

ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตน้ำนมของฟาร์มโคนมในประเทศไทย

Effect of Climate Change on Milk Production Dairy Cows Farming in Thailand

อลิณฐิฎา ขุรุพันธ์¹ นิโรจน์ สินณรงค์ กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล² และ วราภรณ์ นันทะเสน²
Alinthita Khuruphan¹ Nirote Sinnarong² Kittawit Autchariyapanitkul² and Waraporn Nunthasen²

วันที่รับบทความ : 26/07/2564
วันแก้ไขบทความ : 15/10/2564
วันตอบรับบทความ : 12/11/2564

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตน้ำนมของฟาร์มโคนมในประเทศไทย ซึ่งเป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของประชากรในประเทศ โดยประยุกต์แบบจำลองทางเศรษฐมิติในการวิเคราะห์ข้อมูลพาแนล (Panel Data) ของฟาร์มโคนมในประเทศไทย ในพื้นที่เขตปศุสัตว์ที่มีจำนวนโคนมมากที่สุด 3 เขต จำนวน 11 จังหวัด รวม 20 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2562 โดยใช้แบบจำลอง Fixed Effect และใช้วิธีประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ (Feasible Generalized Least Squares, FGLS) เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการค่าเฉลี่ย ผลการวิเคราะห์พบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 1.00 ส่งผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนมลดลงร้อยละ 1.45 และ 1.10 ตามลำดับ ส่วนการเพิ่มขึ้นของปัจจัยจำนวนแม่โครีดนมและแนวโน้มเวลาร้อยละ 1.00 ส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.83 และ 0.46 ตามลำดับ ผลการศึกษาทำให้ทราบว่าปัจจัยสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เป็นตัวแปรที่สามารถส่งผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนมได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นเกษตรกรควรเตรียมความพร้อมและปรับตัวเพื่อลดผลกระทบในอนาคต เช่น การปรับเปลี่ยนพื้นที่ฟาร์มและรูปแบบในการเลี้ยงโค ส่วนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเข้าไปให้ความรู้และส่งเสริมเกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการจัดการมาตรฐานฟาร์มและหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะบรรเทาและลดความเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ : สภาพอากาศ ภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลผลิตน้ำนม

¹ นักศึกษาหลักสูตรปริญญาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
Student, Doctor of Philosophy Program in Applied Economics, Faculty of Economics, Maejo University.

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
Associate Professor Dr., Program in Applied Economics, Faculty of Economics, Maejo University.

Abstract

This study aims to analyze the effects of climate change on milk production in dairy cow farms in Thailand, which is a nutrient-rich and vital protein source that promotes the population's health nationwide. The study is conducted by applying an econometric model to analyze the panel data of Thai dairy farms in 3 areas where there is the most significant number of dairy cattle in 11 provinces in the last 20 years (B.E 2543-2562). The data is analyzed by Fixed Effect and estimated by Feasible Generalized Least Squares: FGLS) to approximate the average coefficient equation. The study found that the increase in average temperature and humidity for 1 percent indicated a decrease in milk production within 1.45 and 1.10, respectively. The increase in the number of dairy cows and time for 1 percent indicated an increase in milk production within 0.83 and 0.46 percent, respectively. The findings show that the climate, such as temperature and humidity, are essential variables to produce milk. Therefore, agricultural sectors ought to prepare and adjust to minimize the impacts in the future by adjusting the dairy farm area and the way of raising the cows. The related sectors can also inform the regulations of standard farming management and support various means to reduce the risks continuously.

Keywords : Weather, Climate, Climate Change, Milk Production

บทนำ

ความต้องการในผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ทั่วโลกที่เพิ่มขึ้นมากกว่าสองเท่าในช่วงครึ่งแรกของศตวรรษที่ 21 จากการเติบโตของประชากรมนุษย์ การขยายตัวของเมืองที่รวดเร็ว ความมั่งคั่งและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ภาคปศุสัตว์เป็นภาคที่สร้างความมั่นคงทางอาหาร สร้างอาชีพ รายได้ และช่วยการดำรงชีวิตของประชากรราวถึง 1,000 ล้านคนในโลก (Hurst et al., 2005) สหประชาชาติได้รายงานตัวเลขการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทั่วโลกถึง 9,700 ล้านคนภายในปี 2050 หรือประมาณ 30 ปีข้างหน้า และอาจเพิ่มสูงเกือบ 11,000 ล้านคนในปี 2100 (VOA News UN, 2020) ทำให้การผลิตปศุสัตว์ต้องยกระดับให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการของประชากรโลก

การผลิตนมซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์หนึ่งที่เป็นแหล่งอาหารสำคัญต่อประชากรทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย เพราะเป็นแหล่งโปรตีนสำคัญต่อการเจริญเติบโต มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและช่วยการเสริมสุขภาพ มีแนวโน้มการผลิตเพิ่มมากขึ้นราว 664 ล้านตัน เนื่องมาจากประชากรของโลกมากกว่า ร้อยละ 80 หรือประมาณ 6 พันล้านคนบริโภคนมเหลวหรือผลิตภัณฑ์นมอื่น ๆ เป็น

ประจำ และคาดการณ์การผลิตนมจะเพิ่มมากขึ้นถึง 1,077 ล้านตันภายในปี 2050 ซึ่งจะส่งผลให้ตลาดนมทั่วโลกมีมูลค่าสูงราว 330 พันล้านเหรียญสหรัฐ (Alexandratos and Bruinsma, 2012).

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังเผชิญกับปัญหาภาวะโลกร้อน ส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตภาคเกษตรกรรม รวมทั้งส่งผลกระทบต่อการผลิตนมของโคนม เนื่องจากสภาพอากาศไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ความร้อนอันเกิดจากแสงอาทิตย์ และการเคลื่อนไหวของอากาศ ล้วนมีอิทธิพลต่อโค สภาพอากาศที่ร้อนทำให้โคเกิดความเครียดจากความร้อน (Heat Stress) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การหลั่งน้ำนมของโคลดลง (Tarabany et al., 2017) นักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศซึ่งผลการวิจัยเป็นเครื่องยืนยันถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อภาคโคนม เช่น ในงานวิจัยของ Lamesegn (2019) ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตสุสตัวในเอธิโอเปีย พบว่าผลผลิตน้ำนมมีความไวต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ทำให้การผลิตน้ำนมลดลงกว่าร้อยละ 38 เมื่อโคได้รับความร้อนสูงขึ้น โคจะเกิดความเครียด เพิ่มการสูญเสียของเหลวในร่างกายจากการขับเหงื่อและการหอบทำให้ความสมดุลของน้ำในร่างกายเปลี่ยนแปลงไป การบริโภคอาหารลดลง ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม ในขณะที่ Chase (2014) ได้ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อโคนม พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ ที่ส่งผลให้โคเกิดความเครียดมีค่ามากกว่าร้อยละ 72 ขึ้นไป ซึ่งปกติแล้วโคจะมีช่วงของอุณหภูมิที่เอื้อต่อสุขภาพ มีค่าอยู่ในช่วง 4 ถึง 25 องศาเซลเซียส (Hahn, 1981) เมื่อโคไม่สามารถกระจายความร้อนในปริมาณที่เพียงพอเพื่อรักษาสมดุลความร้อนในร่างกายได้จะส่งผลทำให้โคเกิดความทรมาน ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของโคต่ำลง ส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตน้ำนม ความร้อนที่เพิ่มมากขึ้นยังส่งผลกระทบต่อธุรกิจโคนมของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นตลาดผลิตน้ำนมของโลกเป็นอย่างมากประมาณ 897 ถึง 1,500 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปีอีกด้วย (Pierre et al., 2003)

ประเทศไทยมีการผลิตน้ำนมดิบได้ 3,547 ตันต่อวัน หรือประมาณ 1.3 ล้านตัน จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าจำนวนโคนมทั้งหมดของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.61 ต่อปี คาดการณ์จะอยู่ที่ประมาณ 700,000 ตัวในปี 2563 (Department of Livestock Development, 2015) จากตารางที่ 1 แม้ในช่วงปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ.2558-2562) ปริมาณแม่โครีดนมและผลผลิตน้ำนมในประเทศจะมีทิศทางขยายตัวเพิ่มขึ้น แต่จะเห็นว่าแม่โครีดนมเหล่านั้นมีอัตราการให้น้ำนมที่ลดลง จากสภาพอากาศที่ร้อนขึ้น ประเทศไทยจัดอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนและชื้น (Hot and Humid Climatic Conditions) อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี อยู่ที่ 35.00-39.90 องศาเซลเซียส (Average Air Temperature; OC) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 72-74 (Average Relative Humidity; %RH) (Boonkum et al., 2011) จึงทำให้อุณหภูมิร้อนและความชื้นสูงอยู่เกือบตลอดปี เป็นอุปสรรคหนึ่งต่อการเลี้ยงโคนมที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนม

ตารางที่ 1 จำนวนโคนมและผลผลิตน้ำนมดิบของไทย ปี 2558-2563

หน่วย: ล้านตัน

รายการ	2558	2559	2560	2561	2562 ^{1/}	อัตราเพิ่ม (ร้อยละ)	2563 ^{2/}
โคนมทั้งหมด ^{3/}							
ณ 1 ม.ค. (ตัว)	509,524	561,911	584,327	623,427	666,361	6.6156	710,445
แม่โครีดนม ^{3/}							
ณ 1 ม.ค. (ตัว)	235,829	240,314	266,345	283,089	306,063	7.0920	327,769
ผลผลิตน้ำนมดิบ ^{4/}							
(พันตัน)	1,132.51	1,214.79	1,207.31	1,294.69	2,972.1	1,333	1,245.80
อัตราการ							
ให้นมของแม่โค ^{3/}	12.09	11.67	12.18	12.23	12.78	1.5913	13
(กก./ตัว/วัน)							
การบริโภคนม ^{3/}							
(พันตัน)	1,076.15	1,147.33	1,172.34	1,189.42	1,225.22	2.9990	1,262

หมายเหตุ: ^{1/} ข้อมูลเบื้องต้น ^{2/} คาดคะเน

ที่มา: ^{3/} ข้อมูลจากกรมปศุสัตว์ ^{4/} กรมส่งเสริมสหกรณ์

ตั้งแต่ปี ค.ศ.1990-2019 เป็นต้นมาประเทศไทยพบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อม มีแนวโน้มสูงขึ้นในขณะที่ปริมาณความชื้นในบรรยากาศมีค่าสูงกว่าร้อยละ 65 ในแต่ละปี การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศยังส่งผลให้เกิดสถานการณ์ภัยแล้งในปี 2559 ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงโคนมจำนวนมากและเป็นแหล่งผลิตน้ำนมดิบที่สำคัญ ได้รับผลกระทบโดยปริมาณน้ำนมของโคที่เลี้ยงรีดออกมาลดลงกว่าปกติจากสภาพอากาศที่ร้อนจัด ขาดหญ้าสดและแหล่งน้ำสำหรับดื่มกินส่งผลต่อการระบายความร้อนของโค โดยเฉลี่ยต่อโคนม 1 ตัวจะรีดได้ 10 กิโลกรัม ลดลงเหลือเพียง 6-7 กิโลกรัมต่อตัวเท่านั้น ผลดังกล่าวเป็นข้อพิสูจน์อย่างหนึ่งว่าโคนมของประเทศไทยกำลังเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนตลอดทั้งปี อีกทั้งยังมีรายงานบ่งชี้ว่าอุณหภูมิที่โคนมสามารถดำรงชีวิตได้อย่างสบาย ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 4 ถึง 25 องศาเซลเซียส (Hahn, 1981) ดังนั้นเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นข้อมูลสนับสนุน ทำไมปริมาณผลผลิตน้ำนม ความสมบูรณ์พันธุ์และอายุการใช้งานของโคนมในประเทศไทยจึงต่ำกว่าโคนมในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกาและแคนาดา เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงต้องการที่จะศึกษาเพื่อให้เห็นถึงผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตน้ำนมโคของฟาร์มโคนมในประเทศไทย โดยวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตน้ำนมดิบที่ผ่านมาในอดีตจากการใช้สมการทางเศรษฐมิติ มีการใช้ข้อมูลทั้งเชิงพื้นที่และข้อมูลของเวลา ทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Panel Unit Root) การทดสอบและแก้ไขปัญหาค่าคลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งนี้เกษตรกรจะได้ทราบ

ถึงปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศที่อาจจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนม มุ่งประสงค์ให้เกษตรกรได้มีแนวทางในการปฏิบัติในการลดผลกระทบของความเครียดเนื่องจากความร้อนที่มีต่อผลผลิต ความสมบูรณ์พันธุ์และสุขภาพของโค ลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจสำหรับอุตสาหกรรมปศุสัตว์ สามารถเพิ่มผลผลิตและก่อเกิดรายได้ที่ยั่งยืนต่อการดำรงชีวิตภายใต้สภาวะที่มีความแปรปรวนของสภาพอากาศต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตน้ำนมของฟาร์มโคนมในประเทศไทย

บททวนวรรณกรรม

ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์การผลิต

นำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ การตัดสินใจของเกษตรกรในการวางแผนการผลิต เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ฟังก์ชันการผลิตที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับปัจจัยการผลิตในขบวนการผลิตหนึ่งๆ (Theswanitch, 2000) โดยรูปแบบของฟังก์ชันที่นิยม คือ Cobb-Douglas และ Trans log ซึ่งรูปแบบของฟังก์ชันการผลิตที่เหมาะสม ควรมีคุณสมบัติความยืดหยุ่นเพียงพอต่อการกำหนดข้อจำกัดบางอย่างต่อโครงสร้างของเทคโนโลยี การผลิตโดยปราศจากการทำลายคุณสมบัติความโค้งและคุณสมบัติสมมาตรของเทคโนโลยีการผลิต ข้อดีของ Cobb-Douglas คือ มีรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ (Kittilertpaisan, 2003) ในการศึกษาแบบจำลองการผลิต เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตน้ำนมของโคนม โดยมีการกำหนดแบบจำลองเชิงทฤษฎี (Theoretical Model) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตน้ำนมของโคนม สามารถประยุกต์แนวคิดการสร้างแบบจำลองทางเศรษฐมิติสำหรับข้อมูลแบบพาแนล ซึ่งมีข้อดีในการคำนึงถึงผลกระทบของความแตกต่างเชิงพื้นที่ในจังหวัดต่าง ๆ และความแตกต่างเชิงเวลาในช่วงที่ศึกษา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ก่อให้เกิดสภาพอากาศผันผวนอย่างรุนแรง ความแปรปรวนตามธรรมชาติที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน รวมทั้งฤดูกาล จากองค์ประกอบของบรรยากาศโลกเปลี่ยนแปลงไปความรุนแรงของการเกิดความผิดปกติของสภาพอากาศและภัยธรรมชาติ และเป็นที่ยอมรับว่าการเป็นผลสืบเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม จากการศึกษาของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel On Climate Change, 2007) ในช่วง 150 ปีที่ผ่านมา พบอุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.76 องศา

เซลเซียส จากแบบจำลองที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูงที่คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจัดทำเมื่อปี ค.ศ. 2000 รายงานว่าภายในสิ้นศตวรรษนี้อุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 1980-1999 อีก 4 องศาเซลเซียส ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจเติบโตและการพัฒนาของโลก ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังจะเห็นได้จากที่ประเทศไทยต้องการเผชิญกับภาวะภัยแล้งและภาวน้ำท่วมที่รุนแรงขึ้น การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยสูงขึ้นในทุกฤดูกาล ประกอบกับประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งอยู่ใกล้จุดศูนย์กลางความแปรปรวนของระบบภูมิอากาศโลกที่สำคัญ คือ ปรากฏการณ์เอนโซและลมมรสุมโซนร้อนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมหาสมุทรแปซิฟิก และพื้นดินในบริเวณเส้นศูนย์สูตรระหว่างมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบภูมิอากาศโลกที่มีแนวโน้มจะทวีความรุนแรงและความถี่ของการเกิดเพิ่มขึ้น ตามสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกและอุณหภูมิของโลก

ประเทศไทยที่มีการพึ่งพาสภาพอากาศสำหรับการทำเกษตรกรรมและปศุสัตว์ค่อนข้างมาก จากแนวโน้มอุณหภูมิเฉลี่ยในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส ตามรายงานของ Sinnarong (2018) พบว่า อุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส ทำให้ระดับผลผลิตข้าวลดลงร้อยละ 10 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะลดศักยภาพในการผลิตข้าวของภูมิภาคนี้ อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของฝนทำให้แนวโน้มปริมาณฝนมากขึ้นในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ถึงร้อยละ 25 และถึงร้อยละ 50 และในบางพื้นที่ ยังมีรายงานอุทกภัยช่วงปลายปี 2554 ที่สร้างความเสียหายต่อผลผลิตข้าวในปีในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง รวมถึงภัยแล้งที่รุนแรงและต่อเนื่องในช่วงปี 2558-2559 ซึ่งเป็นวิกฤตที่รุนแรงที่สุดในรอบ 20 ปี ที่ส่งผลให้ผลผลิตภาคเกษตรไทยในปี 2558 หดตัวมากที่สุดในรอบ 10 ปี อาทิ ข้าว ผลไม้ และปาล์มน้ำมัน ส่วนผลกระทบด้านปศุสัตว์ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อปศุสัตว์ เช่น ไก่เนื้อ โดยในปี 2559 ได้เกิดสถานการณ์ภัยแล้ง ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงไก่เนื้อจำนวนมากและเป็นแหล่งผลิตน้ำนมดิบที่สำคัญ เกิดการขาดแคลนพืชอาหารโคอย่างหนักสุด รวมถึงแหล่งน้ำกินแห้งขอด และสภาพอากาศที่ร้อนส่งผลให้ปริมาณน้ำนมที่รีดออกมาลดลงกว่าปกติ เฉลี่ยต่อโคนม 1 ตัวจะรีดได้ที่ 10 กิโลกรัม ลดลงเหลือเพียง 6-7 กิโลกรัมต่อตัว

สภาพอากาศร้อนชื้นสูงตลอดทั้งปีของประเทศไทย ส่งผลให้การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยไม่สามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ Vongnagnagorn et al. (2015) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม (Ambient Temperature) และความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, RH) ต่อการให้ผลผลิตของแม่โครีดนม พบว่าสภาพอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แม่โคจะผลิตน้ำนมได้สูงที่สุด 12.57 กิโลกรัมต่อวัน ในขณะที่ระดับอุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส แม่โคจะผลิตน้ำนมได้น้อยที่สุด อยู่ที่ 10.89 กิโลกรัมต่อวัน ในส่วนอิทธิพลของความชื้น

สัมพัทธ์ต่อการให้ผลผลิต ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70.00-79.90 แม้อากาศให้ผลผลิตนมต่อวันสูงที่สุดคือ 12.25 กิโลกรัมต่อวัน ความชื้นที่เหมาะสมที่สุดคือ ความชื้นที่ระดับร้อยละ 60.00-79.90 เมื่อความชื้นสูงขึ้นมากกว่าร้อยละ 79.90 จะทำให้แม่โคผลิตน้ำนมได้น้อยลง เนื่องจากความชื้นในอากาศที่สูงขึ้นจะจำกัดการระบายความร้อนของโคนมโดยการระเหยออกไปทางผิวหนัง และการหายใจ ทำให้ร่างกายมีปัญหาในการระบายความร้อน

ระเบียบวิธีการศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตน้ำนมของฟาร์มโคนมในประเทศไทย มีการกำหนดขอบเขตการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตน้ำนมกับปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศ ดังนี้

ขอบเขตของข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ประกอบไปด้วยข้อมูลผลผลิตน้ำนมดิบจากกลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เป็นผลผลิตรวมต่อปี มีหน่วยเป็นตัน ข้อมูลแม่โครีดนม มีหน่วยเป็นตัว และข้อมูลสภาพอากาศซึ่งเป็นข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลอุณหภูมิมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ข้อมูลปริมาณน้ำฝนมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร และข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

ขอบเขตด้านพื้นที่ แบ่งจังหวัดตามพื้นที่เขตปศุสัตว์ที่มีจำนวนโคนมมากที่สุดครอบคลุมพื้นที่การเลี้ยงโคนมของประเทศไทยที่ เทียบฟาร์มขนาดกลางที่มีแม่โครีดนม 10 ตัวขึ้นไป ทั้งหมด 3 เขต รวม 11 จังหวัด ดังนี้ พื้นที่เขต 1 ได้แก่ จังหวัดลพบุรี และสระบุรี พื้นที่เขต 3 ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดบุรีรัมย์ พื้นที่เขต 7 ได้แก่ จังหวัดราชบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ขอบเขตด้านเวลา ข้อมูลผลผลิตน้ำนมและข้อมูลสภาพอากาศดังที่กล่าวมานั้นเป็นข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2562 รวม 20 ปี ลักษณะเป็นข้อมูลแบบพาแนล (Panel Data) ซึ่งมีลักษณะข้อมูลเป็นข้อมูลภาคตัดขวางร่วมกับข้อมูลอนุกรมเวลา ดังนั้นทำให้สามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอธิบายของหน่วยภาคตัดขวางแต่ละหน่วยในช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตน้ำนมใช้การวิเคราะห์แบบจำลองทางเศรษฐมิติ (Econometric Model) เพื่อศึกษาถึงผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อผลผลิตน้ำนม สามารถใช้แบบจำลองการถดถอยสำหรับข้อมูลพาแนลที่ประกอบด้วยข้อมูลผลผลิตน้ำนมรายจังหวัดในแต่ละปี ที่สามารถควบคุมปัจจัยที่เกิดจากความแตกต่างของพื้นที่และช่วงเวลาของแบบจำลอง โดยมีลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลองข้อมูลพาแนล ดังนี้

1. การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Stationary) เนื่องจากหากใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่นิ่งมาทำการพยากรณ์แล้วจะทำให้การพยากรณ์ดังกล่าวไม่ถูกต้อง หรือ ได้ผลการถดถอยที่ไม่แท้จริง ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบความนิ่งของข้อมูล โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบ Panel Unit Root Test ของตัวแปรที่ทำการศึกษา โดยใช้วิธี Levin, Lin and Chu (LLC) และ Im, Pesaran and Shin (IPS) มีข้อสมมติฐาน คือ ข้อมูลมี Unit Root Test (หรือ ข้อมูลมีความนิ่ง (Stationary Data) ทำการทดสอบพาแนลยูนิทรูทของตัวแปรแต่ละตัวโดยทำการทดสอบวิธีดังกล่าว หากข้อมูลที่ได้มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์อันดับที่ 1 หรือ $I(0)$ แล้ว สามารถนำข้อมูลไปทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยวิธีต่อไป

2. การทดสอบปัญหาค่าคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ (Heteroscedasticity Test) การทดสอบปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากการศึกษานี้เป็นข้อมูลแบบ Panel Data ซึ่งมีทั้งข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) และข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross Section Data) ดังนั้นปัญหาสำคัญที่ต้องคำนึงถึงมีปัญหาค่าคลาดเคลื่อน Multicollinearity กับปัญหา Autocorrelation ที่อาจจะเกิดขึ้นในข้อมูลอนุกรมเวลา และปัญหา Heteroscedasticity กับปัญหา Cross-sectional Correlation ในข้อมูลภาคตัดขวาง ด้วยวิธี Breusch-Pagan-Godfrey test ซึ่งหากแบบจำลองเกิดปัญหาดังกล่าวก็จะสามารถใช้วิธีประมาณกำลังสองน้อยที่สุดทั่วไปที่เป็นไปได้ (Feasible Generalized Least Squares, FGLS) แทนการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา (OLS) เพื่อให้ได้ตัวประมาณค่าที่ดีที่สุดและมีความแม่นยำตามหลักการทางสถิติ ด้วยวิธี Panel Model เพื่อจัดการตัวแปร Time Invariant Variable สามารถทำได้ 2 วิธี คือ Fixed Effect Model และ Random Effect Model โดยทำการทดสอบ Hausman's Specification Test เพื่อดูวิธีการประมาณค่าที่เหมาะสมกับข้อมูล

วิธี Fixed Effect Model เป็นการวิเคราะห์ที่ควบคุม a_i วิธี Demean เนื่องจากเป็นตัวแปรที่มีค่าคงที่เสมอไม่ว่าเวลาจะเปลี่ยนไปและไม่สามารถวัดค่าได้ โดยกำจัดอิทธิพลของ a_i ออกไปจากสมการไม่ให้นับรวมการวิเคราะห์ สมมติฐานที่สำคัญคือ a_i ต้องมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในสมการและต้องไม่สัมพันธ์กันเองหรือ $Cov(a_i, a_j) = 0 ; i \neq j$ วิธี Demean จะแยกตัวแปร a_i ออกมาจากค่าคลาดเคลื่อน v_{it} ก่อนกลายเป็น $a_i + u_{it}$ หลังจากนั้นนำค่าตัวแปรของตัวอย่างลบด้วยค่าเฉลี่ยของตัวแปรของตัวอย่างนั้นๆ และบวกด้วยเวลาและตัวอย่างทั้งหมด (Sinnarong, 2013)

วิธี Random Effect Model เป็นการวิเคราะห์ที่ให้อำนาจ a_i สามารถเข้ามามีผลกระทบต่อตัวแปรในสมการได้เพื่อแก้ปัญหา Serial Correlation โดยนำ a_i ไปรวมอยู่กับค่าคลาดเคลื่อน u_{it} กลายเป็นค่าคลาดเคลื่อนใหม่ v_{it} การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะมีสมมติฐานสำคัญ คือ a_i ต้องไม่สัมพันธ์กับตัวแปรอิสระใดๆในสมการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ_a^2 จากนั้นจะเปลี่ยนรูปตัวแปรด้วยวิธี FGLS (Sinnarong, 2013)

การวิเคราะห์ข้อมูลพาแนลด้วยแบบจำลอง ทั้งวิธี Fixed Effect Model และ Random Effect Model นี้มีแบบจำลองเชิงทฤษฎีดังสมการที่ 1

$$Y_{it} = a + X'_{it} \beta + \mu_{it} \quad \dots(1)$$

กำหนดแบบจำลองแบบมีความคลาดเคลื่อนทางเดียว (One-way Error Component Model) จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองซึ่งเท่ากับสมการที่ 2

$$u_{it} = u_i + v_{it} \quad \dots(2)$$

เมื่อ Y_{it} คือ ปริมาณน้ำมัน ของจังหวัดที่ i ณ เวลา t
 X'_{it} คือ เวกเตอร์ของตัวแปรอธิบาย ของจังหวัดที่ i ณ เวลา t
 β คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องประมาณค่าจากแบบจำลอง
 u_{it} คือ ค่าคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (White Noise Residuals)
 u_i คือ ผลของความแตกต่างเชิงพื้นที่ที่ไม่สามารถสังเกตได้ (Unobservable Individual Specific Effect) และ v_{it} คือ ค่าคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่และเวลา (Reminder Error Terms)

การทดสอบด้วยวิธี Hausman's Specification Test มีสมมติฐานหลัก (H_0) คือ Random Effect Model และสมมติฐานรอง (H_1) คือ Fixed Effect Model โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นไว้ที่ระดับร้อยละ 95.00 หรือระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งวิธีของ Hausman Test ดังนี้

เมื่อกำหนดให้

$$\text{Hausman Test} = (\beta_F - \beta_R)'(V_F - V_R)^{-1}(\beta_F - \beta_R) \quad \dots(3)$$

โดยที่ β_F คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์จาก Fixed Effect Model
 β_R คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์จาก Random Effect Model
 V_F คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์จาก Fixed Effect Model
 V_R คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์จาก Random Effect Model
 สมมติฐาน คือ

H_0 : การใช้ Random Effect Model มีความเหมาะสมมากกว่า Fixed Effect Model

H_1 : การใช้ Fixed Effect Model มีความเหมาะสมมากกว่า Random Effect Model

3. การกำหนดแบบจำลองเชิงประจักษ์ในการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อศึกษาปัจจัยด้านสภาพอากาศที่มีผลต่อผลผลิตน้ำนมของฟาร์มโคนมในประเทศไทยนั้น ในงานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดการกำหนดรูปแบบฟังก์ชันการผลิตของ Just and Pope (1979) กำหนดรูปแบบฟังก์ชันการผลิตแบบ Stochastic Production Function (SPF) หรือ $y = f(x, v)$ ซึ่งกำหนดฟังก์ชันการผลิตให้ y คือ ผลผลิตน้ำนม เมื่อ x เป็นเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิตทั่วไป เช่น ที่ดิน ทุน แรงงาน และ v เป็นเวกเตอร์ของปัจจัยการผลิตที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพอากาศ ได้แก่ ปัจจัยด้านอุณหภูมิ จำนวน 2 ตัวแปร ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน จำนวน 2 ตัวแปร ปัจจัยด้านความชื้นสัมพัทธ์ 2 ตัวแปร และปัจจัยแม่โครีดนม จำนวน 1 ตัวแปร เป็นปัจจัยเชิงสุ่มที่จะส่งผลกระทบต่อความไม่แน่นอนในการผลิต เข้ามาพิจารณาในแบบจำลองตามแนวคิดของ Battese et al. (1997) เพื่อให้ได้ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตน้ำนม โดยกำหนดให้อธิทธิพลของตัวแปรอื่นที่ไม่ได้นำเข้ามาวิเคราะห์เป็นค่าคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้จัดรูปแบบของสมการให้อยู่ในรูปแบบ Double-Log เพื่อให้ทราบทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรในทิศทางบวกหรือทิศทางลบต่อผลผลิตน้ำนม ดังสมการที่ 4

สมการค่าเฉลี่ย (Mean Function)

$$\ln \text{Milk}_{it} = \alpha_1 + \beta_{11} \ln \text{DAIRYCOW}_{it} + \beta_{12} \ln \text{TRAI}_{it} + \beta_{13} \ln \text{VRAI}_{it} + \beta_{14} \ln \text{ATEM}_{it} + \beta_{15} \ln \text{VTEM}_{it} + \beta_{16} \ln \text{THI}_{it} + \beta_{17} \ln \text{VTHI}_{it} + \beta_{18} \text{TT}_{it} + u_{it} \quad \dots(4)$$

โดยที่

$\ln \text{Milk}_{it}$	คือ ผลผลิตน้ำนมของจังหวัดที่ i ณ ปีที่ t
$\ln \text{DAIRYCOW}_{it}$	คือ แม่โครีดนม (ตัว)
$\ln \text{TRAI}_{it}$	คือ ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร)
$\ln \text{VRAI}_{it}$	คือ ความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนรวม
$\ln \text{ATEM}_{it}$	คือ อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
$\ln \text{VTEM}_{it}$	คือ ความแปรปรวนของอุณหภูมิ
$\ln \text{THI}_{it}$	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)
$\ln \text{VTHI}_{it}$	คือ ความแปรปรวนของความชื้นสัมพัทธ์
TT_{it}	คือ แนวโน้มเวลาแทนความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางการเกษตร(ปี)
u_{it}	คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถสังเกตได้
i และ t	คือ พื้นที่จังหวัดที่ i ณ ช่วงเวลาที่ t

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตน้ำนมของฟาร์มโคนมในประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติ มีผลในการดำเนินการทดสอบตามวิธีและได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบพาแนลยูนิทรูท (Panel Unit Root Test) ที่ระดับ Level หรือ I(0) เพื่อทดสอบความนิ่งของข้อมูลด้วยวิธี Levin, Lin and Chu (LLC) และ Im, Pesaran and Shin (IPS)

ตัวแปร	LLC Test	IPS Test	ระดับความนิ่ง (Stationary)
ปริมาณผลผลิตน้ำนม ($Milk_{it}$)	-1.874**	-3.821**	I(0)
จำนวนแม่โครีดนม ($Dairy_{it}$)	-5.154**	-4.092**	I(0)
ปริมาณน้ำฝนรวม ($TRAI_{it}$)	-7.629**	-6.744**	I(0)
ความแปรปรวนปริมาณน้ำฝนรวม ($VRAI_{it}$)	-7.426**	-6.677**	I(0)
อุณหภูมิเฉลี่ย ($ATEM_{it}$)	-6.713**	-5.416**	I(0)
ความแปรปรวนของอุณหภูมิ ($VTEM_{it}$)	-96.306**	-35.177**	I(0)
ความชื้นสัมพัทธ์ (THI_{it})	-4.920**	-2.391**	I(0)
ความแปรปรวนความชื้นสัมพัทธ์ ($VTHI_{it}$)	-8.658**	-9.164**	I(0)
แนวโน้มเวลา ($\ln TT_{it}$)	-45.960**	-57.876**	I(0)

ที่มา : จากการคำนวณโดยโปรแกรม Eviews 10

หมายเหตุ : ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบพาแนลยูนิทรูท ด้วยวิธี วิธี Levin, Lin and Chu (LLC) และ Im, Pesaran and Shin (IPS) พบว่าข้อมูลตัวแปรทั้งหมดมีลักษณะนิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.00 ที่ระดับ Level I(0) ของทุกตัวแปร ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูล Panel Data มาวิเคราะห์ด้วยวิธี Fixed Effect Model และ Random Effect Model ในการวิเคราะห์ได้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) การทดสอบโดยวิธีของ Breusch-Pagan-Godfrey test

Breusch-Pagan-Godfrey test			
F-statistic	3.5405	Prob.F	0.0004
Obs*R-squared	28.9723	Prob.Chi-Square	0.0007

ที่มา : จากการคำนวณโดยโปรแกรม Eviews 10

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่โดยวิธีของ Breusch-Pagan-Godfrey test พบว่า แบบจำลองผลผลิตน้ำมันของฟาร์มโคนมในประเทศไทย พบค่าสถิติค่า Chi-Square ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤต ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ค่า Prob.= 0.0007) หมายความว่า แบบจำลองมีค่าปัญหาความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ จึงไม่สามารถใช้การประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา (OLS) ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการประมาณค่ากำลังสองน้อยที่สุดทั่วไปที่เป็นไปได้ (Feasible Generalized Least Squares, FGLS) แทน

ตารางที่ 4 ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมันของฟาร์มโคนมในประเทศไทย แบบ Fixed Effect Model และ Random Effect Model

ตัวแปร	แบบจำลอง Fixed Effects	แบบจำลอง Random Effects
แม่โครีโคนม ($\ln \text{Dairycow}_{it}$)	0.8302*** (0.0341)	0.9390*** (0.0208)
ปริมาณน้ำฝนรวม ($\ln \text{TRAI}_{it}$)	0.0943 (0.0778)	0.0981 (0.0772)
ความแปรปรวนน้ำฝนรวม ($\ln \text{VRAI}_{it}$)	-0.0301 (0.0306)	-0.0339 (0.0305)
อุณหภูมิเฉลี่ย ($\ln \text{ATEM}_{it}$)	-1.4486** (0.4918)	-0.0476 (0.5687)
ความแปรปรวนอุณหภูมิเฉลี่ย ($\ln \text{VTEM}_{it}$)	-0.0026 (0.0243)	-0.0026 (0.0237)
ความชื้นสัมพัทธ์ ($\ln \text{THI}_{it}$)	-1.0906** (0.5372)	-0.6105** (0.4856)
ความแปรปรวนความชื้นสัมพัทธ์ ($\ln \text{VTHI}_{it}$)	-0.0018 (0.0304)	0.0203 (0.0277)
แนวโน้มเวลา ($\ln \text{TT}_{it}$)	0.0465*** (0.0183)	0.0136*** (0.0166)
Constant	4.7492 (3.3030)	4.4505 (3.0485)
R-Squared	0.9861	0.9127
Adjust R-Squared	0.9848	0.9093
Prob (F-statistic)	0.0000	0.0000

ที่มา : จากการคำนวณโดยโปรแกรม Eviews 10

หมายเหตุ : ตัวเลขใน () หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

***, ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10 , 0.05

ผลการทดสอบ Hausman's Specification Test

การประมาณค่าแบบจำลอง Panel Data ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็นการประมาณด้วยวิธี Fixed Effect Model และ Random Effect Model แล้วจะทำการเลือกวิธีที่เหมาะสมด้วยวิธี Hausman's Specification Test

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบสมมติฐานการประมาณค่า Fixed Effect กับ Random Effect โดยวิธี

Hausman's Specification Test

Test Summary	Chi-Square Statistic	Probability
Hausman's Specification Test	29.1176	(0.0000)

ที่มา : จากการคำนวณโดยโปรแกรม Eviews 10

หมายเหตุ : ตัวเลขใน () คือ ค่า P-Value

จากตารางที่ 5 ผลของการทดสอบสมมติฐานการประมาณค่า Fixed Effect กับ Random Effect โดยวิธี Hausman's Specification Test เมื่อจัดรูปแบบของสมการให้อยู่ในรูปของ Double-Log และพิจารณาค่า P-Value (Prob.) จากผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันค่าเฉลี่ยของผลผลิตนํ้านมของฟาร์มโคนมในประเทศไทยแบบ Fixed Effect Model และ Random Effect Model โดยค่าที่ได้คือ 0.0000 หมายความว่า การใช้ Fixed Effect Model มีความเหมาะสมมากกว่า Random Effect Model ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทำให้สามารถเขียนเป็นสมการค่าเฉลี่ย (Mean Function) จากตารางที่ 3 ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \ln \text{Milk}_{it} = & 4.7492 + 0.8302^{***} \ln \text{DAIRYCOW}_{it} + 0.0943 \ln \text{TRAI}_{it} - 0.0301 \ln \text{VRAI}_{it} \\ & (3.3030) \quad (0.0341) \quad (0.0778) \quad (0.0306) \\ & - 1.4486^{**} \ln \text{ATEM}_{it} - 0.0026 \ln \text{VTEM}_{it} - 1.0906^{**} \ln \text{THI}_{it} - 0.0018 \ln \text{VTHI}_{it} \\ & (0.4918) \quad (0.0243) \quad (0.5372) \quad (0.0304) \\ & + 0.4647^{***} \text{TT}_{it} \\ & (0.0183) \end{aligned} \quad \dots(5)$$

R-Squared = 0.9861, Adjust R-Squared = 0.9848, Prob (F-statistic) = 0.0000

ที่มา : จากการคำนวณโดยโปรแกรม Eviews 10

หมายเหตุ : ตัวเลขใน () หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

***, ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01, 0.05

สมการค่าเฉลี่ยในสมการที่ 5 สามารถอธิบายได้ว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตนํ้านมของฟาร์มโคนมในประเทศไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99.00 มี 2 ปัจจัย คือ แม่โครีดนมและแนวโน้มเวลา ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ

ละ 95.00 ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิเฉลี่ย ส่วนปริมาณน้ำฝนรวม ความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝน ความแปรปรวนของอุณหภูมิเฉลี่ย และความแปรปรวนความชื้นสัมพัทธ์ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตน้ำนมโดยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90.00 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว (Adjust Coefficient of Determination) ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 98.48 แสดงว่า ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยของฟาร์มโคนมในประเทศไทย สามารถอธิบายได้ด้วยปัจจัยทั้งหมด 8 ปัจจัยดังกล่าวข้างต้น ได้ถึงร้อยละ 98.48 ที่เหลือร้อยละ 1.52 เป็นผลกระทบมาจากปัจจัยอื่นที่ไม่ได้นำมารวมในสมการนี้

สรุปและการอภิปรายผล

ปัจจัยแม่โครีดนม เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของจำนวนแม่โครีดนมของฟาร์มโคนมในประเทศไทยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.8302 สามารถอธิบายได้ว่า หากจำนวนแม่โครีดเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.00 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ จะส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.83 แสดงให้เห็นว่าจำนวนแม่โครีดนมจึงมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับผลผลิตน้ำนม เป็นไปตามทฤษฎีอุปทานสินค้าเกษตร เนื่องจากการเพิ่มหรือลดปริมาณแม่โครีดนมส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มหรือลดลงได้มากขึ้น (Department of Livestock Development, 2015)

ปัจจัยอุณหภูมิเฉลี่ย เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของอุณหภูมิเฉลี่ยของฟาร์มโคนมในประเทศไทยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -1.4486 สามารถอธิบายได้ว่า หากอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.00 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมลดลงร้อยละ 1.45 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยอุณหภูมิเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับผลผลิตน้ำนม อุณหภูมิเฉลี่ยมีความแปรปรวนเพิ่มขึ้นหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ย ส่งผลกระทบต่อผลผลิตนมเฉลี่ยในเชิงลบ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นโคจะเกิดภาวะเครียดจากความร้อน (Heat Stress) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การหลั่งน้ำนมของโคลดลงจากงานวิจัยของ Tarabany et al. (2017) และอุณหภูมิเฉลี่ยในการศึกษาอยู่ที่ 27.93 องศาเซลเซียส ซึ่งพบจากการศึกษาของ Vongnagnagorn et al. (2015) สภาพอุณหภูมิต่ำจะทำให้โคนมผลิตน้ำนมได้มากกว่าสภาพอุณหภูมิสูง ที่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส แม่โคจะผลิตน้ำนมได้สูงที่สุด และที่ระดับอุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส แม่โคจะผลิตน้ำนมได้น้อยที่สุด

ปัจจัยความชื้นสัมพัทธ์ เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของความชื้นสัมพัทธ์ของฟาร์มโคนมในประเทศไทยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ -1.0906 สามารถอธิบายได้ว่า หากความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.00 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยลดลงร้อยละ 1.10 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยของความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับผลผลิตน้ำนม สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Vongnagnagorn et al. (2015) และ Tarabany et al. (2017) ที่พบตัวแปรด้านอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม (Ambient temperature) และความชื้นสัมพัทธ์ มีผลต่อการผลิตนม ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้น จะทำให้แม่โคผลิตน้ำนมได้น้อยลง เนื่องจากความชื้นในอากาศที่สูงขึ้นจะ

จำกัดการระบายความร้อนของโคนมโดยการระบายออกไปทางผิวหนัง และการหายใจทำให้ร่างกายมี ปัญหาในการระบายความร้อน

ปัจจัยแนวโน้มเวลา เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของตัวแปรแนวโน้มเวลาของฟาร์มโคนมในประเทศไทยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.0460 สามารถอธิบายได้ว่าแนวโน้มเวลา ซึ่งเป็นตัวแทนของการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.00 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ ส่งผลให้ผลผลิต นำนมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.04 แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีการผลิตมีผลต่อระดับผลผลิตนํานมเฉลี่ย ในทิศทางเดียวกัน และมีส่วนสำคัญในการผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์สายพันธุ์ให้เหมาะสมกับการเลี้ยงในเขตร้อนชื้น การจัดการฟาร์มสภาพ โรงเรือนลดความแออัดของโค การเลี้ยง การให้อาหาร สุขศาสตร์การรีดนม อีกทั้งควรมีการคัดกรอง โรคและสุขภาพสัตว์ จะช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิต มีระบบการปฏิบัติการจัดการฟาร์มที่มีประสิทธิภาพ การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เป็นต้น ซึ่งเป็นตามทฤษฎีการผลิตเมื่อคำนึงถึงเทคโนโลยีตามกฎของ อุปทาน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรฟาร์มโคนม

1. เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมควรพัฒนาแนวทางรูปแบบการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศเพื่อใช้แก้ไข ปัญหา เช่น การจัดการมาตรฐานฟาร์มตามแนวทางปศุสัตว์ที่เท่าทันสภาพ ภูมิอากาศ (Climate Smart Livestock) เช่น การจัดการระบบระบายความร้อน (Cooling Management) ด้วยการดัดแปลงโรงเรือนให้สามารถระบายความร้อนได้ดียิ่งขึ้นโดยใช้พัดลมระบายอากาศรวมกับ การพ่นละอองน้ำ รวมทั้งเพิ่มจุดให้น้ำและร่มเงาภายในฟาร์ม แม้จะมีข้อจำกัดเรื่องงบประมาณลงทุน สูง แต่สามารถเพิ่มผลผลิตนํานมได้ดีกว่า

2. การจัดการด้านอาหารและการให้อาหารมีการพัฒนาสูตรอาหารหรือให้สารเสริมเพื่อลด กระบวนการสร้างความร้อนในขณะกิน ย่อยและดูดซึมอาหารโดยโคนมยังคงได้รับโภชนาเพียงพอ ต่อความต้องการ รวมถึงมีการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการปล่อยโคนมทะเล็มในแปลงหญ้าเป็นช่วงเวลา ที่มีอากาศเย็น เป็นต้น

ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการเลี้ยงโคนม เป็นอาชีพที่สร้างรายได้ให้เกษตรกรได้เป็นอย่างดี ดังนั้น หน่วยงาน ภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรเข้าไปให้ความรู้และส่งเสริมเกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการจัดการมาตรฐานฟาร์ม ตามแนวทางปศุสัตว์ที่เท่าทันสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้เกษตรกรปรับตัวเพื่อลดการสูญเสียผลผลิตจาก ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ช่วยสร้างรายได้และความมั่นคงทางอาหาร

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

การเกิดองค์ความรู้ เรื่องแนวปฏิบัติที่ดีของการทำปศุสัตว์ที่เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คาร์บอนต่ำ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในระบบการเกษตรและปศุสัตว์เพื่อนำไปสู่ความมั่นคงทางอาหาร และลดปัญหาความเป็นอยู่ของเกษตรกรต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการทำวิจัยครั้งต่อไปในอนาคต ผู้ที่สนใจอาจจะเลือกทำการศึกษาปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนม เช่น อาหาร สายพันธุ์ หรือพื้นที่อื่น ๆ เพื่อนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบและหาแนวทางลดผลกระทบสำหรับพื้นที่นั้น ๆ
2. ผู้สนใจศึกษาในอนาคตควรเพิ่มการวิเคราะห์รายได้ ต้นทุนและความสูญเสียที่เกิดจากการลดลงของผลผลิตน้ำนม เปรียบเทียบกับฟาร์มที่มีการจัดการระบบมาตรฐานตามแนวทางปศุสัตว์ที่เท่าทันสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะช่วยให้งานวิจัยสมบูรณ์แบบมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03. FAO, Rome.
- Battese, G. E., Rambaldi, A. N., & Wan, G. H. (1997). A Stochastic Frontier Production Function with Flexible Risk Properties. *Journal of Productivity Analysis*, 8(1), 269-280.
- Boonkum, W., Misztal, I., Duangjinda, M., Pattarajinda, V., Tumwasorn, S., & Sanpote, J. (2011). Genetic effects of heat stress on milk yield of Thai Holstein crossbreds. *Journal of Dairy Science*, 94(1), 487-492.
- Chase, E. (2014). Climate Change Impacts on Dairy Cattle. *Climate Change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses*. Department of Animal Science, Cornell University.
- Department of Livestock Development. (2015). *Information And Communication Technology Center*. [Online]. Retrieved November 3, 2020 from: <https://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report>. (in Thai)
- Hahn, G.L. (1981). Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. *Journal of Animal Science*, 52(1), 175-186.
- Hurst, P., Termine, P., & Karl, M. (2005). Agricultural workers and their contribution to sustainable agriculture and rural development. FAO, Rome.

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basic. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- Just, R. E., & Pope, R. D. (1979). Production Function Estimation and Related Risk Considerations. *American Journal of Agricultural Economics*, 61(1), 276–284.
- Kittilertpaisan, J (2003). *Microeconomics*. Sakon Nakhon Rajabhat Institute. faculty of Management Science. (in Thai)
- Lamesegn, D. (2019). Review on effects of climate change on livestock production in Ethiopia. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 8(6), 185-189.
- Office of Agricultural Economics.(2020). *Agricultural Information Center reports the quantity of raw milk production* , Report file. (in Thai)
- Pierre, N. Cobanov, R.B., & Schnitkey, G. (2003). Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. *Journal of Dairy Science*, 86(Suppl.), 52–77.
- Sinnarong, N. (2013). The Potential Impacts of Weather on Rice Production and Evaluation of Agro-adaptation Measure for Northern Thailand. *The Journal of Interdisciplinary Networks*, 2(2), 450-456.
- Sinnarong, N. (2018b). The association of weather variables with rice production and simulation of agro adaptation measure for northeast Thailand: evidence from panel data model. *International Journal of Global Warming*, 14(3), 330-355.
- Tarabany, E. (2017). Production and health performance of Holstein, Brown Swiss and their crosses under subtropical environmental conditions. *Animal Production Science*, 57(6), 1137-1143.
- Theswanich, J. (2000). *Theory of Production and applied*. Sukhothai Thammathirat Open University. major of Economics. (in Thai)
- VOA News UN [Online]. Retrieved November 3, 2020 , from: <https://www.voathai.com/a/un-population-reached-2-billion-in-2050/4965697.html>. (in Thai)
- Vongnagnagorn, C., Indratula, T., & Bunyanuwat, K. (2015). Effect of Environmental Temperature and Humidity on Milk Production and Fertility in Holstein Friesian Crossbreed Dairy Cows. *Proceedings of the 36th Kasetsart University Annual Conference*. Kasetsart University.

