วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของไหมพันธุ์ไทยลูกผสม (*Bombyx mori* L.)

Effect of herbal plant extracts on growth and productivity of Thai hybrid silkworms (*Bombyx mori* L.)

เดือนเพ็ญ วงค์สอน[1]*, มณีรัตน์ พิทักษ์วาปี[1], กิติพงษ์ เวชกามา[1], นิตยา ปิติวิทยากุล[1] และสุกานดา คำปลิว[2]

Duanpen Wongsorn[1]*, Maneerat Pitakwapee[1], Kitipong Wechakama[1], Nittaya Pitiwittayakul[1] and Sukarnda Kampliw[2]

[1] *สาขาเทคโนโลยีการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000*

[1] *Department of Agricultural Technology and Environment, Faculty of Science and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, 744 Suranarai Road, Muang District, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand*

[2] *สำนักงานหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เขต 3 จังหวัดขอนแก่น 343 หมู่ 15 ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40260*

[2] *The Queen Sirikit Sericulture Regional Office 3 Khon Kaen Province, 343 Moo 15, Tha Phra, Mueang Khon Kaen District, Khon Kaen 40260 Thailand*

บทคัดย่อ: การคัดเลือกสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของไหมพันธุ์ไทยลูกผสม จากพืชสมุนไพร จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ กระเทียม (*Allium sativum* L.) กะเพรา (*Ocimum tenuiflorum* L.) หอมหัวใหญ่ (*A. cepa* L.) ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus* Stapf.) ข่า (*Alpinia galanga* L.) ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe) ขมิ้น (*Curcuma longa* L.) และมะกรูด (*Citrus hystrix* DC) ที่สกัดด้วยน้ำ ความเข้มข้น 10% (w/v) ไปพ่นบนใบหม่อนก่อนนำไปเลี้ยงไหม วัย 3 จนกระทั่งไหมเข้าจ่อ วางแผนการทดลองแบบ CRD พบว่าหนอนที่ได้รับสารสกัดจากกะเพรา ข่า ขิง และขมิ้น มีระยะหนอนสั้นกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ (18–19 วัน) และหนอนที่ได้รับสารสกัดจากขมิ้นมีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังมากที่สุด (18.19%) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงและไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับสารสกัดจากข่า (17.74%) เมื่อนำข่าและขมิ้นมาสกัดด้วยน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ (70%) ที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15% w/v พบว่าสารสกัดจากข่าและขมิ้น ที่สกัดด้วยน้ำ ความเข้มข้น 5% (w/v) ให้น้ำหนักรังสดมากที่สุด เท่ากับ 0.8680 กรัม และ 0.8719 กรัม ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 15% (w/v) ให้เปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงสุด เท่ากับ 20.58% และ 18.43% ตามลำดับ ในขณะที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 5% ทั้งข่าและขมิ้นให้เปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงที่สุด เท่ากับ 16.68% และ 15.83% ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักรังสดนั้นในทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) จากการศึกษานี้สรุปได้ว่าสารสกัดจากข่าและขมิ้นที่สกัดด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 15% (w/v) และเอทิลแอลกอฮอล์ 70% (w/v) ที่ความเข้มข้น 5% (w/v) มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของไหมต่อไป

คำสำคัญ: ไหมพันธุ์ไทยลูกผสม; ผลผลิต; สารสกัดจากสมุนไพร; ใบหม่อน

ABSTRACT: Herbal plant extracts were selected to evaluate the effectiveness on growth and productivity of Thai hybrid silkworm. Eight herbal plant species, garlic (*Allium sativum* L.), basil (*Ocimum tenuiflorum* L.), onions (*A. cepa* L.), lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf.), galangal (*Alpinia galanga* L.), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe), turmeric (*Curcuma longa* L.), and bergamot (*Citrus hystrix* DC) were extracted with water. The 10% (w/v) concentration of the extracts were sprayed on mulberry leaves then fed to the 3rd instar larvae silkworm and kept

* Corresponding author: duanpen.wo@rmuti.ac.th

Received: date; October 21, 2020 Accepted: date; March 30, 2021 Published: date; October 5, 2021

rearing until the worm entering pupa stage. The experimental treatments were subjected to completely randomized design (CRD). The results showed that silkworms treated with basil, galanga, ginger, and turmeric extracts had a shorter period of the larval stage than other methods (18-19 days). Besides, the worms treated with turmeric extract showed the highest cocoon percentage (18.19%), which was similar and non-statistically different (P> 0.05) to galanga extract (17.74%). Galanga and turmeric were extracted with either water or ethyl alcohol (70%) at concentration of 5, 10, and 15% (w/v). With water extraction, fresh cocoon weight was higher at 5% (w/v) concentration with 0.8680 g and 0.8719 g of galanga and turmeric extracts, respectively. However, cocoon shell percentage had increased as 20.58% and 18.43%, respectively, at 15% (w/v) concentration. Moreover, galanga and turmeric extracts gave the highest cocoon shell percentage as 16.68% and 15.83%, respectively, with 5% (w/v) ethyl alcohol. Furthermore, the fresh cocoon weights were no statistically different (P>0.05) among all treatments. This study concluded that the galanga and turmeric extracts from water at a concentration of 15% (w/v) and from ethyl alcohol 70% (w/v) at a concentration of 5% (w/v) were suitable for future use as a guideline for managing silkworm growth and production.

Keywords: Thai hybrid silkworm; productivity; herbal plant extract; mulberry leaves

บทนำ

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม นอกจากจะเป็นภูมิปัญญาทางด้านวัฒนธรรมที่สืบทอดกันมาอย่างยาวนานแล้ว ยังเป็นอาชีพเสริมที่สามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรอย่างชัดเจน เนื่องจากไหมมีวงจรชีวิตสั้น เลี้ยงได้ตลอดทั้งปี ซึ่งนอกจากรายได้ที่มาจากการขายผลผลิต รังไหม เส้นไหม และผ้าไหมแล้ว ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้ในกระบวนการเลี้ยงไหม เช่น ใบหม่อน ลูกหม่อน กิ่งหม่อน หรือแม้แต่รากหม่อน ยังสามารถนำไปแปรรูปจำหน่ายได้หลากหลายช่องทาง อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันผลผลิตเส้นไหมที่ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการทั้งภายในและนอกประเทศ โดยเฉพาะภาคเอกชนซึ่งมียอดการส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาการเลี้ยงไหมเพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น และมีคุณภาพ ซึ่งการพัฒนาเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ มีปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใบหม่อนซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากถึง 38.2 % รองลงมา คือภูมิอากาศ (37.0%) นอกนั้นเป็นปัจจัยอื่น ๆ เช่น วิธีการเลี้ยง พันธุ์ไหม ไข่ไหม ในต่างประเทศมีรายงานการพัฒนาคุณภาพผลผลิตไหมโดยการใช้สารต่าง ๆ เช่น การใช้โปรตีน, คาร์โบไฮเดรต, สเตอรอล, ยาปฏิชีวนะ หรือจุลินทรีย์โพรไบโอติกมาเสริมในใบหม่อนสำหรับเลี้ยงไหม เพื่อเพิ่มคุณภาพของใบหม่อน โดยส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไหม ทำให้ผลผลิตรังไหม และคุณภาพของเส้นไหมให้สูงขึ้น (Masthan et al., 2017) รวมทั้งการใช้อาหารเสริม เช่น vitamins, amino acids, proteins และ probiotics ก็มีรายงานว่าสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางสารอาหารให้กับหนอนไหม ส่งผลต่อคุณภาพของรังไหมด้วยเช่นกัน (Etebary and Matindoost, 2005; Amalarani et al., 2011; Singh et al., 2005) เช่นเดียวกับการนำสาหร่ายสไปรูลิน่า (spirulina) มาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของรังไหม (Kumar et al., 2009) นอกจากนี้ ยังมีรายงานการนำเอาสารสกัดจากพืชหลายชนิดมาทดสอบเพื่อเพิ่มผลผลิตรังไหม (Gobena and Bhaskar, 2015) โดยการพ่นลงบนใบหม่อนหรือใช้ใบหม่อนจุ่มสารสกัดก่อนนำไปเลี้ยงหนอนไหม เช่น สารสกัดของใบกะเพราะที่สามารถเพิ่มน้ำหนักหนอน น้ำหนักรัง น้ำหนักดักแด้ และน้ำหนักเปลือกรังไหมได้เมื่อใช้ความเข้มข้น 2% (Padma Sree Vidya Devi and Ramani Bai, 2015) หรือการใช้สารสกัดจากเปลือกของต้นเพกา ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อน้ำหนักรัง น้ำหนักดักแด้ น้ำหนักเปลือกรัง เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง และความยาวของเส้นไหม (Talari et al., 2014) สารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดเมื่อนำมาทดสอบให้หนอนไหมกินพบว่ามีผลต่อน้ำหนักหนอน ต่อมสร้างเส้นไหม (silk gland) และความยาวของเส้นไหมเพิ่มขึ้นด้วย (Murugan et al., 1998) อีกทั้งสารสกัดจากพืชบางชนิดมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการกินอาหาร เนื่องจากมีองค์ประกอบของสาร second metabolite ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของแมลง มีผลต่อกระบวนการย่อยอาหาร และการนำพลังงานไปใช้มากขึ้น (Hipparagi et al., 2001) ดังนั้นหากมีการนำพืชสมุนไพรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของไหมจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเป็นอย่างยิ่ง การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีผลต่อผลผลิตของรังไหมพันธุ์ไทยลูกผสม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตของไหมต่อไป

วิธีการศึกษา

1. การคัดเลือกพืชสมุนไพรที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของไหม

1.1 การเตรียมสารสกัดจากสมุนไพร: รวบรวมตัวอย่างพืชสมุนไพรที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น ประกอบกับมีรายงานถึงคุณสมบัติของการเป็นพรีไบโอติกส์ (prebiotic) ได้แก่ กระเทียม, กะเพรา, หอมหัวใหญ่, ตะไคร้, ขิง, ข่า, ขมิ้น และมะกรูด มาล้างทำความสะอาด ทำให้แห้งโดยอบด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อสมุนไพรแห้ง บดให้เป็นผง นำมาสกัดด้วยน้ำกลั่น โดยใช้ผงสมุนไพร 50 กรัมต่อน้ำ 450 มิลลิลิตร (10 % w/v) นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง เก็บตัวอย่างสารสกัดเพื่อใช้ในการทดสอบ

1.2 การเตรียมไหม: ไข่ไหมพันธุ์ไทยลูกผสม พันธุ์เหลืองไพโรจน์ นำมาเลี้ยงในสภาพห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 28–30 องศาเซลเซียส) ด้วยใบหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 จนกระทั่งฟักออกเป็นตัวหนอน เข้าดักแด้ ทำรัง และออกเป็นตัวเต็มวัย (ผีเสื้อ) ทำการจับคู่ผีเสื้อเพศผู้และเพศเมีย จำนวน 10 คู่ ให้วางไข่รวมกัน เมื่อไข่ไหมฟักออกเป็นตัวหนอนในเวลาไล่เลี่ยกัน 3-5 ชั่วโมง ให้อาหารด้วยใบหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60 จนกระทั่งไหมเข้าสู่วัย 3 การเพาะเลี้ยงไหมประยุกต์ตามวิธีการของกรมส่งเสริมการเกษตร (2538)

1.3 การคัดเลือกสารสกัดจากพืชสมุนไพร

1.3.1 การเตรียมใบหม่อน นำใบหม่อนมาทำความสะอาด จากนั้นพ่นด้วยสารสกัดจากพืชสมุนไพร ความเข้มข้น 10% (w/v) ให้ทั่วใบหม่อน ทิ้งให้หมาดก่อนนำไปให้หนอนไหมกิน

1.3.2 นำหนอนไหม วัย 3 ที่ลอกคราบใหม่ 3-5 ชั่วโมง มาแยกเลี้ยงในตะกร้าพลาสติก ขนาด 26 x 31 x 8.5 เซนติเมตร จำนวนตะกร้าละ 50 ตัว/ซ้ำ (3 ซ้ำ/กรรมวิธี) โดยวิธีการเพาะเลี้ยงประยุกต์ตามวิธีการของกรมส่งเสริมการเกษตร (2538) ให้อาหารด้วยใบหม่อนที่พ่นด้วยสารสกัดจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ที่เตรียมได้จากข้อ 1.3.1 ทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (เช้าและเย็น) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ให้ใบหม่อนที่ไม่พ่นสารใด ๆ และใบหม่อนที่พ่นด้วยน้ำกลั่น โดยการให้อาหารด้วยใบหม่อนทั้งใบแบบกินเต็มที่ (ad libitum) ในปริมาณที่เท่ากันทุกกรรมวิธี (treatment) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD)

การเก็บข้อมูล:

- วงจรชีวิต: บันทึกระยะเวลาในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ตั้งแต่ไหมแรกฟัก (ระยะหนอนแต่ละวัย) ระยะดักแด้ ระยะตัวเต็มวัย และระยะไข่ (ตั้งแต่แม่ผีเสื้อวางไข่จนกระทั่งฟักออกเป็นตัวหนอน)
- น้ำหนักหนอนไหมที่โตเต็มที่ (วัย 5 วันที่ 5): สุ่มตัวอย่างหนอนไหมระยะหนอนวัย 5 (หลังเข้าวัย 5 ได้ 5 วัน) ในแต่ละกรรมวิธี กรรมวิธีละ 15 ตัวต่อซ้ำ (กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ) มาชั่งน้ำหนักทีละตัว แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นค่าน้ำหนักต่อหนอน 1 ตัว
- ผลผลิต: น้ำหนักรังสด, น้ำหนักดักแด้ และน้ำหนักเปลือกรัง ทำการสุ่มตัวอย่างรังไหม หลังจากไหมเข้าจ่อ 7 วัน นำมาชั่งน้ำหนัก จำนวน 15 รังต่อซ้ำ (กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ) แล้วหาค่าเฉลี่ยแต่ละซ้ำ โดยน้ำหนักรังสดชั่งทั้งรังที่มีดักแด้อยู่ข้างใน ส่วนน้ำหนักดักแด้เฉือนรังเอาเฉพาะดักแด้ และน้ำหนักเปลือกรังนำเฉพาะเปลือกรังมาชั่งน้ำหนัก ส่วนเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง คำนวณได้จาก

$$\frac{\text{น้ำหนักเปลือกรัง}}{\text{น้ำหนักรังสด}} \times 100$$

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธีโดยใช้ Duncan's new multiple range test

2. การเปรียบเทียบตัวทำละลายและความเข้มข้นของสารสกัดจากพืชสมุนไพรต่อผลผลิตของไหม

2.1 การเตรียมสารสกัดจากสมุนไพร

คัดเลือกสมุนไพรจากข้อ 1 ที่มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผลผลิตของไหมหม่อนเพิ่มขึ้น มาสกัดด้วยตัวทำละลายที่เป็นน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) ความเข้มข้น 70% ด้วยการใช้ผงของพืชสมุนไพรต่อตัวทำละลาย (น้ำ/เอทิลแอลกอฮอล์) 10% w/v เช่นเดียวกับข้อ 1.1 สารสกัดที่กรองได้นำไปทำการระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary evaporator) ภายใต้ความดัน 70 มิลลิบาร์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ทำการระเหยแห้งจนกระทั่งตัวทำละลายระเหยหมด นำสารสกัดที่ได้มาปรับความเข้มข้น 5, 10 และ 15% (w/v) โดยวิธีการสกัดสารประยุกต์ตามวิธีการของ Barge and Pardeshi (2018) นำ

สารสกัดที่ได้แต่ละความเข้มข้นมาทดสอบพ่นใบหม่อน จากนั้นนำให้หนอนไหมวัย 3 วันละ 2 ครั้ง (เช้าและเย็น) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ให้ใบหม่อนที่ไม่พ่นสารใด ๆ และใบหม่อนที่พ่นด้วยน้ำกลั่น/เอทิลแอลกอฮอล์ ประยุกต์ตามวิธีการของ Padma Sree Vidya Devi and Ramani Bai (2015) วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำให้หนอนไหม 50 ตัว

การเก็บข้อมูล: น้ำหนักหนอนไหมที่โตเต็มที่ (วัย 5 วันที่ 5), ผลผลิต (น้ำหนักรังสด, น้ำหนักดักแด้, น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง) โดยการเก็บข้อมูลปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 1 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธี โดยใช้ Duncan's new multiple range test

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. การคัดเลือกพืชสมุนไพรที่มีผลต่อการวงจรชีวิตและผลผลิตไหมหม่อน

ไหมหม่อนที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนที่ฉีดพ่นด้วยสารสกัดสมุนไพรทั้ง 8 ชนิดนั้น (**Table 1)** เมื่อเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิเฉลี่ย 28.5 องศาเซลเซียส (26.30 – 33.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 68.89% (65.00-80.00%R.H.) มีวงจรชีวิตใกล้เคียงกันทั้งระยะไข่ (9-10 วัน), หนอน (18-22 วัน), ดักแด้ (7-12 วัน), และตัวเต็มวัย (6-10 วัน) โดยในระยะหนอนกรรมวิธีที่พ่นด้วยสารสกัดจากกระเทียม กะเพราะ ข่า ขมิ้น และใบมะกรูด หนอนไหมมีระยะเวลาสั้นกว่าสารสกัดตัวอื่น ๆ โดยหนอนไหมโตเต็มที่พร้อมเข้าจ่อที่ 18 วัน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่ไม่พ่นสารใด ๆ ไหมเริ่มสุกเข้าจ่อที่ 19 วัน และใช้เวลาเข้าจ่อจนหมดถึง 4 วัน (19 – 22 วัน) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารสกัดจากกะเพรา ข่า ขิง และขมิ้น ไหมเข้าจ่อหมดภายใน 2 วัน (18 – 19 วัน) สอดคล้องกับงานทดลองของ Chandrakala et al. (2001) และ Krishnaprasad et al. (2001) ที่รายงานว่าการให้สารสกัดจากพืชสมุนไพรช่วยลดระยะการลอกคราบและระยะหนอนวัย 5 ซึ่งส่งผลต่อระยะหนอนที่สั้นกว่าการไม่พ่นสารสกัดจากพืช เช่นเดียวกับ Gobena and Bhaskar (2015) ที่รายงานว่าการพ่นสารสกัดจากพืชสมุนไพรมีผลให้หนอนไหมมีพัฒนาการและการเจริญที่เร็วขึ้นโดยหนอนไหมมีการลอกคราบเข้าสู่วัยใหม่ได้เร็วว่าการพ่นด้วยน้ำกลั่น โดยสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดมีคุณสมบัติในการไปกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการลอกคราบ (phytoecdysone/phytoecdysteroids) เช่น 20-hydroxyecdysone ให้เพิ่มขึ้นในเลือด ซึ่งสารนี้จะกระตุ้นการลอกคราบให้เร็วขึ้นจึงส่งผลให้หนอนมีการเจริญเติบโตที่เร็วขึ้น (Schmelz et al., 2002) เมื่อใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของรังไหม (Rajasekaragouda et al., 1997; Chandrakala et al., 1998.; Srivastava and Upadhyay, 2017) จึงนิยมนำมาใช้เพิ่มผลผลิตในหนอนไหมวัยสุดท้าย ซึ่งสาร phytoecdysteroids นี้จะมีผลให้หนอนไหมมีการเจริญเติบโตที่สม่ำเสมอและทำรังพร้อมกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการจัดการด้านการเก็บผลผลิตรังไหม ประหยัด เวลา และได้รังไหมที่มีคุณภาพดีอีกด้วย (Amirmohammadi et al., 2013)

Table 1 The life cycle of silk worm (*Bombyx mori* L.) reared on mulberry leaf with different plant extract

Development stage (Days)	Treatments									
	Do not spray (control)	Water (control)	Garlic	Thai basil	Onion	Lemongrass	Galanga	Ginger	Turmeric	Kiffir Lime
Eggs	**9-10**	**9-10**	**9-10**	**9-10**	**9-10**	**9-11**	**9-10**	**9-10**	**9-10**	**9-10**
Larval	**19-22**	**19-22**	**18-21**	**18-19**	**19-20**	**19-21**	**18-19**	**18-19**	**18-19**	**18-21**
1st instar	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2nd instar	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3rd instar	4	3-4	3-4	4	4	4	4	4	4	3-4
4th instar	3-4	3-4	4	4	4	4	4	4	4	4
5th instar	6-8	5-8	5-7	4-5	5-6	5-7	4-5	4-5	4-5	5-7
Pupa	**7-10**	**7-10**	**8-12**	**7-10**	**7-10**	**7-10**	**7-10**	**7-10**	**7-10**	**8-12**
Adult	**6-10**	**6-10**	**6-10**	**6-10**	**6-10**	**6-10**	**6-10**	**6-10**	**6-10**	**6-10**
Eggs-Adult	**41-52**	**41-52**	**41-53**	**41-49**	**41-50**	**41-52**	**40-49**	**40-49**	**40-49**	**41-53**

ในด้านผลผลิต (**Table 2**) หนอนไหมที่กินใบหม่อนที่พ่นด้วยสารสกัดกระเทียมให้น้ำหนักรังสดสูงที่สุด (0.9858 กรัม) แตกต่างทางสถิติกับการไม่พ่นสารใด ๆ ($P<0.05$) ในขณะที่สารสกัดข่าให้น้ำหนักดักแด้และน้ำหนักเปลือกรังสูงที่สุด เท่ากับ 0.8066 กรัม และ 0.1748 กรัม ตามลำดับ และสารสกัดจากขมิ้นมีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงที่สุด (18.16%) รองลงมาคือสารสกัดจากข่า (17.74%) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่แตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) กับชุดควบคุมที่ไม่พ่นสารใด ๆ (12.21%) เมื่อพิจารณาน้ำหนักเปลือกรังและเปอร์เซ็นต์เปลือกรังแล้วจะเห็นว่าสารสกัดจากขมิ้นมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเพิ่มผลผลิตของไหมมากที่สุดรองลงมาคือสารสกัดข่า สอดคล้องกับ Raju et al. (2012) ที่รายงานว่าการใช้สารสกัดจากขมิ้น 1% มีผลในการเพิ่มน้ำหนักตัวหนอนและผลผลิตรังไหม โดยสารสกัดจากขมิ้นนี้ไปมีผลต่อระบบเผาผลาญพลังงาน โดยส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ phosphorylase a และ b ซึ่งไปส่งผลต่อการะบวนการย่อยสลาย glycogen ให้เป็นพลังงาน เช่นเดียวกับ Karthikairaj et al. (2013) ที่รายงานว่าผงขมิ้นมีผลต่อการเพิ่มปริมาณรังไหมได้ อีกทั้งสารสกัดจากขมิ้นยังมีคุณสมบัติในการเป็น prebiotic ที่มีส่วนช่วยในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารสัตว์ได้อีกด้วย (Yazdi et al., 2019) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่าการพ่นด้วยสารสกัดจากพืชสมุนไพรมีแนวโน้มให้ผลผลิตต่าง ๆ ทั้งน้ำหนักรังสด น้ำหนักดักแด้ และน้ำหนักเปลือกรังสูงกว่ากลุ่มควบคุม (ใบหม่อนไม่พ่นสารใด ๆ) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดสมุนไพรนั้น ผลผลิตต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งน้ำหนักรังสด น้ำหนักดักแด้ น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง ทั้งนี้เนื่องจากสารสกัดจากสมุนไพรที่นำมาทดสอบนั้นมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการกินอาหารของหนอนไหม อีกทั้งยังส่งผลให้หนอนไหมมีการนำอาหารที่กินเข้าไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Gobena and Bhaskar, 2015) อีกทั้งสารสกัดจากพืชสมุนไพรเหล่านี้ยังไปเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมของสารอาหาร, การย่อยอาหารและการใช้พลังงานจากสารอาหารมากขึ้น จึงมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต (Hipparagi et al., 2001)

Table 2 Effect of different plant extracts on weight and cocoon parameters of mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.)

Treatment	Weight of mature larvae (g±SD)	parameters[1/]			
		Fresh cocoon weight (g±SD)	Pupa weight (g±SD)	Cocoon shell weight (g±SD)	Cocoon shell (%±SD)
Do not spray (control)	2.0793 ± 0.06^{A}	0.6522 ± 0.04^{B}	0.5725 ± 0.04^{C}	0.0712 ± 0.01^{C}	12.21 ± 1.49^{B}
water (control)	1.7353 ± 0.05^{B}	0.9789 ± 0.09^{A}	0.7759 ± 0.06^{AB}	0.1574 ± 0.03^{AB}	15.91 ± 1.45^{A}
Garlic	1.7140 ± 0.12^{B}	0.9858 ± 0.11^{A}	0.7904 ± 0.04^{AB}	0.1570 ± 0.01^{AB}	16.11 ± 0.83^{A}
Thai basil	1.5323 ± 0.12^{BC}	0.9740 ± 0.08^{A}	0.7915 ± 0.05^{AB}	0.1665 ± 0.02^{AB}	16.99 ± 1.51^{A}
Onion	1.5666 ± 0.17^{B}	0.9325 ± 0.00^{A}	0.7713 ± 0.01^{AB}	0.1588 ± 0.00^{AB}	16.16 ± 0.70^{A}
Lemongrass	1.6873 ± 0.16^{B}	0.9515 ± 0.05^{A}	0.7894 ± 0.02^{AB}	0.1620 ± 0.01^{AB}	16.65 ± 1.98^{A}
Galanga	1.5215 ± 0.18^{BC}	0.9784 ± 0.06^{A}	0.8066 ± 0.04^{A}	0.1748 ± 0.01^{A}	17.74 ± 0.43^{A}
Ginger	1.6516 ± 0.10^{B}	0.9204 ± 0.02^{A}	0.7418 ± 0.04^{AB}	0.1471 ± 0.00^{AB}	16.04 ± 1.04^{A}
Turmeric	1.0881 ± 0.10^{D}	0.9165 ± 0.01^{A}	0.7455 ± 0.01^{AB}	0.1676 ± 0.01^{AB}	18.19 ± 0.94^{A}
Kiffir Lime	1.3053 ± 0.17^{CD}	0.8747 ± 0.02^{A}	0.7241 ± 0.02^{B}	0.1426 ± 0.00^{AB}	16.17 ± 0.24^{A}
P- value	**<0.0001**	**<0.0001**	**<0.0001**	**<0.0001**	**0.0007**
C.V. (%)	**8.52**	**6.86**	**5.40**	**10.86**	**7.29**

[1/] Means ± SD in the column followed by the same common letter were not significantly different ($P>0.05$) according to DMRT

SD = Standard deviation

2. การเปรียบเทียบตัวทำละลายและความเข้มข้นของสารสกัดจากพืชสมุนไพรต่อผลผลิตของไหมหม่อน

จากการคัดเลือกสารสกัดสมุนไพรทั้ง 8 ชนิด พบว่า สารสกัดสมุนไพรที่มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของไหมหม่อน โดยพิจารณาจากวงจรชีวิต น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง ได้แก่ สารสกัดขมิ้นและสารสกัดข่า นำมาสกัดด้วยน้ำกลั่นและเอทิลแอลกอฮอล์ ปรับความเข้มข้นให้ได้ 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 15% (**Table 3**) พบว่าการใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายนั้น สารสกัดขมิ้น ความเข้มข้น 5% มีน้ำหนักหนอนไหมที่โตเต็มที่ (วัย 5 วันที่ 5) เท่ากับ 2.2305 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับสารสกัดจากข่า ความเข้มข้น 15% และมีน้ำหนักรังสดสูงที่สุด เท่ากับ 0.8719 กรัม โดยน้ำหนักรังสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับสารสกัดจากข่าในทุกความเข้มข้น ในขณะที่น้ำหนักดักแด้ สารสกัดจากข่า ความเข้มข้น 5% มีค่ามากที่สุด (0.7425 กรัม) รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับสารสกัดจากขมิ้น ความเข้มข้น 5% (0.7382 กรัม) ในส่วนของน้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง พบว่าสารสกัดขมิ้นที่ความเข้มข้น 15 % (w/v) ให้ค่าสูงสุด เท่ากับ 0.1465 กรัม และ 20.58 % ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

Table 3 Effect of different aquatic plant extracts on weight and cocoon parameters of mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.)

Treatment	Weight of mature larvae (g±SD)	Parameters[1/]			
		Fresh cocoon weight (g±SD)	Pupa weight (g±SD)	Cocoon shell weight (g±SD)	Cocoon shell (%±SD)
Do not spay (control)	1.8770 ± 0.03^{DE}	0.7368 ± 0.01^{BC}	0.6325 ± 0.01^{BC}	0.1066 ± 0.00^{BC}	14.17 ± 0.57^{BC}
Water (control)	1.7732 ± 0.11^{E}	0.6391 ± 0.07^{C}	0.5303 ± 0.03^{D}	0.0890 ± 0.02^{C}	12.53 ± 1.70^{C}
Galanga 5%	2.0565 ± 0.05^{BC}	0.8680 ± 0.03^{A}	0.7425 ± 0.02^{A}	0.1368 ± 0.02^{AB}	15.61 ± 3.08^{BC}
Galanga 10%	2.0190 ± 0.15^{CD}	0.8149 ± 0.09^{AB}	0.6780 ± 0.06^{AB}	0.1426 ± 0.02^{A}	18.04 ± 2.85^{AB}
Galanga 15%	2.1710 ± 0.09^{AB}	0.8008 ± 0.05^{AB}	0.6944 ± 0.03^{AB}	0.1362 ± 0.00^{AB}	18.43 ± 2.94^{AB}
Turmeric 5%	2.2305 ± 0.10^{A}	0.8719 ± 0.04^{A}	0.7382 ± 0.02^{A}	0.1265 ± 0.00^{AB}	13.96 ± 0.82^{BC}
Turmeric 10%	1.9804 ± 0.04^{CD}	0.7299 ± 0.07^{BC}	0.6241 ± 0.02^{BC}	0.1183 ± 0.01^{AB}	17.99 ± 3.27^{AB}
Turmeric 15%	1.9686 ± 0.07^{CD}	0.7064 ± 0.05^{BC}	0.5883 ± 0.05^{CD}	0.1465 ± 0.02^{A}	20.58 ± 3.38^{A}
P- value	**0.0004**	**0.0013**	**<0.0001**	**0.0005**	**0.0081**
C.V. (%)	**4.67**	**8.40**	**6.37**	**15.43**	**16.13**

[1/] Means ± SD in the column followed by the same common letter were not significantly different (P>0.05) according to DMRT

SD = Standard deviation

ในขณะที่ใช้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย (**Table 4**) พบว่าหนอนไหมที่กินใบหม่อนที่พ่นด้วยสารสกัดขมิ้นมีน้ำหนักหนอนไหมวัย 5 สูงที่สุด (2.3796 กรัม) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับสารสกัดขมิ้นความเข้มข้นอื่น ๆ และสารสกัดจากข่าความเข้มข้น 5% ส่วนผลผลิตด้านน้ำหนักรังสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในทุกกรรมวิธี ในด้านน้ำหนักดักแด้, น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง สารสกัดจากข่า (ความเข้มข้น 5%) ให้ค่าดังกล่าวสูงที่สุด เท่ากับ 0.6685 กรัม, 0.1143 กรัม และ 16.68% ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) กับการไม่พ่นสารใด ๆ (ชุดควบคุม) และการพ่นด้วยเอทิลแอลกอฮอล์

Table 4 Effect of different ethylic plant extracts on weight and cocoon parameters of mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.)

Treatment	Weight of mature larvae (g±SD)	parameters[1/]			
		Fresh cocoon weight (g±SD)	Pupa weight (g±SD)	Cocoon shell weight (g±SD)	Cocoon shell (%±SD)
Do not spay (control)	1.8770 ± 0.03^{D}	0.7368 ± 0.01	0.6325 ± 0.01^{AB}	0.1066 ± 0.00^{AB}	14.17 ± 0.57^{AB}
Ethyl alcohol (control)	1.9490 ± 0.02^{D}	0.6120 ± 0.01	0.5345 ± 0.01^{C}	0.0459 ± 0.01^{C}	8.01 ± 2.73^{C}
Galanga 5%	2.3343 ± 0.12^{AB}	0.7599 ± 0.09	0.6685 ± 0.07^{A}	0.1143 ± 0.02^{A}	16.68 ± 2.49^{A}
Galanga 10%	2.1785 ± 0.07^{BC}	0.7033 ± 0.04	0.6203 ± 0.03^{AB}	0.0957 ± 0.01^{AB}	15.23 ± 1.33^{AB}
Galanga 15%	2.1708 ± 0.16^{BC}	0.7298 ± 0.04	0.6346 ± 0.03^{AB}	0.0935 ± 0.01^{AB}	14.56 ± 0.80^{AB}
Turmeric 5%	2.2931 ± 0.05^{AB}	0.7288 ± 0.00	0.6345 ± 0.00^{AB}	0.1004 ± 0.01^{AB}	15.83 ± 1.78^{A}
Turmeric 10%	2.3092 ± 0.12^{AB}	0.7220 ± 0.07	0.6292 ± 0.05^{AB}	0.0838 ± 0.01^{AB}	13.21 ± 1.73^{AB}
Turmeric 15%	2.3796 ± 0.07^{A}	0.7563 ± 0.06	0.6522 ± 0.04^{AB}	0.0862 ± 0.01^{AB}	13.14 ± 1.82^{AB}
P- value	**0.0007**	**0.0565**	**0.0384**	**0.0059**	**0.0011**
C.V. (%)	**4.36**	**7.85**	**7.25**	**19.46**	**13.70**

[1/] Means ± SD in the column followed by the same common letter were not significantly different (P>0.05) according to DMRT
SD = Standard deviation

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบตัวทำละลายที่ใช้สกัดแล้วจะเห็นว่าการสกัดด้วยน้ำมีแนวโน้มของผลผลิตรังไหมทั้งน้ำหนักรังสด น้ำหนักเปลือกรังและเปอร์เซ็นต์เปลือกรังที่สูงกว่าการสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ สอดคล้องกับ Rateb and Abdel-Rahman (2015) ที่รายงานว่าสารสกัดจากพืชที่สกัดด้วยน้ำมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เพิ่มผลผลิตของไหมพันธุ์ลูกผสม ทั้งนี้เพราะสารสกัดที่สกัดด้วยน้ำมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง และยังสะดวกต่อการนำไปใช้ของเกษตรกรอีกด้วย อย่างไรก็ตามนอกจากตัวทำละลายจะมีผลต่อผลผลิตรังไหมแล้ว ความเข้มข้นของสารสกัดที่แตกต่างกันก็ส่งผลให้ผลผลิตรังไหมแตกต่างกันด้วย การใช้น้ำเป็นตัวสกัดด้วยความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เปลือกรังเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่การสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นกลับทำให้เปอร์เซ็นต์เปลือกรังลดลง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์จะทำให้ได้สารออกฤทธิ์หรือสารอาหารต่าง ๆ จากพืชสมุนไพรออกมาในปริมาณที่มากกว่าการสกัดด้วยน้ำ โดยที่การสกัดข่าและขมิ้นด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 5% มีผลให้น้ำหนักรังสดสูงที่สุด ในขณะที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นเดียวกัน (5%) มีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงที่สุดเช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข่าและขิงมีปริมาณสาร phytoecdysteroids (Chandrakala et al., 1998; Srivastava and Upadhyay, 2017) ซึ่งพบได้ในพืชหลายชนิดโดยสารนี้มีบทบาทในการกระตุ้นการสร้างโปรตีนของต่อมสร้างเส้นไหม (silk gland) เมื่อมีการสะสมโปรตีน โดยเฉพาะโปรตีนไฟโบรอิน (fibroin) หนอนไหมจึงสามารถพ่นเส้นใยออกมาได้ในปริมาณมาก (Sridevi et al., 2004; Manjunatha et al., 2017) อีกทั้งยังมีส่วนช่วยในการกระตุ้นการย่อยอาหารและการดูดซึมอาหารไปใช้ทำให้หนอนไหมเจริญเติบโตได้ดี (Jadhav et al., 2016) อย่างไรก็ตาม หากใช้สารนี้ในปริมาณมากจะส่งผลให้ระยะหนอนยาวนานขึ้น หนอนไหมเกิดสภาวะเครียด ทำให้น้ำหนักหนอนไหมและผลผลิตรังลดลง อีกทั้งทำให้การอยู่รอดของหนอนไหมลดลงด้วย (Pandey and Upadhyay, 2013) ดังนั้นสารสกัดในความเข้มข้นที่เหมาะสมเท่านั้นจึงจะส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของไหม

สรุปผล

สารสกัดจากข่าและขมิ้นมีผลให้วงจรชีวิต (ระยะหนอน) ของหนอนไหมพันธุ์ไทยลูกผสมสั้นลง และมีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงที่สุด และที่ความเข้มข้นของสารสกัดข่าและขมิ้นที่สกัดด้วยน้ำ (5%) ให้น้ำหนักรังสดสูงกว่าสารสกัดความเข้มข้นอื่น ๆ ในขณะที่สารสกัดจากขมิ้นที่ความเข้มข้น 15% ให้เปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงที่สุด ส่วนการสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ทั้งข่าและขมิ้น ความเข้มข้น 5% ให้

เปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงที่สุด จากการศึกษานี้จะเห็นว่าสารสกัดจากข่าและขมิ้นมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตไหมหม่อนพันธุ์ไทยลูกผสมต่อไป

คำขอบคุณ

การศึกษาวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะวิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลาง นครราชสีมา ที่เอื้ออำนวยความสะดวกสำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2538. การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่ง ประเทศไทย จำกัด: กรุงเทพฯ.

Amalarani, G., C. Padmalatha, R. Sornoraj, and A.J. Ranjithsingh. 2011. Impact of supplementation of Amway Protein on the economic characters and energy budgets of silkworm *Bombyx mori*. Asian Journal of Applied Sciences. 5(3): 190-195.

Amirmohammadi, F., J.J. Sendi, S.H.H. Moghaddam, and M. Mavvajpour. 2013. Effects of methanol extract of *Pteridium aquillinum* (L) Kuhn (Dennstaedtiaceae), on some commercial and physiological parameters of silkworm, *Bombyx mori*. European Journal of Experimental Biology. 3(2): 68-77.

Barge, S.B., and A.B. Pardeshi. 2018. Influence of dietary supplementation of *Sida acuta* plant extract on the mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. International Journal of Zoology Studies. 3(2): 199-202.

Chandrakala, M.V., V.G. Maribashetty, and H.K. Jyothi. 1998. Application of phytoecdysteroids in sericulture. Current Science. 74(4): 341-346.

Chandrakala, M.V., V.G. Maribashetty, C.A.A. Ahmed, and H.K. Jyothi. 2001. Use of phytoecdysones for uniform spinning of cocoons by silkworm, *Bombyx mori* L., pp. 41-42. In Proceedings of the National Seminar on Mulberry Sericulture Research in India 26-28 November 2001. Bangalore, India.

Etebary, K., and I. Matindoost. 2005. Application of multi vitamins as nutrients on biological and economical characteristics of silk worm, *Bombyx mori.* Journal of Asia-Pacific Entomology. 8(1): 1-6.

Gobena, W.S., and R.N. Bhaskar. 2015. Fortification of mulberry leaves with medicinal botanical plant extracts effect on silkworm, *Bombyx mori* L. (PM×CSR2) (Lepidoptera: Bombycidae) larval growth and cocoon traits. Journal of Biological Sciences. 15(4): 199-206.

Hipparagi, G.D., S.G. Rayar, and S.S. Karabhantanal. 2001. Field spray of extract of botanicals on mulberry and its effect on silkworm, *Bombyx mori* L., growth and development, pp. 127. In Proceedings of the National Seminar on Mulberry Sericulture Research in India 26-28 November 2001. Bangalore, India.

Jadhav, D.V., K. Sathyanarayana, I.I. Hugar, and K.K. Singh. 2016. Effect of medicinal plant extract of *Asparagus recemousces* and *Astracantha longifolianaese* as food supplement of silkworm *Bombyx mori* L. for improved cocoon traits. Journal of Global Biosciences. 5(4): 3986-3993.

Karthikairaj, K., P. Sureshkumar, and L. Isaiarasu. 2013. Influence of turmeric extract on the growth and commercial parameters of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombicidae). African Journal of Basic & Applied Sciences. 5 (5): 228-231.

Krishnaprasad, N.K., B. Sannappa, T.K. Reshma, and P.K.K. Prasad. 2001. Effect of solanaceous leaf extracts on growth, development and cocoon traits of PM×NB4D2 silkworm (*Bombyx mori* L.). Bulletin of the Indian Academy of Sericulture. 5: 42-47.

Kumar, R.V., D. Kumar, A. Kumar, and S.S. Dhami. 2009. Effect of blue green micro algae (spirulina) on cocoon quantitative parameters of silkworm (*Bombyx mori* L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 4(3): 50-53.

Manjunatha, S.E., V.B. Sanath Kumar, N.K. Kumar, and Venkatesh. 2017. Toxicological effect of medicinal plant extracts used against mulberry powdery mildew on growth, development of silkworm (*Bombyx mori* L.), cocoon and silk quality parameter. Journal of Entomology and Zoology Studies. 5(6): 872-876.

Masthan, K., T. Rajkumar, and C.V. Narasimha Murthy. 2017. Studies on fortification of mulberry leaves with probiotics for improvement of silk quality. International Journal of Biotechnology and Biochemistry. 13(1): 73-80.

Murugan, K., D. Jeyabalan, N. Senthikumar, S. Senthilnathan, and N. Sivaprakasam. 1998. Growth promoting effect of plant products on silkworm: a biotechnological approach. Journal of Scientific and Industrial Research. 57: 740-745.

Padma Sree Vidya Devi, P., and M. Ramani Bai. 2015. Effect of *Ocimum sanctum* L. plant extract on the economic parameters of silkworm, *Bombyx* mori L. Journal of Entomology and Zoology Studies. 3(2): 62-64.

Pandey, P., and V.B. Upadhyay. 2013. Impact of phytoecdysteroid treatment on the larval performance of multivotine mulberry silkworm *Bombyx mori* Linn. Malaysian Applied Biology. 42(1): 51-60.

Pardeshi, A.B., and P.N. Bajad. 2014. Effect of *Xanthium indicum* Linn. plant extract on the economic parameters of silkworm, *Bombyx mori* L. International Journal of Recent Scientific Research. 5(3): 683-686.

Rajasekaragouda, R, M. Gopalan, Jeyaraj, and N. Natarajan. 1997. Field performance of plant extracts on mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. Entomon. 22(3&4): 235-238.

Raju, A.H.H., D.M. Mamatha, V.K. Kanji, and M.R. Rao. 2012. Potential effect of turmeric on the carbohydrate and oxidative metabolic profiles of the Silkworm, *Bombyx mori* L. for higher cocoon yield. Current biotica. 4(3): 333-347.

Rateb, S.H., and Y.A. Abdel-Rahman. 2015. Effects of some extracts on growth characters of mulberry silkworm *Bombyx mori* L. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 46(5): 58-71.

Schmelz, E.A., R.J. Grebenok, and T.E. Ohnmeiss. 2002. Interactions between *Spinacia oleracea* and *Bradysia impatiens*: a role for phytoecdysteroids. Archives of Insect Biochemistry and Physiology. 51(4): 204-221.

Singh, K.K., R.M. Chauhan, A.B. Panda, S.B. Gokhale, and N.G. Hegdi. 2005. Effect of use of *Lactobacillus plantarum* as a probiotics to improve cocoon production of mulberry silkworm *Bombyx mori*. Journal of Basic and Applied Science. 1: 1-8.

Sridevi, G., R.N. Bhaskar, M.C. Devaiah, and R. Govindan. 2004. Effect of mulberry leaves enriched with medicinal botanical extract on cocoon and reeling parameters of silkworm, *Bombyx mori* L. (PM x CSR2). Environment and Ecology. 22: 689-691.

Srivastava, R., and V.B. Upadhyay. 2017. The phytojuvenoid caused beneficial effect on the commercial parameters of multivoltine mulberry silkworm (*Bombyx mori* Linn.). Journal of Entomology and Zoology Studies. 5(2): 1508-1511.

Talari, S., S. Akula, S. Kuntamalla, and R.S. Nanna. 2014. Effect of stem bark extracts of *Oroxylum indicum*; an ethnomedicinal forest tree on silk production of *Bombyx mori*. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 5(2): 568-571.

Yazdi, F.G., S. Soleimanian-Zad, E. van den Worm, and G. Folkerts. 2019. Turmeric extract: potential use as a prebiotic and anti-inflammatory compound?. Plant Foods for Human Nutrition. 74: 293-299.