

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : การลดความสูญเสียในผลิตผลจากศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวและสารพิษจากเชื้อรา
2. โครงการวิจัย : การลดความสูญเสียผลิตผลเกษตรจากแมลงศัตรู
กิจกรรมที่ 4 : ชีววิทยาและสถานการณ์การแพร่ระบาดของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ชีววิทยาและการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) ที่พบในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
: Biology and Development of *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) in Northeast of Thailand
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : ศรุต สิริชัยยากุล
ผู้ร่วมงาน : นางสาวรังสิมา เก่งการพานิช
: นางสาวภาวิณี หนูชนะภัย
: นางสาวดวงสมร สุทธิสุทธิ์
: นางสาวพัญญา พบสุข

5. บทคัดย่อ

เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) เป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่เป็นปัญหาสำคัญ การสำรวจและการกระจายตัวของเหาหนังสือ พบได้ในพื้นที่ 17 จังหวัดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเหาหนังสือ ซึ่งเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บยังมีไม่มากนัก จึงทำการศึกษากิจการจำแนกชนิดทางสัณฐานวิทยา และชีววิทยาของเหาหนังสือ ได้แก่ ลักษณะสำคัญทางสัณฐานวิทยาของระยะไข่ และตัวเต็มวัย, วิธีการเพาะเลี้ยง, วงจรชีวิต, ระยะเวลาการเจริญเติบโต และ ความมีชีวิตของเหาหนังสือ รวมถึงปัจจัยทางกายภาพของอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จากการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ตั้งแต่ระยะไข่ถึงตัวเต็มวัย ระยะไข่ ใช้เวลา 7.7 ± 1.2

วัน, ระยะตัวอ่อน ใช้เวลา 17.6 ± 3.4 วัน, ระยะตัวเต็มวัย ใช้เวลา 8.4 ± 3.2 วัน อัตราการขยายพันธุ์ (วางไข่) 7.8 ± 4.6 ต่อวัน การทดลองความมีชีวิตของเหาหนังสือด้วยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ t-test เมื่อเหาหนังสือได้รับอาหาร และไม่ได้รับอาหาร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เหาหนังสือที่ได้รับอาหารจะมีชีวิตนานกว่าเหาหนังสือที่ไม่ได้รับอาหารคือ 94.1 ± 32.2 และ 66.8 ± 36.3 วัน ตามลำดับ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการเจริญเติบโต เหาหนังสือ จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 52 %RH และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ได้มีการศึกษาลักษณะสำคัญของเหาหนังสือโดยใช้วิธี Scanning Electron Microscope (SEM) การจำแนกชนิดทางสัณฐานวิทยาของเหาหนังสือ พบว่ามีส่วนใกล้เคียงกับเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* (*Liposcelis bostrychophila* Badonnel) อย่างไรก็ตาม จะได้มีการอธิบายลักษณะสำคัญทางสัณฐานวิทยาในการจำแนกชนิดเหาหนังสือในลำดับต่อไป

The psocids, *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) are an important problem insect of stored product insect pests. Survey and distribution of psocids were found in 17 provinces of north-east, Thailand. The little is known of psocids in Thailand. Determined on morphology and biology i.e. characteristic of egg and adult psocids, mass rearing, life cycle, developmental time and longevity including biotic factor (moisture and humidity) The developmental time of egg, nymph and adult were 7.7 ± 1.2 , 17.6 ± 3.4 and 8.4 ± 3.2 days, respectively. The reproduction was 7.8 ± 4.6 per day. Longevity's test, psocids developed on food and unfed were difference significantly to compare means via t-test. Psocids were reared on food has longevity longer than psocids were unfed as 94.1 ± 32.2 and 66.8 ± 36.3 days, respectively. Temperature and humidity are affected to population psocids growth. Psocids cannot develop on humidity at 52 %RH and temperature at 30 °C. Furthermore, the characteristic of psocids was investigated by Scanning Electron Microscope (SEM). The morphological identification of egg and adult psocids was similarly on genus *Liposcelis* (*Liposcelis bostrychophila* Badonnel). However, the morphological characteristic of psocids was discussed to clarify species in these further.

6. คำนำ

เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. (Psocoptera: Liposcelidae) เป็นแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรที่มีขนาดเล็ก และเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว (พรทิพย์ และคณะ, 2551) จากการสำรวจ และสุ่มเก็บตัวอย่างของกลุ่มวิจัยและ

พัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร สามารถพบเห็นเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ซึ่งเป็นแมลงศัตรูในสภาพโรงเก็บ โดยเฉพาะในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปัจจุบันยังไม่ได้ทำการจำแนกชนิด (species) ของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. (ไม่ได้ตีพิมพ์, 2557) Nayak (2006) รายงานว่า เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. จัดเป็นแมลงศัตรูที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งในแมลงศัตรูโรงเก็บ แม้อาจจะไม่ใช่สาเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตในเชิงคุณภาพ แต่อย่างไรก็ตามผู้บริโภคก็ไม่อาจยอมรับผลผลิตที่พบเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ซึ่งมีการขยายพันธุ์ และเพิ่มปริมาณอย่างมากได้ นับเป็นความเสียหายในเชิงเศรษฐกิจอย่างมหาศาลต่อตลาดการค้าทั้งภายในและระหว่างประเทศ การจัดจำแนกชนิดของเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* นี้ พบว่ามีความหลากหลายชนิด ได้แก่ *Liposcelis entomophila* (Enderlein), *Liposcelis decolor* (Pearman), *Liposcelis yunnaniensis* Li and Li และ *Liposcelis paeta* Pearman (Opit et al., 2009; Hassan et al., 2011; Kučerová et al., 2014)

Opit and Throne (2009) กล่าวว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ มีผลต่อการเจริญเติบโตของจำนวนประชากร *Liposcelis brunnea* Motschulsky (Psocoptera: Liposcelidae) นอกจากนี้ยังพบว่า เหา *L. brunnea* จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นเท่ากับ 43%RH แต่จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 22.5-32.5 องศาเซลเซียส และ ความชื้นที่ 55-75 %RH ในขณะที่ Nayak (2006) กล่าวว่า หากสภาพอากาศภายในโรงเก็บมีความร้อนและความชื้นสูง จะเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณของเหาหนังสือ รวมถึงการมีชีวิตรอดที่ยาวนานกว่า 72-144 วัน และสามารถมีชีวิตรอดอยู่รอดได้แม้ในสภาพที่ไม่มีอาหารก็ตาม เหาหนังสือมีวงจรชีวิตสั้นเพียง 2-3 สัปดาห์ Defense Supply Center Philadelphia (มปป.) รายงานว่า การควบคุมเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. คือลดความชื้นให้ต่ำกว่า 50 %RH จะเป็นการช่วยลดปริมาณเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. รวมถึงการลดอุณหภูมิในบริเวณโดยรอบๆ ของพื้นที่นั้น เพราะบริเวณที่มีความชื้นสูง จะเป็นที่อาศัยและแหล่งอาหารที่ดีได้ เมื่อความชื้นลดลงถึงขั้นวิกฤติ เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. จะเกิดการอพยพไปยังบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ที่สูงกว่า ในกรณีตรงกันข้าม หากไม่เช่นนั้นเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ก็ตายได้ Wang et al. (2009) รายงานว่า เหาหนังสือ *Liposcelis paeta* Pearman (Psocoptera: Liposcelididae) สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 22.5-37.5 องศาเซลเซียส ระยะการเจริญเติบโตจากไข่ถึงตัวเต็มวัย พบว่า ใช้เวลา 45.5 วัน ที่อุณหภูมิ 22.5 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการเจริญเติบโต 11.5 วัน ที่อุณหภูมิ 37.5 องศาเซลเซียส โดยเหาหนังสือเจริญเติบโตได้ เมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำสุดคือ 18.1-21.9 องศาเซลเซียส และช่วงอุณหภูมิสูงสุดคือ 40.4-42.0 องศาเซลเซียส และพบว่า เพอร์เซ็นต์การรอดชีวิตจากระยะไข่จนเป็นตัวเต็มวัยคือ 52.79% ที่อุณหภูมิ 32.5 องศาเซลเซียส และ การรอดชีวิต 18.79% ที่อุณหภูมิ 22.5 องศาเซลเซียส ส่วนวิธีการเลี้ยงเหาหนังสือ Wang et al. (2009) กล่าวว่า เหาหนังสือ *L. paeta* นั้นใช้วิธีการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมตามอัตราส่วนคือ แป้งข้าวสาลี, นมไขมันต่ำ, และผงยีสต์ เป็น 10: 1: 1 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เหาหนังสือ ยังเป็นปัญหาที่สำคัญในเชิงคุณภาพ และปัญหาในด้านสุขภาพ (Obr, 1978) กล่าวคือ เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ก็เป็นสาเหตุอย่างหนึ่งของการก่อโรคมุมิแพ้ (Rees, 2004; Clemmons and Taylor, 2016)

วัตถุประสงค์

7.1 การศึกษาวงจรชีวิตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

7.2 ศึกษาชีววิทยาและพฤติกรรมในการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์ ได้แก่

- ข้าวสาลีหัก แบบชนิดแข็ง (Hard wheat)
- จมูกข้าวสาลี (Wheat germ)
- ข้าวฟองซีเรียล (Rice krispies) (Kellogg company, Battle Creek, MI)
- ผงยีสต์
- ขวดแก้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.8 ซม. สูง 15 ซม.
- กล่องพลาสติกทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. สูง 2 ซม.
- กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope)(Olympus BH-2 BHS Research Microscope; Olympus Corp; Tokyo, Japan และOlympusSZ61; Olympus Corp; Tokyo, Japan)
- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM; Scanning Electron Microscopy) (FEI QUANTA 450; Hillsboro, OR, USA และ Hitachi SU 8020; Hitachi High-Technologies Corp; Tokyo, Japan)

-วิธีการ

1. สํารวจและสุ่มเก็บตัวอย่าง

สํารวจ และสุ่มเก็บตัวอย่างเหาหนังสือในโรงเก็บธัญพืช หรือโรงสีข้าว ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่ปี 2559-2561 เป็นระยะเวลา 3 ปี ตัวอย่างที่สุ่มเก็บมาได้ ทำการคัดเลือกระยะตัวเต็มวัยของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. นำมาเลี้ยงบนอาหารตามวิธีการของ Gautam *et al.* (2010) และเติมผงยีสต์ ตามส่วนประกอบอาหารคือข้าวสาลีหัก แบบชนิดแข็ง 92%, จมูกข้าว 5%, ข้าวฟองซีเรียล 2% และผงยีสต์ 1% ใส่ในขวดแก้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.8 ซม. สูง 15 ซม.ปิดปากขวดด้วยกระดาษกรอง และวางไว้

ในสภาพห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75%RH) (Opit and Throne, 2009)

2. การจำแนกชนิด

การศึกษาทางสัณฐานวิทยา ในการจำแนกชนิดของเหาหนังสือที่สุ่มเก็บตัวอย่างมาได้จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามวิธีการจำแนกชนิดในอันดับเหาหนังสือของ Mockford (1991) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope) (Olympus BH-2 BHS Research Microscope; Olympus Corp; Tokyo, Japan และ Olympus SZ61; Olympus Corp; Tokyo, Japan) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM; Scanning Electron Microscopy) (FEI QUANTA 450; Hillsboro, OR, USA และ Hitachi SU 8020; Hitachi High-Technologies Corp; Tokyo, Japan)

3. ชีววิทยาของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

3.1 การเพาะเลี้ยง (Mass rearing)

ทำการคัดเลือก เหาหนังสือ *Liposcelis* sp. ที่เก็บมาจากโรงสีโพหนอง ต.หนองขอนขาว อ.เมือง จ.อุดรธานี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2560 นำเหาหนังสือ ระยะตัวเต็มวัยวางลงบนอาหารด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงของ Gautam *et al.* (2010) และเติมผงยีสต์ อัตราส่วนของอาหาร ได้แก่ ข้าวสาลีหัก แบบชนิดแข็ง (Hard wheat), จมูกข้าวสาลี (Wheat germ), ข้าวฟองซีเรียล (Rice krispies) (Kellogg company, Battle Creek, MI) และผงยีสต์ คือ 92: 5: 2: 1 ตามลำดับ ใส่อาหารลงในขวดแก้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.8 ซม. สูง 15 ซม. ปิดปากขวดด้วยกระดาษกรอง ทำการเลี้ยงเหาหนังสือ ภายในห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 23-26 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50-70 %RH)

3.2 วงจรชีวิตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

ทำการคัดเลือกระยะตัวเต็มวัยเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ใส่ในกล่องพลาสติกทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. สูง 2 ซม. ภายในกล่องพลาสติก พร้อมบรรจุด้วยอาหาร ปิดฝา และพันรอบฝากล่องพลาสติกด้วยพาราฟิล์ม เมื่อเหาหนังสือวางไข่ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำตัวเต็มวัยออก นับประชากรเหาหนังสือ ตั้งแต่ระยะไข่จนเป็นตัวเต็มวัยภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope) จำนวน 50 ไข่ บันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยจำนวนวัน และจำนวนประชากรของเหาหนังสือที่รอดชีวิต (ค่าเฉลี่ย \pm SD)

3.3 ความมีชีวิตของเหาหนังสือ (longevity)

คัดเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ระยะตัวเต็มวัย ใส่ลงในกล่องพลาสติกทรงกระบอก แบบมีฝาปิด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. สูง 2 ซม. ทดสอบการมีชีวิตของเหาหนังสือ โดยวางแผนการทดลองเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแบบ t-test มี 2 กรรมวิธีคือ ใส่อาหารและไม่ใส่อาหาร จำนวน 100 ไข่ วางทิ้งไว้ในสภาพ

ห้องปฏิบัติการ เชื้อผล และนับจำนวนวันที่เหาหนังสือมีชีวิต จนกระทั่งเหาหนังสือตาย วิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS (เวอร์ชัน 20.0, IBM Corp; Armonk, NY, USA)

3.4 ทดสอบอุณหภูมิ และความชื้นต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ

ทำการคัดเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ที่เพิ่งฟักออกจากไข่ใหม่ๆ เป็นระยะตัวอ่อน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคปใส่ลงในกล่องพลาสติกทรงกระบอกพร้อมทั้งใส่อาหารตามสูตรการเพาะเลี้ยงของ Gautam *et al.* (2010) และอาหารตามวิธีการเลี้ยงมอดยาสูบ (กรมวิชาการเกษตร, ไม่ได้ตีพิมพ์) และวางกล่องพลาสติกทรงกระบอกไว้ในสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่าง 4 แห่ง แบ่งเป็น 2 การทดลองคือ

1. อาหารดัดแปลงตามวิธีการ Gautam *et al.* (2010) มี 4 วิธี จำนวน 40 ซ้ำ คือ
วิธีที่ 1 ใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส, ความชื้น 75 %RH)
วิธีที่ 2 ใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส, ความชื้น 75 %RH)
วิธีที่ 3 ใส่ในห้องปฏิบัติการ ห้อง 205 (อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส, ความชื้น 52 %RH)
วิธีที่ 4 ใส่ในห้องปฏิบัติการอาคารหอคอย (อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส, ความชื้น 60 %RH)
2. อาหารตามวิธีการเลี้ยงมอดยาสูบ (กรมวิชาการเกษตร, ไม่ได้ตีพิมพ์) มี 4 วิธี จำนวน 40 ซ้ำคือ
วิธีที่ 1 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส, ความชื้น 75 %RH)
วิธีที่ 2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส, ความชื้น 75 %RH)
วิธีที่ 3 ห้องปฏิบัติการห้อง 205 (อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส, ความชื้น 52 %RH)
วิธีที่ 4 ห้องปฏิบัติการอาคารหอคอย (อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส, ความชื้น 60 %RH)

เช็คผลการทดลองทุกวัน นับจำนวนวัน ตั้งแต่เป็นตัวอ่อนจนกระทั่งตัวเต็มวัยตาย

- เวลาและสถานที่

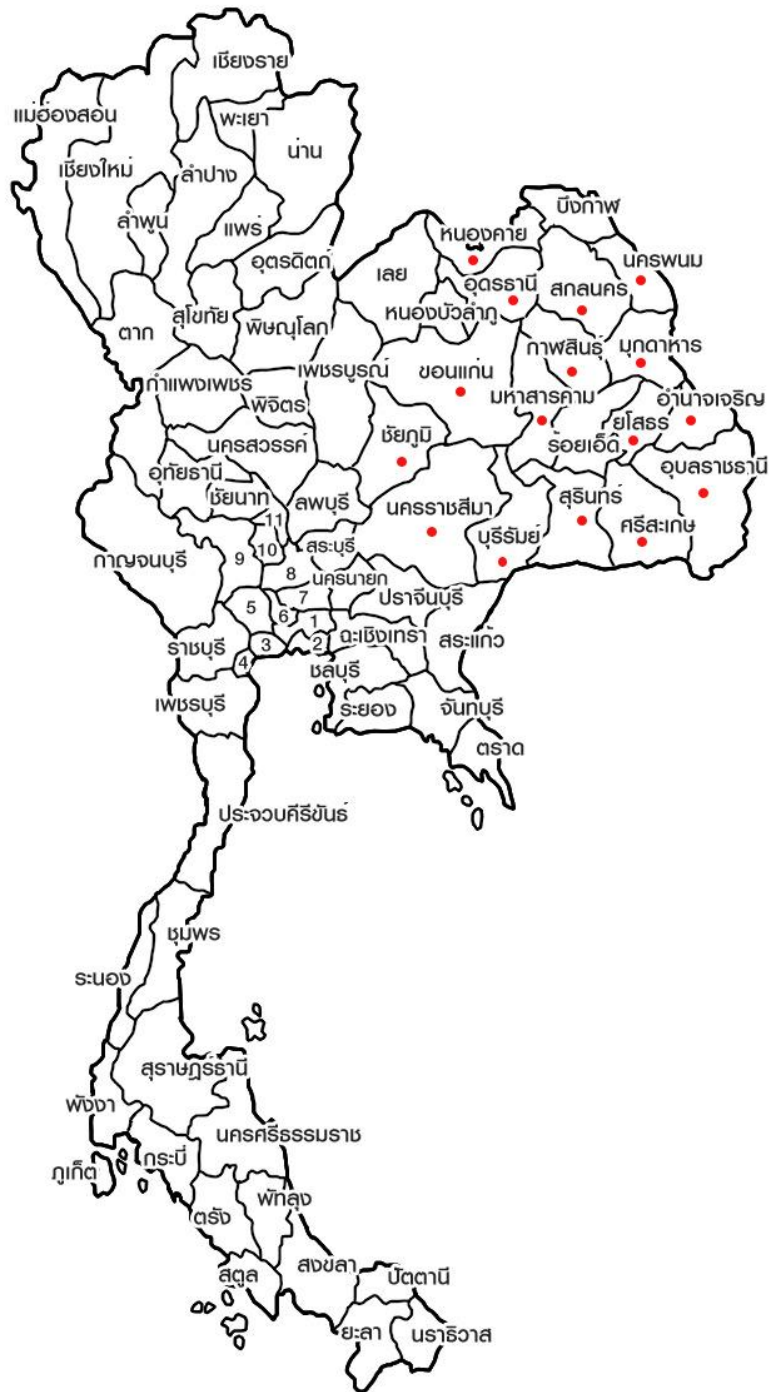
ตุลาคม 2559-กันยายน 2561 กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่าง

จากการสำรวจเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่ปี 2559-2561 เป็นระยะเวลา 3 ปี พบเหาหนังสือในโรงสีข้าว ทั้งหมด 89 โรงสี จาก 17 จังหวัด ได้แก่ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น

ชัยภูมิ นครพนม นครราชสีมา บุรีรัมย์ มุกดาหาร มหาสารคาม ยโสธร ศรีสะเกษ สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย
อำนาจเจริญ อุตรธานี และ อุบลราชธานี



ภาพ 1 จังหวัดที่สำรวจ และพบการกระจายตัวของเหาหนังสือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. การจำแนกชนิด

เหาหนังสือเป็นแมลงศัตรูสำคัญในโรงเก็บ โดยทั่วไปการจำแนกชนิดของแมลง ได้มีการจัดแบ่งเป็นหมวดหมู่ตามระบบ hierarchical system โดย Linnaeus (Buck and Hull, 1966) เหาหนังสือที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จัดจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานดังนี้

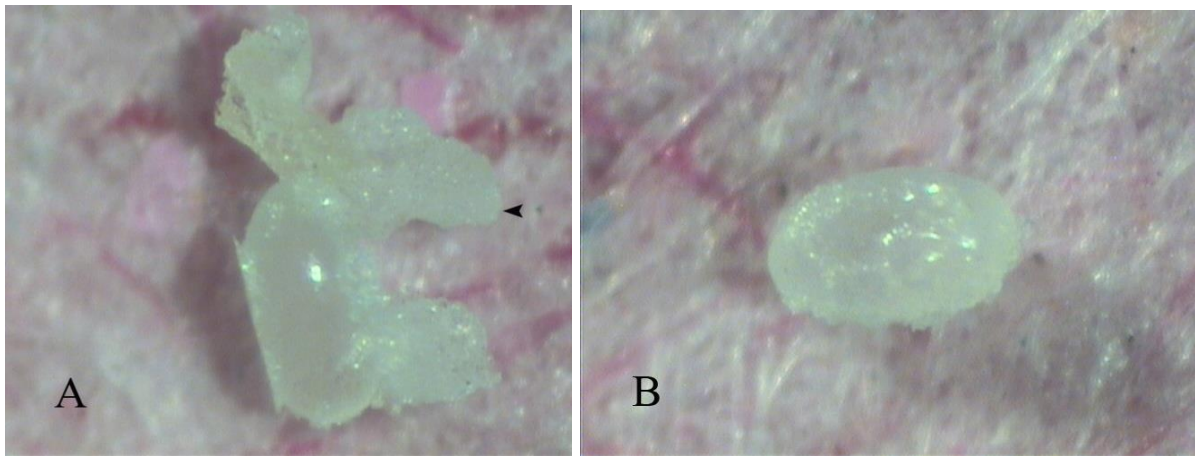
Phylum (ไฟลัม)	Arthropoda
Class (ชั้น)	Insecta
Order (อันดับ)	Psocoptera
Suborder (อันดับย่อย)	Proctomorpha
Family (วงศ์)	Liposcelididae
Genus (สกุล)	<i>Liposcelis</i>
Species (สปีชีส์)	-
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Liposcelis</i> spp.

ลักษณะทั่วไปของเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* ตัวเต็มวัย ลำตัวไม่มีปีก มีรูปร่าง หรือ ลำตัวอ่อนนิ่ม ขนาดลำตัวยาว 1-2 มม. (Baz, 2008) มีหนวด แบบ filiform (Mockford, 1991; Clemons and Taylor, 2016) พรทิวซ์ และคณะ (2551) รายงาน แหล่งที่พบเหาหนังสือ จะอาศัยอยู่ในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวหลายชนิด เช่น ข้าวโพด, ข้าวฟ่าง, แป้ง, มันสำปะหลัง, เห็ดหลินจือ และซากแมลง เป็นต้น Nayak 2014 รายงานว่า เหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* มี 4 ชนิด ที่พบได้บ่อยในหลายๆ ประเทศทั่วโลก ได้แก่ *Liposcelis bostrychophila* Badonnel, *L. decolor*, *L. entomophila* และ *L. paeta* นอกจากนี้ยังพบว่า เหาหนังสือมีความสามารถในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ดี ภายหลังจากการที่มีแมลงศัตรูชนิดอื่นเข้าทำลายผลผลิตในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่ามีการปนเปื้อนของเหาหนังสือในการเลี้ยงมอดยาสูบ เมื่อมอดยาสูบตาย เหาหนังสือ ก็ยังสามารถเจริญ และขยายพันธุ์ได้ดีในแหล่งอาหารนั้น (ไม่ได้ตีพิมพ์, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับ Wang *et al.* (2010) รายงานว่า เหาหนังสือ *L. bostrychophila* มีลักษณะเป็น dominant species คือ เป็นสิ่งมีชีวิตเด่น มีการแพร่กระจายตัวขยายพันธุ์ และสามารถตั้งถิ่นฐาน เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นได้ดี แหล่งที่พบหรือเขตการกระจายตัวของเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* พบได้ในหลายประเทศ เช่น อเมริกา โปรตุเกส จีน (Gautam *et al.*, 2010; Kučerová *et al.*, 2006; Yang *et al.*, 2012)

- ระยะเวลาไข่

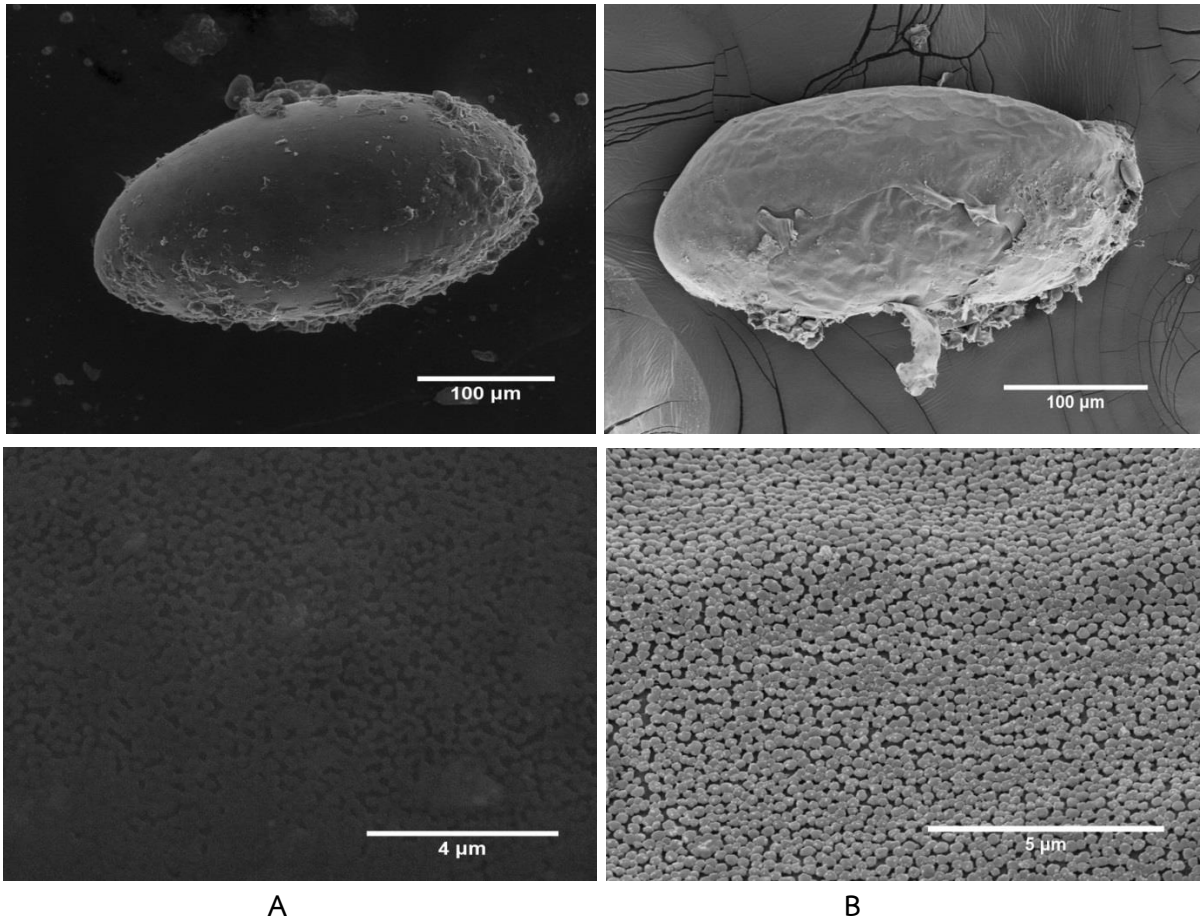
จากการศึกษาทางสัณฐานวิทยาในระยะเวลาไข่ ภายใต้อุณหภูมิของจุลทรรศน์สเตอริโอไมโครสโคป พบว่า ไข่ของเหาหนังสือเป็นรูปทรงรี มีความมันวาว และสีขาวใส ผิวสัมผัสบริเวณเปลือกไข่ จะมีลักษณะป็นเส้นใยคล้าย กาวเหนียว จึงทำให้เปลือกไข่ติดกับวัตถุ หรือสามารถจับกับพื้นผิวของวัตถุอื่นๆได้ (ภาพ 2) Clemons and

Taylor (2016) ได้กล่าวว่า ผีเสื้อปีกใสจะเหาหนังสือ จะถูกปกคลุมด้วยเส้นใยไหม เพื่อป้องกันไข่ให้ดำรงชีวิตอยู่ได้



ภาพ 2 ไข่เหาหนังสือ (63 เท่า) A = เศษชิ้นส่วนของข้าวสาลีที่ติดกับผิวเปลือกไข่, B = ลักษณะไข่เป็นรูปทรงรี

เมื่อศึกษาลักษณะสำคัญของระยะไข่ ด้วยวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด Scanning Electron Microscope (SEM) นั้น จะพบว่า ไข่ของเหาหนังสือที่สุ่มเก็บตัวอย่างมาจากโรงสี ใน จ.อุดรธานี ไข่มีลักษณะเป็นรูปทรงรี (ภาพ 2-3) ลักษณะผิวของเปลือกไข่ เป็นผิวเรียบ เมื่อใช้กำลังขยายภาพสูงขึ้นจะเห็นพื้นผิวบนเปลือกไข่ได้ชัดเจนมากขึ้น พบว่า ผีเสื้อปีกใส จะมีลวดลายเป็นรูปวงกลมเล็กๆ (granulate) และบางตำแหน่งของวงกลมมีการเรียงตัวชิดติดกัน (ภาพ 3) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการรายงานของ Kučerová (2002) กล่าวว่า ไข่เหาหนังสือ เป็นรูปทรงรี บริเวณบนพื้นผิวเปลือกไข่มีลักษณะรูปวงกลมเล็กๆ ซึ่งความคล้ายคลึงกับเหาหนังสือใน สกุล *Liposcelis* ลักษณะรูปวงกลม (granulate) ที่อยู่บนผิวเปลือกไข่เหาหนังสือ นั้น อย่างไรก็ตาม ในการจำแนกชนิดของเหาหนังสือตามวิธีการของ Kučerová *et al.* (2006) ต้องทำการวัดขนาดของรูปทรงกลมที่อยู่บนผิวเปลือกไข่นั้น จึงจำแนกชนิดของสปีชีส์ได้ ดังนั้น ในเบื้องต้นนี้ เหาหนังสือที่สำรวจพบในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* นอกจากนี้ ยังพบการปนเปื้อนเหาหนังสือที่เกิดขึ้นในการเลี้ยงมอดยาสูบในสภาพห้องปฏิบัติการ และไข่เหาหนังสือที่มีการปนเปื้อนในอาหารเลี้ยงมอดยาสูบนี้ ก็มีลักษณะสำคัญทางสัณฐานวิทยาที่ใกล้เคียงกับเหาหนังสือในสกุล *Liposcelis* เช่นเดียวกัน (ภาพ 3)



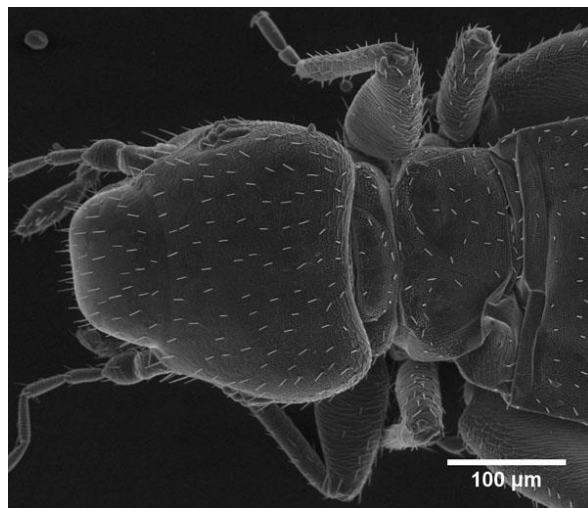
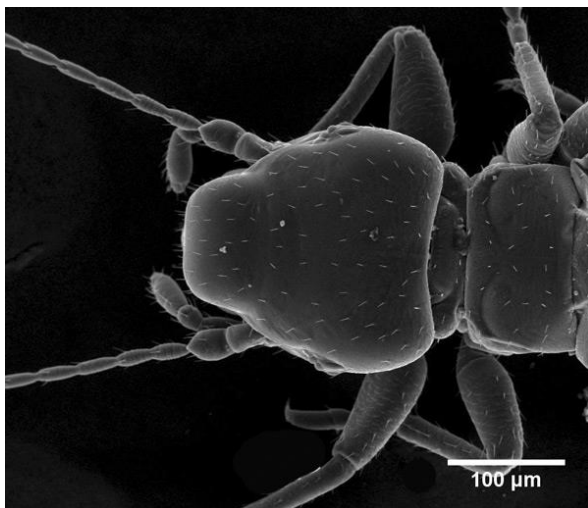
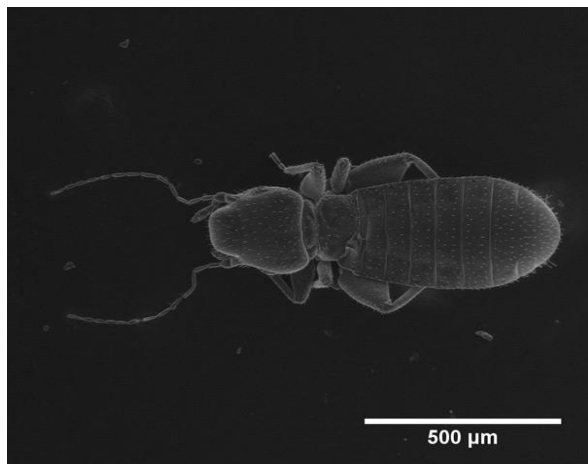
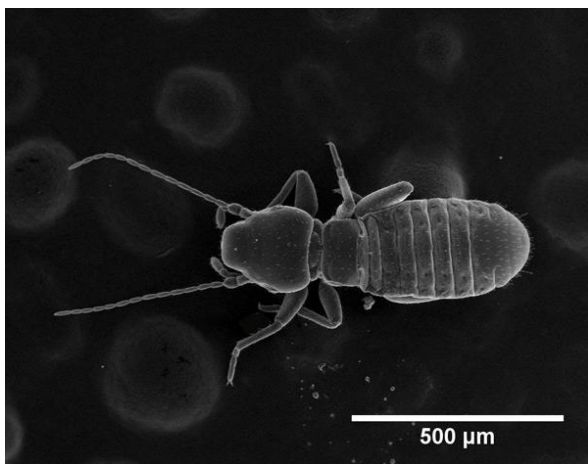
ภาพ 3 รูปทรงของไข่ และลักษณะพื้นผิวบนเปลือกไข่เหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

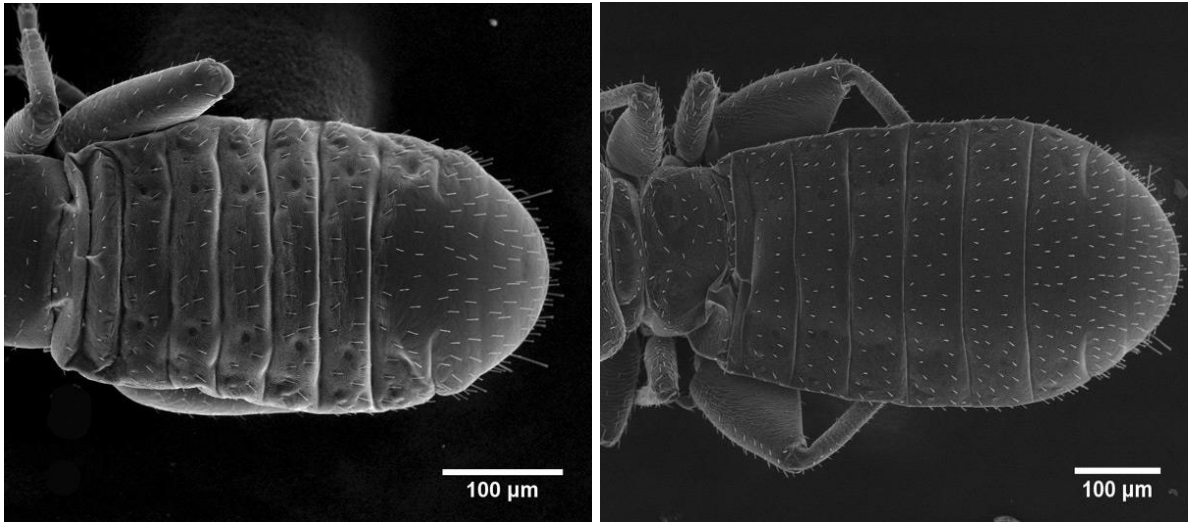
A = เหาหนังสือจากโรงสีใน จ.อุดรธานี, B = เหาหนังสือที่ปนเปื้อนในการเลี้ยงมอดยาสูบ จ.เชียงใหม่

- ระยะตัวเต็มวัย

การจำแนกทางสัณฐานวิทยาของเหาหนังสือในระยะตัวเต็มวัย (psocid) โดยใช้คู่มือการจำแนกชนิดของ Mockford (1991) พบว่าเหาหนังสือที่สุ่มเก็บตัวอย่างมาจากโรงสีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Liposcelis bostrychophila* Badonnel ซึ่งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกสำคัญคือ ไม่มีปีก ไม่มีตาเดี่ยว มีเส้นขนทั่วทั้งลำตัวตัวเต็มวัยเพศเมีย (ภาพ 4) ตารวม (compound eye) มี 5-7 facets (ภาพ 5-6) ในเพศเมีย บริเวณส่วนปลายปล้องท้องจะมีแผ่นตัวอักษรเป็นรูป T (ภาพ 7A) และขาคู่ที่สาม มีปล้อง femur ขนาดใหญ่มาก (ภาพ 7B) มีหนวดเป็นแบบ filiform แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ปล้อง scape และ pedicel จะเป็นปล้องส่วนฐาน และ ปล้อง flagellum จะมี 13 ปล้อง (ภาพ 8) ข้อต่อระหว่างแต่ละปล้องหนวด flagellum มีลักษณะคล้ายวงแหวน (Mockford, 1991) ในทุกๆ ปล้องหนวดจะมีเส้นขน (sense organ) เพื่อทำหน้าที่เป็นประสาทรับสัมผัส (ภาพ 9-10) ลักษณะของเส้นขน และตำแหน่งที่ตั้งของเส้นขน มีชื่อเรียก และตำแหน่งที่ตั้งเหมือนกับเหาหนังสือ *Liposcelis silvarum* (Kolbe) (Psocoptera: Liposcelidae) (Kučerová *et al.*, 2012) Larciniinae ซึ่งเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของอวัยวะส่วน

ปาก (mouth part) มีลักษณะแข็งเป็นแท่ง (ภาพ 11) (Retief *et al.*, 1995) นอกจากนี้ Mockford (1991) ยังรายงานว่า *L. bostrychophila* เส้นขนบริเวณด้านข้างของอกปล้องแรก (pronotum lobe) จะมีขนาดและความยาวใกล้เคียงกับเส้นขนเส้นอื่นๆ ที่อยู่บนปล้องอกแรก (ภาพ 12) เหาหนังสือ เป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่มีผลกระทบต่อในด้านความมั่นคงทางอาหาร หรือ food safety and security (Ahmedani *et al.*, 2010) โดยเฉพาะผลผลิตเกษตรเพื่อการส่งออก การศึกษาทางด้านชีววิทยา และพฤติกรรมของเหาหนังสือนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้น ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการหาวิธีการป้องกันและกำจัดเหาหนังสือ โดยการใช้สารเคมี รวมถึงการป้องกัน และกำจัดเหาหนังสือโดยไม่ใช้สารเคมี เช่น การใช้อุณหภูมิ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการและป้องกันกำจัดแมลงโดยใช้วิธีแบบผสมผสาน



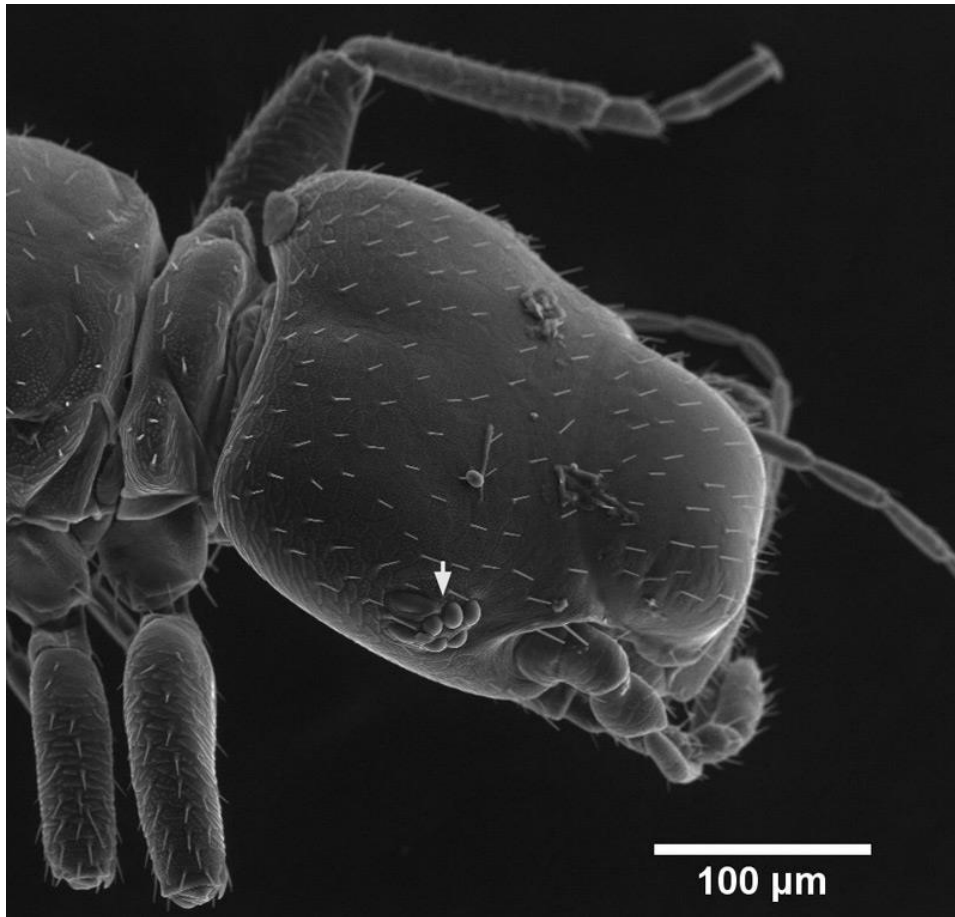


A

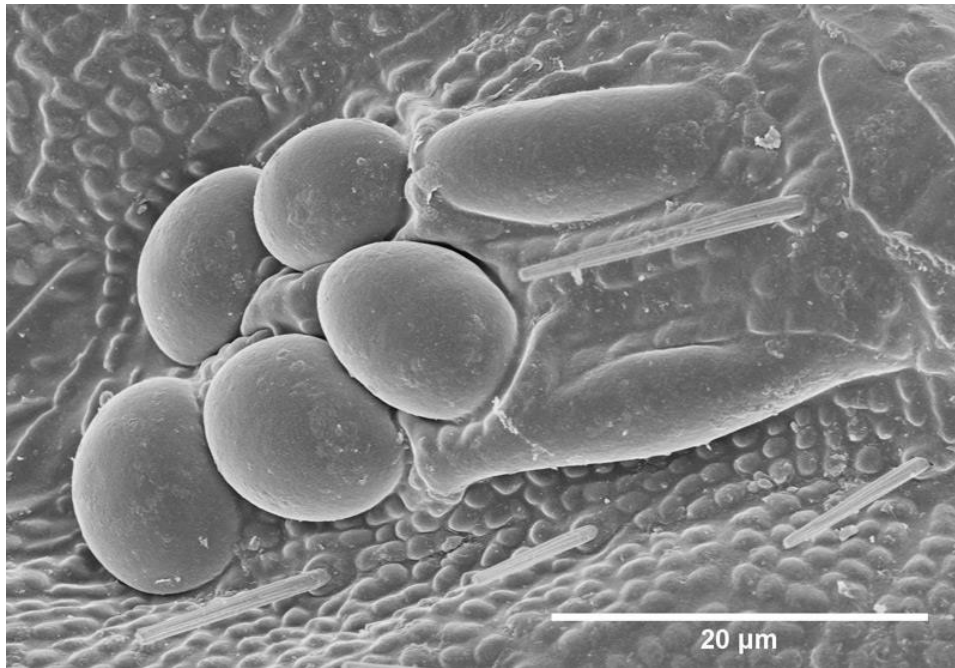
B

ภาพ 4 เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. ที่สุ่มเก็บตัวอย่างมาจากโรงสีในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

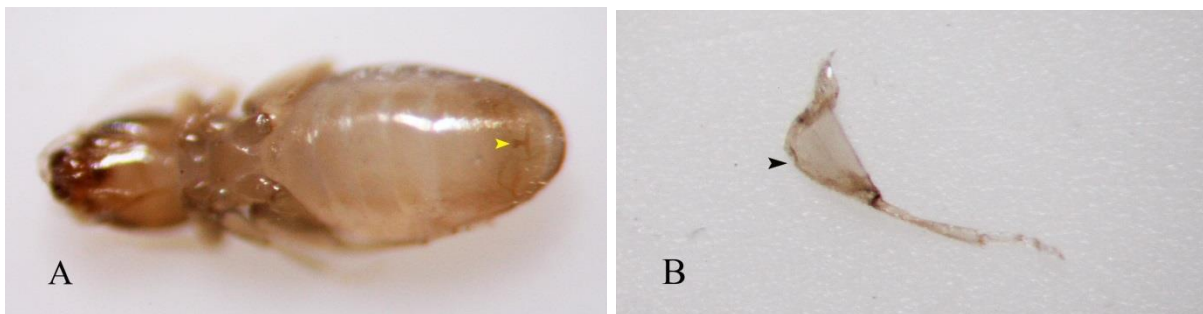
A = เหาหนังสือจากโรงสีใน จ.มุกดาหาร, B = เหาหนังสือจากโรงสีใน จ.อุดรธานี



ภาพ 5 ตำแหน่งของตารวม (compound eye) บนส่วนหัวของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

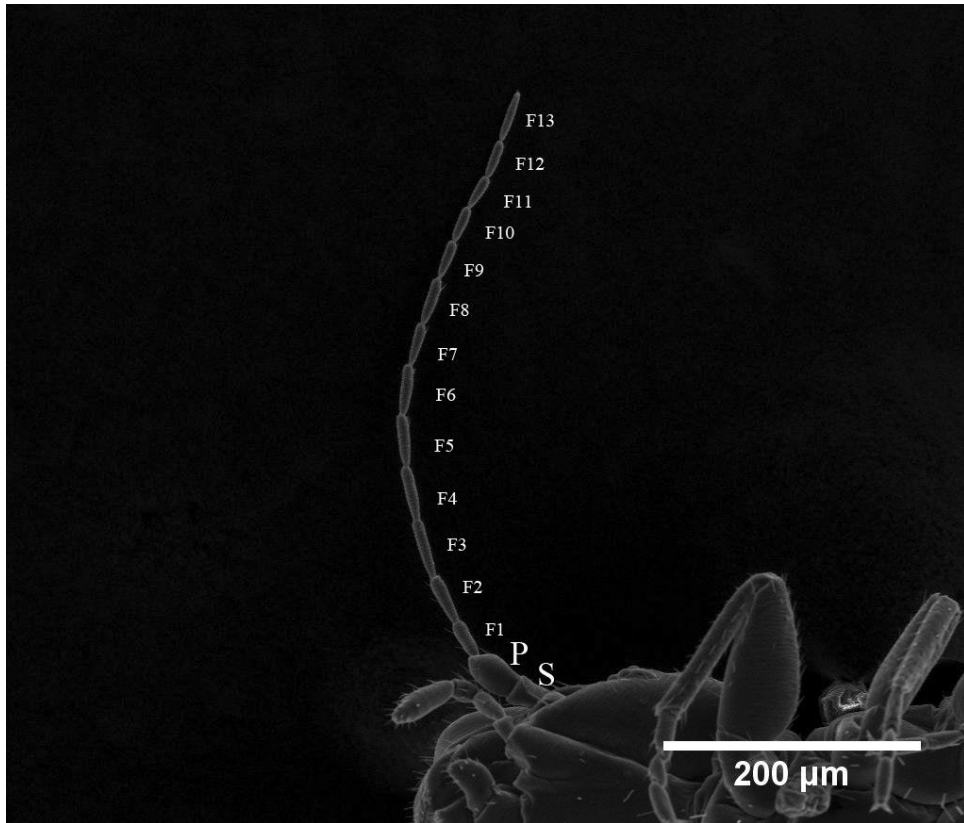


ภาพ 6 ตารวม (compound eye) ของเหาหนังสือ *Liposcelis* sp. ประกอบด้วย 7 ommatidia

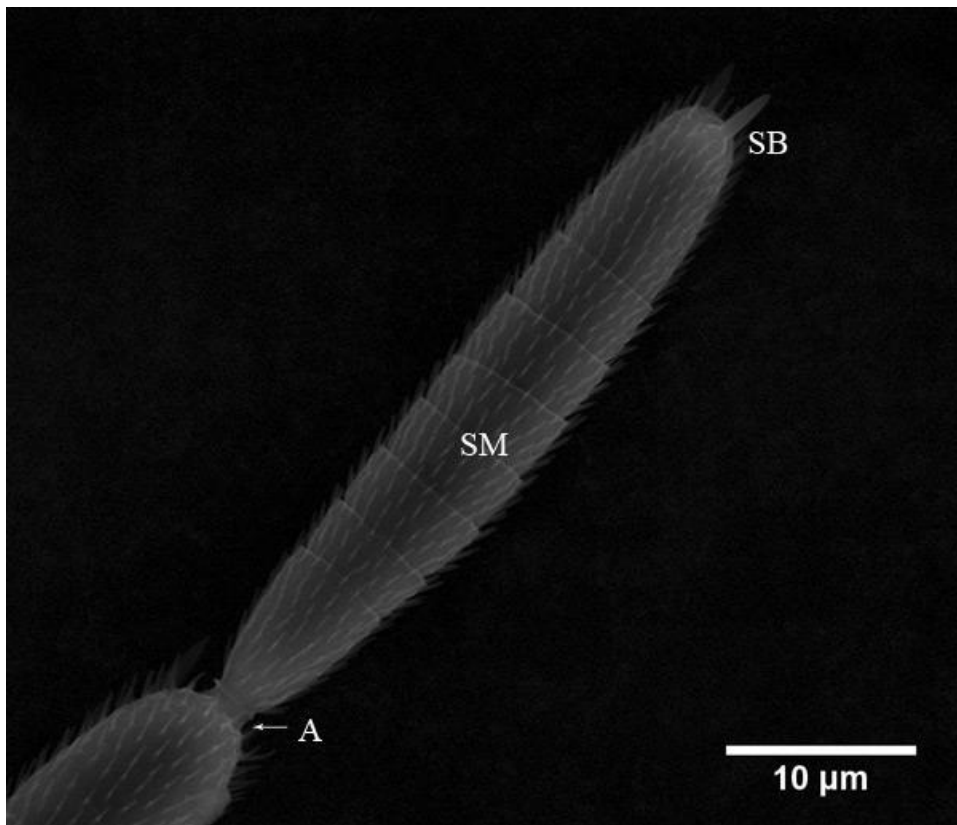


ภาพ 7 ลักษณะทางสัณฐานในการจำแนกชนิดเหาหนังสือ *Liposcelis bostrychophilus*

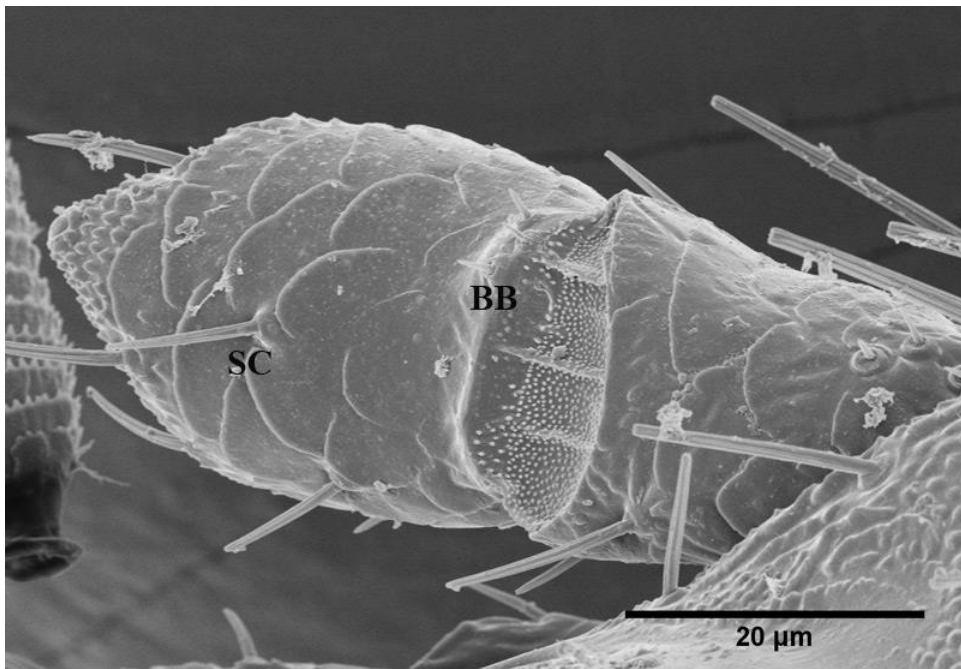
A = ปลายปล้องท้องของเหาหนังสือ มีอักษรรูปร่างคล้าย T, B = ปล้อง femur ของขาคู่ที่สาม



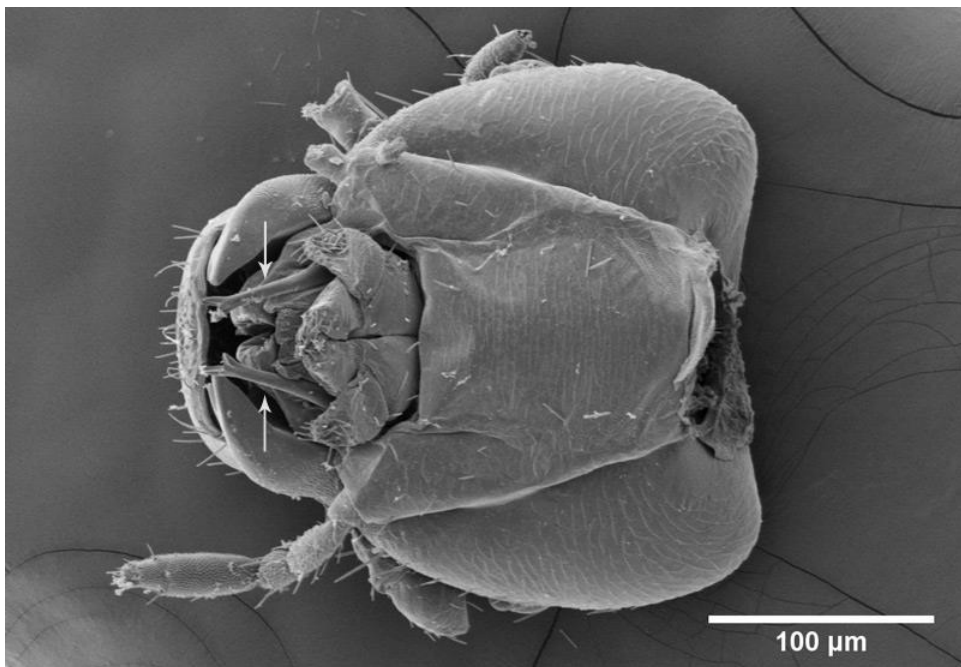
ภาพ 8 หนวดของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. S = ปล้องหนวด Scape, P = ปล้องหนวด Pedicel (basal segment), F = ปล้องหนวด Flagellum (F1-F13)



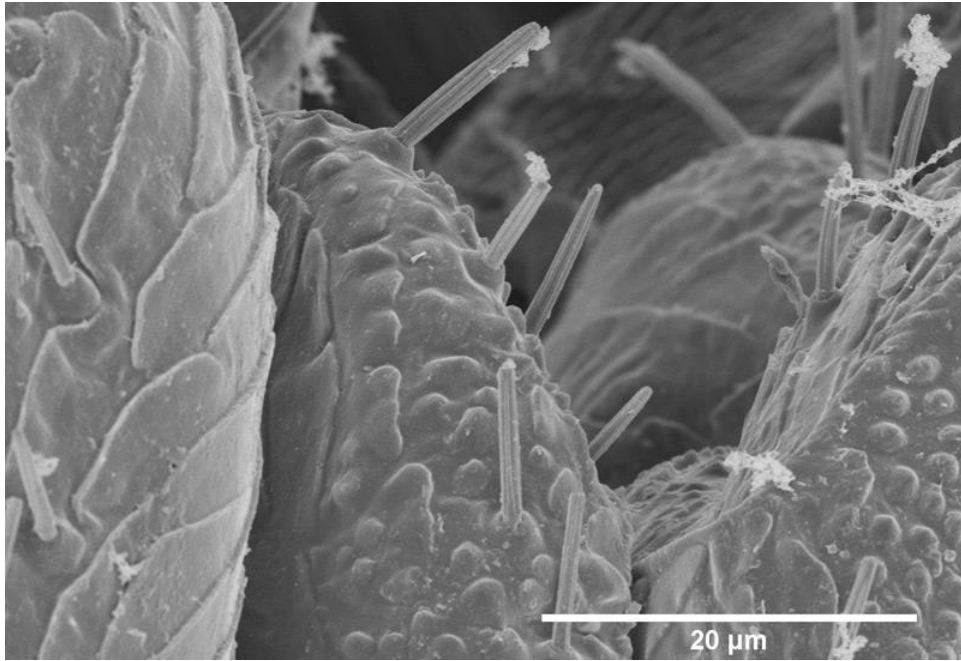
ภาพ 9 ปล้องหนวดส่วน flagellum ของเหาหนังสือ *Liposcelis* sp. A = วงแหวนระหว่างปล้อง anellus, SB= เส้นขนรับสัมผัส basiconic sensilla, SM = เส้นขนรับสัมผัส microtrichai sensilla,



ภาพ 10 ปล้องหนวดบริเวณส่วนฐานคือ scape และ pedicel BB = เส้นขนรับสัมผัส Böhm bristles, SC = เส้นขนรับสัมผัส chaetal sensilla



ภาพ 11 ตำแหน่ง Larciniaae มีลักษณะเป็นแท่งยาวและแข็ง ซึ่งเป็นชิ้นส่วนประกอบของอวัยวะส่วนปาก



ภาพ 12 เส้นขนบริเวณส่วนที่ยื่นด้านข้างของอกปล้องแรก (pronotum lobe) มีความยาวเท่ากับเส้นขนอื่นๆ ที่อยู่บริเวณปล้องอก

3. ชีววิทยาของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

3.1 การเพาะเลี้ยง (Mass rearing)

จากการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยง และขยายพันธุ์เหาหนังสือ โดยใช้วิธีการเตรียมอาหารตามการศึกษาของ Gautam *et al.* (2010) ซึ่งได้รายงานอัตราส่วนการเตรียมอาหารคือ 93% ของข้าวสาลีหัก แบบชนิดแข็ง (Hard red winter wheat), 5% ของจมูกข้าว (Wheat germ), และ 2% ของข้าวฟองซีเรียล (Rice krispies) จากนั้นได้มีการเปลี่ยนวิธีการเตรียมอาหารในอัตราส่วนที่แตกต่างจาก Gautam *et al.* (2010) โดยใช้ชนิดข้าวสาลีที่ต่างกัน และได้เติมผงยีสต์ลงไปในส่วนประกอบของการเตรียมอาหารตามอัตราส่วนคือ ข้าวสาลีหัก (Hard white wheat), จมูกข้าวสาลี (Wheat germ), ข้าวฟองซีเรียล (Rice krispies) และยีสต์เท่ากับ 92: 5: 2: 1 ตามลำดับ ภายใต้ห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 23-26 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50-70 %RH) นอกจากนี้ ยังพบว่า เมื่อได้เติมผงยีสต์ลงในสูตรอาหาร ช่วยให้เหาหนังสือสามารถเพาะเลี้ยง และขยายพันธุ์ได้ดีขึ้น และเหาหนังสือ ยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอาหารชนิดอื่นที่ใช้เลี้ยงมอดยาสูบเช่นกัน อาหารสำหรับเลี้ยงมอดยาสูบ มีส่วนประกอบคือ ข้าวโอ๊ต, ข้าวสาลีป่น และยีสต์ ในอัตราส่วน 1: 1: 0.1 ขณะที่ Wang (2009) ได้รายงานว่า การเพาะเลี้ยง และขยายพันธุ์เหาหนังสือ *L. paeta* ด้วยอาหารเทียมที่ทำมาจากส่วนผสมของแป้งข้าวสาลี นมไขมันต่ำ และผงยีสต์ นอกจากนี้ Nayak and Collins (2001) รายงาน การเปรียบเทียบอาหารที่ใช้เลี้ยงเหาหนังสือ พบว่า โฮลวีต, ข้าวสาลีป่น, แป้งข้าวสาลี และยีสต์ อัตราส่วน 10: 10: 10: 0.1 ให้ผลดีต่อการเลี้ยง และขยายพันธุ์ประชากรเหาหนังสือมากที่สุด อาจกล่าวได้ว่า

การหาอัตราส่วนของอาหารเพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ มีส่วนจำเป็นต่อการเพิ่มปริมาณเหาหนังสือเพื่อใช้สำหรับการทดลอง

3.2 วงจรชีวิตของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

เหาหนังสือ *Liposcelis* spp. มีการเจริญเติบโตแบบ parthenogenesis คือ สามารถขยายพันธุ์ได้โดยไม่ต้องได้รับการผสมพันธุ์ (Retief *et al.*, 1995) วงจรชีวิตของเหาหนังสือ มี 3 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ระยะตัวอ่อน (nymph) และระยะตัวเต็มวัย ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต จะใช้เวลาแตกต่างกัน ทำการทดลองภายใต้ห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 23-26 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50-70 %RH) (ตาราง 1) Rees (2004) กล่าวว่า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อสามารถเจริญเติบโตของเหาหนังสือ *L. bostrychophila* คือ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 80 %RH

ตาราง 1 วงจรชีวิต (ค่าเฉลี่ย±SD) ของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp.

ชีววิทยาของเหาหนังสือ <i>Liposcelis</i> spp.	ระยะเวลาการเจริญเติบโต (วัน)
ระยะไข่	7.7±1.2
ระยะตัวอ่อน (nymph)	17.6±3.4
ระยะตัวเต็มวัย	8.4±3.2
จำนวนไข่ต่อวัน	7.8±4.6

3.3 ความมีอายุยาวนานของเหาหนังสือ (longevity)

เมื่อปล่อยระยะตัวเต็มวัยเหาหนังสือ ให้อยู่ในสภาพมีอาหาร และไม่มีอาหาร ภายในห้องปฏิบัติการพบว่า เหาหนังสือมีอายุขัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t-test) เมื่อเหาหนังสืออยู่ในสภาพมีอาหารจะมีอายุขัย (ค่าเฉลี่ย±SD) 94.1±32.2 วัน และ เมื่อไม่มีอาหารเลย เหาหนังสือมีอายุขัยได้นาน (ค่าเฉลี่ย±SD) 66.8±36.3 วัน Turner and Maude-Roxby (1989) ได้รายงานว่า เหาหนังสือ มีชีวิตอยู่ได้นานแม้ในสภาวะที่ขาดอาหาร

3.4 ทดสอบอุณหภูมิ และความชื้นต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ

จากการทดสอบ การเจริญเติบโตของเหาหนังสือ และปริมาณการออกลูกต่อเพศเมีย ในสภาพที่มีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกัน ทั้ง 4 แบบนี้ โดยแบ่งเป็นการทดลองที่ 1 เลี้ยงเหาหนังสือด้วยอาหาร ตามสูตรดัดแปลง Gautam *et al.* (2010) (ตาราง 2) และการทดลองที่ 2 เลี้ยงเหาหนังสือด้วยอาหาร

เลี้ยงมอดยาสูป (กรมวิชาการเกษตร, ไม่ได้ตีพิมพ์) (ตาราง 3) ผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์ 75 %RH ส่งผลให้เหาหนังสือ มีการเจริญเติบโตจากระยะตัวอ่อนจนกระทั่งตัวเต็มวัย ใช้เวลานานที่สุด (ตาราง 2 และ 3) อาจจะเป็นไปได้ว่า ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตจนกระทั่งเหาหนังสือตาย รวมทั้งปริมาณการวางไข่ของเพศเมียเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้เหาหนังสือมีการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยอย่างรวดเร็วขึ้น หรือใช้เวลาเพียงไม่กี่วันก็ครบระยะการเจริญเติบโต ปริมาณการออกลูกในเพศเมียจะลดลง เมื่ออยู่ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 52 %RH อาจจะทำให้เหาหนังสือมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ จะส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Gautam *et al.* (2010) รายงานว่า ความชื้นสัมพัทธ์ 43 %RH มีผลต่อการเจริญเติบโตเหาหนังสือ *Liposcelis rufa* Broadhead (Psocoptera: Liposcelididae) ส่งผลทำให้เหาหนังสือไม่สามารถเจริญเติบโตและตายในที่สุด Clemmons and Taylor (2016) กล่าวว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ *L. bostrychophila* คือ อุณหภูมิ 30±2.5 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 %RH

ตาราง 2 อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าเฉลี่ย±SD) ต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือบนอาหารตามสูตร ดัดแปลง Gautam *et al.* (2010)

วิธีการ (อุณหภูมิ และ %ความชื้นสัมพัทธ์)	สูตรอาหารดัดแปลงตามวิธีการ Gautam <i>et al.</i> (2010)	
	อายุตัวอ่อนถึงตัวเต็มวัยตาย (วัน)	จำนวนลูกต่อเพศเมีย 1 ตัว (ตัว)
วิธีที่ 1 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (20 °C และ 75 %RH)	>79.3±15.5	11.6±13.4
วิธีที่ 2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (25 °C และ 75 %RH)	128.0±44.5	21.3±26.5
วิธีที่ 3 ห้องปฏิบัติการ ห้อง 205 (30 °C และ 52 %RH)	8.8±11.4	0.1±0.6
วิธีที่ 4 ห้องปฏิบัติการอาคารหอคอย (30 °C และ 60 %RH)	24.4±14.3	1.0±5.6

ตาราง 3 อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าเฉลี่ย±SD) ต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือบนอาหารตามสูตร เลี้ยงมอดยาสูป

วิธีการ (อุณหภูมิ และ %ความชื้นสัมพัทธ์)	สูตรอาหารตามวิธีการเลี้ยงมอดยาสูบ	
	อายุตัวอ่อนถึงตัวเต็มวัยตาย (วัน)	จำนวนลูกต่อเพศเมีย 1 ตัว (ตัว)
วิธีที่ 1 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (20 °C และ 75 %RH)	>73.1±21.7	11.2±9.4
วิธีที่ 2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (25 °C และ 75 %RH)	146.6±33.4	23.9±23.9
วิธีที่ 3 ห้องปฏิบัติการ ห้อง 205 (30 °C และ 52 %RH)	22.7±14.3	0.3±1.6
วิธีที่ 4 ห้องปฏิบัติการอาคารหอคอย (30 °C และ 60 %RH)	31.3±24.5	3.7±16.2

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ:

เหาหนังสือ เป็นแมลงศัตรูสำคัญในโรงเก็บ เนื่องจากเป็นแมลงขนาดเล็กที่มีการสร้างความต้านทานต่อสารรม และยังเป็นสาเหตุให้เกิดอาการภูมิแพ้ ปัจจุบันยังไม่ได้มีการศึกษามากนัก การศึกษาทางชีววิทยา และสัณฐานวิทยา อันเป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาลักษณะสำคัญสัณฐานวิทยา เพื่อในการจำแนกเหาหนังสือ พบว่า เหาหนังสือที่สำรวจในเขตภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นเหาหนังสือ สกุล *Liposcelis* เมื่อทำการจำแนกชนิดของเหาหนังสือ *Liposcelis* spp. โดยใช้คู่มือการจำแนกชนิดของ Mockford (1991) พบว่า มีความใกล้เคียงกับ *Liposcelis bostrychophila* Badonnel เหาหนังสือ มารเจริญเติบโตแบบ parthenogenesis มี 3 ระยะการเจริญเติบโต คือ ระยะไข่ ใช้เวลา 7.7±1.2 วัน, ระยะตัวอ่อน ใช้เวลา 17.6±3.4 วัน และ ระยะตัวเต็มวัย ใช้เวลา 8.4±3.2 วัน สำหรับขั้นตอนในการเพาะเลี้ยง และขยายพันธุ์เหาหนังสือ นั้น ปัจจัยทางด้านกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ พบว่า อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 52 %RH มีผลกระทบต่อเหาหนังสือไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเหาหนังสือ คือ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75 %RH จากการทดลองข้อมูลพื้นฐานนี้ จะเป็นแนวทางที่สามารถนำมาปรับใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโต และทำให้จำนวนประชากรของเหาหนังสือลดลงได้ นอกจากนี้ การสำรวจ และสุ่มเก็บตัวอย่างเหาหนังสือ จำเป็นต้องมีการสำรวจ และเก็บตัวอย่างในภูมิภาคอื่นๆ ของประเทศ เช่น ภาคกลาง ภาคเหนือ เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลการแพร่กระจาย และชนิดที่พบในประเทศไทย

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

1. ความรู้เบื้องต้นทางชีววิทยา สามารถนำไปใช้ในการหาแนวทางป้องกัน และกำจัดเหาหนังสือ โดยใช้วิธีการควบคุมประชากรเหาหนังสือด้วยอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม
2. ความรู้เบื้องต้นทางสัณฐานวิทยา สามารถนำไปใช้ในการจัดเก็บ รวบรวม และจำแนกชนิดของเหาหนังสือที่พบในประเทศไทยต่อไปได้
3. เผยแพร่ในวารสารทางวิชาการ

คำขอบคุณ : ขอขอบคุณ น.ส.วัชรินทร์ มณีรัตน์ นายพีรพล สีหาวัฒน์ และน.ส. วจิพร รวยพินิช ที่มีส่วนร่วมในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง :

พรทิพย์ วิสารทานนท์, พรรณเพ็ญ ชโยภาส, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เฟ็งคัม, จิราภรณ์ ทองพันธุ์, ดวงสมร สุทธิสุทธิ, ลักขณา ร่มเย็น, ภาวินี หนูชนะภัย และอัจฉรา เพชรโชติ. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. 2551. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักวิจัย และพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตรชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 170 น.

Ahmedani, M.S., N. Shagufta, M. Aslam and S.A. Hussanin. 2010. Psocid: A new risk for global food security and safety. *Applied Entomology Zoology*. 45(1): 89-100.

Baz, A. 2008. Bark-Lice, Book-Lice or Psocids (Psocoptera), pp. 381-399. *In* Capinera, J.L., ed. *Encyclopedia of Entomology*. 2nd Edition. Springer, Netherlands.

Buck, R.C. and D.L. Hull. 1966. The Logical Structure of the Linnaean Hierarchy. *Systematic Zoology*. 15(2): 97-111.

Clemmons, E.A. and D.K. Taylor. 2016. Booklice (*Liposcelis* spp.), Grain Mites (*Acarus siro*), and Flour Beetles (*Tribolium* spp.): "other Pests" Occasionally Found in Laboratory Animal Facilities. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 55(6): 737-743.

Defense Supply Center Philadelphia. 1991. National Pest Management Association. Defense Supply Center Philadelphia, West Coast Support Office, Alameda, California.

Gautam, S.G., G.P. Poit, and K.L. Giles. 2010. Population Growth and Development of the Psocid *Liposcelis rufa* (Psocoptera: Liposcelididae) at Constant Temperatures and Relative Humidities. *Journal of Economic Entomology*. 103(5): 1920-1928.

Hassan, M.W., W. Dou, L. Chen, H.B. Jiang and J.J. Wang. 2011. Development, survival, and reproduction of the psocid *Liposcelis yunnaniensis* (Psocoptera: Liposcelididae) at constant temperature. *Journal of Economic Entomology*. 104(4): 1436-1444.

Kučerová, Z., 2002. Stored product psocids (Psocoptera): External morphology of eggs. *European Journal of Entomology*. 99(4): 491-503.

Kučerová, Z., M.O. Carvalho and V. Stejskal. 2006. Faunistic records of new stored product psocids (Psocoptera: Liposcelididae) for Portugal, pp. 1104-1107. *In* I. Lorini, B. Bacaltchuk, H. Beckel, D. Deckers, E. Sundfeld, J.P. dos Santos, J.D. Biagi, J.C. Celaro, L.R.D'A. Faroni, L. de O.F. Bortolini, M.R. Sartori, M.C. Elias, R.N.C. Guedes, R.G. da Fonseca, V.M. Scussel, eds. *Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection*. 15-18 October 2006, Campinas, São Paulo, Brazil.

Kučerová Z., Z.H. Li, I. Kalinović, Q.Q. Yang, J. Hromádková and C. Lienhard. 2012. The external morphology of females, males and eggs of a *Liposcelis silvarum* (Insecta: Psocodea: Liposcelididae) strain with unusually developed compound eyes, visualized with scanning electron microscopy. *Italian Journal of Zoology*. 79(3): 402-409.

Kučerová, Z., W. Wakil, M. Yasin, Q. Yang, Z.H. Li, J. Hromádková, I. Kalinović, G. Opat and C. Lienhard. 2014. Morphological and molecular characterization of a Pakistan strain of the stored-product pest *Liposcelis paeta* (Insecta: Psocodea: Liposcelididae) with observations on the variability of the head surface sculpture in liposcelidids. *Journal of Stored Products Research*. 57: 12-23.

- Mockford, E.L. 1991. Psocids: Psocoptera. Department of Biological Science, Illinois State University, pp. 371-402. *In* J.R. Gorham, Insect and Mite Pests in Food: An Illustrated Key.
- Nayak, M.K. 2006. Psocid and mite pests of stored commodities: small but formidable enemies, pp. 1061-1073. *In* I. Lorini, B. Bacaltchuk, H. Beckel, D. Deckers, E. Sundfeld, J.P. dos Santos, J.D. Biagi, J.C. celaro, L.R.D'A. Faroni, L. de O.F. Bortolini, M.R. Sartori, M.C. Elias, R.N.C. Guedes, R.G. da Fonseca, V.M. Scussel, eds. Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored Product Protection. 15-18 October 2006, Campinas, São Paulo, Brazil.
- Nayak, M.K. 2014. Psocids as a global problem, pp.45-49. *In* F.H. Arthur, R. Kengkanpanich, W. Chayaprasert, D. Suthisut, eds. Proceedings of the 11th International Working Conference on Stored Product Protection. 24-28 November 2014, Chiangmai, Thailand.
- Nayak, M.K. and P.J. Collins. 2001. An improved method for mass rearing of three liposcelid psocids (Psocoptera: Liposcelidae) infesting stored commodities. *Journal of Stored products Research* 37: 323-328.
- Obr, S. 1978. Psocoptera of food-processing plants and storages, dwellings and collections of natural objects in Czechoslovakia. *Acta Entomologica Bohemoslovca*. 75: 266-242.
- Opit G.P. and J.E. Throne. 2009. Population growth and development of the psocid *Liposcelis brunnea* (Psocoptera: Liposcelididae) at constant temperature and relative humidities. *Journal of Economic Entomology*. 102(3): 1360-1368.
- Opit, G.P., J.E. Throne and P.W. Flinn. 2009. Sampling Plans for the Psocids *Liposcelis entomophila* and *Liposcelis decolor* (Psocoptera: Liposcelididae) in Steel Bins Containing Wheat. *Journal of Economic Entomology*. 102(4): 1714-1722.
- Rees, D., 2004. Insects of stored products. CSIRO PUBLISHING, Collingwood, pp. 137-142.

Retief, E., A. Nicholas and H. Baijnath. 1995. The psocid *Liposcelis bostrychophilus* Badonnel (Psocoptera: Liposcelidae): an occasional herbarium pest. *Bothalia*. 25(2): 247-253.

Turner, B.D. and H. Maude-Roxby. 1989. The prevalence of the booklouse *Liposcelis chophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelidae) in British domestic kitchens. *International Pest Control*. 31: 93-97.

Wang, J.J., Y.X. Deng, W. Dou, Z.L. Yang and T.K. Jiang. 2010. The major achievements of grain storage in P.R. China, pp. 42-49. *In* M.O. Carvalho, P.G. Fields, C.S. Adler; F.H. Arthur, C.G. Athanassiou, J.F. Campbell, F. Fleurat-Lessard, P.W. Flinn, R.J. Hodges, A.A. Isikber, S. Navarro, R.T. Noyes, J. Riudavets; K.K. Sinha, G.R. Thorpe, B.H. Timlick, P. Trematerra and N.D.G. White, eds. *Proceeding of the 10th International Working Conference on Stored-product Protection*. 27 June-2 July 2010, Estoril, Portugal.

Wang, J.J., Y. Ren, X.Q. Wei, and W. Dou. 2009. Development, Survival, and Reproductive of the Psocid *Liposcelis paeta* (Psocoptera: Liposcelidae) as a Function of Temperature. *Journal of Economic Entomology*. 102(4):1705-1713.

Yang, Q., Z. Kučerová, Z. Li, I. Kalinović, V. Stejskal, G. Opit and Y. Cao. 2012. Diagnosis of *Liposcelis entomophila* (Insecta: Psocodea: Liposcelidae) based on morphological characteristic and DNA barcodes. *Journal of Stored Products Research*. 48: 120-125.

ภาคผนวก :

ตาราง 1 โรงสีที่พบเหาหนังสือในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลำดับ	จังหวัด	โรงสีที่พบเหาหนังสือ
1	กาฬสินธุ์	โรงสีฉัตรชัยรุ่งเรือง ต.หลุบ อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์
2		โรงสีข้าวไทยเกษตร 2005 จำกัด อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์
3		บริษัท อีสเทิร์นไรซ์มิลล์ จำกัด อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์
4		ตลาดกลางข้าวเปลือกและพืชไร่ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์

5		โรงสีข้าวดี.พี.เอส.ไรซ์ (ดวงประเสริฐสมเด็จ) ต.สมเด็จ อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์
6		โรงสีศรีสุวรรณค้ำข้าว ต.สมเด็จ อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์
7	ขอนแก่น	โรงสีเกษตรสิน อ.บ้านแฮด จ.ขอนแก่น
8		โรงสีข้าวขอนแก่นรวมภัณฑ์ ต.บึงเนียม อ.เมือง จ.ขอนแก่น
9		โรงสีเคซีรุ่งเรืองการเกษตร ต.บึงเนียม อ.เมือง จ.ขอนแก่น
10		โรงสีเลี้ยงเว่งไถ่ ต.วังชัย อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น
11	ชัยภูมิ	หจก.โรงสีตงจิตพิชผล ต.บ้านชวน อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ
12		โรงสีแข่งองค้ำข้าว ต.บ้านเพชร อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ
13		โรงสีเลี้ยงสะอาด ต.บ้านเพชร อ.บำเหน็จณรงค์ จ.ชัยภูมิ
14		โรงสีรุ่งอรุณค้ำข้าว ต.หนองโดน อ.จตุรัส จ.ชัยภูมิ
15		โรงสีข้าววนพกร ต.โนนแดง อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ
16		หจก.โรงสีชัยสมบูรณ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ชัยภูมิ
17	นครพนม	โรงสีบุญโต อ.เมือง จ.นครพนม
18		โรงสี ส.อำนาจ ต.พระซอง อ.นาแก จ.นครพนม
19		โรงสีเทียมศักดิ์พาณิชย์ ต.เวินพระบาท อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม
20		หจก. โรงสีธนทรัพย์ ต.คำเตย อ.เมืองนครพนม จ.นครพนม
21	นครราชสีมา	โรงสีไทยถาวร ต.จอหอ อ.เมือง จ.นครราชสีมา
22	บุรีรัมย์	โรงสีกิ่งแก้วพาณิชย์ อ.หนองกี่ จ.บุรีรัมย์
23		โรงสีหิรัญย์จรัส จำกัด อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.บุรีรัมย์
24		โรงสีเจริญกิจพูนผล อ.เมือง จ.บุรีรัมย์
25		บริษัทบุรีรัมย์สหสินข้าวไทย อ.เมือง จ.บุรีรัมย์
26		ชุมชนสหกรณ์การเกษตรบุรีรัมย์ อ.เมือง จ.บุรีรัมย์

ตาราง 1 ต่อเนื่อง

ลำดับ	จังหวัด	โรงสีที่พบหาหนังสือ
27	บุรีรัมย์	โรงสีไฟสหพัฒนา อ.สตึก จ.บุรีรัมย์
28		ชุมชนสหกรณ์การเกษตรบุรีรัมย์ อ.เมือง จ.บุรีรัมย์
29		โรงสีไฟสหพัฒนา อ.สตึก จ.บุรีรัมย์
30	มุกดาหาร	หจก.โรงสีมุกดาธัญญาทิพย์ อ.เมือง จ.มุกดาหาร
31		หจก.กิมแจ็กชิน อ.เมือง จ.มุกดาหาร
32	มหาสารคาม	โรงสีขวัญข้าวอินเตอร์ ต.แก่งเลิงจาน อ.เมือง จ.มหาสารคาม
33		โรงสีข้าวบรปือ ต.บรปือ อ.บรปือ จ.มหาสารคาม
34		ท่าข้าวศรีเจริญ ต.บรปือ อ.บรปือ จ.มหาสารคาม

35		โรงสีข้าวหอมมหาสารคาม ต. แก่งเลิงจาน อ.บรบือ จ.มหาสารคาม
36	ยโสธร	โรงสีชัยประเสริฐ อ.ป่าดัว จ.ยโสธร
37		โรงสีไฟควงเจริญ อ.คำเขื่อนแก้ว จ.ยโสธร
38		บ.กิมมน อ.คำเขื่อนแก้ว จ.ยโสธร
39	ศรีสะเกษ	โรงสีสหกรณ์การเกษตรศรีสะเกษ อ.เมือง จ.ศรีสะเกษ
40		โรงสีข้าวสวย (เฮียงยงอะฮวด) อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ
41		บ.โตมี อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ
42	สกลนคร	โรงสีไฟน้ำเซ่ง ต.แวง อ.สว่างดินแดน จ.สกลนคร
43	สุรินทร์	โรงสีพูนผล เทรดดิ้ง จำกัด ต.ในเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์
44		โรงสีไฟเป็งเส็ง (ก.ม.๘) ต.ในเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์
45		โรงสีไฟเป็งเส็งอ.ปราสาท จ.สุรินทร์
46		โรงสี ส.ชัยเจริญ จำกัด อ.ปราสาท จ.สุรินทร์
47		โรงสีข้าวก้องเกียรติ อ.กระสัง จ.สุรินทร์
48		โรงสีไฟมุงเจริญพรสุรินทร์ อ.เมือง จ.สุรินทร์
49	หนองคาย	หจก.โรงสีข้าวบุญสนอง (สาขา 1) ถ.ท่าบ่อ-บ้านผือ ต.ท่าบ่อ อ.ท่าบ่อ จ.หนองคาย
50		หจก. โรงสีไฟชัยธนาสินเจริญ ต.โพธิ์ชัย อ.เมืองหนองคาย จ.หนองคาย
51		โรงสีชัยเจริญ (๑๙๙๔) ต.พรเจริญ อ.พรเจริญ จ.หนองคาย
52		โรงสีข้าวศรีรุ่งเรืองพาณิชย์ ต.บ้านวาน อ.ท่าบ่อ จ.หนองคาย
53		โรงสีสุนทรพืชผล ต.หนองแข่ง อ.บึงกาฬ จ.หนองคาย
54		โรงสีข้าวสภักศร ต.หอคำ อ.บึงกาฬ จ.หนองคาย
55		โรงสีข้าวชานา ต.สระใคร อ.สระใคร จ.หนองคาย
56	อำนาจเจริญ	โรงสีเพิ่มพูลธัญญาพิทย์ อ.เมือง จ.อำนาจเจริญ
57		โรงสีไฟไทยเจริญวัฒนา อ.เมือง จ.อำนาจเจริญ
58		หจก.โรงสีข้าวเกษตรธัญญาเจริญ อ.เมือง จ.อำนาจเจริญ
59	อุดรธานี	หจก. โรงสีเทียมศักดิ์ ต.โนนสูง อ.เมือง จ.อุดรธานี
60		หจก. โรงสีอุดรศิริสวัสดิ์ ต.หนองนาคำ อ.เมือง จ.อุดรธานี

ตาราง 1 ต่อเนื่อง

ลำดับ	จังหวัด	โรงสีที่พบหาหนังสือ
61	อุดรธานี	หจก. โรงสีไฟไทย่วนอุดร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี
62		หจก.อุดรสินไพบูลย์ ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี
63		โรงสีไทยอุดร ต.บ้านเลื่อม อ.เมือง จ.อุดรธานี

64		โรงสีไทยกันเอง ต.นาบัว อ.เพ็ญ จ.อุดรธานี
65		โรงสีอุตรชัยธนาสินเจริญชัย ต.บ้านจั่น อ.เมือง จ.อุดรธานี
66		โรงสีข้าวทองรุ่งเรือง ต.บ้านจั่น อ.เมือง จ.อุดรธานี
67		โรงสีอุตรสว่างไทย จำกัด ต.บ้านจั่น อ.เมือง จ.อุดรธานี
68		โรงสีศรีไทยใหม่ ต.บ้านฝือ อ.บ้านฝือ จ.อุดรธานี
69		โรงสีข้าวพุลชนา ต.เพ็ญ อ.เพ็ญ จ.อุดรธานี
70		โรงสีบ.ม้าขาวพัฒนาภูมิภวาปี จำกัด ต.เวียงคำ อ.ภูมิภวาปี จ.อุดรธานี
71		หจก.โรงสีเกษตรเพิ่มผล ต.บ้านจั่น อ.เมือง จ.อุดรธานี
72		โรงสีอุตรเพิ่มสินจำกัด ต.หนองนาคำ อ.เมือง จ.อุดรธานี
73		โรงสีข้าวอุตรศิริสวัสดิ์ (ข้าวตาดวงใจ) จำกัด ต.หนองนาคำ อ.เมือง จ.อุดรธานี
74		โรงสีข้าวอุตรเอกศิริ จำกัด ต.หนองนาคำ อ.เมือง จ.อุดรธานี
75		โรงสีข้าวไทยอุตรจำกัด ต.โพนงาม อ.หนองหาน จ.อุดรธานี
76		หจก.โรงสีข้าวหนองหานไทยง่วน (1996) ต.หนองหาน อ.หนองหาน จ.อุดรธานี
77		โรงสีฉางข้าวชัยสิทธิ์ ต.พันดอง อ.ภูมิภวาปี จ.อุดรธานี
78		โรงสีเกษตรเพิ่มพูนผล ต.ผาสุข อ.ภูมิภวาปี จ.อุดรธานี
79		โรงสีหนองหานไทยง่วน ต. หนองหาน อ.หนองหาน จ.อุดรธานี
80	อุบลราชธานี	หจก.เทอดไทย อ. วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
81		หจก.โรงสีข้าวแหลมอุบล อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
82		โรงสีข้าวเอกไพบูลย์ อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
83		หจก.โรงสีข้าวประสิทธิ์ชัยอุบล อ.เดชอุบล จ.อุบลราชธานี
84		หจก.โรงสีกิจไพบูลย์อุบล อ.เดชอุบล จ.อุบลราชธานี
85		บ.อีสานใต้ค้าข้าว อ.ม่วงสามสิบ จ.อุบลราชธานี
86		บ.เม้งใต้ จำกัด อ.ม่วงสามสิบ จ.อุบลราชธานี
87		บ.โรงสีข้าวเกษตรธัญอุบล อ.ม่วงสามสิบ จ.อุบลราชธานี
88		โรงสีข้าวทองพีชผล อ.ตระการพีชผล จ.อุบลราชธานี
89		โรงสีข้าวภิกจอุดม อ.ตระการพีชผล จ.อุบลราชธานี

ตาราง 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ t-test ของการมีชีวิตของเหาหนังสือที่ได้รับอาหาร และไม่ได้รับอาหาร

ความมีชีวิตยาวนานของเหาหนังสือ	N	Mean	S.D.	t	P
<i>Liposcelis</i> spp					
ได้รับอาหาร	130	94.08	32.16		
ไม่ได้รับอาหาร	115	66.77	36.25	6.21*	0.00