

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความร้อนที่มีต่อ เกษตรกรและพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย Effects of Climate Change and Heat Exposure among Agricultural and Industrial Workers in Thailand

อุมา ลางคุlsen*

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

นันทวรรณ วิจิตรวาทการ

วิทยาลัยโลกคดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Uma Langkulsen*

Faculty of Public Health, Thammasat University, Rangsit Centre,
Khleng Nueng, Khleng Luang, Pathum Thani 12120

Nuntavarn Vichit-Vadakan

School of Global Studies, Thammasat University, Rangsit Centre,
Khleng Nueng, Khleng Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความร้อนที่มีต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการทำงานในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในประเทศไทย การวิจัยเชิงพรรณนาและเชิงวิเคราะห์ได้เก็บข้อมูลในกลุ่มเกษตรกร จำนวน 46 คน และพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 21 คน ในจังหวัดปทุมธานี กาญจนบุรี และสมุทรปราการ โดยวัดอุณหภูมิเวทบัลบโกลบ (WBGT) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิโกลบ อุณหภูมิกระเปาะเปียก ความชื้นสัมพัทธ์ และดัชนีความร้อน (HI) ตลอด 10 วัน ในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน กลุ่มตัวอย่างได้รับการสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลการทำงาน การสัมผัสความร้อนขณะทำงาน ผลกระทบทางสุขภาพจากความร้อน ผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพในการทำงาน และการป้องกันภาวะเครียดจากความร้อน โดยได้มีการบันทึกประจำวันเกี่ยวกับระยะเวลาพัก วิธีบรรเทาความร้อน การดื่มน้ำ อาการผิดปกติจากความร้อน ปริมาณผลผลิตที่ทำได้ อัตราการเต้นของหัวใจ และอุณหภูมิร่างกายระหว่างทำงาน ผลการวิจัยพบว่าดัชนี WBGT ในพื้นที่โรงงานเหล็ก นาข้าว และไร่อ้อย มีความแตกต่างกันอยู่ที่ 30.3, 26.7 และ 24.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดัชนีความร้อนเฉลี่ยของกลุ่มพนักงานโรงงานเหล็ก กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ปลูกอ้อย คือ 42.6, 33.6 และ

*ผู้รับผิดชอบบทความ : u.langkulsen@gmail.com

29.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งนี้ดัชนีความร้อนของกลุ่มพนักงานโรงงานเหล็กมีค่ามากกว่า 40.5 องศาเซลเซียส จัดว่าอยู่ในระดับอันตรายหรือมีผลกระทบต่อสุขภาพและร่างกาย สิ่งที่น่าสนใจ คือ ปริมาณผลผลิตที่ทำได้ในช่วงฤดูหนาว เมื่อเทียบกับฤดูร้อนในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพบว่ามีค่าลดลงร้อยละ 9.68 งานวิจัยอนาคตควรจะเน้นความสำคัญในเรื่องอาชีพอนามัยในสถานที่ทำงานที่มีความหลากหลาย และกำหนดนโยบายที่จะนำไปสู่การลดค่าดัชนีความร้อนในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพ

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ; การสัมผัสความร้อน; ดัชนีความร้อน; ภาวะเครียดจากความร้อน

Abstract

This research aimed to explore situation and effects of climate change and heat exposure workers' health and productivity in Thailand. This cross-sectional descriptive and analytic study was performed on 46 agricultural workers and 21 industrial workers in Pathum Thani, Kanchanaburi, and Samut Prakan provinces. Environmental parameters including WBGT (wet bulb globe temperature), dry temperature, globe temperature, natural wet bulb temperature, relative humidity, and heat index (HI) were measured over ten consecutive days in winter and summer. In this study, participants were interviewed about work information, heat exposure at work, health impacts of heat, impact on productivity, and preventing heat stress at work and were then recorded length of breaks, cooling actions, water intake, symptoms of heat-related illnesses, production output, heart rate, and body temperature during work period. The results demonstrate that WBGT index according to different study sites was 30.3, 26.7, and 24.5 °C for working in iron factory, rice farm, and sugarcane farm, respectively. The mean heat index at work of industrial workers in iron factory, agricultural workers in rice farm, and sugarcane farm were 42.6, 33.6, and 29.7 °C, respectively. At a heat index above 40.5 °C considers the industrial workers' risk is danger or affects human health. Interestingly, the average loss productivity of agricultural workers in rice farm was 9.68 % in winter compared with summer. For future research, we suggest that paying more attention to the occupational health issues in different workplace settings and policies to reduce heat indexes in worker should be developed.

Keywords: climate change; heat exposure; heat index; heat stress

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมโลก (global problem) ที่ทุกประเทศได้รับผลกระทบ หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่สำคัญที่เกิด

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นั่นคือ สภาวะอากาศของโลกร้อนขึ้น (global warming) ทั้งนี้พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวโลกในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา (พ.ศ. 2449-2548) เพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 0.74 องศาเซลเซียส [1] ซึ่งมากกว่าที่เคยประเมินไว้โดย IPCC [2] ถึง 0.6

องศาเซลเซียส แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกในช่วง 50 ปีที่ผ่านมาสูงกว่าในช่วง 100 ปีก่อนเกือบสองเท่า และอุณหภูมิของโลกมีแนวโน้มที่จะสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2523-2542 ถึง 1.8-4.0 องศาเซลเซียสภายในปี พ.ศ. 2643

ผลการศึกษาโดยการจำลองสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในอนาคต [3] ภายใต้งี้อุ่นขึ้นที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มปริมาณสูงขึ้น บ่งชี้ว่าทิศทางและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคตจะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายปีลดน้อยลงในทุกภาค แต่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตรต่อปี) จะเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้แนวโน้มความหนาแน่นของฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตรต่อวัน) เพิ่มขึ้น ซึ่งหมายความว่าฝนจะตกหนักขึ้น แต่จำนวนวันที่ฝนตกจะลดลง อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยคาดการณ์ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในทุกภาคจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1-4 องศาเซลเซียสในช่วงปี พ.ศ. 2553-2632 และการเปลี่ยนแปลงในเชิงของอุณหภูมิที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ จำนวนวันที่มีอากาศเย็นมีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างเห็นได้ชัด และในทางกลับกัน จำนวนวันที่มีอากาศร้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกภูมิภาค

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความร้อนที่มีต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการทำงานในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในประเทศไทย

2. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบการศึกษาเป็นแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative study) โดยศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากความร้อน (heat impact) และแนวทางป้องกัน (preventive approach) และการ

วิจัยเชิงปริมาณ (quantitative study) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากความร้อน ภาระงาน (work capacity) และการป้องกัน

2.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ จังหวัดปทุมธานี จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดสมุทรปราการ

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ประกอบอาชีพที่ทำงานเกี่ยวข้องกับความร้อน ทั้งในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม ซึ่งในภาคเกษตรกรรม คือ การทำนา และการตัดอ้อย และภาคอุตสาหกรรม คือ โรงงานเหล็ก ซึ่งงานวิจัยนี้ได้มีการเลือกอาสาสมัครในการวิจัยโดยวิธีสมัครใจ

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

2.3.1 สัมภาษณ์เชิงลึก (individual in-depth interview) กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อย และกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก โดยใช้แบบสอบถามที่เป็นคำถามปลายเปิด (semi-structure interview guide with open-ended question) และมีการเก็บข้อมูลโดยละเอียดในอาสาสมัครแต่ละราย ทั้งนี้แบบสอบถามมีด้วยกันอยู่ 7 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไป (2) ชนิดของงาน (3) การสัมผัสความร้อนขณะทำงาน (4) ผลกระทบทางสุขภาพจากความร้อน (5) ผลกระทบที่มีต่อกิจกรรมการทำงานและประสิทธิภาพในการทำงาน (6) แนวทางการป้องกันความร้อน และ (7) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีต การสัมผัสความร้อนนอกเวลาทำงาน

2.3.2 ใช้เครื่องวัดระดับความร้อนที่สามารถอ่านและคำนวณค่าอุณหภูมิเวทบัลด์โลก (WBGT) ได้โดยตรงตามมาตรฐาน ISO 7243 ขององค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ (International

Organization for Standardization) หรือเทียบเท่า [4] โดยติดตั้งอุปกรณ์หรือเครื่องวัดในตำแหน่งสูงจากพื้นระดับหน้าอกของกลุ่มตัวอย่าง

2.3.3 ตรวจวัดดัชนี WBGT ในพื้นที่ศึกษา ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน และเดือนพฤศจิกายน ถึงธันวาคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว ตามลำดับ อย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 10 วัน ในแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยจุดที่จะตรวจวัด คือ บริเวณสถานที่ทำงานที่มีคนปฏิบัติงานอยู่ จำนวนทั้งสิ้น 3 จุด ในแต่ละพื้นที่ศึกษา และตรวจวัดในช่วงเวลาเดียวกัน ทั้ง 3 จุด ทั้งนี้ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของการตรวจวัดขึ้นอยู่กับความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือที่ได้มีการเปรียบเทียบความถูกต้องอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งข้อมูลค่าความร้อนหรือระดับความร้อนจะถูกบันทึกโดยอัตโนมัติด้วยเครื่อง WBGT heat stress monitor และถอดข้อมูลลงในตารางเป็นรายชั่วโมง เพื่อประกอบการวิเคราะห์ผลในขั้นตอนต่อไป งานวิจัยนี้มีการเปรียบเทียบระดับความร้อน ณ ช่วงเวลาหนึ่ง โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว โดยจะไม่มีเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ของผู้ประกอบการอาชีพทั้งในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม โดย WBGT คือ อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสเวทบัลโบโลก (wet bulb globe temperature) Tnwb คือ อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสที่อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก (natural wet bulb globe) และ Tg คือ อุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสที่อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์โกลบ (globe temperature)

2.3.4 นำค่าดัชนี WBGT มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งนำไปสู่ค่าดัชนีความร้อน

2.3.5 ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจทุก 1 ชั่วโมง ตลอดช่วงเวลางานด้วยเครื่อง heart rate monitor เป็นระยะเวลา 10 วัน ซึ่งการวัดอัตราการ

เต้นของหัวใจสามารถบ่งชี้ถึงภาระงานทางสรีรวิทยา สภาพความร้อนในแต่ละวัน และความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ

2.3.6 จัดบันทึกประจำวัน (diary) สำหรับกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำ ระยะเวลาการทำงาน ระยะเวลาพัก ระหว่างการทำงาน การบรรเทาความร้อน (cooling action) จำนวนงานที่ผลิต (production output) อัตราการเต้นของหัวใจ และบันทึกสภาพอากาศ (weather data)

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 23.0 ซึ่งสถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ descriptive analysis ทั้งนี้เพื่อประเมินผลกระทบทางสุขภาพที่มีต่อการสัมผัสความร้อนและประสิทธิภาพในการทำงาน ที่ลดลงอันเป็นผลมาจากการสัมผัสความร้อนในขณะทำงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงข้อมูลตามคำตอบซึ่งเป็นการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก และนำคำตอบมาจัดทำรหัสสำหรับใช้กับคอมพิวเตอร์ และสร้างคู่มือการลงรหัส บันทึกข้อมูล (data entry) และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่และค่าร้อยละ แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปตารางและกราฟประกอบการบรรยาย

2.4.2 ประเมินผลกระทบทางสุขภาพและประสิทธิภาพในการทำงาน โดยประมาณค่าของการสัมผัสความร้อนที่จะเกิดขึ้น จำนวนผู้ประกอบการอาชีพที่จะได้รับผลกระทบ และความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัสกับการเกิดผลกระทบทางสุขภาพ (exposure-response relationship) ดังสมการ $I = f \{WBGT \text{ change, worker population change, exposure-response relationship, modifying factors} \}$ ซึ่ง I ใน

ที่นี้ คือ future impact

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามแบบบันทึกประจำวันและอัตราการเต้นของหัวใจดัชนี WBGT รวมถึงผลกระทบทางสุขภาพและประสิทธิภาพในการทำงาน มีดังนี้

3.1 ข้อมูลจากแบบสอบถาม

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อย และกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก ในช่วงวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2554 ถึงวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 จำนวน 67 คน พบว่า 2 ใน 3 เป็นเพศชาย (ร้อยละ 71.6) อายุเฉลี่ย 38.9 ปี อายุงานเฉลี่ย 18.9 ปี ส่วนใหญ่ร้อยละ 94.0 ทำงานวันละไม่เกิน 8 ชั่วโมง ผลกระทบจากการสัมผัสความร้อนขณะทำงาน ได้แก่ เหนื่อยง่าย เหงื่อออกมาก ไม่สามารถทำงานต่อได้ และเกิดการเจ็บป่วย โดยมีวิธีหลีกเลี่ยงการสัมผัสความร้อนดังกล่าว เช่น หลบในที่ร่ม ใส่หมวก กางร่ม ลดชั่วโมงการทำงาน พักในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ และใส่อุปกรณ์ป้องกัน กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม รู้จักโรคเพลียแดดหรือโรคลมร้อน และรู้จักอาการของภาวะเครียดจากความร้อน คิดเป็นร้อยละ 49.3 และ 46.3 ตามลำดับ ส่วนใหญ่เคยมีอาการของภาวะเครียดจากความร้อนขณะทำงาน เช่น เสียเหงื่อในระหว่างทำงาน หิวน้ำ ผื่นคัน เหนื่อยล้าและอ่อนเพลีย น้ามืดและเป็นลม หงุดหงิด นอนไม่หลับ คลื่นไส้ วิงเวียนและมึนงงปวดศีรษะ และตะคริว ในช่วงฤดูร้อนประมาณ 1-5 ครั้งต่อปี อย่างไรก็ตาม มีวิธีจัดการเมื่อรู้สึกว่ามีอาการของภาวะเครียดจากความร้อน ได้แก่ พักผ่อนให้เพียงพอ อาบน้ำ และดื่มน้ำ

นอกจากนี้การสัมผัสความร้อนขณะทำงานใน

ช่วงฤดูร้อนมีผลต่อการทำงาน กล่าวคือ ทำให้ปริมาณของผลผลิตที่ทำได้มีปริมาณลดลงและเคยหยุดงานโดยมีสาเหตุมาจากความร้อนในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ทั้งนี้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อยยังระบุอีกว่าคุณภาพของผลผลิตที่ทำได้มีคุณภาพลดลง สำหรับแนวทางการป้องกันความร้อนนั้น กลุ่มตัวอย่างคิดว่านโยบายหรือกฎระเบียบเกี่ยวกับการทำงานในสภาพอากาศร้อนมีประโยชน์ (ร้อยละ 61.2) มีความตระหนักในเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน (ร้อยละ 64.2) และทุกคนมีวิธีสังเกตภาวะเครียดจากความร้อน (ตารางที่ 1)

3.2 ข้อมูลจากแบบบันทึกประจำวันและอัตราการเต้นของหัวใจ

การเก็บข้อมูลแบบบันทึกประจำวันและอัตราการเต้นของหัวใจกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจำนวน 4 คน เกษตรกรผู้ตัดอ้อยจำนวน 5 คน และกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็กจำนวน 9 คน รวม 18 คน ในช่วงวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2554 ถึงวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 พบว่าลักษณะงานของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ได้แก่ หว่านข้าว ฝัดยาฆ่าหญ้าและศัตรูพืช ใส่ปุ๋ย และลักษณะงานของกลุ่มเกษตรกรผู้ตัดอ้อย คือ ตัดอ้อยอย่างเดียว ซึ่งเป็นงานนอกอาคาร ในขณะที่ลักษณะงานของกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็กจะทำงานหน้าเตาหลอมซึ่งเป็นงานในอาคาร ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีระยะเวลาพักระหว่างทำงานโดยเฉลี่ย 17.6 นาที กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อยมีวิธีบรรเทาความร้อน ได้แก่ หลบในที่ที่มีร่มเงา และดื่มน้ำเปล่า/น้ำเกลือแร่ ต่างๆ ในขณะที่กลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็กมีวิธีบรรเทาความร้อน คือ พักในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ และดื่มน้ำเปล่า/

น้ำเกลือแร่ต่าง ๆ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ส่วน 250 มิลลิตร และมีเพียง 1 คน จากกลุ่มเกษตรกรผู้
ใหญ่จะดื่มน้ำระหว่างทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ ตัดอ้อยที่ระบุว่ามีอาการผิดปกติจากความร้อน

ตารางที่ 1 ข้อมูลจากแบบสอบถามของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อย และกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก

ประเภทของข้อมูล	เกษตรกร ผู้ปลูกข้าว (N = 29)	เกษตรกร ผู้ตัดอ้อย (N = 17)	พนักงาน โรงงานเหล็ก (N = 21)
ข้อมูลทั่วไป			
เพศชาย, n (%)	23 (79.3)	4 (23.5)	21 (100.0)
อายุ, n (%)			
20 - 30 ปี	5 (17.3)	2 (11.8)	18 (85.7)
31 - 40 ปี	4 (13.8)	4 (23.5)	2 (9.5)
41 - 50 ปี	9 (31.0)	9 (52.9)	1 (4.8)
51 - 60 ปี	7 (24.1)	0	0
60 ปีขึ้นไป	4 (13.8)	2 (11.8)	0
ข้อมูลการทำงาน			
ระยะเวลางาน, n (%)			
≤ 10 ปี	7 (24.1)	10 (58.8)	20 (95.2)
> 10 ปี	22 (75.9)	7 (41.2)	1 (4.8)
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน, n (%)			
≤ 8 ชั่วโมง	25 (86.2)	17 (100.0)	21 (100.0)
> 8 ชั่วโมง	4 (13.8)	0	0
การสัมผัสความร้อนขณะทำงาน			
ผลกระทบจากการสัมผัสความร้อน, n (%)			
- เหนื่อยง่าย	17 (58.6)	10 (58.8)	6 (28.6)
- เหงื่อออกมาก	6 (20.7)	2 (11.8)	9 (42.9)
- ไม่สามารถทำงานต่อได้	3 (10.3)	3 (17.6)	1 (4.8)
- เกิดการเจ็บป่วย	2 (6.9)	4 (23.5)	5 (23.8)
วิธีหลีกเลี่ยงการสัมผัสความร้อน, n (%)			
- หลบในที่ร่ม	16 (55.2)	16 (94.1)	0
- ลดชั่วโมงการทำงาน	4 (13.8)	0	0

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประเภทของข้อมูล	เกษตรกร ผู้ปลูกข้าว (N = 29)	เกษตรกร ผู้ตัดอ้อย (N = 17)	พนักงาน โรงงานเหล็ก (N = 21)
- พักในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ	0	0	12 (57.1)
- ใส่อุปกรณ์ป้องกัน	0	0	6 (28.6)
ผลกระทบทางสุขภาพจากความร้อน			
รู้จักโรคเพลียแดดหรือโรคลมร้อน, n (%)	18 (62.1)	7 (41.2)	8 (38.1)
รู้จักอาการของภาวะเครียดจากความร้อน, n (%)	15 (51.7)	9 (52.9)	7 (33.3)
เคยมีอาการของภาวะเครียดจากความร้อนขณะทำงาน, n (%)			
- เสียเหงื่อในระหว่างทำงาน	29 (100.0)	17 (100.0)	21 (100.0)
- หิวน้ำ	29 (100.0)	17 (100.0)	21 (100.0)
- ผื่นคัน	14 (48.3)	7 (41.2)	9 (42.9)
- เหนื่อยล้า อ่อนเพลีย	29 (100.0)	16 (94.1)	21 (100.0)
- หน้ามืด เป็นลม	9 (31.0)	4 (23.5)	0
- หงุดหงิด	21 (72.4)	14 (82.4)	10 (47.6)
- นอนไม่หลับ	15 (51.7)	9 (52.9)	9 (42.9)
- คลื่นไส้	14 (48.3)	4 (23.5)	2 (9.5)
- วิงเวียน มึนงง	18 (62.1)	11 (64.7)	7 (33.3)
- ปวดศีรษะ	23 (79.3)	13 (76.5)	10 (47.6)
- ตะคริว	17 (58.6)	3 (17.7)	5 (23.8)
ความถี่ของการเกิดอาการภาวะเครียดจากความร้อนในช่วงฤดูร้อน, n (%)			
0 ครั้ง	2 (6.9)	0	1 (4.8)
1 - 5 ครั้ง	23 (79.3)	14 (82.4)	17 (80.9)
> 5 ครั้ง	4 (13.8)	3 (17.6)	3 (14.3)
วิธีการจัดการเมื่อรู้สึกว่ามีอาการของภาวะเครียดจากความร้อน, n (%)			
- พักผ่อนให้เพียงพอ	19 (65.5)	13 (76.5)	16 (76.2)
- อาบน้ำ	6 (20.7)	6 (35.3)	1 (4.8)
- ดื่มน้ำ	4 (13.8)	1 (5.9)	6 (28.6)
ผลกระทบที่มีต่อกิจกรรมการทำงานและประสิทธิภาพในการทำงาน			
การสัมผัสความร้อนขณะทำงานในช่วงฤดูร้อนมีผลต่อการทำงาน, n (%)	23 (79.3)	14 (82.4)	12 (57.1)
มีผลต่อปริมาณของผลผลิต, n (%)	16 (55.2)	14 (82.4)	2 (9.5)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประเภทของข้อมูล	เกษตรกร ผู้ปลูกข้าว (N = 29)	เกษตรกร ผู้ตัดอ้อย (N = 17)	พนักงาน โรงงานเหล็ก (N = 21)
มีผลต่อคุณภาพของผลผลิต, n (%)	20 (69.0)	12 (70.6)	0
เคยหยุดงานโดยมีสาเหตุมาจากความร้อน, n (%)	20 (69.0)	6 (35.3)	1 (4.8)
แนวทางการป้องกันความร้อน			
นโยบายหรือกฎระเบียบเกี่ยวกับการทำงานในสภาพอากาศร้อนมีประโยชน์, n (%)	15 (51.7)	7 (41.2)	19 (90.5)
มีความตระหนักในเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน, n (%)	16 (55.2)	9 (52.9)	18 (85.7)
มีวิธีลดภาวะเครียดจากความร้อน, n (%)	29 (100.0)	17 (100.0)	21 (100.0)
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีต การสัมผัสความร้อนนอกเวลางาน			
ความร้อนมีผลกระทบต่อกิจวัตรประจำวัน, n (%)	6 (20.7)	5 (29.4)	2 (9.5)
ความร้อนในบ้านมีผลกระทบต่อสุขภาพ, n (%)	11 (37.9)	3 (17.6)	8 (38.1)

ปริมาณผลผลิตที่ทำได้โดยเฉลี่ยต่อชั่วโมงในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก คือ 85 ชิ้น เท่ากันทุกคน เนื่องจากเป็นไปตามเป้าหมายของโรงงาน และอัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็กจะน้อยกว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อย ในขณะที่อุณหภูมิของร่างกายก่อนเริ่มงานและสิ้นสุดงานของกลุ่มเกษตรกรตัดอ้อยจะมากกว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก (ตารางที่ 2)

3.3 ดัชนี WBGT

การตรวจวัดดัชนี WBGT ในพื้นที่นาข้าว ไร่ อ้อย และโรงงานเหล็กในฤดูหนาว พบว่าดัชนี WBGT ในพื้นที่โรงงานเหล็กมีค่าสูงกว่านาข้าวและไร่ อ้อย โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 29.0, 25.5 และ 21.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (รูปที่ 1) เช่นเดียวกับในฤดูร้อน กล่าวคือ ดัชนี WBGT ในพื้นที่โรงงานเหล็กมีค่าสูงกว่านาข้าวและไร่

อ้อย โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 31.6, 27.9 และ 27.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (รูปที่ 2) ทั้งนี้ดัชนี WBGT ในฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าฤดูหนาว

3.4 ผลกระทบทางสุขภาพและประสิทธิภาพในการทำงาน

ดัชนีความร้อน (heat index) ในพื้นที่นาข้าว ไร่ อ้อย และโรงงานเหล็ก ในฤดูหนาวและฤดูร้อน พบว่าดัชนีความร้อนในฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าฤดูหนาวทั้ง 3 พื้นที่การศึกษา (ตารางที่ 3) ซึ่งเมื่อเทียบกับค่าเผื่อระวังเตือนภัยผลกระทบต่อสุขภาพจากความร้อน (ตารางที่ 4) พบว่าผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อร่างกายของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อย ในฤดูร้อนอยู่ในระดับค่าเตือนให้ระมัดระวังเป็นพิเศษ ในขณะที่กลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก อยู่ในระดับอันตราย/มีผลกระทบต่อสุขภาพและร่างกาย

ตารางที่ 2 ข้อมูลจากแบบบันทึกประจำวันและอัตราการเดินของหัวใจ

ประเภทของข้อมูล	เกษตรกรผู้ปลูกข้าว	เกษตรกรผู้ตัดอ้อย	พนักงานโรงงานเหล็ก
ระยะเวลาพักระหว่างทำงาน (นาที), Mean (SD) ¹	15.8 (11.0)	17.2 (7.2)	19.6 (3.1)
วิธีบรรเทาความร้อน, n (%)			
- หลบในที่ที่มีร่มเงา	42 (70.0)	56 (93.3)	0
- ใช้พัด/พัดลม	0	0	0
- พักในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ	0	0	60 (100.0)
- ดื่มน้ำเปล่า/น้ำเกลือแร่ต่าง ๆ	54 (90.0)	59 (98.3)	60 (100.0)
ดื่มน้ำระหว่างทำงาน, n (%)			
≤ 250 มิลลิลิตร	41 (68.3)	45 (75.0)	48 (80.0)
> 250 มิลลิลิตร	19 (31.7)	15 (25.0)	12 (20.0)
อาการผิดปกติจากความร้อน, n (%)			
- เวียนและปวดศีรษะ	0	1 (1.7)	0
ปริมาณผลผลิตที่ได้เฉลี่ยต่อคนต่อชั่วโมง ² , Mean (SD)	2.98 (0.87)	34.8 (21.5)	85.0 (0)
อัตราการเดินของหัวใจ (ครั้งต่อนาที), Mean (SD)	105.9 (9.2)	107.0 (10.9)	97.6 (5.1)
อุณหภูมิของร่างกาย (องศาเซลเซียส), Mean (SD)			
- ก่อนเริ่มงาน	36.0 (0.4)	36.4 (0.4)	36.2 (0.4)
- ขณะทำงาน	36.4 (0.3)	36.6 (0.3)	N/A ³
- สิ้นสุดงาน	36.3 (0.4)	36.6 (0.4)	36.5 (0.4)

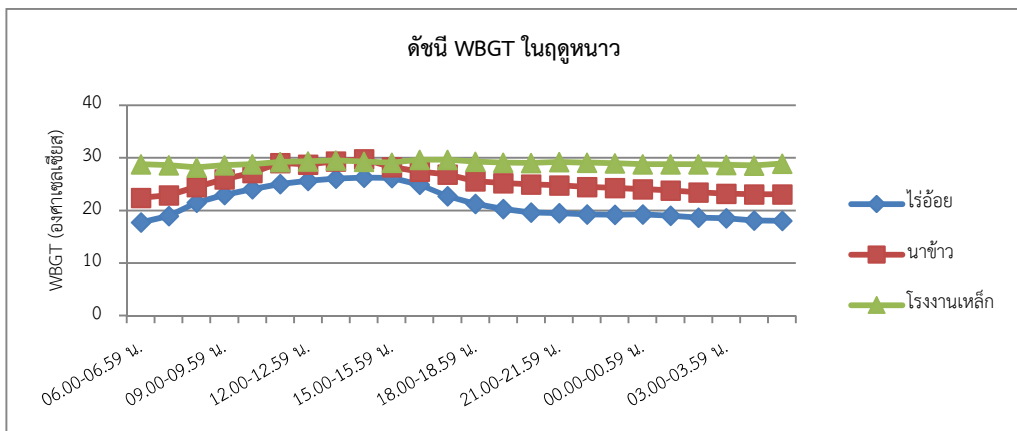
¹standard deviation (ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน); ²หน่วยของผลผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว เกษตรกรผู้ตัดอ้อย และพนักงานโรงงานเหล็ก คือ งาน วา และชิ้น ตามลำดับ; ³N/A หมายถึง ไม่สามารถวัดได้

ตารางที่ 3 ข้อมูลดัชนีความร้อนในพื้นที่ศึกษา

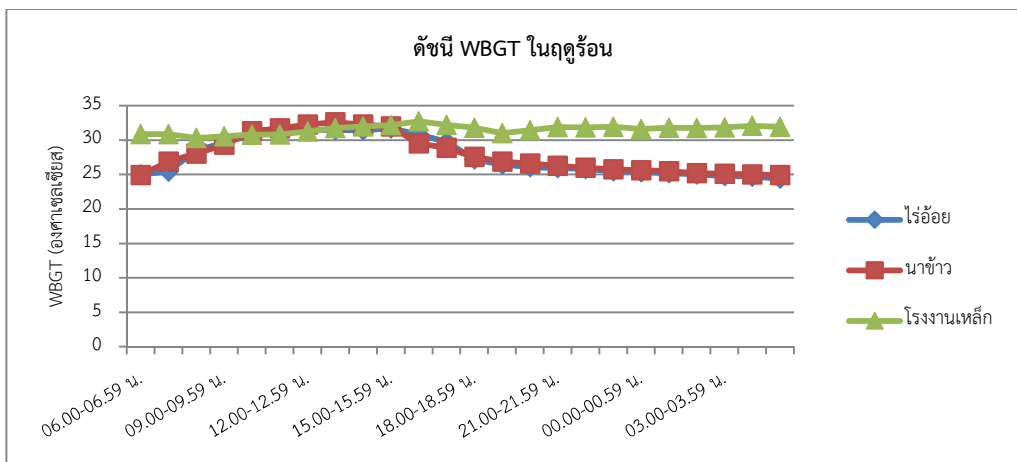
พื้นที่ศึกษา	Heat index ฤดูหนาว, °C (°F)	Heat index ฤดูร้อน, °C (°F)
นาข้าว	30.5 (86.9)	36.6 (97.9)
ไร่อ้อย	24.7 (76.5)	34.6 (94.3)
โรงงานเหล็ก	39.8 (103.6)	45.4 (113.7)

ประสิทธิภาพในการทำงานของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว พบว่าปริมาณผลผลิตที่ได้ในฤดูหนาวเมื่อเทียบกับฤดูร้อนมีค่าลดลง ในขณะที่กลุ่มเกษตรกรผู้ตัดอ้อยมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม กลุ่มผู้

ประกอบอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็กนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากต้องผลิตให้ได้ตามที่โรงงานต้องการ (ตารางที่ 5)



รูปที่ 1 ดัชนี WBGT ของพื้นที่ศึกษาในฤดูหนาว



รูปที่ 2 ดัชนี WBGT ของพื้นที่ศึกษาในฤดูร้อน

ตารางที่ 4 ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อร่างกายมนุษย์ตามค่า Heat Index

Category	Heat index	Possible heat disorders for people in high risk groups
Extreme danger	130 °F or higher	Heat stroke or sunstroke likely.
Danger	105-129 °F	Sunstroke, muscle cramps, and/or heat exhaustion likely. Heatstroke possible with prolonged exposure and/or physical activity.
Extreme caution	91-104 °F	Sunstroke, muscle cramps, and/or heat exhaustion possible with prolonged exposure and/or physical activity.
Caution	80-90 °F	Fatigue possible with prolonged exposure and/or physical activity.

ที่มา : National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), U.S. Department of Commerce, 2017 [5]

ตารางที่ 5 การสัมผัสความร้อนและประสิทธิภาพในการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม	การสัมผัสความร้อน ¹				การเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิต ที่ทำได้ในฤดูหนาวเทียบฤดูร้อน ²
	T (°C)	RH (%)	WBGT (°C)	HI (°C)	
เกษตรกรผู้ปลูกข้าว	27.2	67.5	24.5	29.7	-9.68 %
เกษตรกรผู้ตัดอ้อย	28.7	75.9	26.7	33.6	114.72 %
ผู้ประกอบการอาชีพในโรงงานเหล็ก	33.9	61.9	30.3	42.6	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

¹T = temperature; RH = relative humidity; WBGT = wet bulb globe temperature; HI = heat index;

²หน่วยของผลผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว เกษตรกรผู้ตัดอ้อย และพนักงานโรงงานเหล็ก คือ งาน วา และชิ้น ตามลำดับ

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความร้อนที่มีต่อสุขภาพ

ผลกระทบจากการสัมผัสความร้อนขณะทำงาน ได้แก่ เหนื่อยง่าย เหงื่อออกมาก ไม่สามารถทำงานต่อได้ และเกิดการเจ็บป่วย ส่วนใหญ่เคยมีอาการของภาวะเครียดจากความร้อนขณะทำงาน เช่น เสียเหงื่อในระหว่างทำงาน หิวน้ำ ผื่นคัน เหนื่อย ล้าและอ่อนเพลีย หน้ามืดและเป็นลม หงุดหงิด นอนไม่หลับ คลื่นไส้ วิงเวียนและมึนงง ปวดศีรษะ และตะคริว กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ส่วนใหญ่จะดื่มน้ำระหว่างทำงานน้อยมากเมื่อต้องอยู่ในสถานที่ทำงานที่มีความร้อนสูง ซึ่งควรดื่มน้ำ 150-250 มิลลิลิตร ทุก 20-30 นาที เพื่อป้องกันอาการของภาวะเครียดจากความร้อนขณะทำงาน [6] อย่างไรก็ตาม มีวิธีหลีกเลี่ยงการสัมผัสความร้อนและวิธีการจัดการเมื่อรู้สึกว่ามีอาการของภาวะเครียดจากความร้อน

อัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก จะน้อยกว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อย ในขณะที่อุณหภูมิของร่างกายก่อนเริ่มงานและสิ้นสุดงานของกลุ่มเกษตรกรตัดอ้อย จะมากกว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรม

กรรมโรงงานเหล็ก อย่างไรก็ตาม อัตราการเต้นของหัวใจและอุณหภูมิของร่างกายที่วัดได้ อาจมีปัจจัยอื่นนอกเหนือจากผลกระทบจากความร้อน ได้แก่ ความหนักของการออกแรงในการทำงานและคุณลักษณะทางสรีรวิทยาอื่น ๆ ของอาสาสมัครแต่ละคน เช่น อายุ เพศ และระดับความแข็งแรงตั้งต้นของบุคคล เป็นต้น [7,8]

ดัชนี WBGT ในพื้นที่โรงงานเหล็กในฤดูหนาวและฤดูร้อน มีค่าสูงกว่านาข้าวและไร่อ้อย โดยดัชนี WBGT ในฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าฤดูหนาว ดัชนีความร้อนในฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าฤดูหนาวทั้ง 3 พื้นที่การศึกษา ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อร่างกายของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อย ในฤดูร้อนอยู่ในระดับค่าเตือนให้ระมัดระวังเป็นพิเศษ ในขณะที่กลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก อยู่ในระดับอันตราย/มีผลกระทบต่อสุขภาพและร่างกาย อย่างไรก็ตาม กลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็กมีความตระหนักในเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับความร้อนสูงกว่ากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อย

ในปี พ.ศ. 2560 กรมอนามัยกำลังพัฒนาระบบและกลไกการเตือนภัยสุขภาพจากความร้อนสำหรับประเทศไทย ระดับประเทศและระดับตำบล

ภายใต้โครงการศึกษา ผลกระทบต่อสุขภาพเชิง เศรษฐศาสตร์จากความร้อนและมลพิษทางอากาศ

ของประชาชนในพื้นที่เขตเมือง [9] ซึ่งมีเกณฑ์การ เตือนภัยสุขภาพจากความร้อนของประเทศไทย ดังนี้

ระดับ	ระดับความเสี่ยง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
1	ระดับเฝ้าระวัง (surveillance)	< 38
2	ระดับเตือนภัย (alert)	38.1 - 40.0
3	ระดับอันตราย (warning)	40.1 - 43.0
4	ระดับอันตรายมาก (danger)	> 43 องศาเซลเซียส ขึ้นไปติดต่อกัน 3 วัน หรือ > 45 องศาเซลเซียส

เกณฑ์การเตือนภัยสุขภาพจากความร้อนของประเทศไทยดังกล่าว กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อยอยู่ในระดับเฝ้าระวัง ในขณะที่กลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก อยู่ในระดับอันตราย เช่นเดียวกับผลการวิจัย

4.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความร้อนที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงาน

การสัมผัสความร้อนขณะทำงานในช่วงฤดูร้อนมีผลต่อการทำงานในเชิงปริมาณของผลผลิตทำให้ปริมาณของผลผลิตที่ทำได้มีปริมาณลดลง ผู้ประกอบการอาชีพเองเคยหยุดงานโดยมีสาเหตุมาจากความร้อน ปริมาณผลผลิตที่ทำได้ในฤดูหนาวเมื่อเทียบกับฤดูร้อนในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวมีค่าลดลง ในขณะที่กลุ่มเกษตรกรผู้ตัดอ้อยมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งกลุ่มเกษตรกรผู้ตัดอ้อยทุกคนเป็นลูกจ้างรายวันประกอบกับต้องทำงานเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้ในช่วงฤดูหนาวก่อนที่จะมีการเผาไร่อ้อยเพื่อเริ่มต้นฤดูกาลผลิตใหม่ ทั้งนี้กลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็กนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากต้องผลิตให้ได้ตามที่โรงงานต้องการ

นอกจากนี้การสัมผัสความร้อนขณะทำงานในช่วงฤดูร้อนมีผลต่อการทำงานในเชิงคุณภาพของผลผลิตอีกด้วย กล่าวคือ คุณภาพของผลผลิตที่ทำได้มีคุณภาพลดลงในกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูก

ข้าวและผู้ตัดอ้อย การสัมผัสความร้อนขณะทำงานจึงเป็นปัญหาในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม ซึ่งควรมีความตระหนักในเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน

4.3 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

4.3.1 หน่วยงานที่ดูแลสุขภาพประชาชนควรมีแนวทางในการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบการอาชีพทั้งภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม รวมถึงกลุ่มเปราะบางต่าง ๆ ที่ชัดเจน

4.3.2 บุคลากรและประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่ดูแลสุขภาพประชาชนกับหน่วยงานที่ตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ด้านการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงาน และตกลงร่วมมือกันในการสนับสนุนการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีและสารสนเทศ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สนับสนุนโดยทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และกองทุนวิจัยคณะวิทยาลัยโลกคดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปี 2559

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี 1 สำนักงานเกษตร

จังหวัดปทุมธานี สำนักงานเกษตรลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี สำนักงานเกษตรจังหวัดกาญจนบุรี สำนักงานเกษตรพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี สำหรับข้อมูลและความร่วมมือ บริษัท วิเชียร บริษัท เสถียรพลาสติก แอนด์ ไฟเบอร์ จำกัด และบริษัท เอ็น.ที.เอส.สติลกรุ๊ป จำกัด (มหาชน) สำหรับการเยี่ยมชมและเฝ้าเพื่อในการทดสอบแบบสอบถาม กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผู้ตัดอ้อย กลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในภาคอุตสาหกรรมโรงงานเหล็ก สำหรับข้อมูลการวิจัย

ขอขอบคุณ นิสิต คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมีประยุกต์ (หลักสูตรนานาชาติ) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นักศึกษาจาก Worcester Polytechnic Institute ประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้ช่วยวิจัยภาคสนามและผู้ช่วยวิจัยประจำโครงการ สำหรับความมุ่งมั่นในการทำงาน

6. รายการอ้างอิง

- [1] IPCC, 2007, Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. and Miller, H.L. (Eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p.
- [2] IPCC, 2001, Climate Change 2001: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. and Johnson, C.A. (Eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 p.
- [3] ศุภกร ชินวรรณ, วิริยะ เหลืองอร่าม, เฉลิมรัฐ แสงมณี, จุฑาทิพย์ ธนกิจดดี เมธาวุฒิ, 2551, การจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.
- [4] ISO, 1989, Hot environment: Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature), ISO Standard 7243, Geneva: International Standards Organization.
- [5] Heat Index, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2017, Available Source: http://www.nws.noaa.gov/os/heat/heat_index.shtml, May 29, 2017.
- [6] Horie, S., 2013, Prevention of heat stress disorders in the workplace, JMAJ. 56: 186-192.
- [7] Ryan, S.M., Goldberger, A.L., Pincus, S.M., Mietus, J. and Lipsitz, L.A., 1994, Gender- and age-related differences in heart rate dynamics: Are women more complex than men?, J. Am. Coll. Cardiol. 24: 1700-1707.
- [8] Grucza, R., 1983, Body heat balance in man subjected to endogenous and xogenous heat load, Eur. J. Appl. Physiol. Occup. 51: 419-433.

-
- [9] กรมอนามัย, 2560, การพัฒนาเกณฑ์และระบบ
กลไกการเตือนภัยด้านสุขภาพจากความร้อน
สำหรับประเทศไทย, กระทรวงสาธารณสุข,
นนทบุรี.