

ความทนทานต่ออุณหภูมิสูงของไหมอีรีต่าง ecorace

High thermotolerance of different ecoraces of eri silkworm

เดือนเพ็ญ วงศ์สอน^{1,2*}, สิริวัลย์ สิริมังกรรัตน์^{1,2}, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์^{1,2} และ สุเมธ มาสขาว^{1,2}

Duenpen Wongsorn^{1,2*}, Sivilai Sirimungkararat^{1,2}, Weerasak Saksirirat^{1,2}

and Sumeth Maskhao^{1,2}

บทคัดย่อ: การคัดเลือกไหมอีรีที่สามารถทนทานต่ออุณหภูมิสูง โดยใช้ไหมอีรีจำนวน 5 ecorace ได้แก่ SaKKU1, SaKKU2, SaKKU3, SaKKU4 และ SaKKU5 ด้วยการนำมาทดสอบที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 36 และ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50±5% นาน 6 ชั่วโมง (10.00 น. – 16.00 น.) เปรียบเทียบกับอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5% นั้น พบว่าที่อุณหภูมิสูงที่สุด (40 องศาเซลเซียส) ไหมอีรี ecorace SaKKU1 มีอัตราการอยู่รอดสูงกว่า ecorace อื่นๆ ทั้งการอยู่รอดในระยะหนอน (วัย 1-5) และระยะหนอน-ตัวเต็มวัย มีค่าเท่ากับ 89.33 และ 67.33% ตามลำดับ ส่วนผลผลิตเฉลี่ยด้าน น้ำหนักรังสด น้ำหนักดักแด้ น้ำหนักเปลือกกรัง เปอร์เซ็นต์เปลือกกรัง น้ำหนักเปลือกกรังรวม จำนวนไข่/แม่ และจำนวนไข่ทั้งหมด ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสนั้น ยังคงพบว่า ecorace SaKKU1 ให้ผลผลิตดังกล่าวสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.9342 กรัม, 2.5605 กรัม, 0.3641 กรัม, 12.31%, 11.80 กรัม 313.13 ฟอง และ 4,697.00 ฟอง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับ ecorace อื่นทางสถิติ (P<0.05) และเมื่อนำไหมอีรี ecorace SaKKU1 มาทดสอบที่ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 2 ระดับ คือ 50±5 และ 80±5% พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของ น้ำหนักรังสด น้ำหนักรังสด/หนอน 10,000 ตัว และจำนวนไข่/แม่ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50±5% มีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม (25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5%) โดยมีค่าเท่ากับ 3.0569 กรัม, 30.57 กิโลกรัม และ 393.07 ฟอง ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีควบคุม และ 2.8665 กรัม, 28.65 กิโลกรัม และ 300.31 ฟอง ตามลำดับ สำหรับที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50±5% จากความสามารถในการทนทานอุณหภูมิสูงและผลผลิตที่สูงกว่า ecorace อื่นๆ ย่อมแสดงให้เห็นว่าไหมอีรี ecorace SaKKU1 นี้มีศักยภาพและมีความเหมาะสมสำหรับนำไปเพาะเลี้ยงในเบื้องต้นในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงได้ ซึ่งจะสามารถนำไปสู่การวิจัยพัฒนาต่อไปให้ไหมอีรีสามารถทนทานต่ออุณหภูมิที่สูงได้อย่างดียิ่งขึ้นต่อไป

คำสำคัญ: อุณหภูมิสูง ทนทาน ecorace ไหมอีรี ความชื้น

¹ กลุ่มวิจัยการเพาะเลี้ยงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไหมป่าและแมลงสำคัญทางเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

Cultivation and Product Development Research Group of Wild Silkmoths and Economic Insects for Value Added Creation, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

² ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรเพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002 และศูนย์ความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (AG-BIO/PERDO-CHE)

Agricultural Biotechnology Research Center for Sustainable Economy and Center of Agricultural Biotechnology (AG-BIO/PERDO-CHE), Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

* Corresponding author: kkk_d128@hotmail.com

ABSTRACT: Five ecoraces of eri silkworm, SaKKU1, SaKKU2, SaKKU3, SaKKU4 and SaKKU5 were examined for heat tolerance by treated with high temperatures of 36°C and 40°C, R.H. 50±5% for 6 hours (10.00-16.00), then compared to room temperature (25°C and 80±5% R.H.). At 40°C, R.H. 50±5%, the ecorace SaKKU1 survived with maximum rates of larva stage (1st-5th instar) of 89.33% and larva-adult of 67.33% which more than other ecoraces. The ecorace SaKKU1 exhibited the highest yields of fresh cocoon weight, pupa weight, shell weight, % shell weight, total shell weight, eggs/moth and total eggs, when rearing at 40°C as 2.9342 g, 2.5606 g, 0.3641 g, 12.31%, 11.80 g, 313.13 eggs and 4,697.00 eggs, respectively. These values were significantly different ($P<0.05$) than other ecoraces. The ecorace SaKKU1 was reared under 2 levels of relative humidity of 50±5% and 80±5%. The results revealed that average yields of fresh cocoon weight, fresh cocoon weight/10,000 larvae and eggs/moth determined at 40°C and 50±5% R.H., were not significant with control treatment (25±2°C, 80±5% R.H.) as 3.0569 g, 30.57 kg and 393.07 eggs, respectively for control treatment. For 40°C and 50±5% R.H., the yields were 2.8665 g, 28.65 kg and 300.31 eggs, respectively. According to heat tolerant property of SaKKU1 and high yield than other ecoraces, this indicates the high potential and suitability of SaKKU1 for preliminary rearing at high temperature. In this, further research and development can be done for further heat tolerant improvement program.

Keywords: high temperature, tolerance, ecorace, eri silkworm, humidity

บทนำ

ในบรรดาไหมป่าทั้งหลายที่มีการศึกษาในประเทศไทย ณ ปัจจุบัน ไหมอีรีจัดเป็นไหมป่าที่มีศักยภาพสูง จนถึงขั้นมีการผลิตในเชิงพาณิชย์เพื่อการส่งออก และเริ่มมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทั้งในด้านสิ่งทอ อาหาร และเครื่องสำอาง เป็นต้น จึงได้มีการส่งเสริมจากทั้งภาครัฐและเอกชน นอกจากนั้นในต่างประเทศก็กำลังได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเพาะเลี้ยงไหมอีรีในพื้นที่เขตร้อนหรือในช่วงฤดูร้อน ที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 °ซ มักมีผลเสียต่อการเจริญเติบโต จนกระทั่งทำให้ไหมตายหมดหรือผลผลิตลดลงทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ซึ่งได้แก่ เปอร์เซ็นต์การทอ การอยู่รอดของหนอนและดักแด้ และการฟักออกของตัวเต็มวัยของไหมอีรี (Sugai and Takashashi, 1981; Sahu et al., 2006) การคัดเลือก ecorace ไหมอีรีที่สามารถเจริญเติบโตได้และยังคงให้ผลผลิตที่ดี เมื่อเพาะเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิสูงได้ จะมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อนำไปสู่การการแก้ปัญหาดังกล่าวซึ่งการคัดเลือก ecorace ไหมบ้านเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูงนั้นมีการศึกษาอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ทั้งการคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ (Kumari et al., 2011; Kumaresan et al., 2012) และการคัดเลือกเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงในเขตร้อน (Gangwar,

2011; Lakshmanan and Kumar, 2012) ส่วนการคัดเลือก ecorace ไหมอีรีที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง มีเฉพาะการคัดเลือกไหมอีรีต่าง ecorace โดยการเลี้ยงเปรียบเทียบผลผลิตในฤดูร้อนเท่านั้น และคัดเลือก ecorace ที่ให้ผลผลิตดีสำหรับนำไปเพาะเลี้ยงในพื้นที่เขตร้อนต่อไป (Kumar and Elangovan, 2010; Sarkar et al., 2012) สำหรับในประเทศไทยนั้นยังไม่มีการศึกษาใดๆ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือก ecorace ไหมอีรีที่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดี เมื่อเพาะเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิสูงมากกว่า 35 °ซ อันจะเป็นเชื้อพันธุ์สำหรับนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ และเพาะเลี้ยงในพื้นที่เขตร้อน โดยเฉพาะพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศได้อย่างดีต่อไป

วิธีการศึกษา

ไหมอีรี: ไผ่ไหมอีรี 5 ecorace ได้แก่ SaKKU1, SaKKU2, SaKKU3, SaKKU4 และ SaKKU5 ได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มวิจัยการเพาะเลี้ยงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไหมป่าและแมลงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น นำมาเก็บรักษาไว้ในสภาพห้องปฏิบัติการ (25±2 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ (R.H.) 80±5%) เพื่อใช้สำหรับเป็นสต็อกและสำหรับใช้ทดลอง

การเพาะเลี้ยงและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไหมอีรี่: เมื่อไข่ไหมอีรี่ทั้ง 5 ecorace พักออกเป็นหนอน ภายใน 3-5 ชั่วโมง นำมาเพาะเลี้ยงด้วยใบละหุ่งสายพันธุ์ท้องถิ่น (indigenous line, InL) ในสภาพอุณหภูมิห้อง $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; $80\pm 5\%\text{R.H.}$ โดยประยุกต์ตามวิธีของ Sirimungkararat et al. (2002) และศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาที่สำคัญในทุกระยะการเจริญเติบโต ซึ่งได้แก่ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย

การเปรียบเทียบความสามารถในการทนต่ออุณหภูมิสูงของไหมอีรี่ต่าง ecorace: ไหมอีรี่ทั้ง 5 ecorace ที่เพาะเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิห้อง เมื่อเข้าสู่วัย 5 วันที่ 3 นำไหมอีรี่แต่ละ ecorace มาเพาะเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิ 36 ± 2 และ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ที่ความชื้นสัมพัทธ์เดียวกันคือ $50\pm 5\%$ นาน 6 ชั่วโมง (10.00-16.00 นาฬิกา) ในตูบ่มควบคุมอุณหภูมิ ประยุกต์ตามวิธีของ Kumari et al. (2011) โดยทดสอบ ecorace ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 50 ตัว ส่วนกรรมวิธีควบคุมที่เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$; $80\pm 5\%\text{R.H.}$) จนกระทั่งไหมสุกเริ่มฟั่นย่น นำไหมสุกใส่จ่อนำไปไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำๆ ละ 50 ตัว วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธีโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT)

การทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่าง: ไหมอีรี่ ecorace SaKKU 1 แรกฟัก อายุ 3-5 ชั่วโมง นำมาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการสภาพอุณหภูมิ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ($80\pm 5\%\text{R.H.}$) เมื่อไหมเข้าสู่วัย 5 วันที่ 3 นำมาแยกเลี้ยงที่อุณหภูมิ (กรรมวิธี) ต่างๆ วันละ 6 ชั่วโมง (10.00 – 16.00 นาฬิกา) จนกว่าไหมจะฟั่นย่นเพื่อทำรัง จำนวน 5 กรรมวิธีๆ ละ 50 ตัว ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; $80\pm 5\%\text{R.H.}$ (control, กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ $36\pm 2^{\circ}\text{C}$; $80\pm 5\%\text{R.H.}$ (36°C H)

กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ $36\pm 2^{\circ}\text{C}$; $50\pm 5\%\text{R.H.}$ (36°C L)

กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$; $80\pm 5\%\text{R.H.}$ (40°C H)

กรรมวิธีที่ 5 อุณหภูมิ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$; $50\pm 5\%\text{R.H.}$ (40°C L)

การเก็บข้อมูล: วงจรชีวิต การอยู่รอดของระยะหนอนและระยะหนอน-ตัวเต็มวัย เมื่อไหมอีรี่ทำรัง (เข้าจ่อ) ได้ 7 วัน นำรังที่ได้มาชั่งน้ำหนัก และเก็บข้อมูลผลผลิตรัง (น้ำหนักรังสด น้ำหนักดักแด้ น้ำหนักเปลือกรัง เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง และน้ำหนักเปลือกกรังรวม และผลผลิตไข่ (จำนวนไข่/แม่ เปอร์เซ็นต์ไข่ฟัก จำนวนไข่ทั้งหมด และจำนวนไข่ฟักทั้งหมด)

ผลการศึกษา

ความสามารถในการทนต่ออุณหภูมิสูงของไหมอีรี่ต่าง ecorace: เมื่อผ่านการทดสอบอุณหภูมิ 36 ± 2 และ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $50\pm 5\%$ ทั้งสองระดับ อุณหภูมิเปรียบเทียบกับอุณหภูมิห้อง ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$; $80\pm 5\%\text{R.H.}$) ในด้านการอยู่รอดนั้น พบว่าอัตราการอยู่รอดในระยะหนอน (วัย 1-5) ในทุกอุณหภูมิที่ทดสอบได้แก่ 25 ± 2 , 36 ± 2 และ $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ พบว่า ecorace SaKKU1 มีอัตราการอยู่รอดมากที่สุด เท่ากับ 100, 100 และ 89.33% ตามลำดับ โดยที่ SaKKU3 ที่ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ก็มีการอยู่รอด 100% เช่นกัน ซึ่งแตกต่างกันกับ ecorace อื่นทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนอัตราการอยู่รอดระยะหนอน-ตัวเต็มวัยนั้น SaKKU1 ยังมีอัตราการอยู่รอดสูงที่สุด เท่ากับ 96.67, 93.33 และ 67.33% ตามลำดับ ส่วนที่ $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ที่ทุก ecorace ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนั้นที่อุณหภูมิสูงสุด (40°C เกล็ดเชียส) จะเห็นว่า ecorace SaKKU3 มีอัตราการอยู่รอดต่ำที่สุด ทั้งการอยู่รอดในระยะหนอน (วัย 1-5) และ ระยะหนอน (วัย 1-5) – ตัวเต็มวัย โดยมีค่าเท่ากับ 47.33 และ 15.33% ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Survival of five different ecoraces of eri silkworm (*Samia ricini* D.).

Ecorace	Survival (%)					
	Larva (1 st – 5 th instar)			Larva (1 st) – Adult		
	Control (25° C)	36° C	40° C	Control (25° C)	36° C	40° C
SaKKU1	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	89.33±2.31 a	96.67±1.15	93.33±3.06 a	67.33±3.06 a
SaKKU2	97.33±1.15 ab	92.00±2.00 cd	71.33±1.15 b	93.33±3.06	83.33±3.06 b	33.33±3.06 b
SaKKU3	100.00±0.00 a	95.33±1.15 b	47.33±1.15 c	93.33±1.15	44.00±2.00 d	15.33±1.15 d
SaKKU4	97.33±3.06 ab	94.67±1.15 bc	52.67±2.31 c	95.33±1.15	79.33±2.31 b	28.67±3.06 c
SaKKU5	95.33±1.15 ab	91.33±2.31 d	48.67±6.11c	91.33±3.06	64.67±3.06 c	17.33±1.15 d
F-test	**	**	**	ns	**	**
C.V. (%)	1.02	1.25	2.61	3.14	4.28	9.54

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at $P<0.05$ by DMRT.

ns = non significantly different. ** = significantly different at $P<0.01$.

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตรังไหมอีรี่ระหว่าง ecorace ที่ทดสอบที่อุณหภูมิต่างกันด้าน น้ำหนักรังสด น้ำหนัก ดักแด่ น้ำหนักเปลือกรัง เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง และ น้ำหนักเปลือกกรังรวม ในทุกอุณหภูมิที่ทดสอบ (control = 25 °ซ, 36 และ 40 °ซ) ecorace SaKKU1 ให้ผลผลิต สูงที่สุด โดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูงสุดที่ทดสอบ (40 °ซ) ยังคงพบว่า ecorace SaKKU1 ให้ผลผลิตต่างๆ สูง ที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.9342 กรัม, 2.5606 กรัม, 0.3641 กรัม, 12.31% และ 11.80 กรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่าง ทางสถิติ ($P<0.05$) กับ ecorace อื่นๆ ส่วน ecorace อื่นๆ (SaKKU2, SaKKU3, SaKKU4 และ SaKKU5) นั้น ด้านน้ำหนักรังสดและน้ำหนักดักแด่มีค่าใกล้เคียง กัน และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ส่วนน้ำหนัก เปลือกรัง, เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง และน้ำหนักเปลือกกรัง รวม มีค่าแตกต่างกัน ซึ่ง ecorace SaKKU5 ให้ผลผลิต ดังกล่าวน้อยที่สุดเท่ากับ 0.1563 กรัม, 8.81% และ 4.85 กรัม ตามลำดับ (Table 2)

ส่วนในด้านผลผลิตไขนั้นที่อุณหภูมิปกติ (25±2 °ซ 80±5%R.H.) 36 (50±5%R.H.) และ 40 °ซ (50±5%R.H.) พบว่า ecorace SaKKU1 ให้ผลผลิต เฉลี่ยของ จำนวนไข/แม่และจำนวนไขทั้งหมดมาก ที่สุด ซึ่งแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับ ecorace อื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 392.67, 402.67 และ 313.13

ฟอง ตามลำดับ สำหรับจำนวนไข/แม่ และ 9,801.67, 10,068.33 และ 4,697.00 ฟอง ตามลำดับ สำหรับ จำนวนไขทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ไม่มี ความ แตกต่างทางสถิตินั้น ecorace SaKKU1 ที่ 40 °ซ มีเปอร์เซ็นต์ไขฟักและจำนวนไขฟักทั้งหมดมีค่ามาก ที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ecorace (88.86% และ 3,911.75 ฟอง) (Table 3)

ความทนทานต่ออุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่าง : เมื่อนำไหมอีรี่ ecorace SaKKU1 มาทดสอบที่อุณหภูมิสูงและความชื้น แตกต่าง (ต่ำ, สูง) พบว่าที่ผลผลิตเฉลี่ยของน้ำหนัก รังสดและน้ำหนักรังสด/หนอน 10,000 ตัวนั้น ที่อุณหภูมิ 40 °ซ (50±5%R.H.) มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ กับกรรมวิธีควบคุมที่เพาะเลี้ยงที่ 25 °ซ โดยกรรมวิธี ควบคุม มีค่าเท่ากับ 3.0569 กรัม และ 30.57 กิโลกรัม และ 2.8665 กรัม และ 28.65 กิโลกรัม สำหรับที่ 40 °ซ; 50±5%R.H. นอกจากนั้นค่าเฉลี่ยของน้ำหนักดักแด่ ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน โดยที่ 40 °ซ; 50±5%R.H. มีน้ำหนักดักแด่มากที่สุด (2.6908 กรัม) ส่วนค่าเฉลี่ยอื่นๆ คือ น้ำหนักเปลือกรัง เปอร์เซ็นต์ เปลือกกรัง และน้ำหนักเปลือกกรังรวมนั้น ที่อุณหภูมิ 40 °ซ; 80±5%R.H. มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.1633 กรัม, 6.04% และ 2.94 กรัม ตามลำดับ (Table 4)

Table 2 Yields of eri silkworm (*Samia ricini*) 5 ecoraces under normal and high temperature conditions.

Ecorace	Average yield									
	Fresh cocoon weight (g)		Pupa weight (g)		Cocoon shell weight (g)		Cocoon shell (%)		Total cocoon shell weight (g)	
	Control ^{1/}	36°C ^{2/}	40°C ^{3/}	Control ^{1/}	36°C ^{2/}	40°C ^{3/}	Control ^{1/}	36°C ^{2/}	40°C ^{3/}	Control ^{1/}
SakKU1	3.0569 a	3.0499 a	2.9342 a	2.6580 a	2.6420 a	2.5605 a	0.3815 a	0.3987 a	0.3641 a	12.53 a
SakKU2	2.4515 b	2.1341 b	1.7197 b	2.1516 b	1.9328 bc	1.5318 b	0.2906 b	0.2118 b	0.1782 bc	12.42 a
SakKU3	2.3385 bc	2.1972 b	1.6422 b	2.0900 bc	1.6483 c	1.4627 b	0.2724 bc	0.2092 b	0.1698 bc	11.91 b
SakKU4	2.1584 c	2.1507 b	1.9797 b	1.8955 c	1.9181 bc	1.7067 b	0.2669 bc	0.2175 b	0.2136 b	11.72 b
SakKU5	2.1568 c	2.2754 b	1.7412 b	1.8754 c	2.0269 b	1.5747 b	0.2520 c	0.2386 b	0.1563 c	11.62 b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**
C.V. (%)	5.67	7.39	10.17	5.35	8.58	9.87	5.84	7.02	11.64	2.24

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at P>0.05 by DMRT.

ns = non significantly different.

*, ** = significantly different at P<0.05 and P<0.01, respectively.

^{1/} = 25±2° C, 80±5% R.H.; ^{2/} = 36±2° C, 50±5% R.H.; ^{3/} = 40±2° C, 50±5% R.H.

Table 3 Egg yield of eri silkworm (*Samia ricini*) 5 ecoraces under normal and high temperature conditions.

Ecorace	Average yield									
	Egg/moth (eggs)		Hatching egg (%)		Total egg (eggs)		Total hatching Egg (eggs)			
	Control ^{1/}	36°C ^{2/}	40°C ^{3/}	Control ^{1/}	36°C ^{2/}	40°C ^{3/}	Control ^{1/}	36°C ^{2/}	40°C ^{3/}	Control ^{1/}
SakKU1	392.67 a	402.67 a	313.13 a	91.18	91.23	88.86	9,801.67 a	10,068.33 a	4,697.00 a	7,816.67 ab
SakKU2	319.50 a	277.33 b	116.82 b	92.77	89.52	79.74	6,389.00 c	7,777.92 b	1,857.10 b	5,946.00 c
SakKU3	242.80 b	288.67 b	218.39 ab	87.56	90.09	71.68	4,370.40 d	3,809.00 c	4,647.11 a	4,009.20 d
SakKU4	346.80 a	267.67 b	205.17 ab	87.65	92.68	78.73	7,651.97 bc	5,190.00 c	3,923.33 a	6,745.20 bc
SakKU5	358.94 a	339.53 ab	172.33 b	92.26	88.07	73.39	8,973.61 ab	4,950.00 c	3,774.00 a	8,384.72 a
F-test	**	*	*	ns	ns	ns	**	**	**	**
C.V. (%)	11.50	12.78	30.12	4.04	5.52	19.43	10.83	12.83	21.05	12.77

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at P>0.05 by DMRT.

ns = non significantly different , * , ** = significantly different at P<0.05 and P<0.01, respectively

^{1/} = 25±2° C, 80±5% R.H.; ^{2/} = 36±2° C, 50±5% R.H.; ^{3/} = 40±2° C, 50±5% R.H.

Table 4 Yields of eri silkworm (*Samia ricini*) ecorace SaKKU1 under normal and high temperature conditions.

Treatment	Average yield					Fresh cocoon weight/10,000 larvae (kg)
	Fresh cocoon weight (g)	Pupa weight (g)	Cocoon shell weight (g)	Cocoon shell (%)	Total cocoon weight (g)	
Control ^{1/}	3.0569±0.15 a	2.6580±0.15	0.3815±0.01 a	12.53±0.55 a	19.07±0.66 a	30.57±1.53 a
36°C H	2.9027±1.39 ab	2.5185±5.49	0.3591±8.94 a	12.45±9.11 a	16.52±0.83 b	29.03±8.55 a
36°C L	3.0499±1.46 a	2.6420±5.67	0.3987±10.55 a	13.17±9.46 a	19.93±0.53 a	30.50±0.11 a
40°C H	2.6559±0.35 b	2.7381±0.34	0.1633±0.05 c	6.04±2.55 c	2.94±0.98 d	26.60±3.47 b
40°C L	2.8665±0.19 ab	2.6908±0.18	0.2582±0.01 b	9.10±0.56 b	8.52±0.17 c	28.65±1.88 a
F-test	*	ns	**	**	**	*
C.V.(%)	4.92	6.96	8.61	11.29	5.16	4.86

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at $P > 0.05$ by DMRT.

ns = non significantly different.

*, ** = significantly different at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.

H = high humidity (80±5% R.H.), L = low humidity (50±5% R.H.)

^{1/} = 25±2° C, 80±5% R.H.

Table 5 Egg yield of eri silkworm (*Samia ricini*) ecorace SaKKU1 under normal and high temperature conditions.

Treatment	Average yields			
	Egg/moth (eggs)	Hatching egg (%)	Total egg (eggs)	Total hatching Egg (eggs)
Control ^{1/}	393.07±26.37 a	79.18±6.80	9,801.67± 656.85 a	7,816.67a± 292.59 a
36°C H	413.27±72.80 a	67.15±11.17	9,505.13± 674.40 a	6,136.40± 478.13 b
36°C L	402.73±47.70 a	71.23±8.18	10,068.33±192.58 a	7,060.00±592.42 b
40°C H	215.17±115.58 b	77.14 ±27.41	1,506.17± 809.03 c	1,190.00± 677.34 d
40°C L	300.31±26.87 ab	58.93± 13.05	4,504.58± 403.04 b	2,462.08± 531.24 c
F-test	*	ns	**	**
C.V.(%)	19.39	21.53	14.78	10.75

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at $P > 0.05$ by DMRT.

ns = non significantly different. *, ** = significantly different at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.

H = high humidity (80±5% R.H.), L = low humidity (50±5% R.H.)

^{1/} = 25±2° C, 80±5% R.H.

ส่วนผลผลิตเฉลี่ยของไข่/แม่มัน กรรมวิธีควบคุม (25°C , $80\pm 5\%$ R.H.) และที่อุณหภูมิ 40°C ; $50\pm 5\%$ R.H. มีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 393.07 และ 300.31 ฟอง ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักนั้นไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (ทุกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์) สำหรับจำนวนไข่ทั้งหมดที่ 36°C ; $50\pm 5\%$ R.H. พบว่ามีค่าสูงสุด (10,068 ฟอง) นอกจากนั้นในด้านจำนวนไข่ฟักทั้งหมด พบว่ากรรมวิธีควบคุมยังคงมีค่าสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 7,816.67 ฟอง และ ที่อุณหภูมิ 40°C ; $80\pm 5\%$ R.H. ให้ผลผลิตด้านจำนวนไข่ทั้งหมดและจำนวนไข่ฟักทั้งหมดน้อยที่สุด เท่ากับ 1,506.16 และ 1,190.00 ฟอง ตามลำดับ (Table 5)

วิจารณ์

ในปัจจุบันสภาวะโลกที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นหรือที่เรียกว่า สภาวะโลกร้อนนั้น ส่งผลกระทบอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เช่น แมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงไหม ทั้งไหมบ้านและไหมป่า เนื่องจากไหมเป็นแมลงที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมมาก การคัดเลือกพันธุ์ไหมเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิสูงจึงเป็นเป้าหมายหลักที่สิ่งสำคัญอย่างยิ่งเป้าหมายหนึ่ง จากการรวบรวมและคัดเลือกไหมป่าอริจำนวน 5 ecorace ซึ่งได้แก่ ecorace SaKKU1, SaKKU2, SaKKU3, SaKKU4 และ SaKKU5 ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน มาทดสอบความทนทานต่ออุณหภูมิสูง 2 ระดับ ประยุกต์ตามงานทดลองของไหมบ้าน (Kumari et al., 2011) ซึ่งได้แก่อุณหภูมิ 36°C และ 40°C พบว่าที่อุณหภูมิสูงสุด (40°C) ไหมอริ ecorace SaKKU1 มีอัตราการอยู่รอดมากที่สุดทั้งในระยะหนอน (วัย 1-5) และระยะหนอน-ตัวเต็มวัย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 89.33 และ 67.33% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ ecorace อื่นๆ ส่วนผลผลิตรังไหมนั้น ในทุกอุณหภูมิที่ทดสอบ พบว่าไหมอริ ecorace SaKKU1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยด้าน น้ำ

หนักรังสด น้ำหนักดักแด้ น้ำหนักเปลือกรัง เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง และน้ำหนักเปลือกรังรวม มีค่ามากที่สุดและมากกว่า ecorace อื่นๆ ส่วนผลผลิตไขนั้น ที่อุณหภูมิสูงสุดที่ทดสอบ (40°C องศาเซลเซียส) ทั้งจำนวนไข่/แม่และจำนวนไข่ทั้งหมด ไหมอริ ecorace SaKKU1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 313.13 ฟอง และ 4,697.00 ฟอง ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ecorace อื่นๆ ส่วนเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักและจำนวนไข่ฟักทั้งหมดยังคงมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (88.86%, 3,911.75 ฟอง) แต่ไม่มีความแตกต่างกับ ecorace อื่นๆ ซึ่งในการทดสอบอุณหภูมิเพื่อการคัดเลือกไหมอริที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูงนั้นยังไม่มีการศึกษาใดๆ ในประเทศไทย ส่วนในต่างประเทศมีเพียงเฉพาะการศึกษาการเพาะเลี้ยงเปรียบเทียบ ecorace ในฤดูร้อนเท่านั้น ซึ่งจากการศึกษาของ Kumar and Elangovan (2010) ที่ได้คัดเลือกไหมอริจำนวน 4 ecorace ได้แก่ Borduar, Titabar, Dhanubhanga และ Mendipathar พบว่า ไหมอริ ecorace Mendipathar ให้ผลผลิตรังและไข่ดีที่สุดเมื่อเลี้ยงในฤดูร้อน จึงคัดเลือก ecorace ดังกล่าวสำหรับเพาะเลี้ยงในพื้นที่เขตร้อนต่อไป ส่วน Sarkar et al. (2012) ได้ทดสอบเพื่อคัดเลือก ecorace ไหมอริ 3 ecorace ได้แก่ Diphu, Borduar และ Barpeta โดยเพาะเลี้ยงในต่างฤดูกัน โดยพบว่าไหมอริทั้ง 3 ecorace ให้ผลผลิตที่ดี ส่วนในไหมบ้านนั้น Kumari et al. (2011) ได้คัดเลือกไหมบ้านที่สามารถทนทานอุณหภูมิสูงได้ดีเพื่อนำสายพันธุ์ที่ได้ไปทำการปรับปรุงพันธุ์ โดยนำไหมบ้าน 24 สายพันธุ์ไปทดสอบที่อุณหภูมิ $36\pm 1^{\circ}\text{C}$; $50\pm 5\%$ R.H. โดยจากการทดสอบได้ไหมจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ BD_2 , SOF-BR และ BO_2 ที่มีผลผลิตสูงในสภาพอุณหภูมิดังกล่าว ซึ่งจากผลการทดลองเบื้องต้นในครั้งนี้ในประเทศไทย เมื่อพิจารณาจากอัตราการอยู่รอด ผลผลิตรัง และผลผลิตไข่ไหมอรินั้น จะเห็นว่าไหมอริ ecorace SaKKU1 มีความเหมาะสมที่จะนำไปสู่การศึกษาและพัฒนาต่อยอดเพื่อการเพาะเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิสูงต่อไป ก่อนที่จะมีการผลิตขยายเพื่อแนะนำและส่งเสริมให้กับภาครัฐ

ภาคเอกชน และเกษตรกรต่อไปและเมื่อนำไหมอีรี ecorace SaKKU1 ทดสอบที่ความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกัน 2 ระดับ คือ 50 ± 5 (ต่ำ) และ $80 \pm 5\%$ (สูง) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของ น้ำหนักรังสด และน้ำหนักรังสด/หนอน 10,000 ตัว และจำนวนไข่/แม่ ที่อุณหภูมิต่ำ 40°C ; $50 \pm 5\% \text{R.H.}$ มีค่าที่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม (25°C ; $80 \pm 5\% \text{R.H.}$) โดยที่กรรมวิธีควบคุมมีค่าเท่ากับ 3.0569 กรัม 30.57 กิโลกรัม และ 393.07 ฟอง ตามลำดับ ส่วนที่อุณหภูมิ 40°C ; $50 \pm 5\% \text{R.H.}$ มีค่าเท่ากับ 2.8665 กรัม, 28.65 กิโลกรัม และ 300.31 ฟอง ตามลำดับ จากความสามารถในการทนทาน อุณหภูมิสูงและผลผลิตที่สูงกว่า ecorace อื่นๆ แสดงให้เห็นว่าไหมอีรี ecorace SaKKU1 มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปขยายผลต่อการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนทานต่ออุณหภูมิสูงหรือในเบื้องต้นก็จะสามารถนำไปเพาะเลี้ยงในพื้นที่อุณหภูมิสูงไม่เกิน 40°C ส่วนที่อุณหภูมิ 36°C ความชื้นสัมพัทธ์ 2 ระดับให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม ส่วนที่อุณหภูมิ 40°C นั้น ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำให้ผลผลิตดีกว่าที่ความชื้นสัมพัทธ์สูง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนทั่วไปในชุดโครงการ อนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยขอนแก่น กลุ่มวิจัยการเพาะเลี้ยง และพัฒนาผลิตภัณฑ์ไหมป่าและแมลงสำคัญทางเศรษฐกิจเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรเพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพ สำนักพัฒนานับพันธุกรรมและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (AG-BIO/PERDO-CHE) และทุนอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ 2554-56 ที่สนับสนุนทุน เครื่องมือและสถานที่ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Gangwar, S.K. 2011. Screening of popular bivoltine silkworm (*Bombyx mori* Linn.) hybrid breeds of west Bengal in monsoon and autumn seasons of Uttar Pradesh climatic condition. Asian J. Exp. Biol. Sci. 2:704-714.
- Kumar, R. and V. Elangovan. 2010. Rearing performance of eri silkworm *Philosamia ricini* in monsoon season of Uttar Pradesh. Asian J. Exp. Biol. Sci. 1:303-310.
- Kumaresan, P., N.D. Beevi, R. Gururaj, S. Vidyunmala, M.D. Senapati and S.A. Hirenmath. 2012. Evaluation of selected polyvoltine silkworm (*Bombyx mori* L.) genotypes under stress environmental condition in hotspots. Global Adv. Res. J. Agric. Sci. 1:017-032.
- Kumari, S.S., S.V. Subbarao, S. Misra and U.S. Murty. 2011. Screening strains of the mulberry silkworm, *Bombyx mori*, for thermotolerance. J. Insect Sci. 11:1-14.
- Lakshmanan, N. and S. Kumar. 2012. Evaluation of new bivoltine silkworm hybrids of *Bombyx mori* L. for sub-tropical conditions. Int. J. Sci. Nat. 3:129-136.
- Sahu, M., N. Bhuyan and P.K. Das. 2006. Eri silkworm, *Samia ricini* (Lepidoptera: Saturniidae) Donovan, seed production during summer in Assam. In: Proceeding of Regional Seminar on "Prospects and Problems of Sericulture as an Economic Enterprise in North West India 2006, Dehradune, India.
- Sarkar, B.N., M.C. Sarmah and K. Dutta. 2012. Screening of superior ecorace of eri silkworm *Samia ricini* for better economic traits in difference seasons. J. Appl. Biosci. 38:73-77.
- Sirimungkararat, S, T. Atthathom and W. Saksirirat. 2002. Development of eri-silkworm rearing technique using cassava leaf as food plant and its textile production. In: Proceedings of the XIXth Congress of the International Sericultural Commission. 21-25th September 2002. Queen Sirikit National Convention Center. Bangkok, Thailand
- Sugai, E. and T. Takashasi. 1981. High temperature environment at the spinning stage and sterilization in the males of the silkworm *Bombyx mori* L. J. Sci. Japan 50:65-69.