) ค่าของโอกาสความน่าจะเป็นเข้าใกล้ 0 หมายถึงโอกาสเกิดได้รับค่าสินไหมชดเชยต่ำ (ความแห้งแล้งต่ำ)

3. ประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Interpolation) จากข้อมูลโอกาสเกิดความแห้งแล้ง ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยวิธี Inverse distance weighted (IDW) จากตำแหน่งของสถานีซึ่งเป็นการทำนายค่าให้กับเซลในข้อมูลแบบ Raster จากข้อมูลจุดตัวอย่าง (ESRI, 2004)

4. สกัดค่าข้อมูลโดยใช้เฉพาะพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดของแต่ละจังหวัดด้วย Zonal Statistic Method ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชยสูงสุด โดยใช้ดัชนีภูมิอากาศเป็นตัวชี้วัด ในพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 12 จังหวัด โดยเปรียบเทียบระหว่างทางเลือกสำหรับคุ้มครอง (Option) และระยะการได้รับค่าสินไหมชดเชย (Phase) แสดงดังตาราง 4

โอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชยของทางเลือกที่ 1 ในช่วงคุ้มครอง19 ก.ค - 6 ต.ค. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 โดยที่ทั้ง 3 ระยะมีค่าโอกาสความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.11, 0.64 และ 0.86 ตามลำดับ

โอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชยของทางเลือกที่ 2 ในช่วงคุ้มครอง 26 ก.ค - 13 ต.ค. มีค่าโอกาสความน่าจะเป็นเฉลี่ย 0.52 โดยที่ทั้ง 3 ระยะมีค่าโอกาสความน่าจะเป็น 0.10, 0.70 และ 0.78 ตามลำดับ

โอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชยของทางเลือกที่ 3 ในช่วงคุ้มครอง 2 ส.ค - 20 ต.ค. มีค่าโอกาสความน่าจะเป็นเฉลี่ย 0.49 โดยที่ทั้ง 3 ระยะมีค่าโอกาสความน่าจะเป็น 0.09, 0.70 และ 0.67 ตามลำดับ

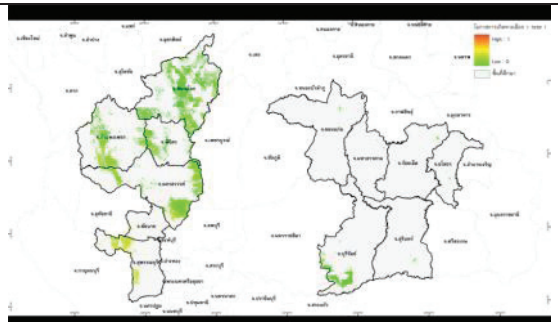
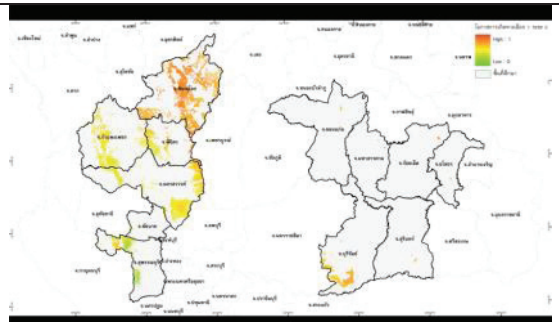
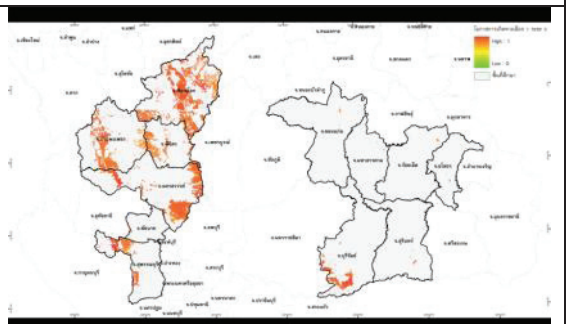
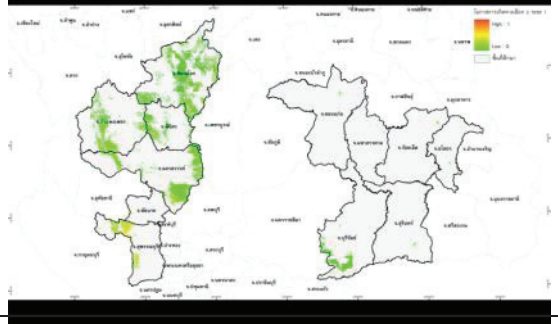
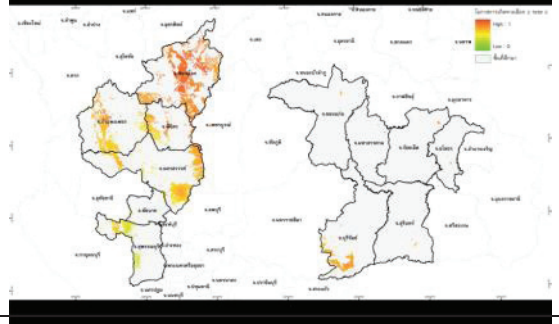
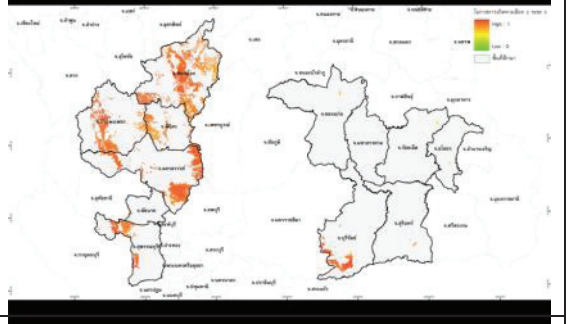
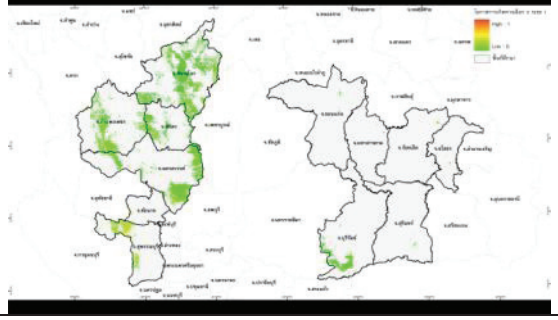
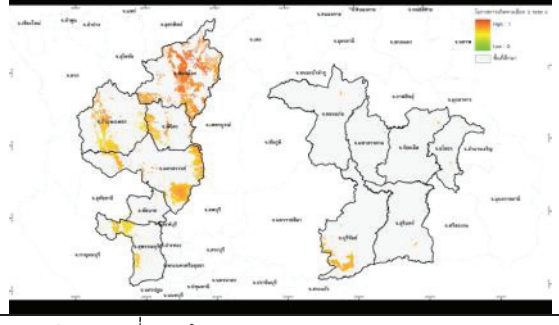
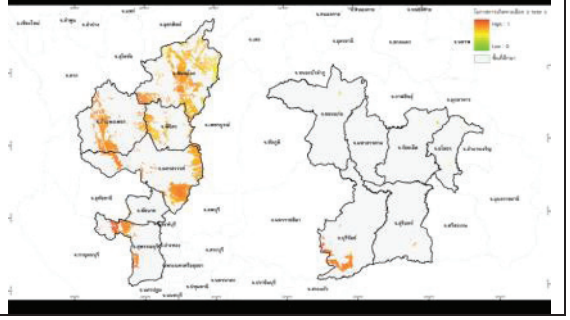
ตารางที่ 4 ผลจากการศึกษาโอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การได้รับค่าสินไหมชดเชยสูงสุดแยกตามรายจังหวัด

จังหวัด	ทางเลือก 1 (19 ก.ค-6 ต.ค.)			ทางเลือก 2 (26 ก.ค-13 ต.ค.)			ทางเลือก 3 (2 ส.ค-20 ต.ค.)		
	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3
กำแพงเพชร	0.12	0.52	0.88	0.08	0.66	0.87	0.08	0.65	0.78
ขอนแก่น	0.07	0.72	0.86	0.07	0.77	0.74	0.05	0.76	0.62
ชัยนาท	0.26	0.40	0.86	0.22	0.50	0.84	0.19	0.59	0.78
นครสวรรค์	0.13	0.54	0.90	0.09	0.65	0.89	0.07	0.68	0.76
บุรีรัมย์	0.04	0.65	0.91	0.03	0.72	0.90	0.03	0.69	0.83
พิจิตร	0.07	0.60	0.86	0.06	0.69	0.81	0.06	0.69	0.70
พิษณุโลก	0.05	0.75	0.90	0.04	0.83	0.85	0.04	0.81	0.70
มหาสารคาม	0.04	0.80	0.77	0.03	0.81	0.63	0.05	0.80	0.52
ยโสธร	0.02	0.82	0.84	0.03	0.86	0.65	0.04	0.76	0.52
ร้อยเอ็ด	0.15	0.73	0.72	0.18	0.72	0.42	0.15	0.61	0.30
สุพรรณบุรี	0.34	0.39	0.90	0.31	0.49	0.88	0.25	0.60	0.84
สุรินทร์	0.03	0.71	0.96	0.03	0.67	0.84	0.06	0.71	0.74
เฉลี่ย	0.11	0.64	0.86	0.10	0.70	0.78	0.09	0.70	0.67
เฉลี่ยทางเลือก		0.54			0.52			0.49	

ค่าโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชยที่สูงขึ้นนี้ หมายถึง มีโอกาสเสี่ยงแล้งที่สูงขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่า ทางเลือกที่ 1 มีโอกาสเสี่ยงแล้งสูงกว่าทางเลือกที่ 2 และ 3 ตามลำดับดับ ซึ่งโอกาสเสี่ยงแล้งส่วนใหญ่จะเกิดในระยะที่ 3 ของการเอาประกันซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวโพดกำลังให้ผลผลิต แต่จะมีโอกาสเสี่ยงแล้งต่ำในระยะที่ 1 ของการเอาประกันซึ่งเป็นระยะเริ่มต้นเพาะปลูก

เมื่อวิเคราะห์เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดที่มีโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชยมากกว่า 0.5 พบว่า ค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ทางเลือกอยู่ระหว่าง 1,990 - 1,033,631 ไร่ โดยจังหวัดเนื้อที่มากที่สุด คือ พิษณุโลก นครสวรรค์ และกำแพงเพชร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,033,631 ไร่ 638,486 ไร่ และ 407,694 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 67, 64 และ 62 ของพื้นที่ปลูกข้าวโพด ตามลำดับ เนื้อที่ที่มีโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชยมากกว่า 0.5 ในช่วงระยะที่ 3 มีมากที่สุด ขณะที่ไม่พบเนื้อที่ดังกล่าวในช่วงระยะที่ 1 แสดงดังตาราง 5 การศึกษาแสดงให้เห็นว่าโอกาสเสี่ยงแล้งจากดัชนีภูมิอากาศจะเกิดขึ้นในระยะที่ข้าวโพดให้ผลผลิตเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของการเพาะปลูก

แผนที่โอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การได้รับค่าสินไหมชดเชย (โอกาสเสี่ยงแล้ง) ของทุกระยะในทั้ง 3 ทางเลือกเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีโอกาสความน่าจะเป็นต่ำในระยะที่ 1 และมีโอกาสความน่าจะเป็นสูงขึ้นในระยะที่ 2 และ 3 แสดงดังภาพ 3

ทางเลือก / ระยะ	ระยะเพาะปลูกที่ 1 (30 วัน)	ระยะเพาะปลูกที่ 2 (20 วัน)	ระยะเพาะปลูกที่ 3 (30 วัน)
ทางเลือกที่ 1 9 ก.ค. - 17 ส.ค. 18 ส.ค. - 6 ก.ย. 7 ก.ย. - 6 ต.ค.			
ทางเลือกที่ 2 26 ก.ค. - 24 ส.ค. 25 ส.ค. - 13 ก.ย. 14 ก.ย. - 13 ต.ค.			
ทางเลือกที่ 3 2 ส.ค. - 31 ส.ค. 1 ก.ย. - 20 ก.ย. 21 ก.ย. - 20 ต.ค.			

ภาพ 3 พื้นที่ที่มีโอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การได้รับค่าสินไหมชดเชย (โอกาสเสี่ยงแล้ง)

ตารางที่ 5 เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดที่มีโอกาสความน่าจะเป็นสำหรับการได้รับค่าสินไหมชดเชยมากกว่า 0.5

(หน่วย : ไร่)

จังหวัด	เนื้อที่ปลูกข้าวโพดทั้งหมด (ไร่)	เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดที่มีโอกาสความน่าจะเป็นมากกว่า 0.5 (ไร่)									เฉลี่ย (ไร่)
		ทางเลือก 1			ทางเลือก 2			ทางเลือก 3			
		ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่1	ระยะที่2	ระยะที่ 3	
กำแพงเพชร	660,621	-	368,048	660,621	-	659,666	660,621	-	659,666	660,621	407,694 (62%)
ขอนแก่น	12,777	-	12,777	12,777	-	12,777	12,777	-	12,777	12,777	8,518 (67%)
ชัยนาท	18,494	-	-	18,494	-	7,025	18,494	-	18,494	18,494	9,000 (49%)
นครสวรรค์	1,003,425	-	729,335	1,003,430	-	1,003,320	1,003,430	-	1,003,430	1,003,430	638,486 (64%)
บุรีรัมย์	304,756	-	304,756	304,756	-	304,756	304,756	-	304,756	304,756	203,171 (67%)
พิจิตร	358,199	-	291,563	358,199	-	355,385	358,199	-	358,199	358,199	231,083 (65%)
พิษณุโลก	1,551,666	-	1,551,670	1,551,670	-	1,551,670	1,551,670	-	1,551,670	1,544,330	1,033,631 (67%)
มหาสารคาม	2,985	-	2,985	2,985	-	2,985	2,985	-	2,985	2,985	1,990 (67%)
ยโสธร	8,820	-	8,820	8,820	-	8,820	8,820	-	8,820	6,038	5,571 (63%)
ร้อยเอ็ด	7,627	-	7,627	7,627	-	7,627	-	-	7,627	-	3,390 (44%)
สุพรรณบุรี	342,667	-	63,659	342,667	-	127,324	342,667	-	342,667	342,667	173,517 (51%)
สุรินทร์	7,961	-	7,961	7,961	-	7,961	7,961	-	7,961	7,961	5,307 (67%)
เฉลี่ย		-	279,100	356,667	-	337,443	356,032	-	356,588	355,188	226,780 (61%)

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ร้อยละเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดที่มีโอกาสความน่าจะเป็นมากกว่า 0.5 ของเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดทั้งหมด

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาโอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การได้รับค่าสินไหมชดเชย (โอกาสเสี่ยงแล้ง) โดยใช้ดัชนีภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 30 ปี) เป็นตัวชี้วัดในพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 12 จังหวัด เกณฑ์ที่ใช้มี 2 เกณฑ์ ได้แก่ ความแห้งแล้งสะสม และปริมาณน้ำฝนสะสม ซึ่งความแตกต่างของทั้ง 2 เกณฑ์ คือ เกณฑ์ของความแห้งแล้งสะสมจะคำนึงถึงช่วงเวลาที่ฝนตกภายใน 10 วันที่ผ่านมา ต้องมีน้ำเพียงพอต่อความต้องการของต้นอ่อน ในขณะที่เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมคำนึงถึงปริมาณน้ำฝนทุก 20 วัน และ 30 วัน โดยต้องมีปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการสำหรับออกผลผลิตของข้าวโพด ซึ่งปริมาณน้ำฝนช่วงนี้จะมีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณของผลผลิตข้าวโพด (Lomas and Herrera, 1984)

จากเกณฑ์ดังกล่าว การศึกษาได้เปรียบเทียบระหว่างทางเลือก (Option) สำหรับคุ้มครองและระยะการได้รับค่าสินไหมชดเชย (Phase) พบว่า ทางเลือกที่ 1 มีโอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การได้รับค่าสินไหมชดเชย (โอกาสเสี่ยงแล้งสูง) กว่าทางเลือกที่ 2 และ 3 ตามลำดับ จากทั้ง 3 ทางเลือก โอกาสเสี่ยงแล้งส่วนใหญ่จะเกิดใน

ระยะที่ 3 ของการเอาประกันซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวโพดกำลังให้ผลผลิต แต่จะมีโอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การได้รับค่าสินไหมชดเชย (โอกาสเสี่ยงแล้งต่ำ) ในระยะที่ 1 ของการเอาประกันซึ่งเป็นระยะเริ่มต้นเพาะปลูก

เมื่อวิเคราะห์เนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดที่มีโอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การได้รับค่าสินไหมชดเชยมากกว่า 0.5 พบว่า ค่าเฉลี่ยเนื้อที่ทั้ง 3 ทางเลือกอยู่ระหว่าง 1,990 - 1,033,631 ไร่ โดยจังหวัดเนื้อที่มากที่สุดคือ พิษณุโลก นครสวรรค์ และกำแพงเพชร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,033,631 ไร่ 638,486 ไร่ และ 407,694 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 67, 64 และ 62 ของพื้นที่ปลูกข้าวโพด ตามลำดับ เนื้อที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีโอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การได้รับค่าสินไหมชดเชยมากกว่า 0.5 ในช่วงระยะที่ 3 มีมากที่สุด ขณะที่ไม่พบเนื้อที่ดังกล่าวในช่วงระยะที่ 1 จึงแสดงให้เห็นว่าโอกาสเสี่ยงแล้งจากดัชนีภูมิอากาศจะเกิดขึ้นในระยะที่ข้าวโพดให้ผลผลิตเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของการเพาะปลูก

จากผลการศึกษาทั้งหมดได้ชี้ให้เห็นว่าการทำการเพาะปลูกในทางเลือกที่ 1 วันที่ 19 ก.ค. - 6 ต.ค. มีโอกาสมากที่จะได้รับค่าสินไหมชดเชยมากแต่ไม่คุ้มกับต้นทุนที่สูญเสียไปเพราะช่วงที่ได้รับความเสียหายจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ข้าวโพดให้ผลผลิตจนถึงเก็บเกี่ยว แต่ในขณะที่การทำการเพาะปลูกในทางเลือกที่ 3 วันที่ 2 ส.ค. - 20 ต.ค. จะมีโอกาสเสี่ยงความแห้งแล้งน้อยกว่าซึ่งจะทำให้ได้รับผลิตได้มากที่สุด

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกร ภาครัฐ และภาคเอกชนในธุรกิจการประกันภัย ต่อการนำระบบประกันภัยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไปใช้ยังพื้นที่อื่น ๆ ในประเทศไทยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ และสมาคมประกันวินาศภัย. 2552. การอบรมหลักสูตร “หลักการประกันภัยทั่วไปและการประกันภัยพืชผลโดยใช้ดัชนีภูมิอากาศ”. เอกสารประกอบการอบรม.

สำนักงานอัตราเบี้ยประกันวินาศภัยและสมาคมประกันวินาศภัย. มปป. การประกันภัยพืชผลจากภัยแล้งโดยใช้ดัชนีน้ำฝน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.iprbthai.org/new/filesUpload26d7261d-9a0d-4508-8653-ab98a246649e.pdf . (1 เมษายน 2553)

Environmental Systems Research Institute (ESRI). 2004. Interpolating surfaces in ArcGIS Spatial Analyst. [online]. available from: http://www.esri.com/news/arcuser/0704/files/interpolating.pdf. (10 April 2010)

Lomas, J. and Herrera, H. 1984. Weather and maize yield relationships in the tropical region of Guanacaste, Costa Rica. ***Agricultural and Forest Meteorology*** 31: 33-45.

Barron, J., Rockström, J., Gichuki, F. and Hatibu, N. 2003. Dry spell analysis and maize yields for two semi-arid locations in east Africa. ***Agricultural and Forest Meteorology*** 117: 23-37.

United Nations (UN). 2007. Developing Index-Based Insurance for Agriculture in Developing Countries. [Online]. available from: http://www.un.org/esa/sustdev/publications/innovationbriefs/no2.pdf. (5 April 2010)

World Bank. 2006. Weather Index Insurance Weather Risk Management for Agriculture in Thailand. [online]. available from: http://www.worldbank.or.th/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/EASTASIAPACIFICEXT/THAILANDEXTN/0,,contentMDK:21116148~menuPK:2099325~pagePK:64027988~piPK:64027986~theSitePK:333296,00.html. (5 April 2010)