วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

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

ความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เกิดจากการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยใหญ่

Cashew nut damage caused by merchant grain beetle (*Oryzaephilus mercator* (Fauvel)) infestation

จิตรกานต์ ภควัฒนะ[1]*, สาวิตรี ปราโมช ณ อยุธยา[1], อภิชญา จากโคกสูง[3] และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง[2,3]

Chittakarn Pakawattana[1]*, Sawithree Pramoj Na Ayudhya[1], Apichaya Jakkoksung[3] and Yaowaluk Chanbang[2,3]

[1] ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 ต. คลองห้า อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
[1] Expert Center of Innovative Agriculture, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 35, Khlong 5, Khlong Luang, Pathum Thani, 12120
[2] ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[2] Posthavest Technology Innovation Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, 239, Suthep, Muang, Chiang Mai, 50200
[3] ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[3] Department of Entomology and Plant Pathology, Chiang Mai University, 239, Suthep, Muang, Chiang Mai, 50200

บทคัดย่อ: การผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มักพบการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยใหญ่ในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เสียหายอย่างมาก มีคุณภาพต่ำจนไม่สามารถจำหน่ายได้ การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาความเสียหายเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ถูกมอดฟันเลื่อยใหญ่เข้าทำลาย โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลองได้แก่ การทดลองที่ 1 ศึกษาความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยการปล่อยมอดฟันเลื่อยใหญ่ 50 ตัว ต่อเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 150 กรัม เก็บรักษาเมล็ดป่นเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่ามีค่าความชื้น ฝุ่นผง และความเสียหายสูงสุดได้แก่ 18.24%, 33.39% และ 100% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามอดฟันเลื่อยใหญ่ 50 ตัวต่อเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 150 กรัม สามารถสร้างความเสียหายได้ 100% ในระยะเวลา 3 เดือน การทดลองที่ 2 ศึกษาความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาโดยวิสาหกิจชุมชน โดยไม่มีการปล่อยแมลง วางแผนการทดลองแบบ 4x3 factorial in completely randomized design (CRD) ทำ 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 ลักษณะเมล็ดได้แก่ เมล็ดเต็ม เมล็ดซีก เมล็ดหัก และเมล็ดป่น ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการเก็บรักษา 1, 2 และ 3 เดือน บันทึกเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาเมล็ดป่นเป็นระยะเวลา 3 เดือน มีค่าความชื้น สูงสุดได้แก่ 5.95 ซึ่งสูงสุดกว่ากำหนดเล็กน้อย (5%) และค่าฝุ่นผง 2% ส่วนเปอร์เซ็นต์ความเสียหายพบสูงถึง 20% ในเมล็ดเต็ม เมล็ดซีก และเมล็ดหัก และการเก็บรักษาโดยวิสาหกิจชุมชนเอง พบความเสียหายได้สูงถึง 26.64% ดังนั้นควรมีการป้องกันกำจัดมอดฟันเลื่อยใหญ่ ซึ่งเป็นแมลงศัตรูของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เพื่อไม่ให้มีการแพร่ระบาด
คำสำคัญ: มอดฟันเลื่อยใหญ่; มะม่วงหิมพานต์; ความเสียหาย

ABSTRACT: Currently, cashew nut production is found to be infested by Merchant grain beetle (*Oryzaephilus mercator* (Fauvel)) during storage which caused deteriorated cashew and becoming unmarketable. In this experiment, the research aims to assess the damage from insect infestation. In experiment 1, the damage of merchant grain beetle (MGB) was examined in laboratory condition. Fifty (MGB) infested with 150 gram of cashew nut was evaluated in 3 months. The moisture content, amount of dust and damages of cashew nut was 18.24%, 33.39% and 100%, respectively. The result indicated that 150 gram of cashew kernels can be lost by the 50 MGB

* Corresponding author: gameboy_pg@hotmail.com

Received: date; June 23, 2023 Accepted: date; September 28, 2023 Published: date;

infested in 3 months. In experiment 2, the damage of cashew nut stored by cashew community enterprise was carried out with 4×3 factorial in completely randomized design (CRD) and 3 replications. No insect was released inside cashew nut packaging. Two factors included kernel characters; as full kernel, split kernel and broken kernel and the factor of storage time (1, 2 and 3 months) were analyzed. Moisture content of cashew nut stored for 3 months showed 5.95% which was slightly over the specification (5%). There was some MGB infested and number of dust was 2% by weight. Cashew nut kernels infested by MGB was 26.64%. So the prevention or insect control should be done to prevent insect outbreak.
Keyword: merchant grain beetle; cashew nut; damage

บทนำ

การเข้าทำลายของแมลงศัตรูโรงเก็บส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อเมล็ดและธัญพืชถึง 50% ระหว่างการเก็บรักษา (Kumar, 2017) มอดฟันเลื่อยใหญ่ *Oryzaephilus mercator* เป็นแมลงศัตรูโรงเก็บที่สำคัญที่เข้าทำลายผลิตภัณฑ์ที่มีอะไมเลสเป็นองค์ประกอบ (Athanassiou et al., 2016) มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับแมลงศัตรูโรงเก็บชนิดอื่นๆ สามารถอาศัยอยู่ตามรอยแตกแยกจึงทำให้ตรวจสอบการเข้าทำลายได้ยาก (Mahroof et al., 2012) ลำตัวมีรูปร่างแบนและเรียวยาว มีสีน้ำตาล ขนาดและรูปร่างขากรรไกรล่างทำให้สามารถเจาะผ่านอาหารที่บรรจุภัณฑ์ปิดสนิทได้ ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเป็นระยะที่สร้างความเสียหาย ตัวอ่อนจะเข้าไปกัดกินเอนโดสเปิร์มมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกลดลง (Hashem et al., 2012) ตัวเต็มวัยจะกัดกินภายนอกเมล็ดและปล่อยสารคัดหลั่งออกมาปนเปื้อน (Hotling et al., 2014) มีรูปร่างลักษณะเหมือนมอดฟันเลื่อย (*Oryzaephilus surinamensis* L.) แตกต่างกันตรงที่ตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยใหญ่มีขนาดใหญ่กว่าความยาวของส่วนหัวด้านหลังของตารวม และมีขนาดลำตัวใหญ่กว่าเล็กน้อย คือ 2.5-3.5 มิลลิเมตร ส่วนมอดฟันเลื่อยนั้นขนาดยาวของตารวม และส่วนต่อจากตารวมลงมามีขนาดใกล้เคียงกัน ชีวประวัติและการขยายพันธุ์เหมือนมอดฟันเลื่อย ไข่ ระยะไข่ประมาณ 3-5 วัน หนอน ลำตัวเรียวเล็ก สีขาว ลอกคราบ 2-5 ครั้ง ระยะหนอนประมาณ 14 วัน ระยะดักแด้ประมาณ 6-10 วัน ตัวเต็มวัย เพศเมียวางไข่ประมาณ 200 ฟอง ระยะตัวเต็มวัย ประมาร 6-10 เดือน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของมอดฟันเลื่อยใหญ่ คือ อุณหภูมิ 30-33 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70% แต่ถ้าสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90% การเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์จะช้ากว่ามอดฟันเลื่อย เนื่องจากมอดฟันเลื่อยมีความอดทนมากกว่ามอดฟันเลื่อยใหญ่ โดยมอดฟันเลื่อยสามารถอยู่ในสภาพแห้งที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 10% ได้ และอยู่ได้ในช่วงอุณหภูมิ 20-37 องศาเซลเซียส ในขณะที่มอดฟันเลื่อยใหญ่อยู่ได้ในที่มีอุรหภูมิระหว่าง 25-32.5 องศาเซลเซียส อุปนิสัย ตัวเต็มวัยแม้จะบินได้แต่ไม่ค่อยบิน (พรทิพย์ และคณะ, 2548) ระดับความเสียหายขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณอาหาร และสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเพิ่มประชากรของมอดฟันเลื่อย (Latifian et al., 2020) การทำกิจกรรมต่างๆของมอดฟันเลื่อยใหญ่จะก่อให้เกิดการความชื้นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการเสื่อมของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เร็วขึ้น คือการเกิดการหืนของเมล็ด และก่อให้เกิดเชื้อรา ทั้งการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก แล้วยังปล่อยมูลออกมา ทำให้เกิดความสกปรกส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่สามารถขายได้เกิดการสูญเสียทางการตลาด มอดฟันเลื่อยสามารถเข้าทำลายพืชอาหารได้หลายชนิดได้แก่ ธัญพืช เมล็ดพันธุ์ เมล็ดน้ำมัน ถั่ว ผลไม้แห้ง อินทผลัม และนัท (Nika et al., 2020) ในอินทผลัมพบการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อย 10 คู่ ต่ออินทผลัม 50 กรัม ในระยะเวลา 1 เดือน เท่ากับ 40.42±19.09% (Mallah et al., 2016) ในเมล็ดข้าวสาลีสายพันธุ์ Albelad พบการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อย 10 คู่ ต่อเมล็ดข้าวสาลี 50 กรัม ในระยะเวลา 3 เดือน เท่ากับ 23.13±0.28% (Gharsan, 2022) ในจมูกข้าวสาลี แป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลี และแป้งข้าว พบการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อย 25 ตัว ต่อจมูกข้าวสาลี แป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลี และแป้งข้าว 100 กรัม ในระยะเวลา 1 เดือน เท่ากับ 11.01±2.87%, 13.73±3.63%, 5.47±0.31% และ 4.36±0.71% ตามลำดับ (Hassan et al., 2020)

ทั้งนี้ ปริมาณความเสียหายที่เกิดจากแมลงศัตรูระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ รูปแบบการจัดเก็บ ระดับความแก่เมื่อเก็บเกี่ยว สุขอนามัยของพื้นที่จัดเก็บ และคุณภาพของวัสดุใช้จัดเก็บในถั่วลิสงการแพร่ระบาดของแมลงส่งผลให้เกิดการสูญเสียทางด้านคุณภาพ ปริมาณ และมูลค่าทางการค้า โดยความร้อนและความชื้นที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มจำนวนประชากรของแมลงในบรรจุภัณฑ์หรือโกดังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา เกิดการปนเปื้อนของ

สารพิษจากเชื้อรา จึงไม่เหมาะสมต่อการบริโภคของมนุษย์ (Ranga Rao et al., 2010) ประเทศที่กำลังพัฒนาพบการเข้าทำลายของแมลงศัตรูโรงเก็บสูงเนื่องจากมีอุณภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแมลง (Afzal et al., 2017) เมล็ดพืชดูดความชื้นได้เนื่องจากความชื้นของเมล็ดเปลี่ยนแปลงตามความชื้นสัมพัทธ์ที่เมล็ดสัมผัส และส่งผลต่ออายุในการเก็บรักษา (Ellis and Roberts, 1980) ความชื้นที่สูงขึ้นในเมล็ดจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของแมลงและจุลินทรีย์ส่งผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดระหว่างการเก็บรักษา (Murdock et al., 2012; Bradford et al., 2016)

ในประเทศไทย มีการผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ มีพื้นที่เพาะปลูก 36,869 ไร่ ปริมาณผลผลิต 7,820.7 ตัน เป็นผลผลิตราว 312.82 ล้านบาท (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดอุตรดิตถ์, 2556) จากการลงพื้นที่ตรวจสอบอุตสาหกรรมการผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในจังหวัดอุตรดิตถ์ พบมอดฟันเลื่อยเข้าทำลายในทุกขั้นตอนการผลิต ปริมาณการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 12% หลังในช่วงการเก็บรักษา 2 เดือน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อธุรกิจการผลิตเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ประกอบกับในประเทศไทยยังไม่มีรายงานความเสียหายจากแมลงหลังการเก็บเกี่ยวในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาปริมาณความเสียหายเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ถูกมอดฟันเลื่อยเข้าทำลาย

วิธีการศึกษา

การเลี้ยงและขยายพันธุ์มอดฟันเลื่อยใหญ่ **(*Oryzaephilus mercator*)**

นำมอดฟันเลื่อยตัวเต็มวัยมาเลี้ยงด้วยเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่ผ่านการแช่ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดแมลงอื่นๆ ที่อาจปนเปื้อนมากับเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ก่อนนำมาเลี้ยงมอดฟันเลื่อย เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่นำออกจากช่องแช่แข็งพักไว้เพื่อคลายความเย็นที่อุณหภูมิห้อง ใส่เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ลงในขวดโหลขนาด 16 ออนซ์ ประมาณ 150 กรัม และใส่มอดฟันเลื่อยใหญ่ อายุ 1 เดือน ระยะตัวเต็มวัย(แบบคละเพศ) จำนวน 300 ตัว ปิดฝาให้สนิทนำไปเลี้ยงไว้ในกล่องที่มีสารละลายเกลือเข้มข้นที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 75% วางกล่องไว้บนชั้นวางป้องกันมด และแมลงศัตรูอื่นเข้าไปรบกวนระหว่างการเพาะเลี้ยง ใช้ระยะเวลาเลี้ยงมอดฟันเลื่อยใหญ่ประมาณ 3 วัน เพื่อให้แมลงผสมพันธุ์และวางไข่ จากนั้นร่อนแยกมอดฟันเลื่อยใหญ่ในระยะตัวเต็มวัยด้วยตะแกรงร่อนที่มีความถี่ช่องตะแกรงขนาด 2.5 และ 0.5 มม. วางซ้อนกันให้ตะแกรงร่อนขนาด 2.5 มม. วางอยู่ด้านบนเพื่อดักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แล้วให้มอดฟันเลื่อยใหญ่หล่นลงบนตะแกรงร่อนขนาด 0.5 มม. ซึ่งอยู่ด้านล่างพร้อมทั้งวางถาดหรือภาชนะรองพื้นเพื่อเก็บเศษผงจากการร่อน รวมทั้งไข่ของมอดฟันเลื่อยใหญ่ ที่หลุดลอดลงไปในระหว่างการร่อน หลังจากแยกมอดฟันเลื่อยใหญ่ระยะตัวเต็มวัยออกแล้ว นำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่แยกได้พร้อมทั้งเศษผงต่างๆ ที่มีไข่ของแมลงปะปนอยู่ ใส่กลับในขวดโหลเดิมพร้อมกับเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ หลังจากไข่ฟักเป็นตัวหนอน จะกัดกินเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ จนกระทั่งเข้าดักแด้ และเป็นตัวเต็มวัยในที่สุด ระยะจากไข่จนถึงระยะตัวเต็มวัยใช้เวลาระยะการเจริญเติบโตประมาณ 4 สัปดาห์

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาในห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลา 3 เดือน

ดำเนินการทดลองที่ ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยเก็บรักษาเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในขวดโหล 8 ออนซ์ ที่เจาะฝาเป็นรูปวงกลมแล้วใช้ตะแกรงปิดส่วนที่เจาะรูไว้เพื่อใช้เป็นที่ระบายอากาศ ทำการปล่อยมอดฟันเลื่อยใหญ่ 50 ตัว ต่อเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 150 กรัม ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 68% วางแผนการทดลองแบบ 4x3 factorial in CRD ทำ 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยที่ 1 ลักษณะเมล็ด ได้แก่ เมล็ดเต็ม เมล็ดชีก เมล็ดหัก และเมล็ดป่น ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาในการเก็บรักษา 1, 2 และ 3 เดือน เมื่อครบกำหนดการเก็บรักษาในแต่ละเดือน ตัวอย่างจะถูกนำไปร่อนตะแกรงขนาด 2.5 มม. จะได้ส่วนต่างๆของตัวอย่างนี้ ส่วนของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่อยู่บนตะแกรง ฝุ่นผง และมอดฟันเลื่อยใหญ่ตกลอดจากตะแกรง (**Figure 1**) จากนั้นตรวจสอบการเข้าทำลายของแมลงได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย โดยการสุ่มตัวอย่าง 100 กรัม มาตรวจสอบการเข้าทำลายของแมลง (Mallah et al., 2016) และเปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง (ภรณ์ธิรา, 2553) และเปอร์เซ็นต์ความชื้น (กุลริศา, 2556) มีการจัดเตรียมขวดทดลองในแต่ละเดือน โดยไม่มีการตรวจนับซ้ำ ดังสูตร

$$\% \text{ ความเสียหาย} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดเสียหาย}}{\text{น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด}} \times 100$$

$$\% \text{ ฝุ่นผง} = \frac{\text{น้ำหนักฝุ่นผง}}{\text{น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด}} \times 100$$

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(B-C)}{(B-A)} \times 100$$

เมื่อ A= น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมพร้อมฝา

B= น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมพร้อมฝาและเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ก่อนอบ

C= น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมพร้อมฝาและเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังอบ

การทดลองที่ 2 ศึกษาความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาโดยวิสาหกิจชุมชนเป็นระยะเวลา 3 เดือน

วางแผนให้วิสาหกิจุชมชนทำการเก็บรักษาเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยใช้ทุกลักษณะเมล็ด ได้แก่ เมล็ดเต็ม เมล็ดซีก เมล็ดหัก และเมล็ดป่น โดยจะมีการเตรียมตัวอย่างแต่ละเดือนและจะไม่ถูกตรวจนับซ้ำ ทำการเก็บรักษาตามกระบวนการที่ทางวิสาหกิจชุมชนได้ปฏิบัติตามปกติ จากนั้นนำเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เก็บรักษาโดยวิสาหกิจชุมชน ถุงละ 1 กิโลกรัมต่อซ้ำ นำมาแช่ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อให้แมลงมอดฟันเลื่อยใหญ่ในถุง หยุดกิจกรรมต่างๆ เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดนำมาพักไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นมาทำการสุ่มตัวอย่าง 100 กรัม จำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นร่อนแยกมอดฟันเลื่อยใหญ่ในระยะตัวเต็มวัยด้วยตะแกรงร่อนที่มีความถี่ช่องตะแกรงขนาด 2.5 และ 0.5 มม. วางซ้อนกันให้ตะแกรงร่อนขนาด 2.5 มม. วางอยู่ด้านบนเพื่อดักเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แล้วให้มอดฟันเลื่อยใหญ่หล่นลงบนตะแกรงร่อนขนาด 0.5 มม. ซึ่งอยู่ด้านล่างพร้อมทั้งวางถาดหรือภาชนะรองพื้นเพื่อเก็บเศษผงจากการร่อน รวมทั้งไข่ของมอดฟันเลื่อยใหญ่ ที่หลุดลอดลงไปในระหว่างการร่อน และทำการเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูลดังการทดลองที่ 1 คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้น, เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และ เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย มีการจัดเตรียมตัวอย่างทดลองในแต่ละเดือนโดยไม่มีการตรวจนับซ้ำ

Figure 1 Separating the dust from the cashew nut (a) and Infestation of *Oryzaephilus mercator* in cashew nuts (b)

ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาในห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลา 3 เดือน

ผลของลักษณะเมล็ดต่อความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาในห้องปฏิบัติการพบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดที่เสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในแต่ละลักษณะเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ โดยในลักษณะเมล็ดป่นมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเปอร์เซ็นต์ฝุ่นผงสูงกว่าเมล็ดอื่นๆ คือ 10.41% และ 18.70% ตามลำดับ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความเสียหายพบในเมล็ดเต็มสูงสุดคือ 89.98% **(Table 1)**

ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาในห้องปฏิบัติการพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในแต่ละเดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าการเก็บรักษาระยะเวลา 3 เดือนมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงได้แก่ 13.24%, 11.89% และ 94.04% ตามลำดับ เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาเป็นการเพิ่มระยะเวลาในการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยใหญ่ด้วยเช่นกันส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงตามไปด้วย **(Table 2)**

เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างลักษณะเมล็ดและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาในห้องปฏิบัติการพบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในแต่ละเดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดป่นเป็นระยะเวลา 3 เดือน มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงสุดได้แก่ 18.24%, 33.39% และ 100% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงในเมล็ดเต็มที่เก็บรักษา 2 และ 3 เดือน คือ 99.60% และ 99% ตามลำดับ **(Table 3, Figure 2)**

Table 1 Damage of cashew seed in various characters caused by merchant grain beetles, *Oryzaephilus mercator* for 3 months

Characteristics of cashew nuts	Moisture content (%)	Dust (%)	Damaged seed weight (%)
Full seeds	8.66^{b}	1.94^{c}	89.98^{a}
Split seeds	7.64^{d}	5.49^{b}	77.73^{b}
Broken seeds	8.35^{c}	8.32^{b}	77.84^{b}
Ground seeds	10.41^{a}	18.70^{a}	75.31^{b}
F-test	*	*	*

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($P \leq 0.05$, *)

Table 2 Effect of storage period on moisture content, dust and weight loss after storage in the laboratory for 3 months

Storage period (months)	Moisture content (%)	Dust (%)	Damaged seed weight (%)
1	5.85^{c}	2.55^{b}	59.75^{c}
2	7.20^{b}	11.40^{a}	86.53^{b}
3	13.24^{a}	11.89^{a}	94.04^{a}
F-test	*	*	*

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($P \leq 0.05$, *)

Table 3 Interaction effect of seed characteristics and storage period on moisture content, dust and weight loss after storage in the laboratory for 3 months

Characteristics of cashew nuts	Storage period (months)	Moisture content (%)	Dust (%)	Damaged seed weight (%)
Full seeds	1	5.48^{h}	0.29^{e}	71.34^{cd}
	2	8.97^{e}	2.86^{cde}	99.60^{a}
	3	11.52^{c}	2.68^{cde}	99.00^{a}
Split seeds	1	5.59^{h}	1.35^{e}	67.54^{de}
	2	6.95^{f}	2.76^{cde}	74.73^{c}
	3	10.39^{d}	12.37^{b}	90.07^{b}
Broken seeds	1	5.70^{h}	1.72^{de}	62.07^{e}
	2	6.53^{g}	6.61^{cd}	83.91^{b}
	3	12.82^{b}	16.64^{b}	87.07^{b}
Ground seeds	1	6.65^{fg}	6.85^{c}	38.04^{f}
	2	6.34^{g}	15.87^{b}	87.88^{b}
	3	18.24^{a}	33.39^{a}	100.00^{a}
F-test		*	*	*

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($P \leq 0.05$, *)

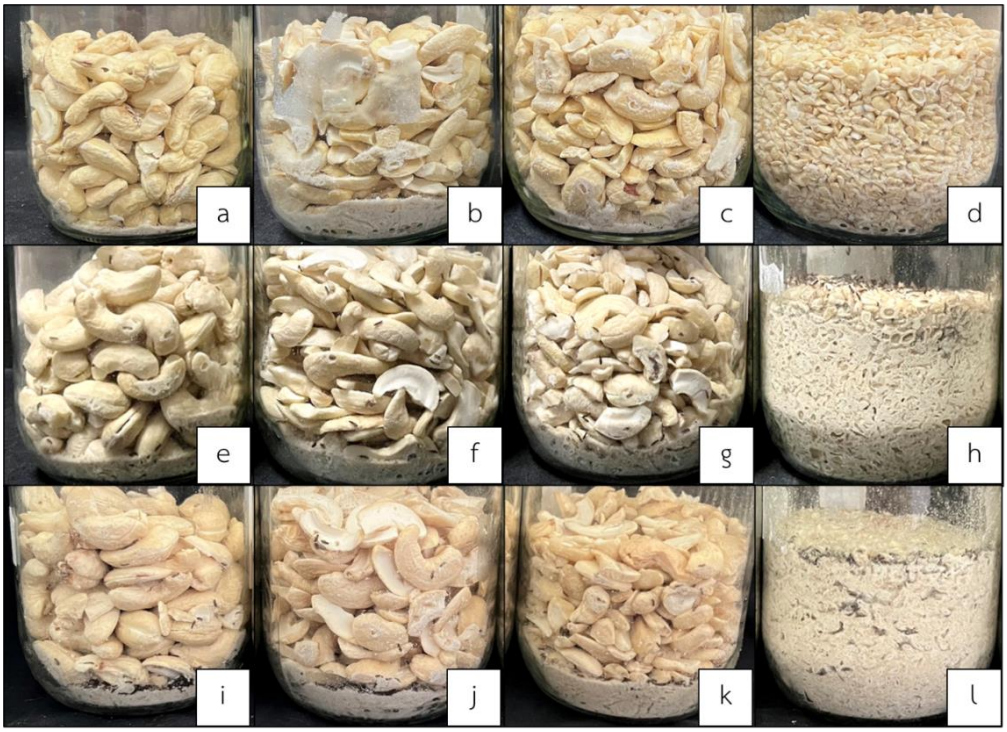

Figure 2 Experiment 1 studied the cashew kernels damage after in the laboratory for 3 months.
1-month storage; Full kernels (a) Split kernels (b) Broken kernels (c) Ground kernels (d)
2-month storage; Full kernels (e) Split kernels (f) Broken kernels (g) Ground kernels (h)
3-month storage; Full kernels (i) Split kernels (j) Broken kernels (k) Ground kernels (l)

การทดลองที่ 2 ศึกษาความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาโดยวิสาหกิจชุมชน

ผลของลักษณะเมล็ดต่อความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาโดยวิสาหกิจชุมชนพบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้น และ เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง ในแต่ละลักษณะเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในลักษณะเมล็ดป่นมีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าเมล็ดเต็มคือ 4.76 และ 3.39% ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผงในเมล็ดป่นมีค่าสูงสุดเช่นเดียวกันมีค่าเท่ากับ 1.40% ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความเสียหายไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 4)**

ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเมื่อมีระยะเวลาที่นานขึ้นผลทำให้แมลงทำความเสียหายแก่เมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาเสียหายมากขึ้น พบใน เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในแต่ละเดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าการเก็บรักษาระยะเวลา 3 เดือนมีค่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงได้แก่ 0.59% และ 21.29% ตามลำดับ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **(Table 5)**

เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างลักษณะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์และระยะเวลาในการเก็บรักษาความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์หลังการเก็บรักษาโดยวิสาหกิจชุมชนพบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในแต่ละเดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดป่นเป็นระยะเวลา 3 เดือน มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น และเปอร์เซ็นต์ฝุ่นผงสูงสุดได้แก่ 5.95% และ 2.00% ตามลำดับ ทั้งนี้ยังพบว่าเมล็ดเต็ม ซีก และหักที่เก็บรักษา 3 เดือน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงถึง 26.64%, 28.84% และ 25.48% ตามลำดับ **(Table 6, Figure 3)**

Table 4 Effect of kernel characteristics on moisture content, dust and weight loss after storage by community enterprises for 3 months

Characteristics of cashew nuts	Moisture content (%)	Dust (%)	Damaged seed weight (%)
Full kernels	3.39^{b}	0.10^{b}	19.39
Split kernels	4.10^{ab}	0.10^{b}	15.97
Broken kernels	4.72^{a}	0.14^{b}	16.20
Ground kernels	4.76^{a}	1.40^{a}	11.07
F-test	*	*	ns

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($P \leq 0.05$, *)

ns; not significantly different ($P > 0.05$)

Table 5 Effect of storage period on moisture content, dust and weight loss after storage by community enterprises for 3 months

Storage period (months)	Moisture content (%)	Dust (%)	Damaged seed weight (%)
1	4.12	0.24^{b}	12.00^{b}
2	4.22	0.47^{a}	13.69^{b}
3	4.39	0.59^{a}	21.29^{a}
F-test	ns	*	*

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($P \leq 0.05$, *)

ns; not significantly different ($P > 0.05$)

Table 6 Interaction effect of kernel characteristics and storage period on moisture content, dust and weight loss after storage by community enterprises for 3 months

Characteristics of cashew nuts	Storage period (months)	Moisture content (%)	Dust (%)	Damaged seed weight (%)
Full kernels	1	3.67^{cde}	0.04^{d}	12.43^{bcd}
	2	3.67^{cde}	0.16^{d}	19.11^{ab}
	3	2.84^{e}	0.09^{d}	26.64^{a}
Split kernels	1	3.43^{de}	0.05^{d}	6.29^{cd}
	2	4.91^{abc}	0.16^{d}	12.79^{bcd}
	3	3.97^{b-e}	0.09^{d}	28.84^{a}
Broken kernels	1	5.22^{ab}	0.06^{d}	5.07^{d}
	2	4.84^{a-d}	0.17^{d}	18.06^{abc}
	3	4.11^{b-e}	0.20^{d}	25.48^{a}
Ground kernels	1	4.17^{b-e}	0.81^{c}	24.21^{ab}
	2	4.16^{b-e}	1.37^{b}	4.78^{d}
	3	5.95^{a}	2.00^{a}	4.23^{d}
F-test		*	*	*

Means in a same column followed by the different letters are significantly different by LSD ($P \leq 0.05$, *)

Figure 3 Experiment 2 studied the cashew kernels damage after storage by community enterprises for 3 months.
1-month storage; Full kernels (a) Split kernels (b) Broken kernels (c) Ground kernels (d)
2-month storage; Full kernels (e) Split kernels (f) Broken kernels (g) Ground kernels (h)
3-month storage; Full kernels (i) Split kernels (j) Broken kernels (k) Ground kernels (l)

วิจารณ์

จากผลการทดลองที่ 1 พบว่ามอดฟันเลื่อยใหญ่ 50 ตัว ได้สร้างความเสียหายแก่เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 150 กรัม เป็นอย่างมาก ความชื้นในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 13.24% เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน ในขณะที่ความชื้นของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เก็บรักษาโดยวิสาหกิจชุมชุน ความชื้นอยู่ในช่วง 4.12-4.39% อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านการกะเทาะเปลือกจาก UNECE (2002) กล่าวว่าเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ต้องมีความชื้นไม่เกิน 5% ในวอลนัทความชื้นไม่เกิน 7-10% (Nut technology, 2022) อัลมอนต์ความชื้นไม่ควรสูงกว่า 6% (Huang, 2014) สภาพดังกล่าวช่วยให้เมล็ดนัทต่างๆ ยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน ปัจจัยที่ผลทำให้ความชื้นในเมล็ดเพิ่มขึ้นได้แก่ การหายใจของเมล็ด และการหายใจของแมลง โดยเมื่อแมลงทำกิจกรรมต่าง ๆ จะปล่อยความชื้นและความร้อนเข้าไปในช่องว่างระหว่างเมล็ดโดยความชื้นสะสมจากกิจกรรมของแมลงจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการหายใจของเมล็ดเพียงอย่างเดียว (Department of Primary Industries and Regional Development, 2019) จำนวนแมลงและระยะเวลาเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้มีความชื้นเพิ่มขึ้น ด้วยวิธี Hygroscopic โดยความชื้นจากการทำกิจกรรมของแมลงจะถูกแพร่เข้าสู่ของเมล็ด เพื่อให้ความชื้นในเมล็ดเท่ากับความชื้นด้านนอกเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้น โดยความชื้นที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อเนื้อสัมผัสและเร่งการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ (Huang, 2014) เมล็ดมะม่วงหิมพานต์มีไขมันเป็นองค์ประกอบ 40-70% (Toschi et al., 1993; Ryan et al., 2006) ส่งผลให้บริเวณผิวด้านนอกมีลักษณะมันเงาเมื่อเมล็ดแตกหักจะเป็นการเปิดเผยบริเวณพื้นที่ด้านในเมล็ดทีมีลักษณะด้าน เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสส่งเสริมการดูดซับความชื้นของเมล็ด

เมื่อพิจารณาความเสียหายของเปอร์เซ็นต์ฝุ่นผงและน้ำหนักเมล็ดเสียที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลงของการทดลองที่ 1 พบว่าลักษณะเมล็ดป่นร่วมกับการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน มีการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยใหญ่สูงสุด มีค่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่นผงและเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงสุดเท่ากับ 33.39% และ 100% ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 พบความเสียหายจากการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยใหญ่โดยการปนเปื้อนของมอดฟันเลื่อยใหญ่ในกระบวนการผลิตหรือการเจาะผ่านบรรจุภัณฑ์ของมอดฟันเลื่อยตามธรรมชาติ โดยปัจจัยของลักษณะเมล็ดและระยะเวลาการเก็บรักษามีผลส่งเสริมต่อกิจกรรมการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยใหญ่ โดยลักษณะเมล็ดป่นร่วมกับการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน มีการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยสูงสุด มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น และเปอร์เซ็นต์ฝุ่นผง เท่ากับ 5.95% และ 2.00% ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดเสียสูงสุดพบในเมล็ดเต็ม ซีก และหักที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงถึง 26.64%, 28.84% และ 25.48% ตามลำดับ มอดฟันเลื่อยใหญ่มีขนาดเล็กสามารถทะลุผ่านบรรจุภัณฑ์ได้ ตัวเต็มวัยสามารถลอดผ่านรูขนาด 0.71 มิลลิเมตรได้ Cline and Highland (1981) ตัวเมียที่มีการวางไข่ใกล้บรรจุภัณฑ์ ตัวอ่อนสามารถผ่านบรรจุภัณฑ์เข้าไปกัดกินอาหารได้ Mowery et al (2002) การเก็บรักษาโดยวิสาหกิจชุมชุนเองพบความเสียหายจากการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยได้สูงถึง 28.84% แสดงให้เห็นว่ามอดฟันเลื่อยสามารถเข้าทำลายได้ดีในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ สอดคล้องกับงานทดลองของ Awadalla et al. (2021) ศึกษาการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยในถั่วและผลไม้แห้งพบว่า มอดฟันเลื่อยมีการเข้าทำลายสูงสุดในพืชอาหาร อัลมอนต์ มะม่วงหิมพานต์ อินทผลัม เฮเซลนัท และงา Rees (2004) กล่าวว่ามอดฟันเลื่อยเป็นแมลง กัดกินภายนอกเมล็ด (external feeder) คือ แมลงที่ตลอดอายุขัยของแมลง ตั้งแต่ระยะไข่ ระยะหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย จะอาศัยและกัดกินเมล็ดพืชภายนอกเมล็ด และจัดให้มอดฟันเลื่อยใหญ่เป็นแมลงศัตรูพืชรอง (secondary pest) ต่างจากการทดลองนี้ที่พบว่ามอดฟันเลื่อยเข้าทำลายในเมล็ดเต็มมากกว่าเมล็ดรูปแบบอื่น (Cox and Collins, 2002; Mahroof et al., 2012) ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตครบวงจรแพร่พันธุ์และเข้าทำลายต่อเนื่อง ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญในการป้องกันการเข้าทำลายมอดฟันเลื่อยเพื่อไม่ให้มีการระบาดและส่งผลกระทบระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจ

สรุป

การเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยใหญ่ในเมล็ดมะม่วงหิมพาต์สามารถสร้างความเสียหายได้สูงสุด 100% ในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในทุกลักษณะเมล็ด หากมีการปนเปื้อนของมอดฟันเลื่อยใหญ่จะก่อให้เกิดความเสียหายด้านคุณภาพของเมล็ด ก่อให้เกิดฝุ่นผงภายในถุงบรรจุภัณฑ์ ทั้งการทำกิจกรรมของมอดฟันเลื่อยใหญ่ก่อให้เกิดความชื้น หากมีการะสมมากๆจะเป็นสาเหตส่งผลให้เกิด

การเสื่อมของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เร็วขึ้น คือการเกิดการหืนของเมล็ด และก่อให้เกิดเชื้อรา *Aspergillus flavus* ซึ่งจะสร้างสารอะฟลาท๊อกซิน (Aflatoxin) ที่เป็นสารก่อมะเร็งได้อีกทั้งการเข้าทำลายของมอดฟันเลื่อยจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก แล้วยังปล่อยมูลออกมา ทำให้เกิดความสกปรกส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

พรทิพย์ วิสารทานนท์, กุสุมา นวลวัฒน์, บุษรา จันทร์แก้วมณี, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, จิราภรณ์ ทองพันธ์, ดวงสมร สุทธิสุทธิ์, ลักขณา ร่มเย็น และภาวินี หนูชนะภัย. 2548. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตร และการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการ. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 150 หน้า.

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดอุตรดิตถ์. 2556. ข้อมูลสถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญของจังหวัดอุตรดิตถ์. แหล่งข้อมูล: https://www.opsmoac.go.th/uttaradit-warning-files-431591791227. ค้นเมื่อ 4 มีนาคม 2566.

Afzal, I., M.A. Bakhtavar, M. Ishfaq, M. Sagheer, and D. Baributsa. 2017. Maintaining dryness during storage contributes to higher maize seed quality. Journal of Stored Products Research. 72: 49-53.

Athanassiou, C.G., N.G. Kavallieratos, and M.C. Boukouvala. 2016. Population growth of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on different commodities. Journal of Stored Products Research. 69: 72–77.

Awadalla, H.S., R.N.C. Guedes, and A.S. Hashem. 2021. Feeding and egg-laying preferences of the sawtoothed grain beetle *Oryzaephilus surinamensis*: Beyond cereals and cereal products. Journal of Stored Products Research. 93: doi: org/10.1016/j.jspr.2021.101841.

Bradford, K.J., P. Dahal, and P. Bello. 2016. Using relative humidity indicator paper to measure seed and commodity moisture contents. Agricultural & Environmental Letters. 1(1): 1-4.

Cline, L.D., and H.A. Highland. 1981. Minimum size of holes allowing passage of adults of stored-product Coleoptera [Beetles]. Journal of the Georgia Entomological Society. 16(4): 525-531.

Cox, P.D., and L.E. Collins. 2002. Factors affecting the behavior of beetle pests in stored grain, with particular reference to the development of lures. Journal of Stored Products Research. 38(2): 95-115.

Department of Primary Industries and Regional Development. 2019. Grain storage: maintaining grain quality. Available: https://www.agric.wa.gov.au/barley/grain-storage-maintaining-grain-quality. Accessed May. 12, 2023.

Ellis, R.H., and E.H. Roberts. 1980. The influence of temperature and moisture on seed viability period in barley (*Hordeum distichum* L.). Annals of Botany. 45(1): 31-37.

Gharsan, F.N. 2022. Estimating the susceptibility of four wheat cultivars to the saw-toothed grain beetle *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae). International Journal of Food Science. 2022 (34): 1-5.

Hashem, M.Y., S.S Ahmed, M.A. El-Mohandes, and M.A. Gharib. 2012. Susceptibility of different life stages of saw-toothed grain beetle *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) to modified atmospheres enriched with carbon dioxide. Journal of Stored Product Research. 48(2021): 46-51.

Hassan, H.H., R.A. Zinhoum, and E.M. Kassem. 2020. Suitability of different types of food stuffs for mass rearing of rice moth, *Corcyra cephalonica* (stainton) and saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (l.) under laboratory conditions. Egyptian Journal of Agricultural Research. 98(2): 288-301.

Hotling, S., B. Haberlag, M. Tamm, T. Collatz, P. Mack, J.L.M. Steidle, M. Vences, and S. Schulz. 2014. Identification and synthesis of macrolide pheromones of the grain *beetle Oryzaephilus surinamensis* and the frog *Spinomantis aglavei*. Chemistry A European Journal. 20: 3183–3191.

Huang, G. 2014. Almond shelf life factors. Technical Summary, Almond Board of California, 1–4. Available: https://www.almonds.com/sites/default/files/content/attachments/2014aq0007_shelf _life_factors.pdf. Accessed May. 12, 2023.

Kumar, R. 2017. Insect Pests of Stored Grain: Biology, Behavior, and Management Strategies. Apple Academic Press Inc., Oakville, Ontario, Canada.

Latifian, M., M.J. Moghadam, and S.R. Jahromi. 2020. The survival and biological characteristics of *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coleoptera: Silvanidae) in the feeding conditions on three date palm cultivars. Archives of Phytopathology and Plant Protection. 53 (15–16): 698–714.

Mahroof, R.M., and D.W. Hagstrum. 2012. Biology, behavior, and ecology of insects in processed commodities. Stored Product Protection. 1-11.

Mallah, N.A., H.A. Sahito, T. Kousar, W.A. Kubar, F.A. Jatoi, and Z.H. Shah. 2016. Susceptibility of different varieties of stored date palm fruits infested by saw tooth grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) under laboratory conditions. Journal of Entomology and Zoology Studies. 4(6): 438-443.

Mowery, S.V., M.A. Mullen, J.F. Campbell, and A.B. Broce. 2002. Mechanisms underlying sawtoothed grain beetle (*Oryzaephilus surinamensis* [L.]) (Coleoptera: Silvanidae) infestation of consumer food packaging materials. Journal of Economic Entomology. 95(6): 1333-1336.

Murdock, L.L., V. Margam, I. Baoua, S. Balfe, and R.E. Shade. 2012. Death by desiccation: effects of hermetic storage on cowpea bruchids. Journal of stored products research. 49(2012): 166-170.

Nair, K.P. 2021. Cashew nut (*Anacardium occidentale* L.). Tree Crops: Harvesting Cash from the World's Important Cash Crops. Springer Publishing, New York, United States.

Nikos, E.P., N.G. Kavallieratos, and N.E. Papanikolaou. 2020. Developmental and reproductive biology of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae) on seven commodities. Journal of Stored Products Research. 87(2020): doi: org/10.1016/j.jspr.2020.101612.

Nut technology. 2022. Walnut moisture standards, temperature and storage conditions on an industrial scale. Available: https://nuttechnology.com/walnut-moisture-standards-temperature-and-storage-conditions-on-an-industrial-scale/. Accessed May. 12, 2023.

Ranga Rao, G.V., V. Rameshwar Rao, and S.N. Nigam. 2010. Post-harvest insect pests of groundnut and their management. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Patancheruvu. 23 pp.

Rees, D. 2004. Insects of Stored Products. CSIRO Publishing, Collinwood Australia.

Ryan, E., K. Galvin, T.P. O'connor, A.R. Maguire, and N.M. O'brien. 2006. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nuts. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 57(3-4): 219-228.

Toschi, T.G., M.F. Caboni, G. Penazzi, G. Lercker, and P. Capella. 1993. A study on cashew nut oil composition. Journal of the American Oil Chemists' Society. 70(10): 1017-1020.

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). 2002. UNECE standard DDP-17 CASHEW KERNELS. Available: https://unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/dry/dry_e/17 CashewKernels_e.doc. Accessed May. 12, 2023.