# ผลของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและคุณภาพการเก็บรักษาของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9

# EFFECT OF VACUUM PACKAGING ON BIOCHEMICAL ACTIVITIES AND STORAGE QUALITY OF PEANUT SEED VAR. TAINAN 9

**ณัฐลิกา มูลทา**

NATTALIKA MOONTA

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**

**สาขาวิชาเกษตรศาสตร์**

**คณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**พ.ศ. 2567**

KMITL-2024-AG-M-065-430

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# EFFECT OF VACUUM PACKAGING ON BIOCHEMICAL ACTIVITIES AND STORAGE QUALITY OF PEANUT SEED VAR. TAINAN 9

NATTALIKA MOONTA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE

SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHONOLOGY LADKRABANG

2024

KMITL-2024-AG-M-065-430

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2024

SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHONOLOGY LADKRABAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | ผลของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและคุณภาพการเก็บรักษาของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 |
| **นักศึกษา** | นางสาวณัฐลิกา มูลทา |
| **รหัสนักศึกษา** | 63604016 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | เกษตรศาสตร์ |
| **พ.ศ.** | 2567 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** | ผศ.ดร. พจนา สีขาว |

## บทคัดย่อ

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่งลิสงเป็นวิธีการรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อลดการสูญเสียทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา โดยจำเป็นต้องมีการเลือกใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อเมล็ดพันธุ์ชนิดนั้นๆ ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความดันภายในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศร่วมกับสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อการคงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วางแผนการทดลองแบบ 6x2 Factorial Experiment in CRD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัย A คือ วิธีการบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ Woven plastic sack (วิธีการควบคุม), Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ, Polypropylene ควบคุมความดันสุญญากาศ -0.02 MPa, -0.04 MPa, -0.06 MPa และ -0.08 MPa ตามลำดับ ปัจจัย B คือ สภาพการเก็บรักษา ได้แก่ ควบคุมสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 19-30 เปอร์เซ็นต์) และไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์) ดำเนินการทดลองโดยนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มาบรรจุลงในวัสดุบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ ได้แก่ Woven plastic sack (วิธีการควบคุม), Polypropylene ไม่ควบคุมและควบคุมความดันสุญญากาศที่ระดับ -0.02 MPa, -0.04 MPa, -0.06 MPa และ -0.08 MPa โดยแต่ละถุงมีขนาดตัวอย่าง 410 กรัม โดยบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack ปิดผนึกด้วยการเย็บและบรรจุภัณฑ์ PP ปิดผนึกด้วยเครื่องสุญญากาศ (รุ่น BELTER-10) จากนั้นนำบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดไปเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน 2 สภาพ ได้แก่ ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมและควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นระยะเวลา 12 เดือน แล้วสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 2 เดือน มาตรวจสอบกิจกรรมทางชีวเคมี ได้แก่ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase กรดไขมันอิสระ (free fatty acid) และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด (seed water activity) เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ และดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ ผลการทดลองพบว่าวิธีการบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 คือ บรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa ร่วมกับการเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมสภาพแวดล้อม ทำให้เมล็ดพันธุ์มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase เปอร์เซ็นต์ความงอก และดัชนีการงอกสูงที่สุด โดยสามารถรักษาความงอกมาตรฐานได้เป็นเวลา 6 เดือน ส่วนกรดไขมันอิสระมีค่าต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยด้านสภาพการเก็บรักษามีผลต่อการชะลอการเสื่อมคุณภาพเป็นอย่างมาก เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ภายใต้สภาพควบคุมสภาพแวดล้อมทำให้เมล็ดพันธุ์มีความยาวนานในการเก็บรักษาได้นานกว่าสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม และจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์เชิงลบค่อนข้างต่ำถึงปานกลางกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase มีความสัมพันธ์เชิงบวกปานกลางกับเปอร์เซ็นต์ความงอกในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa และสภาพการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพแวดล้อม

**คำสำคัญ:** กิจกรรมทางชีวเคมี คุณภาพเมล็ดพันธุ์ บรรจุภัณฑ์ การเก็บรักษา ถั่วลิสงไทนาน 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Effect of vacuum packaging on biochemical activities and storage quality of peanut seed |
| **Student Name** | Miss Natthalika Multha |
| **Student ID** | 63604016 |
| **Degree** | Master of Science |
| **Department** | Agriculture |
| **Year** | 2024 |
| **Thesis Advisor** | Asst. Prof. Dr. Potjana Sikhao |


## ABSTRACT

Preserving peanut seeds is essential for maintaining seed quality and minimizing losses during storage. Selecting appropriate packaging materials and storage conditions is crucial for different seed types. This experiment aimed to determine the optimal pressure level inside vacuum packaging combined with suitable storage conditions to maintain peanut seed quality over 12 months. Conducted at the Seed Technology Laboratory, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, the study followed a 6 x 2 Factorial Experiment in a Completely Randomized Design (CRD) with three replications. Factor A involved two packaging treatments: woven plastic sack and 760-gauge polypropylene (PP), which served as control packaging materials. Vacuum levels for the PP packaging were set at -0.02 MPa, -0.04 MPa, -0.06 MPa, and -0.08 MPa. Factor B included storage conditions: ambient (30°C and 65% relative humidity) and controlled (13-15°C and 19-30% relative humidity). Each bag contained 410 g of peanut seeds, with woven plastic sack sealed by sewing and PP bags sealed using a vacuum packaging machine (model BELTER-10). Samples were collected every 2 months to measure quality parameters, including free fatty acid content, dehydrogenase enzyme activity, seed moisture content, seed water activity, germination percentage, and germination index. Results indicated that the most suitable packaging treatments for peanut var. Tainan 9 were PP -0.04 MPa and PP -0.06 MPa under controlled conditions. These conditions resulted in the highest dehydrogenase enzyme activity, germination percentage, and germination index. It can maintain standard germination for a period of 6 months, while maintaining the lowest free fatty acid content. Storage conditions significantly impacted quality preservation, with controlled conditions extending



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

storage longevity compared to ambient conditions. Moreover, the analysis of correlation coefficients revealed that free fatty acids have a low to moderate negative correlation with dehydrogenase enzyme activity and a strong negative correlation with germination percentage of the seeds. Meanwhile, dehydrogenase enzyme activity has a moderate positive correlation with germination percentage in PP -0.04 MPa, PP -0.06 MPa and controlled conditions.

**Keywords:** Biochemical activities, Seed quality, Packaging, Storage, Peanut var. Tainan 9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พจนา สีขาว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนกระทั่งสำเร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณ ดร.ธิดารัตน์ แก้วคำ ผศ.ดร.พัชราภรณ์ สุวอ และดร.ปัทมา นิตไธสง ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้ความอนุเคราะห์และแนะนำ ตลอดจนข้อชี้แนะต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณทุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนค่าธรรมเนียมการศึกษาตลอดหลักสูตร

ขอขอบพระคุณทุนส่งเสริมการวิจัย คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 รหัสโครงการ 2566-02-04-015 ที่สนับสนุนงบประมาณ สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อน พี่ และน้องระดับปริญญาโทที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่บิดา มารดา ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า

นางสาวณัฐลิกา มูลทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

สารบัญภาคผนวก ..... ฎ

**บทที่ 1 บทนำ** ..... 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา ..... 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา ..... 3

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ ..... 4

**บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ..... 5

2.1 ถั่วลิสง ..... 5

2.2 คุณภาพและการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ ..... 6

2.2.1 ความชื้น ..... 8

2.2.2 ความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้า ..... 8

2.2.3 ความยาวของต้นกล้าและน้ำหนักแห้ง ..... 9

2.2.4 การนำไฟฟ้า ..... 9

2.2.5 อะฟลาทอกซิน ..... 10

2.2.6 กรดไขมันอิสระ ..... 10

2.2.7 ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ ..... 11

2.3 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ..... 12

2.4 สภาพการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ..... 13

2.5 ชนิดของบรรจุภัณฑ์ ..... 14

2.6 บรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา ..... 15

2.7 ระยะเวลาการเก็บรักษา ..... 16

2.7.1 ชนิดของพืช ..... 16

2.7.2 ประวัติของเมล็ด ..... 17

2.7.3 ความชื้นของเมล็ด ..... 17



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 2.7.4 อุณหภูมิ | 18 |
| **บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย** | 19 |
| 3.1 สถานที่ดำเนินงาน | 19 |
| 3.2 วัสดุและอุปกรณ์ | 19 |
| 3.3 การวางแผนการทดลอง | 19 |
| 3.4 วิธีการดำเนินงาน | 20 |
| 3.5 การบันทึกข้อมูล | 20 |
| 3.5.1 กรดไขมันอิสระ (free fatty acid) | 20 |
| 3.5.2 กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase | 21 |
| 3.5.3 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง | 21 |
| 3.5.3.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (seed moisture content) | 21 |
| 3.5.3.2 กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด (seed water activity) | 22 |
| 3.5.3.3 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (standard germination test) | 22 |
| 3.5.3.4 ดัชนีการงอก (germination index) | 22 |
| 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล | 22 |
| **บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล** | 24 |
| 4.1 ผลการวิจัย | 24 |
| 4.1.1 กิจกรรมทางชีวเคมีและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการที่ต่างกันหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน | 24 |
| 4.1.1.1 กรดไขมันอิสระ (free fatty acid) | 24 |
| 4.1.1.2 กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase | 28 |
| 4.1.1.3 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ | 31 |
| 4.1.1.4 กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด | 34 |
| 4.1.1.5 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ | 37 |
| 4.1.1.6 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ | 40 |
| 4.1.2 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการที่ต่างกันหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน | 43 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


หน้า

4.1.2.1 บรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack..... 43
4.1.2.2 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ 43
4.1.2.3 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa 44
4.1.2.4 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa 45
4.1.2.5 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa 46
4.1.2.6 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa 46
4.1.2.7 สภาพการเก็บรักษาแบบไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม..... 47
4.1.2.8 สภาพการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพแวดล้อม..... 48
4.2 อภิปรายผลการทดลอง..... 49
**บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ**..... 53
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 53
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 53
**บรรณานุกรม**..... 54
**ภาคผนวก**..... 63
**ภาคผนวก ก**..... 64
**ภาคผนวก ข**..... 69
**ประวัติผู้เขียน**..... 88



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.1 | กรดไขมันอิสระของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นเวลา 12 เดือน | 27 |
| 4.2 | กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ภายในเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นเวลา 12 เดือน ..... | 30 |
| 4.3 | เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นเวลา 12 เดือน..... | 33 |
| 4.4 | กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นเวลา 12 เดือน..... | 36 |
| 4.5 | เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นเวลา 12 เดือน..... | 39 |
| 4.6 | ดัชนีการงอกของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นเวลา 12 เดือน | 42 |
| 4.7 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack ..... | 43 |
| 4.8 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ ..... | 44 |
| 4.9 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa ..... | 45 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.10 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA)กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa ..... | 45 |
| 4.11 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA)กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa ..... | 46 |
| 4.12 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA)กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa ..... | 47 |
| 4.13 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA)กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของสภาพการเก็บรักษาแบบไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม..... | 47 |
| 4.14 | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA)กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของสภาพการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพแวดล้อม..... | 48 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.1 | ไดอะแกรมแผนการดำเนินงานการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและคุณภาพการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง..... | 23 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาคผนวก


| ภาพผนวกที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ภาพการบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ..... | 65 |
| 2 | ภาพการวัดค่า Dehydrogenase Enzyme Activity ในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง..... | 66 |
| 3 | ภาพการวัดค่ากรดไขมันอิสระในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ..... | 66 |
| 4 | ภาพการวัดค่า Water activity ในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง..... | 67 |
| 5 | ภาพการวัดค่าความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ..... | 67 |
| 6 | ภาพการทดสอบความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในสภาพห้องปฏิบัติการ ..... | 68 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ถั่วลิสง (Peanut หรือ Groundnut) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Arachis hypogaea* L. อยู่ในวงศ์ Leguminosae เป็นพืชไร่ตระกูลถั่วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถปลูกได้ตลอดปี และมีการปลูกแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศ (กรมวิชาการเกษตร, 2558) ในปีการผลิต 2566/67 ถั่วลิสงมีพื้นที่ปลูก 71,876 ไร่ ผลผลิตรวม 26,019 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 362 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ซึ่งปัญหาการผลิตถั่วลิสงที่พบบ่อยคือ การขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ที่ดี เนื่องจากเมล็ดพันธุ์มีการสูญเสียความงอกและความแข็งแรงในระยะเวลาสั้นเนื่องจากเป็นเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันสูง (กรมวิชาการเกษตร, 2558) ทั้งนี้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงอาจ ทำให้ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงลดลงอย่างรวดเร็ว โดยปกติเกษตรกรมักเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในรูปแบบทั้งฝักทำให้ต้องเสียเวลาในการกะเทาะเปลือกถั่วลิสงก่อนใช้งาน และใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาค่อนข้างมาก การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในรูปแบบการกะเทาะเปลือก จึงประหยัดพื้นที่จัดเก็บและสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งถั่วลิสงที่ผ่านการกะเทาะเปลือกแล้วจำเป็นต้องเก็บรักษาในสภาพที่เหมาะสม การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ดี คือ สภาพเย็นและแห้ง เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงเป็นเมล็ดที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น (Delouche *et al*., 1973) สามารถเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา เช่น การผลิต ถั่วลิสงในช่วงฤดูฝนมักประสบปัญหาในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากความชื้นในอากาศค่อนข้างสูง ทำให้การลดความชื้นต้องใช้เวลานาน สภาพเช่นนี้เหมาะต่อการเจริญของเชื้อรา ส่งผลให้ถั่วลิสงมีคุณภาพต่ำและอายุเก็บรักษาสั้น (เบญจมาภรณ์ สุทธิ, 2543) วิธีการแก้ไขปัญหาการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงให้คุณภาพดี นั้นควรเริ่มจากการลดความชื้นภายในเมล็ดให้เหลือไม่เกินร้อยละ 9 จากนั้นทำความสะอาดโดยคัดแยกสิ่งเจือปน เมล็ดแตกหัก เมล็ดเน่าเสีย และเมล็ดวัชพืชทิ้งก่อนบรรจุไว้ในภาชนะซึ่งในการเก็บรักษาเมล็ดสำหรับทำพันธุ์ปลูก ควรใช้ภาชนะที่สามารถควบคุมไม่ให้ความชื้นจากภายนอกผ่านเข้ามาได้เพราะจะทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ควรเก็บไว้ในบริเวณที่สะอาดและแห้ง หากมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะทำให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น หากเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพปกติทั่วไป เช่น เก็บรักษาไว้ในบ้านเรือน ถั่วลิสงที่กะเทาะเปลือกแล้วจะเสื่อมความงอกเร็วภายในเวลา 2-3 เดือน และเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา (อารีย์ วรัญญูวัฒก์, 2533)

ดังนั้นสภาพการจัดเก็บที่มีการควบคุมบรรยากาศเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้ปลอดภัยและรักษาคุณภาพให้ยาวนาน ซึ่งการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเป็นปัจจัยที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน สอดคล้องกับการทดลองของ Nagarajan and Karivaratharaju (1976) พบว่าความชื้นและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างบาจราและเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญ และ Nkang and Umoh (1997) รายงานว่าอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 55-66 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาพที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระยะยาว ส่วน PingPing *et al*. (1996) ได้ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 5 พันธุ์ที่อุณหภูมิ -4, 0, 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 8 ปี เพื่อตรวจสอบความสามารถในการรักษาความแข็งแรง พบว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้องมีความแข็งแรงลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิต่ำ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาในทำนองเดียวกันเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตา เมื่อนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถคงความมีชีวิตอยู่ได้เป็นเวลา 5 ปี แต่เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส (-20 องศาเซลเซียส) สามารถคงความมีชีวิตอยู่ได้เป็นเวลา 33 ปี (James *et al*., 1967) โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ในภาชนะปิด ความชื้นไม่สามารถซึมผ่านได้จะสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ได้นาน เมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะที่ความชื้นสามารถซึมผ่านได้ทั้งในสภาพการเก็บรักษาแบบไม่ควบคุมและสภาพห้องเย็น

นอกจากนี้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้จะต้องพิจารณาถึงชนิด ปริมาณของเมล็ดพันธุ์ ประเภทของบรรจุภัณฑ์ ระยะเวลาการเก็บรักษา อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของพื้นที่เก็บรักษา เป็นต้น โดยทั่วไปเกษตรกรมักเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในถุงกระสอบ และถุงผ้า ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เร่งกระบวนการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้เกิดการออกซิเดชั่นของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน เม็ดสี และสารประกอบอโรมา เป็นสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งของการสูญเสียคุณภาพระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษา (Anderson and Lingnert, 1997) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในบรรจุภัณฑ์ป้องกันความชื้น เช่น ถุงพลาสติกฟอยล์ กระป๋องอลูมิเนียม หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทจะมีประโยชน์มากในการเก็บรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของพืชหลายชนิดได้เป็นเวลานาน (Gurmithsingh and Harisingh, 1992) การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นำผลิตภัณฑ์มาบรรจุไว้ในบรรจุภัณฑ์ที่มีวัสดุที่เหมาะสม และอากาศจะถูกดึงออกจากบรรจุภัณฑ์ก่อนการปิดปากถุงในขั้นตอนสุดท้าย (Rooney, 1983) เป็นวิธีที่ง่าย และใช้กันทั่วไปในการปรับบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ และมีความสามารถในการซึมผ่านของออกซิเจนต่ำ (Kothari and Jadav, 1998) บรรจุภัณฑ์สุญญากาศเป็นเทคนิคที่นำมาใช้เพื่อป้องกันการเน่าเสียที่เกิดจากการออกซิเดชั่นซึ่งช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป เช่น ชา กาแฟ ชีส ขนมขบเคี้ยว และถั่ว เป็นต้น (Narayanan and Dordi, 1998) ซึ่งเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นน้ำมันมากที่สุดประมาณ 51-56 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ โปรตีน 20-23 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 20-23 เปอร์เซ็นต์ และใยอาหาร 8.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอลีอิกสูงถึง 41-55 เปอร์เซ็นต์ (ปาริชาติ พรมโชติ และคณะ, 2557) โดยการเกิดออกซิเดชันของส่วนประกอบ เช่น วิตามิน สี และสารประกอบอโรมา เป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการสูญเสียคุณภาพ และเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ (Anderson and Lingnert, 1997) เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนเป็นปัจจัยหลักในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุไว้ในภาชนะ หากบรรจุภัณฑ์มีช่องว่างเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลยก็จะสามารถหลีกเลี่ยงการเกิดออกซิเดชันได้ (Anonymous, 2000) ในกระบวนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงสามารถเกิดออกซิไดซ์ได้ง่ายทำให้มีกลิ่นหืน และอาจเกิดอะฟลาทอกซินได้ ในทำนองเดียวกัน Mutegi *et al*. (2013) พบว่ากลิ่นหืน ความเสียหายทางกายภาพและปริมาณอะฟลาทอกซินในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อมีความชื้นต่างกัน ดังนั้นการกำจัดออกซิเจนออกจากบรรจุภัณฑ์จึงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ (Sanjeev and Ramesh, 2006) วิธีการทั่วไปในการลดการเกิด autoxidation ของไขมันในเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลถั่ว คือ การควบคุมองค์ประกอบของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ โดยใช้เทคนิคการบรรจุที่เหมาะสมซึ่งรวมถึงบรรจุภัณฑ์สุญญากาศและอุณหภูมิในการเก็บรักษา จากตัวอย่างการทดลองของ Kowalski *et al*. (1994) รายงานว่าความดันสูงมีผลกระทบต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันของกรดลิโนเลอิก โดยมีการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันสอดคล้องกับการทดลองของ Anjian *et al*. (2016) ทำการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ (polypropylene) ต่อคุณภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพบว่าที่แรงดันสุญญากาศ -0.06 MPa เป็นระดับที่เหมาะสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง โดยระดับของแรงดันสุญญากาศภายในบรรจุภัณฑ์ยิ่งต่ำออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศจะยิ่งน้อยลง และทำให้การเกิดออกซิเดชั่นต่ำ แต่เมื่อแรงดันสุญญากาศภายในบรรจุภัณฑ์ต่ำเกินไป (-0.09 MPa) เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงจะไม่สามารถทนต่อแรงดันจากภายนอกบรรจุภัณฑ์ได้และเปลือกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงจะเหี่ยวเฉาทำให้คุณภาพลดลง จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกันส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่สามารถคงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงภายใต้สภาพการเก็บรักษาร่วมกับบรรจุภัณฑ์สุญญากาศในระดับความดันที่เหมาะสม ให้เป็นแนวทางปฏิบัติในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์และผลผลิตของถั่วลิสง เพื่อลดการสูญเสียคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่ระดับความดันแตกต่างกันต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงระหว่างการเก็บรักษา

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงระหว่างการเก็บรักษา

1.2.3 เพื่อหาระดับความดันภายในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศร่วมกับสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อการคงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษา เป็นเวลา 2 4 6 8 10 และ 12 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบระดับความดันสุญญากาศที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง โดยไม่มีผลต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและไม่ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง

1.3.2 ทราบสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อการคงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

1.3.3 ทราบกระบวนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงด้วยระดับความดันภายในของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ถั่วลิสง

ถั่วลิสงเรียกกันทั่วไปว่า ถั่วดิน เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีการนำมาใช้บริโภคอย่างแพร่หลายที่สุดในประเทศซึ่งอาจจะอยู่ในรูปใดรูปหนึ่งแต่ที่นิยมกันอย่างกว้างขวางที่สุด คือ ถั่วต้ม และถั่วทอด นอกจากนี้ถั่วลิสงสามารถนำไปแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ได้อีกมากมายหลายชนิด ดังนั้นจึงสามารถประมาณได้ว่ากว่าร้อยละ 90 ของผลผลิตจะถูกนำมาใช้ภายในประเทศ ถั่วสิสงเป็นแหล่งสารอาหารโปรตีนอันอุดมสมบูรณ์ที่มีราคาถูกและยังให้สารอาหารประเภทพลังงานหรือไขมันที่มีคุณภาพดีกว่าไขมันที่ได้จากสัตว์ (อารีย์ วรัญญูวัฒก์, 2533) ปัจจุบันความต้องการใช้ถั่วลิสงภายในประเทศเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ทำให้มีความต้องการใช้ถั่วลิสงสูงถึงปีละประมาณ 100,000 ตัน เป็นผลให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ (คนิต ลิขิตวิทยาวุฒิ, 2556) จึงมีการนำเข้าถั่วลิสงจากต่างประเทศ โดยในปี 2565 มีการนำเข้าถั่วลิสง 90,125 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,029 ล้านบาท และการส่งออกถั่วลิสง 1,681 ตัน คิดเป็นมูลค่า 46 ล้านบาท ต่อมาในปี 2566 มีการนำเข้าถั่วลิสง 97,647 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,092 ล้านบาท และการส่งออกถั่วลิสง 899 ตัน คิดเป็นมูลค่า 33 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566)

การปลูกถั่วลิสงในปัจจุบันปลูกตามความต้องการใช้ผลผลิตของตลาด คือ ใช้ผลผลิตในรูปฝักสด เช่น ถั่วลิสงต้มทั้งฝักสด และการใช้ผลผลิตในรูปฝักแห้ง ซึ่งต้องเลือกพันธุ์ที่ใช้เพาะปลูกให้เหมาะสม คือ พันธุ์ที่ใช้ในรูปฝักสด ถ้าเป็นถั่วลิสงต้มสดทั้งฝักนิยมใช้พันธุ์ที่มีเมล็ด 3-5 เมล็ดต่อฝัก เช่น สุโขทัย 38 และกาฬสินธุ์ 1 ซึ่งสองพันธุ์นี้มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงปลูกในแถบจังหวัดลพบุรี สระบุรี นครนายก และลำปาง อย่างไรก็ตามพันธุ์ถั่วลิสงต้มสดทั้งฝักมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีอ่อนยังนิยมปลูกในบางแหล่ง เช่น จังหวัดขอนแก่น และอุตรดิตถ์ เป็นต้น ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองส่วนพันธุ์ที่ทางราชการรับรองและสามารถทำเป็นถั่วต้มได้ เช่น พันธุ์ขอนแก่น 60-2 และขอนแก่น 4 สำหรับถั่วลิสงต้มอบแห้งนิยมใช้ทั้งพันธุ์ไทนาน 9 และพันธุ์อื่น ๆ ขึ้นอยู่กับโรงงานแปรรูปนั้น ๆ การเลือกพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อใช้เพาะปลูกนั้นควรพิจารณาเลือกปลูกพันธุ์ตามความต้องการของตลาด โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่ปลูกด้วย เช่น ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำควรเลือกปลูกพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดป่านกลางในสภาพที่มีฝนช่วงสั้นและค่อนข้างแล้งควรเลือกพันธุ์ที่มีอายุสั้น เช่น ถั่วลิสงต้มสดทั้งฝัก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557)

ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 เป็นถั่วลิสงที่ปลูกอยู่ในประเทศเวียดนาม และในปี พ.ศ. 2510 ได้มีการนำเข้ามาในประเทศไต้หวัน โดยทำการเปลี่ยนชื่อเป็นพันธุ์ไทนาน 9 และในปี พ.ศ. 2515 มีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมาในประเทศไทย จากนั้นกองพืชไร่จึงได้มีการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มาศึกษาในแปลงปลูกเพื่อเปรียบเทียบพันธุ์ตั้งแต่ฤดูแล้ง พ.ศ. 2515 ถึงฤดูฝน พ.ศ.2518

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วทำการคัดเลือกแบบ pure line selection ได้ต้นที่ดีและให้ผลผลิตสูงกว่าถั่วลิสงพันธุ์ที่มีอยู่เดิม ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีลักษณะประจำพันธุ์ คือ มีลักษณะทรงต้นเป็นพุ่มตรง อายุวันเก็บเกี่ยวประมาณ 95 - 105 วัน ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เส้นลายฝักมีลักษณะเรียบ มีเมล็ดจำนวน 2 เมล็ดต่อฝัก เยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ดหนัก 42.40 กรัม ให้ผลผลิตฝักแห้ง 260 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับใช้ในรูปถั่วกะเทาะเปลือก (ถั่วเมล็ด) (กรมวิชาการเกษตร, 2563)

## 2.2 คุณภาพและการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงสามารถแบ่งออกได้เป็นสองประการ คือ คุณภาพการนำไปใช้เพื่อบริโภคหรือใช้ในอุตสาหกรรม เช่น การรับประทาน หรือทำเป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง และคุณภาพสำหรับการใช้เพื่อขยายพันธุ์ ซึ่งเรียกว่าคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (seed quality) คุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีปัจจัยหลายประการที่เป็นตัวบ่งชี้หรือกำหนดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เช่น ปัจจัยด้านพันธุกรรม อายุของเมล็ดพันธุ์หรือฝัก (maturity) ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (seed moisture) และขนาดของเมล็ดพันธุ์ (seed size) (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529)

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ หมายถึง การที่เมล็ดพันธุ์สูญเสียศักยภาพหรือความแข็งแรง อันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงในทางไม่ดีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเมล็ดจนกระทั่งเมล็ดพันธุ์ตายไปในที่สุด ความสามารถในการเก็บรักษาและอัตราเร็วในการเสื่อมคุณภาพเป็นลักษณะเฉพาะตัวของเมล็ดพันธุ์พืชแต่ละชนิดเช่นเดียวกัน ความสูง ความทนทาน ความไวแสง และลักษณะอื่น ๆ ของพืช โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์พืชประเภทแป้ง เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวและสาลี จะเสื่อมคุณภาพช้าหรือเก็บรักษาได้ง่ายกว่าเมล็ดพันธุ์พืชน้ำมัน เช่น ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เป็นต้น ตัวอย่างงานวิจัย เช่น Selvaraj and Ramaswamy (1978) ศึกษาผลของวัสดุบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพเมล็ดฝ้ายพันธุ์ MCU-7 โดยนำมาเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ polythene เป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าสามารถคงความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าได้ดี เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงผ้า และ Bhattacharya and Raha (2002) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำมาเก็บรักษาภายใต้ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 14.0 และ 9.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่ามีการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าทั้งในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลือง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังจาก 10 และ 12 เดือน เท่ากับ 0 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้เมล็ดพืชชนิดเดียวกันแต่คนละพันธุ์อาจมีอัตราการเสื่อมไม่เหมือนกัน เช่น เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 และ สจ.5 สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เชียงใหม่ 60 ดังนั้นเมล็ดต่างชนิดหรือต่างพันธุ์กันจะมีความเร็วในการเสื่อมคุณภาพไม่เท่ากันเพราะมีพันธุกรรมต่างกัน จากการทดลองของ Branimir *et al*. (2007) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำมันในเมล็ดที่มีจีโนไทป์แตกต่างกันของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง และทานตะวัน ตั้งแต่ปี 2545 ถึง 2549 ในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน คือ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ร่วมกับความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ร่วมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าอายุการเก็บรักษามีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำมัน โดยที่สภาพการเก็บรักษาอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ร่วมกับความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำมันลดลงในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 0.82 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเหลือง 2.19 เปอร์เซ็นต์ และในทานตะวัน 8.53 เปอร์เซ็นต์ และที่สภาพการเก็บรักษาอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ร่วมกับความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำมันลดลงในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 0.55 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเหลือง 1.30 เปอร์เซ็นต์ และดอกทานตะวัน 1.75 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์เดียวกันแต่คนละล็อตอาจจะมีความเร็วในการเสื่อมไม่เท่ากัน เพราะล็อตหนึ่งอาจยังไม่มีการเสื่อมแต่อีกล็อตหนึ่งอาจจะเสื่อมอยู่ก่อนแล้ว เมื่อเก็บรักษาไว้ต่อไปล็อตที่เสื่อมอยู่ก่อนแล้วก็จะเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าอีกล็อตหนึ่ง การที่เมล็ดพันธุ์ทั้งสองล็อตมีความเสื่อมต่างกันตั้งแต่ก่อนการเก็บรักษาก็อาจเป็นเพราะหลาย ๆ สาเหตุด้วยกัน เช่น ปลูกต่างที่กัน เก็บเกี่ยวต่างเวลากัน ใช้วิธีนวดต่างกัน และล็อตหนึ่งอาจถูกฝนก่อนเก็บเกี่ยวแต่อีกล็อตหนึ่งไม่ถูกฝน เป็นต้น เมล็ดพันธุ์แต่ละเมล็ดในล็อตหรือถุงเดียวกันไม่ได้มีความเหมือนกันในทุกเมล็ด แต่มีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ประการรวมทั้งระดับความเสื่อมและอัตราเร็วในการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์ ทำนองเดียวกับความแตกต่างที่มีอยู่ในประชากรพืชในรุ่นเดียวกัน สาเหตุที่เมล็ดแต่ละเมล็ดมีความเสื่อมไม่เท่ากันอาจเป็นเพราะถูกเก็บเกี่ยวมาเมื่อสุกแก่ไม่เท่ากัน บางเมล็ดอาจจะถูกความร้อน บางเมล็ดอาจจะถูกเหยียบหรือทับ บางเมล็ดอาจถูกแมลงกัดกิน หรือเชื้อราเข้าทำลาย เมื่อสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์ทุกเมล็ดเหมือนกันทั้งหมด แต่เกิดขึ้นมากหรือน้อยก็ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแตกต่างกันในระดับความเสื่อมสภาพที่เกิดขึ้นและอัตราเร็วที่จะเสื่อมสภาพ โดยอัตราเร็วในการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้คือ ปัจจัยภายในเมล็ดพันธุ์ เช่น ชนิด พันธุ์ องค์ประกอบทางเคมี และโครงสร้างต่าง ๆ ซึ่งเป็นเรื่องของพันธุกรรมและประวัติความเป็นมา เช่น การถูกกระทบกระเทือนในการเก็บเกี่ยวนวด ตาก และขนส่งซึ่งเป็นความรุนแรงของความเสื่อมที่เกิดขึ้นอยู่ก่อนแล้วระดับความลึกหรือความหนักแน่นของการพักตัว และปัจจัยภายนอก เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดสำหรับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่ว่าจะเป็นปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในเมล็ดพันธุ์โดยตรง หรือความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจะมีการหายใจเกิดการเผาพลาญอาหารในอัตราสูง ความร้อน และความชื้นเพิ่มขึ้น ความร้อนที่สะสมมากขึ้นจะทำให้เมล็ดพันธุ์ยิ่งเสื่อมคุณภาพเร็ว นอกจากจะเป็นอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์โดยตรงแล้วยังช่วยให้เชื่อราและแมลงเจริญเติบโตเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ได้

ความชื้นมีความสำคัญต่อเมล็ดพันธุ์ คือ ทุก ๆ 1 เปอร์เซ็นต์ ที่ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ลดลงอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์นั้นจะนานขึ้น และอุณหภูมิของอากาศรอบ ๆ เมล็ดพันธุ์อุณหภูมิในโรงเก็บที่ลดลงทุก ๆ 10 องศาฟาเรนไฮต์ อายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน

เมล็ดพันธุ์ดีเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการพิจารณาก่อนการปลูกพืชทุกครั้งเพราะเมล็ดพันธุ์ดีย่อมให้ผลผลิตดีเช่นเดียวกัน เมล็ดพันธุ์ดี คือ เมล็ดที่มีความงอกและความบริสุทธิ์สูงมีลักษณะตรงตามพันธุ์ ขนาดของเมล็ดสม่ำเสมอไม่มีพืชอื่นหรือเมล็ดวัชพืชปะปน ไม่ถูกโรคแมลงเข้าทำลาย และมีความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเมล็ดที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาสำหรับการปลูกในฤดูต่อไป การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพราะสามารถบอกได้ว่าเมล็ดพันธุ์นั้นมีคุณภาพอย่างไร เหมาะที่จะใช้ทำพันธุ์หรือไม่ โดยนำผลการตรวจสอบด้านต่าง ๆ มาใช้ในการกำหนดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เช่น ความชื้น สิ่งเจือปน ขนาดของเมล็ด โรค แมลง และอื่น ๆ เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถูกต้อง และมีมาตรฐานเดียวกันสมาคมตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ระหว่างประเทศ (International Seed Testing Association มีอักษรย่อว่า ISTA) จึงได้กำหนดวิธีการตรวจสอบเมล็ดพันธ์ขึ้น (ณัฐหทัย เอพาณิช, 2547)

**2.2.1 ความชื้น**

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเมล็ดเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะการนวด ตาก ทำความสะอาด และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในขณะที่ทำการเก็บเกี่ยวจะมีความชื้นสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องลดความชื้นลงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยก่อนทำการเก็บรักษา โดยที่ยังสามารถคงความงอกสูงในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้เพราะเมล็ดเป็นสิ่งที่มีชีวิตเมื่อมีการหายใจย่อมเกิดความร้อนและน้ำ หากปริมาณความร้อนสูงจะทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะต่อการเข้าทำลายของแมลงและเชื้อรา ทำให้เมล็ดตายไปในที่สุด จากการทดลองของ Patra *et al*. (2000) ได้ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ ถุงปุ๋ย และถุงพลาสติก พบว่าถุงปุ๋ยมีการสูญเสียความมีชีวิตตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นและกลายเป็น 0 หลังจากการเก็บรักษานาน 9 เดือน เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกมีการซึมผ่านของความชื้นได้ต่ำ และ Masum *et al*. (2010) พบว่าบรรจุภัณฑ์กระป๋องและ polythene มีความสามารถในการซึมผ่านของความชื้นได้น้อย เมื่อเทียบกับถุงกระสอบผ้า โดยบรรจุภัณฑ์กระป๋องยังคงคุณภาพเมล็ดสูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ดังนั้นการทดสอบความชื้นของเมล็ดเป็นขั้นตอนหนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ความชื้นหรือน้ำที่มีอยู่ภายในเมล็ดพันธุ์มี 2 ชนิด ชนิดที่หนึ่งเรียกว่า free water เป็นน้ำที่อยู่ในระหว่างเซลล์สามารถระเหยหรือดูดซึมเข้าไปในเมล็ดได้ง่าย และน้ำชนิดที่สอง คือ bound water เป็นน้ำที่เกาะยึดอย่างเหนียวแน่นภายในเซลล์ และยากที่จะดึงออกมาได้โดยไม่ทำให้เกิดกระบวนการ oxidation จนโครงสร้างภายในเซลล์เปลี่ยนแปลงไปหรือเกิดการระเหยของสารระเหย เช่น น้ำมัน การทศสอบความชื้นจึงเป็นการตรวจวัดเพื่อหาปริมาณน้ำเฉพาะส่วนที่เป็น free water เท่านั้น (ณัฐหทัย เอพาณิช, 2547)

**2.2.2 ความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้า**

การตรวจสอบความงอกนับว่าเป็นการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการงอกของกองเมล็ดพันธุ์ (seed lot) ที่ทำการตรวจสอบว่าจะงอกได้มากน้อยเพียงใดเมื่อนำไปปลูกในสภาพไร่ และใช้ผลการตรวจสอบนี้เป็นตัวชี้วัดความแตกต่างของคุณภาพเมล็ดพันธุ์แต่ละกอง การงอกของเมล็ดพันธุ์ (germination) หมายถึง การที่ต้นกล้างอกออกจากเมล็ดจนถึงระยะที่มีองค์ประกอบที่สำคัญต่าง ๆ ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนไม่ว่าต้นอ่อนนั้นจะพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเจริญเติบโตเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในดินได้หรือไม่ (ณัฐหทัย เอพาณิช, 2547) ตัวอย่างงานวิจัย เช่น Fonesca *et al*. (1980) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วที่เก็บรักษาไว้ภายใต้สภาพอากาศแวดล้อมที่อุณหภูมิ 16-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 30 เปอร์เซ็นต์ มีการเสื่อมสภาพในอัตราที่เร็วขึ้นส่งผลให้ความงอกและดัชนีความแข็งแรงของต้นอ่อนลดลง เมื่อเทียบกับเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมเป็นเวลา 27 เดือน ในขณะที่ Garica and Agvilar (1985) ทำการศึกษาเมล็ดพันธุ์แครอทที่มีความชื้นเริ่มต้น 8 เปอร์เซ็นต์ นำมาเก็บรักษาไว้ในระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน คือ 60, 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมล็ดพันธุ์แครอทมีความงอกเท่ากับ 18-31, 36-42 และ 0 ตามลำดับ หลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน และ Morena *et al*. (1994) พบว่า เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ถั่วมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 6 เดือน เมล็ดพันธุ์ถั่วมีความงอกสูงถึง 74-98 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ถั่วมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ร่วมกับความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความงอก 10-68 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษาได้เพียง 2 เดือน

**2.2.3 ความยาวของต้นกล้าและน้ำหนักแห้ง**

การวัดความยาวต้นกล้าและน้ำหนักแห้งเป็นการวัดความสามารถในการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ชีวเคมี และอาหารที่สะสมไว้ในส่วนของ endosperm ภายในเมล็ดตัวอย่างงานวิจัย เช่น Narayanaswamy (1993) ทำการศึกษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาเป็นเวลา 16 เดือน ในบรรจุภัณฑ์ถุงผ้า พบว่ามีความยาวของ hypocotyls ต่ำอย่างมีนัยสำคัญ และมีความผันผวนของความชื้นมากเมื่อเทียบกับฝักที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ Polythene 700 เกจ และ Asha (2012) ได้รายงานว่าความยาวต้นและรากของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากบรรจุภัณฑ์ เมื่อเก็บรักษาเมล็ดไว้ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ ถุงพลาสติก และถุงผ้า เป็นระยะเวลา 14 เดือน พบว่าความยาวต้นและรากสูงอย่างมีนัยสำคัญอยู่ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ 15.95 และ 18.94 เซนติเมตร ตามด้วยถุงพลาสติก 15.10 และ 18.57 เซนติเมตร และต่ำที่สุดในถุงผ้า 14.24 และ 17.65 เซนติเมตร ตามลำดับ

**2.2.4 การนำไฟฟ้า**

การวัดความแข็งแรงในปัจจุบันมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด แตกต่างกันในบางครั้งการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ชนิดหนึ่งอาจจำเป็นต้องใช้วิธีการทดสอบหลายอย่างร่วมกัน (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529) จึงจะสามารถบอกผลความแข็งแรงได้ และแน่นอนกว่าการใช้วิธีการเพียงวิธีเดียว EC-Test หรือ electical conductivity test เป็นวิธีหนึ่งในหลายวิธีที่ใช้ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยอาศัยหลักการว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำ คือ เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพเมล็ดจะสูญเสียสภาพการกักเก็บสารต่าง ๆ เนื่องจากเซลล์เมมเบรนเสื่อมสภาพ ซึ่งสารที่เมล็ดปลดปล่อยออกมานี้สามารถวัดได้โดยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) ดังนั้นหากเมล็ดพันธุ์กองใด หรือตัวอย่างใดมีค่าการนำไฟฟ้าสูงย่อมแสดงว่าเมล็ดพันธุ์กองนั้น หรือตัวอย่างนั้นมีความแข็งแรงต่ำ Narayanaswamy (1993) ทำการศึกษาถั่วลิสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ JL-24 และ TMV-2 โดยนำมาเก็บรักษาเป็นเวลา 16 เดือน พบว่าฝักที่นำมาการเก็บรักษาไว้ในถุงผ้ามีความสามารถในการเก็บรักษาน้อย เมื่อเทียบกับฝักที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ polythene 700 เกจ โดยถุงผ้ามีค่าการนำไฟฟ้าได้สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

**2.2.5 อะฟลาทอกซิน**

อะฟลาทอกซินเป็นสารพิษจากเชื้อราหลายชนิด แต่ชนิดที่มีความสำคัญคือ *Aspergillus flavus* และ *A. Parasiticus* ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินแม้ว่าจะไม่มีหลักฐานที่สามารถยืนยันว่าอะฟลาทอกซินสามารถก่อให้เกิดมะเร็งตับกับมนุษย์ได้โดยตรง แต่จากผลการศึกษาในสัตว์ชี้ชัดว่าอะฟลาทอกซินสามารถก่อมะเร็งกับสัตว์ได้ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ร่วมกับองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ออกประกาศในปี 2540 ระบุให้อะฟลาทอกซินเป็นสารก่อมะเร็งในตับชนิดร้ายแรง และกำหนดให้มีการควบคุมระดับการปนเปื้อนในอาหารสำหรับประเทศไทย การควบคุมการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงดิบ ปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนด แต่มีการบังคับใช้ข้อกำหนดจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาที่กำหนดให้มีอะฟลาทอกซินรวมในอาหารทั่วไปได้ไม่เกิน 20 พีพีบี เชื้อ *A. flavus* และ *A. parasilicus* เข้าทำลายและสร้างอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงได้โดยเริ่มจากเชื้อที่อยู่ในดินแฝงตัวเข้าไปอยู่บนผิวเปลือกฝัก ในสภาพปกติเชื้อทั้งสองชนิดจะไม่สามารถเข้าไปภายในฝักได้ เนื่องจากแบคทีเรียและเชื้อราชนิดอื่นที่อยู่บนผิวฝักเจริญเติบโตได้ดีกว่าจึงแย่งอาหารและพื้นที่ไปใช้และถั่วลิสงยังมีความต้านทานตามธรรมชาติในการป้องกันตัวเอง ซึ่งถั่วลิสงที่กระทบแล้งจะมีความสามารถ ในการป้องกันตัวเองลดลง ทำให้เชื้อราทั้งสองชนิดเจริญผ่านเปลือกฝักเข้าสู่เมล็ดได้ง่ายขึ้นและหากเปลือกฝักเกิดแผลจากการเข้าทำลายของศัตรูพืชหรือจากเครื่องมือทางการเกษตร เชื้อที่เข้าสู่เมล็ดอาจหยุดการเจริญและจะยังไม่สร้างอะฟลาทอกซิน หากความชื้นของเมล็ดยังสูงกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ (Dickens and Pattee, 1966; McDonald and Harkness, 1967) กรณีที่ต้องนำถั่วลิสงไปใช้ในรูปของถั่วเมล็ดแห้งจำเป็นต้องมีวิธีการลดความชื้นของเมล็ดให้ต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ จึงปลอดภัยจากการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซิน เนื่องจากช่วงความชื้น 12-30 เปอร์เซ็นต์ เหมาะต่อการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซิน (โสภณ วงศ์แก้ว และสนั่นจอกลอย, 2554)

**2.2.6 กรดไขมันอิสระ**

ถั่วลิสงเป็นแหล่งน้ำมันและโปรตีนสำหรับบริโภคที่สำคัญทั่วโลก ในน้ำมันถั่วลิสงมีไขมันที่สำคัญคือ กรดโอเลอิกและกรดลิโนเลอิกเป็นส่วนใหญ่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันทั้งหมด โดยมีปริมาณกรดโอเลอิก 35.7-82.2 เปอร์เซ็นต์ และกรดลิโนเลอิก 2.9-40.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Andersen *et al*., 1998; Jonnala *et al*., 2005) การเกิดปฏิกิริยา autoxidation และกลิ่นหืนสาเหตุหลักมาจากกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวทำให้ปริมาณกรดลิโนเลนิค และกรดลิโนเลอิคลดลง แต่มีปริมาณกรดโอเลอิคเพิ่มขึ้น ไขมันในเมล็ดพืชมีอยู่ 2 ประเภท คือ ไขมันสะสม (storage lipid) กับไขมันที่เป็นส่วนประกอบโครงสร้าง (functional lipid) เมล็ดพืชส่วนใหญ่จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

phospholipids เป็นองค์ประกอบหลังของโครงสร้างผนังเมมเบรน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2541) โดยทั่วไปแล้ว phospholipid มีองค์ประกอบเป็น unsaturated fatty acid หรือ polyunsaturated fatty acid ตัวอย่างเช่น oleic และ linoleic acids ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ไวต่อความเสียหาย โดย phospholipid จะสูญเสียไปจากเมมเบรนก่อนและเร็วกว่าโปรตีน โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วที่มีความชื้นสัมพันธ์สูง และการสัมผัสกับความร้อนชื้นของอากาศโดยตรง การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ของ phospholipid สาเหตุอาจเกิดมาจาก lipid peroxidation ซึ่งเกิดจาก autoxidation จะได้ free radical ชักนำให้เกิด lipid peroxidation ทำให้เกิดความเสียหายแก่เซลล์ เช่น mitochondria เสียหาย enzyme ทำงานผิดปกติ และสารพันธุกรรมเสียหาย เป็นต้น (Coolbear, 1995; McDonald, 1999; Beck, 2010) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในสภาพการเก็บรักษาและความชื้นของเมล็ดจะทำให้เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์กับการลดลงของความงอกของเมล็ด (Priestley, 1986) จากการศึกษาของ Nakayama *et al.* (1980) ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบไขมันของเมล็ดถั่วเหลืองและน้ำมันระหว่างการเก็บรักษา พบว่าการเก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์ ไว้ในที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน เมล็ดพันธุ์มีการสูญเสียน้ำมันไป 15 เปอร์เซ็นต์ และสูญเสีย phospholipids ไป 45 เปอร์เซ็นต์ และ Groot *et al*. (2022) พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระได้เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 87 วัน โดยพบปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันบางส่วนที่ระดับ water activity ($a_w$) 0.46 ถึง 0.70 มีปริมาณกรดไขมันอิสระประมาณ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณกรดไขมันอิสระเริ่มต้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถั่วลิสงที่เก็บรักษาในสภาวะที่มีอากาศ ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นสูงเกือบ 10 เท่า เมื่อระดับ water activity สูงกว่า 0.73

**2.2.7 ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์**

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในระยะเริ่มต้นจะเกิดการสูญเสีย phospholipid จากใบเลี้ยงมีความสัมพันธ์กับการลดลงของเปอร์เซ็นต์การติดสีที่ใบเลี้ยงของสารละลาย tetrazolium โดยเกิดขึ้นก่อนที่จะมีการลดลงของความมีชีวิตใน embryo ในเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมีทั้งเกิดขึ้นก่อนการลดลงของความมีชีวิตหรือความงอก หรือเกิดขึ้นไปพร้อมกับการลดลงของความงอก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพืชและสภาพการทดลอง และความเสียหายของ chromosome ที่นำไปสู่การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพที่มีความชื้นและอุณหภูมิสูง จะทำให้ chromosome ได้รับความเสียหายอย่างมาก และเกิดขึ้นเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ความชื้นหรือมีอุณหภูมิต่ำและมีความสัมพันธ์กับความมีชีวิตของเมล็ดอีกด้วย โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงจะสูญเสียความมีชีวิตหรือความงอกเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำหรือเก็บรักษาไว้ที่สภาพอุณหภูมิต่ำ (Priestley, 1986; Coolbear, 1995) Marthandan and Jerlin (2017) ทำการศึกษาประสิทธิภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวภายใต้สภาพที่แตกต่างกัน พบว่าสภาพการเก็บรักษาห้องเย็นสามารถรักษากิจกรรมเอมไซม์ในเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ยังไม่แห้ง และเมล็ดแห้งได้ดีกว่าการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาพไม่ควบคุม โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ยังไม่แห้งและเมล็ดแห้งมีกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase มีค่า OD เท่ากับ 0.174, 0.773 และ alpha-amylase มีค่าเท่ากับ 1.38, 1.43 mg maltose $min^{-1}$ ตามลำดับ และภายใต้สภาพการเก็บรักษาแบบไม่ควบคุมมีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ในเมล็ดที่ยังไม่แห้งและเมล็ดแห้ง catalase มีค่าเท่ากับ 4.228, 4.210 µg $H_2O_2$ $mg^{-1}$ $min^{-1}$ และ peroxidase activity 2.27, 2.12 m moltetraguaicol $g^{-1}$ แต่มีกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ลดลงมีค่า OD เท่ากับ 0.1677 และ 0.163 ตามลำดับ และ Vasudevan *et al*. (2014) ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงร่วมกับการดัดแปลงบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ พบว่าบรรจุภัณฑ์ polyethylene 700 เกจ ร่วมกับ 60 เปอร์เซ็นต์ $N_2$, 40 เปอร์เซ็นต์ $CO_2$, 0 เปอร์เซ็นต์ $O_2$ สามารถรักษาคุณภาพได้ดีที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 10 เดือน โดยมีความงอกได้ 60 เปอร์เซ็นต์ ความยาวราก 5.23 เซนติเมตร ความยาวหน่อ 4.29 เซนติเมตร ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า 522 กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase มีค่า OD เท่ากับ 0.103 และมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ 1.127 $dSm^{-1}$ เมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ polyethylene 400 เกจ

การตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีทางชีวเคมีเป็นวิธีการหนึ่งที่รวดเร็วกว่าการทดสอบความงอกที่ระบุไว้ในกฎสากลในการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ของสมาคมผู้ตรวจสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (ISTA) และกฎสำหรับการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ของสมาคมผู้ตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ (AOSA) และวิธีที่นิยมใช้ตรวจสอบความมีชีวิตในปัจจุบันนี้คือวิธีเตตราโซเลียม (tetrazolium test) สามารถตรวจสอบและทราบผลได้ภายใน 24 ชั่วโมง นอกจากใช้ตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์แล้ว ยังสามารถใช้วินิจฉัยถึงสาเหตุของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้อีกด้วย โดยอาศัยหลักการพื้นฐานทางชีวเคมีจากปฏิกิริยาของเอมไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase) ซึ่งมีอยู่ในเซลล์ที่มีชีวิตของเมล็ดพันธุ์และเกี่ยวข้องกับการหายใจในระดับเซลล์ (respiration) (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529)

## 2.3 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงสามารถเก็บรักษาได้ทั้งแบบมีเปลือกหรือไม่มีเปลือก โดยปกติเกษตรกรมักเก็บรักษาเมล็ดในรูปฝักแห้งจะเก็บรักษาได้นานกว่าเมล็ดที่กะเทาะเปลือกแล้ว ซึ่งการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ทั้งฝัก ทำให้เปลืองเนื้อที่ในโรงเก็บ และมีค่าใช้จ่ายสูง แต่หากเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ผ่านการกะเทาะเปลือกแล้วจะใช้เนื้อที่เพียง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ของการเก็บรักษา (จวงจันทร์ ดวงพัตรา, 2531) อีกทั้งยังสะดวกต่อการใช้งาน การประหยัดพื้นที่จัดเก็บ ลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อโรค และสามารถสังเกตเห็นสภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงได้ง่ายขึ้น เช่น การเกิดรา ขนาดเมล็ดพันธุ์ และสี ซึ่งการเก็บรักษาถั่วลิสงที่กะเทาะเปลือกควรเก็บไว้ในสภาพที่เหมาะสมเพื่อรักษาความงอกและความมีชีวิตให้ยาวนาน โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องหลายประการ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) ประการแรกปัจจัยภายใน คือ ชนิดของเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดแต่ละชนิดมีอายุการเก็บรักษาแตกต่างกันไปตามพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดพันธุ์ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน เป็นต้น

(2) ประการที่สองปัจจัยภายนอก คือ การจัดการในแปลงปลูก หากเกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมหรือได้รับสารอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต เมล็ดอาจมีการพัฒนาไม่สมบูรณ์ซึ่งส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาในที่สุด ส่วนอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ของในระหว่างการเก็บรักษาจำเป็นต้องมีความชื้นต่ำ เนื่องจากเมล็ดที่มีความชื้นสูงจะมีกระบวนการเมตาโบลิซึมสูง นอกจากนี้โรคและแมลงจะเข้าทำลายได้ง่าย ทำให้เสื่อมคุณภาพได้อย่างรวดเร็วเก็บไว้ไม่ได้นาน และเมล็ดพันธุ์ยังมีคุณสมบัติที่เรียกว่าไฮโกรสโคปิก (hygroscopic) คือสามารถรับหรือถ่ายเทความชื้นของตัวเองให้สมดุลกับบรรยากาศภายนอกเมล็ด ซึ่งเป็นจุดที่เมล็ดมีความชื้นคงที่ นอกจากนี้การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว และสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมไม่เป็นอันตรายต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษา สามารถช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ทางหนึ่ง ซึ่งเริ่มตั้งแต่ การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์เมื่อถึงเวลา กะเทาะด้วยความระมัดระวัง การลดความชื้น การทำความสะอาด และนำมาบรรจุภาชนะ เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564)

## 2.4 สภาพการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

การเก็บรักษา หมายถึง การทำให้มีการสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ในขณะการเก็บรักษาน้อยที่สุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ โดยทั่วไปควรเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพหรือโรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิต่ำสภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์โดยทั่ว ๆ ไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 สภาพ ได้แก่

(1) การเก็บในสภาพปกติ หมายถึง การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในโรงเก็บปกติโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เป็นวิธีที่นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่เพราะมีการลงทุนน้อยและเสียค่าใช้จ่ายต่ำ แต่มีโอกาสที่จะเกิดการสูญเสียผลผลิตขณะการเก็บรักษาสูง

(2) การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวเพื่อช่วยในการชะลอการสูญเสียทั้งด้านปริมาณ และคุณภาพเนื่องจากการเข้าทำลายของแมลง และการหายใจของเมล็ดน้อยลง

(3) การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ได้แก่ การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในภาชนะเก็บที่มิดชิดสามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกของอากาศได้ เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในปี๊บสังกะสี หรือ บรรจุภัณฑ์ polyethylene เป็นต้น การเก็บรักษาในสภาพปิดเช่นนี้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์จะเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะที่เก็บ ถ้าความชื้นของเมล็ดต่ำความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะต่ำเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายได้น้อย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของเมล็ดพันธุ์สูงความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะสูง ทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดความเสียหายได้มาก ดังนั้น การเก็บรักษาเมล็ดด้วยวิธีนี้เมล็ดพันธุ์ควรมีความชื้นก่อนเก็บต่ำทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปความชื้นไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลดีและมีค่าใช้จ่ายต่ำ

(4) การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสามารถป้องกันรวมทั้งลดความเสียหายของเมล็ดได้ดี การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้คงคุณภาพดีได้เป็นเวลานานต้องมีการลงทุน และเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง (กรมการข้าว, 2564)

โรงเก็บเมล็ดพันธุ์จะต้องมีคุณลักษณะที่แตกต่างและพิเศษกว่าโรงเก็บสินค้าทั่ว ๆ ไปด้วยเหตุที่ว่าเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งมีชีวิตและจะต้องคงความมีชีวิตนี้ไว้ด้วยโรงเก็บจึงต้องมีสภาพที่เหมาะสม แข็งแรง และสามารถป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่จะมากระทบเป็นเหตุให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ โดยหลักการทั่ว ๆ ไปสภาพของโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ พื้นที่จัดเก็บควรราบเรียบ สม่ำเสมอ แข็งแรง สามารถรับน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ที่กดทับได้ และป้องกันน้ำได้ไม่ว่าจะเป็นการสาดของน้ำฝนจากภายนอก หรือการซึมผ่านของ น้ำใต้ดิน การระบายอากาศที่ดีทำให้เกิดการหมุนเวียนถ่ายเทภายในโรงเก็บเป็นการช่วยลดความเสี่ยงการเกิดความร้อนและความชื้นสะสมภายในกองเมล็ดพันธุ์ ป้องกันศัตรูได้โดยเฉพาะนก หนู และแมลง ที่เข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นอย่างมาก โรงเก็บจึงควรสร้างอย่างแข็งแรง มิดชิด ปราศจากร่อง และซอกตามผนังอาคารอันทำให้ศัตรูต่าง ๆ นั้นเข้ามาหรืออาศัยเป็นแหล่งหลบซ่อนได้ง่าย และความสะอาดของโรงเก็บเป็นสิ่งที่ต้องดูแลอยู่เป็นประจำซึ่งช่วยลดอัตราการระบาดของศัตรูได้

## 2.5 ชนิดของบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์สำหรับเมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ในปัจจุบันนิยมเลือกใช้ภาชนะ 5 ประเภท ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ได้แก่

(1) ถุงพลาสติกสานเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการเดินเรือ การขนส่งบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและการเกษตร และบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร แต่ไม่สามารถไม่ป้องกันความชื้นได้ เป็นต้น

(2) ถุงพลาสติกในปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้ในการบรรจุหรือหีบห่อในรูปแบบต่าง ๆ มีแนวโน้มการใช้เพิ่มขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติข้อดีของบรรจุภัณฑ์พลาสติก เช่น น้ำหนักเบา ไม่นำความร้อน ราคาไม่สูง ป้องกันการซึมของอากาศและน้ำได้ดี ทนต่อความร้อนหรือเย็น แต่ยากต่อการทำลายก่อให้เกิดปัญหาด้านขยะ เป็นต้น

(3) กระป๋องเป็นบรรจุภัณฑ์ซึ่งคุณสมบัติน้ำหนักเบา พกพาง่าย แข็งแรง ปิดสนิทสามารถป้องกันน้ำและความชื้นได้ นอกจากนี้กระป๋องอลูมิเนียมยังมีคุณสมบัติที่รีไซเคิลได้ง่าย และมีราคาค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ซองอลูมินั่มฟอยด์ (aluminum foil) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการบรรจุเพื่อถนอมอาหารที่อยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ได้ยาวนานกว่าเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดอื่น ๆ เช่น การป้องกันแสงแดด กลิ่น การซึมผ่านของความชื้นและก๊าซ แต่มีราคาค่อนข้างสูง

(5) ขวดโหลแก้วหรือขวดโหลพลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติใส แข็งแรง คงรูป ทนต่อความดันภายใน อุณหภูมิ ไอน้ำและก๊าซได้ดี จึงเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสำหรับใช้เก็บธัญพืช ขนมขบเคี้ยว ผลไม้ทอดกรอบ หรือการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรดหรือมีเกลือเป็นส่วนประกอบในปริมาณสูง แต่ขวดโหลปิดสนิทมีราคาค่อนข้างสูงโดยเฉพาะขวดโหลแก้ว

จากการศึกษาของ ภารดี แซ่อึ้ง และ พชรพล พยัคฆ์ (2565) ชนิดภาชนะบรรจุมีผลต่อความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยการเก็บในภาชนะบรรจุแบบถุงพลาสติกสานมีค่าความชื้นสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับภาชนะบรรจุแบบถุงอลูมิเนียมฟอยด์ และถุงพลาสติกสาน มีค่าความชื้นต่ำที่สุด

## 2.6 บรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา

สำหรับการเก็บรักษาในปัจจุบันสามารถเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เสริมกับสภาพการเก็บรักษาหรือโรงเก็บเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทำให้อายุในการเก็บรักษานานขึ้น ตัวอย่างงานวิจัย เช่น Pandey *et al*. (1987) ได้รายงานว่าเมื่อนำเมล็ดพันธุ์หัวหอมมาเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ถุงผ้าและ polythene 750 เกจ ที่อุณหภูมิห้องสามารถคงความงอกตามมาตรฐานการรับรองเมล็ดพันธุ์ขั้นต่ำ 70 เปอร์เซ็นต์ ได้นานถึง 9 และ 24 เดือน ตามลำดับ และ Rajendraprasad *et al*. (1998) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการงอกของเมล็ด และปริมาณความชื้นในเมล็ดถั่วลิสงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ถุงปอและถุงผ้า สามารถคงความงอกตามมาตรฐานการรับรองเมล็ดพันธุ์ขั้นต่ำ 70 เปอร์เซ็นต์ ได้เป็นเวลา 3 เดือน ในขณะที่บรรจุภัณฑ์ polythene 700 เกจ สามารถเก็บรักษาความงอกได้นานถึง 15 เดือน และประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ ป้องกันความชื้น คือ ไอของความชื้นจะไม่สามารถผ่านได้เลย เช่น กระป๋องดีบุก อลูมิเนียม ขวดแก้ว พลาสติกแข็ง และถุงพลาสติกความหนา 7 มิลลิเมตร ขึ้นไปซึ่งจะต้องมีการเชื่อมปิดด้วยความร้อนหรือมีปะเก็นปิดเสริมที่ฝาและวัสดุต้านทานความชื้น คือ ไอความชื้นสามารถซึมผ่านได้ในระยะยาว เช่น พลาสติกบาง ถุงพลาสติกสานที่มีเยื่อพลาสติกบุซ้อนภายใน รวมทั้งถุงพลาสติกชนิดหนาที่ใช้การเย็บปิดปากถุง ขวดแก้ว และกระป๋องกดปิดด้านบนซึ่งไม่มีปะเก็นเสริมที่ฝาวัสดุที่อากาศผ่านได้ เช่น ถุงผ้า ถุงกระดาษ และกระสอบพลาสติกสาน เป็นต้น ตัวอย่างการทดลอง เช่น Krishnappa *et al*. (2003) รายงานว่าฝักถั่วลิสงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ polythene สามารถคงความงอกได้สูงกว่ามาตรฐานการรับรองเมล็ดพันธุ์ขั้นต่ำ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 เดือน โดยมีดัชนีความแข็งแรงสูง ในแต่ฝักถั่วลิสงที่เก็บรักษาในถุงผ้านาน 10 เดือน มีดัชนีความแข็งแรงที่ต่ำ Verma *et al*. (2003) พบว่าเมล็ดมัสตาร์ดสามารถรักษาความงอกได้ดีตามมาตรฐานการรับรองที่กำหนด เมื่อเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ laminated ภายใต้สภาพอากาศแวดล้อมเป็นเวลา 10 เดือน เมื่อเทียบกับเมล็ดที่เก็บในถุงกระดาษ และ Singh and Dadlani (2003) ได้ศึกษาผลกระทบของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์ JS-71-05 และ PK-327 พบว่าความงอกของเมล็ดสูงถึง 94 เปอร์เซ็นต์ ในพันธุ์ JS-71-05 ตามด้วย PK-327 ไม่เกิน 14 เดือน สำหรับเมล็ดในบรรจุภัณฑ์ polythene แต่ความงอกของเมล็ดลดลงถึง 3 เปอร์เซ็นต์ และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาในถุงผ้าหลังจาก 8 เดือนของการเก็บรักษา

## 2.7 ระยะเวลาการเก็บรักษา

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ให้คุณภาพคงอยู่หรือลดลงน้อยที่สุดนั้นเป็นเรื่องยาก เนื่องจากเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการหายใจเกิดอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาของการเก็บรักษา ดังนั้นการนำเมล็ดมาเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่ำจึงเหมาะสมต่อการคงสภาพของเมล็ดพันธุ์ไว้ได้นานขึ้น จากการทดลองของ Doijode (1988) ได้ทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วที่มีความชื้นเริ่มต้น 7 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 5 ปี ในบรรจุภัณฑ์ polythene ภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิ 16-3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 25-90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมล็ดมีความงอก 97 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามระยะเวลาของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับชนิดพืชว่าจะมีอายุอยู่ได้นานเพียงใด เช่น พืชบางชนิดมีอายุสั้นมาก (recalcitrant seed) เพียง 2-3 วัน หรือ 2-3 เดือน พืชบางชนิดมีอายุได้ 2-3 ปี ถึง 15 ปี (orthodox seed) และ Doijode (1996) ได้รายงานว่าเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและ กระเจี๊ยบเขียว สามารถคงความมีชีวิตได้นานถึง 4 และ 2 ปี ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาไว้ใน poly bags 700 เกจ ภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 16-35 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับอุณหภูมิต่ำที่ -2 องศาเซลเซียส นอกจากนี้อายุการเก็บรักษายังขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

### 2.7.1 ชนิดของพืช

ชนิดของพืชเป็นข้อแตกต่างในเรื่องพันธุกรรม รูปร่างลักษณะโครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีทำให้เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีช่วงอายุหรือธรรมชาติที่จะเก็บรักษาไว้ได้แตกต่างกันจัดประเภทกว้าง ๆ ได้ เช่น ข้าว ผักกาดหัว และพืชตระกูลแตง จัดเป็นพวกที่สามารถเก็บรักษาได้ดี Raikar *et al*. (2011) รายงานว่าความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดข้าวหอมที่เก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์ polyethylene สามารถคงดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าได้สูงมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ และความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ ตามมาตรฐานการรับรองนานกว่า 20 เดือน เมื่อเทียบกับเมล็ดที่เก็บในถุงผ้า เมื่อเทียบกับเมล็ดที่เก็บในถุงผ้า เมล็ดที่จัดเป็นระดับปานกลาง เช่น ฝ้าย ถั่วเขียว ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี และข้าวโพด ส่วนพืชตระกูลถั่วมีน้ำมันในเมล็ดสูง เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสงโดย Singh and Dadlani (2003) ได้ทำการเก็บรักษาถั่วเหลืองพันธุ์ PK-327 และ JS-71-05 สองสายพันธุ์ไว้ในถุงผ้าและ polythene (700 เกจ) พบว่าการเก็บรักษาเป็นเวลา 14 เดือน ในบรรจุภัณฑ์ polythene มีความงอกสูง 94 และ 84 เปอร์เซ็นต์ ในสายพันธุ์ JS-71-05 และ PK-327 ตามลำดับ ในขณะที่บรรจุภัณฑ์ถุงผ้าเมล็ดมีความงอกลดลงเหลือ 3 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับหลังจากเก็บรักษา 8 เดือน ทั้งนี้พืชผักบางชนิด เช่น หอม จัดเป็นพวกที่รักษาไว้ได้ยาก นอกจากนี้ในพืชชนิดเดียวกันที่มีเมล็ดขนาดใหญ่เล็กต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามสายพันธุ์จะมีอายุในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันด้วย Saxena *et al*. (1987) ทำการเก็บรักษาเมล็ดหอมหัวใหญ่ กะหล่ำปลี หัวไชเท้า กะหล่ำดอก กระเจี๊ยบและถั่วลันเตา ไว้ในบรรจุภัณฑ์ polythene และถุงผ้า ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 เดือน รายงานว่าเมล็ดมีการลดลงของความงอกและดัชนีความแข็งแรงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงผ้าและมีการลดลงน้องที่สุดในบรรจุภัณฑ์ polythene

**2.7.2 ประวัติของเมล็ด**

ประวัติของเมล็ดเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่สามารถบอกได้ว่าเมล็ดก่อนที่จะเก็บรักษานั้นมีสภาพและความเป็นมาอย่างไรอันดับแรก คือ ระดับความงอกและความแข็งแรงเบื้องต้น ซึ่งเป็นผลสะท้อนมาจากการปฏิบัติดูแลในระยะการปลูก การเก็บเกี่ยว จนถึงการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว นอกจากนั้น เช่น เมล็ดแตกร้าวเสียหายเนื่องจากการนวดหรือการปรังปรุงสภาพ มีความเหี่ยวย่นของเปลือกเนื่องมาจากเมล็ดถูกฝน โรค แมลง สิ่งเจือปนวัชพืช มีการคลุกสารเคมีในปริมาณสูง มีสีสันหม่นหมองเนื่องจากอายุ และอาจรวมไปถึงชนิดของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพในการเก็บรักษาทำให้คุณภาพและอายุของเมล็ดพันธุ์แปรเปลี่ยนไป โดยปกติการเก็บรักษาจะคัดเลือกจากเมล็ดพันธุ์ที่แก่เต็มที่มีความสมบูรณ์ทางกายภาพ สะอาด และมีความงอกเบื้องต้นสูง ซึ่งให้แนวโน้มที่จะเก็บรักษาไว้ได้ดีกว่าเมล็ดที่ด้อยคุณลักษณะ ตัวอย่างการทดลอง เช่น จวงจันทร์ ดวงพัตรา และวสุ อมฤตสุทธ (2537) ได้ทำการศึกษาเก็บเกี่ยวฝักถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 โดยแยกเมล็ดดูจากลักษณะการเหี่ยวย่นของเยื่อหุ้มเมล็ดออกเป็นเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดเหี่ยวย่น และเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดเรียบไม่เหี่ยวย่น สุ่มตัวอย่างเมล็ดแต่ละกลุ่มไปตรวจสอบ พบว่าการตรวจนับความงอกครั้งแรกและดัชนีความงอกของเมล็ดสูงกว่าเมล็ดที่เยื้อหุ้มเมล็ดไม่เหี่ยวย่น แต่มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าและความแข็งแรงที่ประเมินจากค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่เหี่ยวย่น ส่วนความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงที่ตรวจสอบจากความงอกหลังผ่านการเร่งอายุไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 4 เดือน เมล็ดที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดเหี่ยวย่นมีความแข็งแรงต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่เหี่ยวย่น เมื่อประเมินจากค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ด น้ำหนักแห้งของต้นกล้าและความงอกหลังผ่านการเร่งอายุ ส่วนความชื้นความงอกมาตรฐาน และดัชนีความงอกของเมล็ดไม่มีความแตกต่างกัน

**2.7.3 ความชื้นของเมล็ด**

ความชื้นของเมล็ดเป็นปริมาณน้ำที่ไม่ใช่องค์ประกอบทางเคมีสามารถขับออกจากเมล็ดได้ถือว่าเป็นตัวแปรของสภาพการเก็บรักษาที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรก เมล็ดที่มีความชื้นสูงจะมีการเผาผลาญอาหารสูงเพิ่มภาวะที่เป็นอันตรายรวมทั้งชักนำให้เกิดการเข้าทำลายของโรคและแมลงจึงเสื่อมคุณภาพได้รวดเร็วกว่าเมล็ดที่แห้ง การเก็บรักษาจึงถือหลักการแรก คือ ทำเมล็ดให้แห้ง ตัวอย่างการทดลอง เช่น Dadlani *et al*. (2006) ทำการศึกษาความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเหลืองที่ความชื้นสัมพัทธ์ 10.6 เปอร์เซ็นต์ ในบรรจุภัณฑ์ polythene 500 เกจ superbag และถุงผ้า พบว่า polythene 500 เกจ และ superbag สามารถเก็บรักษาได้ดีกว่าถุงผ้าภายใต้สภาพอากาศแวดล้อมได้นานถึง 12 เดือน และเมล็ดพืชมีสภาพ hygroscopic คือ สามารถรับหรือถ่ายความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับบรรยากาศรอบ ๆ ตัวจนถึงภาวะสมดุล หากนำเมล็ดที่แห้งดีแล้วไปเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงเมล็ดจะดูดความชื้นเข้าไป และหากนำเมล็ดที่มีความชื้นสูงไปเก็บรักษาไว้ในที่สภาพความชื้นสัมพันธ์ของอากาศต่ำเมล็ดก็จะคายความชื้นออก แต่เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพืชต่างชนิดไว้ที่สภาพความชื้นสัมพัทธ์เดียวกัน แต่ละชนิดจะมีจุดสมดุลความชื้นที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เซลลูโลส และน้ำมันที่เป็นองค์ประกอบภายในเมล็ด

**2.7.4 อุณหภูมิ**

อุณหภูมิมีบทบาทสำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในเมล็ด การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงจะเร่งการเกิดกิจกรรมภายในเมล็ดพันธุ์ ทำให้มีอัตราการหายใจสูง ผลที่ตามมา คือ เมล็ดจะสูญเสียความงอกได้เร็ว จากการศึกษาของ Kumar *et al*. (2000) ได้ให้ความเห็นว่ามีการลดลงของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นค่อนข้างสูง เมื่อเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิปกติ เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส และโปรตีนเอสลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และ Mostarin *et al*. (2012) รายงานว่าคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในสภาพห้องเย็นมีค่าสูงกว่าสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแวดล้อม นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อกิจกรรมของเอนไซม์ alpha-amylase และโปรตีเอสในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษามีกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสที่สูงขึ้น เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการสัมผัสอุณหภูมิสูงของเมล็ดพืชเป็นเวลานานมีผลต่อปริมาณกรดไขมันอิสระ (Azhari *et al*., 2008) อิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นที่มีต่ออายุในการเก็บรักษาสามารถชดเชยและสนับสนุนซึ่งกันได้ เช่น เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นต่ำ เมื่อนำมาเก็บรักษาไว้ที่สภาพอากาศร้อนอาจจะมีชีวิตอยู่ได้นานเช่นเดียวกันกับเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงแต่เก็บรักษาในสภาพที่เย็น นอกจากนี้ในสภาพที่ทั้งร้อนและชื้นจะทำให้ไม่เกิดผลดีกับเมล็ดกรณีที่ความชื้นของเมล็ดสูงจะเอื้อต่อการเจริญของเชื้อรารวมทั้งการเกิดพิษจากสารเคมีที่ใช้คลุกเมล็ด สภาพที่ดีที่สุดสำหรับการเก็บรักษา คือ พยายามลดความชื้นของเมล็ดให้ต่ำแล้วเก็บรักษาในสภาพอากาศที่เย็นและแห้ง Halder and Gupta (1980) พบว่าเมล็ดทานตะวันจะเสื่อมสภาพอย่างสมบูรณ์ภายใน 90 วัน เมื่อเก็บรักษาเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิ 28±10 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาเมล็ดได้นานขึ้น 120 วัน และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนชื้น เช่น ประเทศไทยให้มีคุณภาพดีได้นั้นนับว่าเป็นเรื่องที่ยาก เนื่องจากมีสภาพอากาศร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูง เมล็ดพันธุ์จึงมีอายุการเก็บรักษาในสภาพท้องถิ่นที่ไม่มีการควบคุมสั้นกว่าในประเทศเขตอบอุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงานวิจัย

## 3.1 สถานที่ดำเนินงานวิจัย

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ชั้น 4 อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 3.2 วัสดุและอุปกรณ์

- เมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9
- กระดาษเพาะเมล็ด
- น้ำกลั่น
- ตู้เพาะเมล็ดพันธุ์
- ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
- ตู้เก็บเมล็ดพันธุ์
- เครื่อง RR Moisture
- โหลดูดความชื้น
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- กล่องเพาะเมล็ดพันธุ์
- กระป๋องอะลูมิเนียมพร้อมฝา
- ขวดรูปชมพู่
- centrifuge tube
- spectrophotometer
- Cuvette
- Micropipette
- Pipette Tip
- Woven plastic sack
- Polypropylene 760 gauge

## 3.3 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและคุณภาพการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง วางแผนการทดลองแบบ 6x2 Factorial Experiment in CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัย A คือ วิธีการบรรจุภัณฑ์ ได้แก่

A1 = บรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack (วิธีการควบคุม)

A2 = บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ

A3 = บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa

A4 = บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa

A5 = บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa

A6 = บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa

ปัจจัย B คือ สภาพการเก็บรักษา ได้แก่

B1 = ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม

B2 = ควบคุมสภาพแวดล้อม

## 3.4 วิธีการดำเนินงาน

ดำเนินการทดลองโดยนำเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมาบรรจุด้วยวิธีการบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 6 กรรมวิธี ได้แก่ Woven plastic sack (วิธีการควบคุมตามวิธีการทั่วไปในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง), Polypropylene ความหนา 700 เกจ ที่ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ (วิธีการควบคุม) และควบคุมความดันสุญญากาศ -0.02, -0.04, -0.06 และ -0.08 MPa จำนวน 410 กรัมต่อถุง แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน 2 สภาพ ได้แก่ ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม สภาพแวดล้อม (อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์) และควบคุมสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 19-30 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 12 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงทุก ๆ 2 เดือน มาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ กรดไขมันอิสระ (free fatty acid), กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase, เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์, กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด (seed water activity), เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ และดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ (ภาพที่ 3.1)

## 3.5 การบันทึกข้อมูล

จากการเก็บรักษาตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง จำนวน 12 ตัวอย่าง ในบรรจุภัณฑ์ 6 กรรมวิธี และ 2 สภาพการเก็บรักษา มาตรวจสอบกรดไขมันอิสระ (free fatty acid), กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase, เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์, กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด (seed water activity), เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ และดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ดำเนินการดังนี้

### 3.5.1 กรดไขมันอิสระ (free fatty acid)

ตรวจสอบค่ากรดไขมันอิสระในตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ด้วยการไทเทรตตามวิธี Ca 5a-40 ใน AOCS (1998) ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 3 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่แล้วเติมเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ 25 มิลลิลิตร และหยดฟีนอล์ฟทาลีน 1-2 หยด จากนั้นนำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.1 N เขย่าให้เข้ากันจนได้สารละลายสีชมพูที่คงตัวนาน 30 วินาที พร้อมทั้งทำ blank โดยใช้ตัวอย่างที่ไม่เติมน้ำมันและไทเทรทเช่นเดียวกับข้างต้นที่กล่าวมา แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณกรดไขมันอิสระดังสมการ

$$\text{กรดไขมันอิสระ (\%)} = \left( \frac{\text{(A-B) x N x 28.2}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างน้ำมัน (กรัม)}} \right)$$

เมื่อ A คือ ปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรทตัวอย่าง (ml)

B คือ ปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรทสารละลาย Blank (ml)

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียม

28.2 คือ ร้อยละโดยน้ำหนักของกรดโอเลอิก

**3.5.2 กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase**

ทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง 25 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ มาทำการเตรียมเมล็ดพันธุ์ล่วงหน้าโดยการแช่ในน้ำค้างคืนที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส จากนั้นตัดเอาเฉพาะส่วน embryo นำไปใส่ลงใน centrifuge tube เติมสารละลาย 0.25 เปอร์เซ็นต์ของ 2, 3, 5- triphenyl tetrazolium chloride ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วนำ embryo มาล้างด้วยน้ำกลั่นและผึ่งให้แห้ง จากนั้นเติม 2 methoxy ethanol ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ค้างคืนเพื่อแยก red-colored formazan แล้วนำส่วนน้ำสีใสเหนือตะกอน (supernatant) ไปอ่านค่า optical density (OD) ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 470 นาโนเมตร (Kittock and Law, 1968)

**3.5.3 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง**

**3.5.3.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (seed moisture content)**

ตรวจสอบความชื้นในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงด้วยวิธีอบลมร้อน (hot air oven) โดยชั่งน้ำหนักกระป๋องอะลูมิเนียมพร้อมฝา และจดบันทึกน้ำหนักกระป๋องก่อนอบ จากนั้นสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแต่ละกรรมวิธีมาชั่งน้ำหนัก กรรมวิธีละ 5 - 10 กรัม จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำกระป๋องอะลูมิเนียมเข้าตู้อบลมร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (ISTA, 2019) โดยเปิดฝากระป๋องอะลูมิเนียมไว้ หลังจากครบเวลาที่กำหนดนำออกจากตู้อบลมร้อน และปิดฝากระป๋องอะลูมิเนียม แล้วนำไปใส่โหลดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักกระป๋องพร้อมเมล็ดพันธุ์และคำนวณหาความชื้นในเมล็ดจากสูตร

$$\text{ความชื้นของเมล็ด (\%)} = \left( \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \right) \times 100$$

เมื่อ M1 = น้ำหนัก (กรัม) ของกระป๋อง และฝาปิด

M2 = น้ำหนัก (กรัม) ของกระป๋อง ฝาปิด และเมล็ดพันธุ์ก่อนอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M3 = น้ำหนัก (กรัม) ของกระป๋อง ฝาปิด และเมล็ดพันธุ์หลังอบ

**3.5.3.2 กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด (seed water activity)**

ตรวจสอบค่า water activity ด้วยเครื่อง RR Moisture ยี่ห้อ RHINO รุ่น HC2-AW-USB-SW เป็นการตรวจค่าความชื้นของเมล็ดพันธุ์ด้วยหลักการวัดค่าแอคติวิตี้ของน้ำ โดยนำเมล็ดพันธุ์มาบรรจุลงในโพรบ จากนั้นนำชุดโพรบที่บรรจุตัวอย่างเมล็ดพันธุ์วางลงใน sample holder อ่านค่าจากเครื่อง ซึ่งจะปรากฏเป็นค่า water activity ของตัวอย่างเมล็ดพันธุ์แล้วบันทึกผล

**3.5.3.3 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (standard germination test)**

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมาตรวจสอบความงอกที่เพาะในห้องปฏิบัติการ โดยวิธี between paper (BP) ทำการทดลองซ้ำละ 50 เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำไปไว้ในตู้เพาะที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการตรวจนับการงอกครั้งแรก (first count) ในวันที่ 5 ของการเพาะ และตรวจนับครั้งสุดท้าย (final count) ในวันที่ 10 ของการเพาะ โดยนำมาประเมินผลการทดสอบการงอกสากลของการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ (ISTA, 2019) จากนั้นรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การงอกจากสูตร

$$\text{ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (\%)} = \left( \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \right) \times 100$$

**3.5.3.4 ดัชนีการงอก (germination index)**

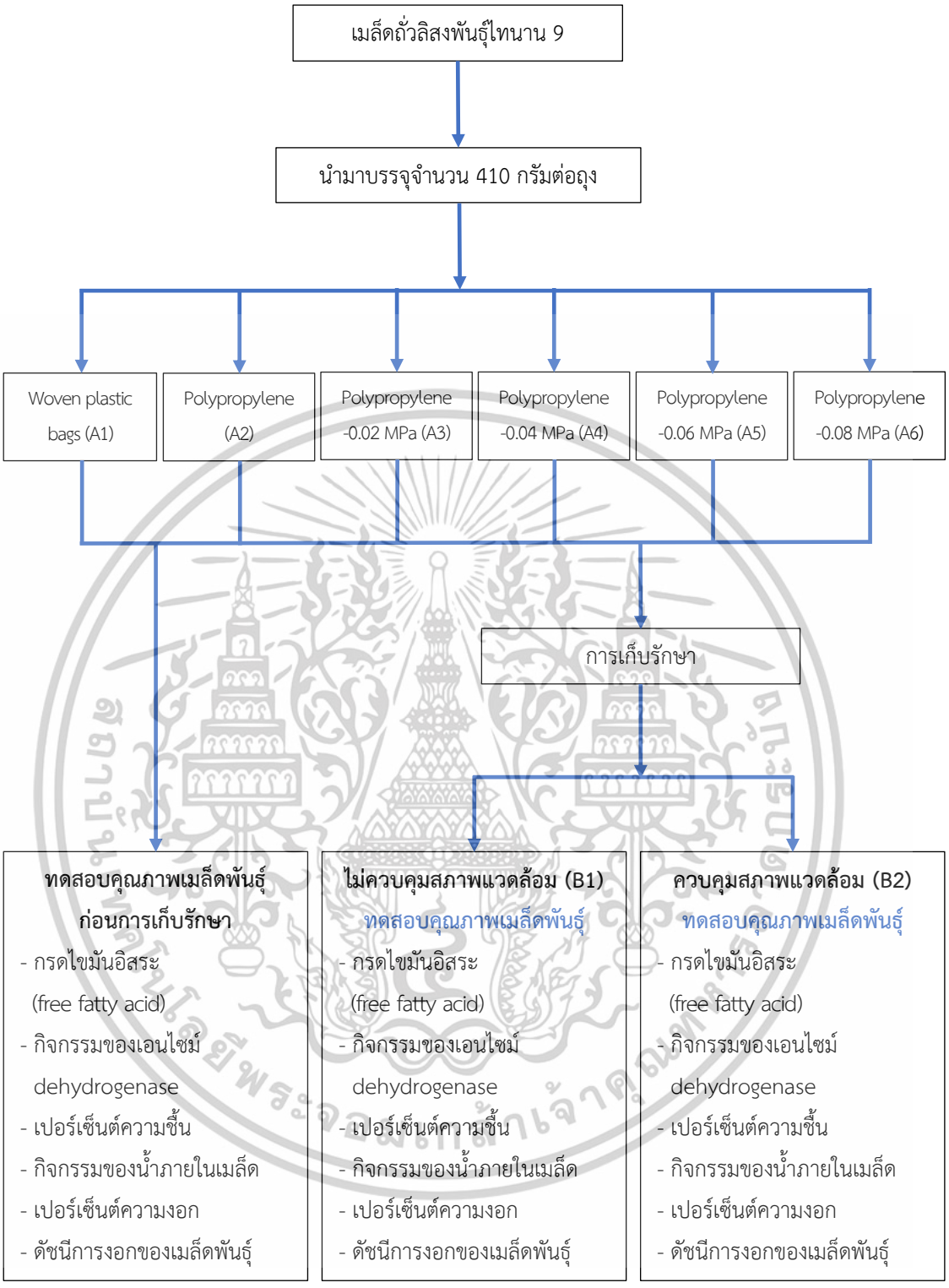
ทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ดตามกฎ ISTA (2019) ตามวิธีทดสอบความงอก ข้อ 3.5.3.3 แล้วตรวจนับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ บันทึกจำนวนวันที่นับครั้งแรกและครั้งสุดท้าย จากนั้นนำผลการนับมาคำนวณหาดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์จากสูตร

$$\text{ดัชนีการงอก} = \text{ผลรวม} \left( \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่งอกปกติในวันที่ตรวจนับ}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะที่ตรวจนับ}} \right)$$

## 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ 6x2 Factorial Experiment in CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ปัจจัย A คือ วิธีการบรรจุภัณฑ์ ปัจจัย B คือ สภาพการเก็บรักษา วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลผลการทดลอง Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Analysis System (SAS) และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient; r) ระหว่างพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 3.1** ไดอะแกรมแผนการดำเนินงานการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและคุณภาพการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

## 4.1 ผลการวิจัย

### 4.1.1 กิจกรรมทางชีวเคมีและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการที่ต่างกันหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน

จากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและคุณภาพการเก็บรักษาของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 หลังการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมและเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน แล้วนำมาตรวจสอบกิจกรรมทางชีวเคมี ได้แก่ กรดไขมันอิสระ (free fatty acid) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ และดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ ได้ผลการทดลองดังนี้

#### 4.1.1.1 กรดไขมันอิสระ (free fatty acid)

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วตรวจสอบกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษา ในส่วนของปัจจัยวิธีการบรรจุภัณฑ์ พบว่ากรดไขมันอิสระในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีการเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยตั้งแต่เดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 8 และเดือนที่ 12 ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของกรดไขมันอิสระเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์ ส่วนในเดือนที่ 6 และเดือนที่ 10 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยในเดือนที่ 6 พบว่าบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ มีค่ากรดไขมันอิสระสูงที่สุดอยู่ที่ 0.610 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa มีค่ากรดไขมันอิสระเท่ากับ 0.595 และ 0.588 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกรดไขมันอิสระต่ำที่สุดในบรรจุภัณฑ์ woven plastic sack, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa มีค่าเท่ากับ 0.435, 0.503 และ 0.505 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถัดมาในเดือนที่ 10 พบว่าบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack มีกรดไขมันอิสระสูงที่สุดอยู่ที่ 0.610 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa มีค่าเท่ากับ 0.607, 0.604, 0.596 และ 0.573 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกรดไขมันอิสระต่ำที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa มีค่าเท่ากับ 0.468 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.4)

ส่วนปัจจัยสภาพการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่แตกต่างกัน ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของกรดไขมันอิสระเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสภาพการเก็บรักษาในเดือนที่ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือนที่ 2 และเดือนที่ 8 ของการเก็บรักษา ส่วนในเดือนที่ 4 เดือนที่ 6 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยกรดไขมันอิสระสูงที่สุดในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 0.494, 0.664, 0.611 และ 0.762 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมซึ่งมีค่ากรดไขมันอิสระต่ำที่สุดเท่ากับ 0.385, 0.414, 0.541 และ 0.545 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา พบว่าในเดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 8 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษาของกรดไขมันอิสระในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ส่วนในเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยกรดไขมันอิสระในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa ร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.616 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa ร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 0.553 และ 0.490 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.320 และ 0.336 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถัดมาในเดือนที่ 6 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยกรดไขมันอิสระสูงที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa และ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.793, 0.790 และ 0.773 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำที่สุดในทุกวิธีการ บรรจุภัณฑ์ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมดังนี้ บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa, Woven plastic sack, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa และ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.386, 0.393, 0.396, 0.426, 0.436 และ 0.446 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack ร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีเท่ากับ 0.476 เปอร์เซ็นต์ และถัดมาในเดือนที่ 10 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยกรดไขมันอิสระสูงที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.769 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Woven plastic sack ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.711 เปอร์เซ็นต์, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.692 เปอร์เซ็นต์ และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa ร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.689 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa ร่วมกับควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.414

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศร่วมกับควบคุมสภาพแวดล้อม, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa ร่วมกับควบคุมสภาพแวดล้อม, Woven plastic sack ร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa ร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.444, 0.457, 0.508 และ 0.517 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.1** กรดไขมันอิสระของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 12 เดือน

| ปัจจัย | กรดไขมันอิสระ (%) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เดือนที่ 0 | เดือนที่ 2 | เดือนที่ 4[1/] | เดือนที่ 6[1/] | เดือนที่ 8 | เดือนที่ 10[1/] | เดือนที่ 12[1/] |
| **วิธีการบรรจุภัณฑ์ (A)** | | | | | | | |
| A1 | 0.336 | 0.351 | 0.406 | 0.435 b | 0.727 | 0.610 a | 0.716 |
| A2 | 0.351 | 0.335 | 0.478 | 0.610 a | 0.674 | 0.607 a | 0.617 |
| A3 | 0.348 | 0.350 | 0.476 | 0.503 b | 0.583 | 0.596 a | 0.666 |
| A4 | 0.333 | 0.340 | 0.405 | 0.588 a | 0.511 | 0.573 a | 0.576 |
| A5 | 0.345 | 0.346 | 0.435 | 0.595 a | 0.611 | 0.604 a | 0.672 |
| A6 | 0.331 | 0.320 | 0.438 | 0.505 b | 0.625 | 0.468 b | 0.672 |
| **สภาพการเก็บรักษา (B)** | | | | | | | |
| B1 | 0.356 | 0.369 | 0.494 a | 0.664 a | 0.648 | 0.611 a | 0.762 a |
| B2 | 0.325 | 0.311 | 0.385 b | 0.414 b | 0.595 | 0.541 b | 0.545 b |
| **A × B** | | | | | | | |
| A1×B1 | 0.336 | 0.390 | 0.396 cd | 0.476 bc | 0.672 | 0.508 cd | 0.752 |
| A1×B2 | 0.336 | 0.313 | 0.416 bcd | 0.393 c | 0.783 | 0.711 ab | 0.681 |
| A2×B1 | 0.383 | 0.363 | 0.553 ab | 0.773 a | 0.799 | 0.769 a | 0.712 |
| A2×B2 | 0.320 | 0.306 | 0.403 cd | 0.446 c | 0.549 | 0.444 cd | 0.523 |
| A3×B1 | 0.363 | 0.373 | 0.616 a | 0.570 b | 0.527 | 0.663 b | 0.822 |
| A3×B2 | 0.333 | 0.326 | 0.336 d | 0.436 c | 0.640 | 0.529 c | 0.510 |
| A4×B1 | 0.333 | 0.383 | 0.490 abc | 0.790 a | 0.607 | 0.689 ab | 0.703 |
| A4×B2 | 0.333 | 0.296 | 0.320 d | 0.386 c | 0.415 | 0.457 cd | 0.449 |
| A5×B1 | 0.396 | 0.383 | 0.463 bcd | 0.793 a | 0.594 | 0.517 cd | 0.839 |
| A5×B2 | 0.293 | 0.310 | 0.406 cd | 0.396 c | 0.628 | 0.692 ab | 0.504 |
| A6×B1 | 0.326 | 0.323 | 0.446 bcd | 0.583 b | 0.692 | 0.522 c | 0.743 |
| A6×B2 | 0.336 | 0.316 | 0.430 bcd | 0.426 c | 0.558 | 0.414 d | 0.601 |
| **F-test** | | | | | | | |
| A | ns | ns | ns | ** | ns | ** | ns |
| B | ns | ns | ** | ** | ns | ** | ** |
| A × B | ns | ns | * | ** | ns | ** | ns |
| **C.V. (%)** | 58.32 | 26.51 | 17.24 | 11.54 | 27.75 | 9.72 | 16.41 |

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ *, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

[1/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.1.2 กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษา ในส่วนของปัจจัยวิธีการบรรจุภัณฑ์ พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง มีการลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ในเดือนที่ 2 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีการบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase มีค่า OD สูงที่สุดเท่ากับ 1.356 รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa มีค่าเท่ากับ 1.203 และกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ต่ำที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa, Woven plastic sack และ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ มีค่า OD เท่ากับ 0.998, 1.014 และ 1.017 ตามลำดับ รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa มีค่า OD เท่ากับ 1.046 ส่วนในเดือนที่ 0 เดือนที่ 4 เดือนที่ 6 เดือนที่ 8 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์ ส่วนในเดือนสุดท้ายของการเก็บรักษา (เดือนที่ 12) ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa มีค่า OD สูงที่สุดเท่ากับ 0.740 รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa มีค่า OD เท่ากับ 0.724 และบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ, Woven plastic sack, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.05 MPa มีค่า OD เท่ากับ 0.683, 0.679, 0.662 และ 0.656 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

ส่วนปัจจัยสภาพการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่แตกต่างกัน ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสภาพการเก็บรักษาในเดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 8 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase สูงที่สุดในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่า OD เท่ากับ 1.124 เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ต่ำที่สุดมีค่า OD เท่ากับ 0.937 โดยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในเดือนที่ 12 กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่า OD เท่ากับ 0.721 ซึ่งสูงกว่าการเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่า OD เท่ากับ 0.660 (ตารางที่ 4.5)

ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษาของกิจกรรมเอนไซม์ dehydrogenase ในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตั้งแต่เดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 6 เดือนที่ 8 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 โดยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเดือนที่ 12 พบว่าค่ากิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ในทุกวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษามีค่า OD อยู่ระหว่าง 0.627-0.853 โดยในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่า OD สูงสุดเท่ากับ 0.853 รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่า OD เท่ากับ 0.750 (ตารางที่ 4.5)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.2** กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ภายในเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นเวลา 12 เดือน

| ปัจจัย | กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เดือนที่ 0 | เดือนที่ 2[1/] | เดือนที่ 4 | เดือนที่ 6[1/] | เดือนที่ 8 | เดือนที่ 10 | เดือนที่ 12 |
| **วิธีการบรรจุภัณฑ์ (A)** | | | | | | | |
| A1 | 1.126 | 1.014 c | 1.060 | 1.003 | 0.824 | 0.773 | 0.679 |
| A2 | 1.052 | 1.017 c | 1.037 | 0.968 | 0.916 | 0.750 | 0.683 |
| A3 | 1.073 | 0.998 c | 1.041 | 0.940 | 0.922 | 0.743 | 0.662 |
| A4 | 1.019 | 1.046 bc | 0.963 | 1.155 | 0.886 | 0.813 | 0.724 |
| A5 | 1.034 | 1.203 ab | 1.062 | 1.042 | 0.956 | 0.836 | 0.656 |
| A6 | 1.108 | 1.356 a | 1.261 | 1.076 | 0.935 | 0.861 | 0.740 |
| **สภาพการเก็บรักษา (B)** | | | | | | | |
| B1 | 1.111 | 1.097 | 1.033 | 0.937 b | 0.896 | 0.802 | 0.660 |
| B2 | 1.027 | 1.114 | 1.108 | 1.124 a | 0.917 | 0.790 | 0.721 |
| **A × B** | | | | | | | |
| A1×B1 | 1.196 | 1.024 | 1.013 | 0.970 | 0.814 | 0.807 | 0.663 |
| A1×B2 | 1.057 | 1.003 | 1.108 | 1.035 | 0.835 | 0.739 | 0.695 |
| A2×B1 | 1.103 | 0.980 | 1.025 | 0.885 | 0.866 | 0.757 | 0.695 |
| A2×B2 | 1.001 | 1.054 | 1.050 | 1.050 | 0.967 | 0.743 | 0.671 |
| A3×B1 | 1.080 | 0.992 | 1.022 | 0.838 | 0.918 | 0.740 | 0.644 |
| A3×B2 | 1.066 | 1.004 | 1.059 | 1.042 | 0.926 | 0.747 | 0.681 |
| A4×B1 | 1.034 | 1.019 | 0.920 | 0.984 | 0.863 | 0.840 | 0.698 |
| A4×B2 | 1.004 | 1.073 | 1.006 | 1.327 | 0.910 | 0.787 | 0.750 |
| A5×B1 | 1.064 | 1.264 | 1.028 | 0.913 | 0.968 | 0.846 | 0.635 |
| A5×B2 | 1.004 | 1.142 | 1.095 | 1.171 | 0.945 | 0.826 | 0.676 |
| A6×B1 | 1.187 | 1.302 | 1.190 | 1.034 | 0.951 | 0.823 | 0.627 |
| A6×B2 | 1.030 | 1.410 | 1.333 | 1.119 | 0.920 | 0.899 | 0.853 |
| **F-test** | | | | | | | |
| A | ns | ** | ns | ns | ns | ns | ns |
| B | ns | ns | ns | ** | ns | ns | ns |
| A × B | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| **C.V. (%)** | 16.68 | 12.70 | 14.76 | 16.69 | 15.41 | 9.64 | 17.97 |

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.1.3 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษา ในส่วนของปัจจัยวิธีการบรรจุภัณฑ์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากค่าความชื้นเริ่มต้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ผ่านการเก็บรักษาตั้งแต่เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 6 เดือนที่ 8 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีการบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack ทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในเมล็ดต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์วิธีอื่น ส่วนเดือนที่ 8 พบว่าวิธีการบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack ทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำที่สุดอยู่ที่ 5.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ที่ 5.39 และ 5.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในเดือนที่ 0 ของการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์ (ตารางที่ 4.6)

ส่วนปัจจัยสภาพการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 6 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา โดยพบเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงที่สุดในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 5.88, 5.79, 5.89, 5.48 และ 5.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 5.67, 5.49, 5.49, 5.26 และ 5.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในเดือนที่ 0 และเดือนที่ 8 ของการเก็บรักษา ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเก็บรักษา ในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมและการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม (ตารางที่ 4.6)

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ต่ำที่สุดในวิธีการบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 4.87 เปอร์เซ็นต์ ถัดมาในเดือนที่ 10 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในเมล็ดพันธุ์ต่ำที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack ร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 4.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Woven plastic sack ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 5.05 และ 5.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถัดมาในเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในเมล็ดพันธุ์ต่ำที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack ร่วมกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 4.46 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษาของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 6 และเดือนที่ 8 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.6)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.3** เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 12 เดือน

| ปัจจัย | เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เดือนที่ 0 | เดือนที่ 2[1/] | เดือนที่ 4[1/] | เดือนที่ 6[1/] | เดือนที่ 8[1/] | เดือนที่ 10[1/] | เดือนที่ 12[1/] |
| **วิธีการบรรจุภัณฑ์ (A)** | | | | | | | |
| A1 | 5.75 | 5.28 c | 5.23 b | 5.10 b | 5.29 d | 4.86 b | 5.02 b |
| A2 | 5.83 | 5.72 b | 5.67 a | 5.80 a | 5.81 a | 5.50 a | 5.48 a |
| A3 | 5.63 | 5.90 ab | 5.76 a | 5.71 a | 5.51 bcd | 5.52 a | 5.43 a |
| A4 | 5.84 | 5.78 ab | 5.78 a | 5.88 a | 5.39 cd | 5.27 a | 5.45 a |
| A5 | 5.96 | 5.99 a | 5.63 a | 5.71 a | 5.72 ab | 5.56 a | 5.52 a |
| A6 | 6.24 | 5.97 a | 5.77 a | 5.92 a | 5.62 abc | 5.49 a | 5.56 a |
| **สภาพการเก็บรักษา (B)** | | | | | | | |
| B1 | 5.95 | 5.67 b | 5.49 b | 5.49 b | 5.56 | 5.26 b | 5.10 b |
| B2 | 5.81 | 5.88 a | 5.79 a | 5.89 a | 5.55 | 5.48 a | 5.72 a |
| **A × B** | | | | | | | |
| A1×B1 | 5.78 | 5.06 | 4.87 d | 4.79 | 5.21 | 4.67 e | 4.46 f |
| A1×B2 | 5.72 | 5.49 | 5.60 bc | 5.41 | 5.38 | 5.05 ed | 5.58 abc |
| A2×B1 | 5.80 | 5.70 | 5.44 c | 5.66 | 5.82 | 5.65 ab | 5.13 e |
| A2×B2 | 5.86 | 5.74 | 5.89 a | 5.93 | 5.79 | 5.35 bcd | 5.83 a |
| A3×B1 | 5.70 | 5.85 | 5.60 bc | 5.52 | 5.44 | 5.51 abc | 5.08 e |
| A3×B2 | 5.57 | 5.95 | 5.92 a | 5.90 | 5.58 | 5.53 abc | 5.78 a |
| A4×B1 | 5.74 | 5.59 | 5.66 abc | 5.76 | 5.55 | 5.09 cde | 5.18 de |
| A4×B2 | 5.95 | 5.98 | 5.91 a | 5.99 | 5.22 | 5.44 abcd | 5.73 ab |
| A5×B1 | 6.04 | 5.84 | 5.60 bc | 5.38 | 5.79 | 5.27 bcd | 5.33 cde |
| A5×B2 | 5.88 | 6.14 | 5.65 abc | 6.04 | 5.66 | 5.84 a | 5.71 ab |
| A6×B1 | 6.61 | 5.98 | 5.77 ab | 5.81 | 5.56 | 5.34 bcd | 5.45 bcd |
| A6×B2 | 5.87 | 5.97 | 5.77 ab | 6.04 | 5.68 | 5.64 ab | 5.68 ab |
| **F-test** | | | | | | | |
| A | ns | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| B | ns | ** | ** | ** | ns | ** | ** |
| A × B | ns | ns | ** | ns | ns | * | ** |
| **C.V. (%)** | 6.82 | 2.86 | 2.62 | 3.73 | 3.85 | 4.39 | 3.05 |

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ *, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

[1/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.1.4 กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วตรวจสอบกิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษา ในส่วนของปัจจัยวิธีการบรรจุภัณฑ์ พบว่ากิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยตั้งแต่ในเดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 6 เดือนที่ 8 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่บรรจุด้วยบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack มีค่ากิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์วิธีอื่น มีค่าเท่ากับ 0.609, 0.550, 0.556, 0.625, 0.557 และ 0.584 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

ส่วนปัจจัยสภาพการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่แตกต่างกัน หลังจากเก็บรักษาไปแล้ว 12 เดือน พบว่ากิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดในเดือนที่ 0 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยกิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดมีค่าสูงที่สุดในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 0.680 เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีกิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 0.677 และตั้งแต่เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 และเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยกิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดมีค่าสูงที่สุดในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 0.660, 0.635 และ 0.636 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีกิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 0.646, 0.597 และ 0.610 ตามลำดับ ถัดมาในเดือนที่ 8 และเดือนที่ 10 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.651 และ 0.631 เมื่อเทียบกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.640 และ 0.609 ตามลำดับ ส่วนเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.652 ซึ่งสูงกว่าสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 0.615 (ตารางที่ 4.7)

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา พบว่าตั้งแต่เดือนที่ 0 เดือนที่ 4 เดือนที่ 6 และเดือนที่ 12 มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา โดยค่ากิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดต่ำที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 0.666, 0.494, 0.529 และ 0.535 ตามลำดับ และในเดือนที่ 10 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่ากิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดต่ำที่สุดในบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack และ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าเท่ากับ 0.538 และ 0.549 ตามลำดับ ส่วนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือนที่ 2 และเดือนที่ 8 ของการเก็บรักษา ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษาของกิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด (ตารางที่ 4.7)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.4** กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 12 เดือน

| ปัจจัย | กิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เดือนที่ 0 | เดือนที่ 2 | เดือนที่ 4 | เดือนที่ 6 | เดือนที่ 8 | เดือนที่ 10 | เดือนที่ 12 |
| **วิธีการบรรจุภัณฑ์ (A)** | | | | | | | |
| A1 | 0.672 c | 0.609 d | 0.550 e | 0.556 b | 0.625 c | 0.557 d | 0.584 c |
| A2 | 0.681 a | 0.670 a | 0.636 b | 0.631 a | 0.652 a | 0.595 c | 0.630 b |
| A3 | 0.680 a | 0.664 ab | 0.670 a | 0.630 a | 0.651 a | 0.650 a | 0.641 b |
| A4 | 0.678 ab | 0.652 c | 0.646 b | 0.635 a | 0.641 b | 0.633 b | 0.639 b |
| A5 | 0.676 b | 0.666 ab | 0.616 c | 0.645 a | 0.651 a | 0.644 ab | 0.652 a |
| A6 | 0.682 a | 0.658 bc | 0.577 d | 0.642 a | 0.653 a | 0.642 ab | 0.655 a |
| **สภาพการเก็บรักษา (B)** | | | | | | | |
| B1 | 0.677 b | 0.646 b | 0.597 b | 0.610 b | 0.651 a | 0.631 a | 0.615 b |
| B2 | 0.680 a | 0.660 a | 0.635 a | 0.636 a | 0.640 b | 0.609 b | 0.652 a |
| **A × B** | | | | | | | |
| A1×B1 | 0.666 d | 0.598 | 0.494 g | 0.529 f | 0.629 | 0.576 d | 0.535 e |
| A1×B2 | 0.678 bc | 0.620 | 0.607 de | 0.582 e | 0.622 | 0.538 e | 0.632 bc |
| A2×B1 | 0.683 a | 0.665 | 0.609 de | 0.627 cd | 0.660 | 0.641 abc | 0.609 d |
| A2×B2 | 0.678 abc | 0.674 | 0.663 b | 0.636 abc | 0.645 | 0.549 e | 0.651 a |
| A3×B1 | 0.678 abc | 0.659 | 0.646 bc | 0.608 d | 0.654 | 0.644 ab | 0.627 c |
| A3×B2 | 0.682 ab | 0.669 | 0.694 a | 0.653 a | 0.649 | 0.656 a | 0.655 a |
| A4×B1 | 0.677 bc | 0.651 | 0.649 bc | 0.630 bc | 0.649 | 0.639 bc | 0.623 cd |
| A4×B2 | 0.680 abc | 0.652 | 0.643 bc | 0.641 abc | 0.633 | 0.627 c | 0.655 a |
| A5×B1 | 0.676 c | 0.658 | 0.626 cd | 0.634 abc | 0.662 | 0.650 ab | 0.646 ab |
| A5×B2 | 0.676 c | 0.675 | 0.605 de | 0.656 a | 0.641 | 0.638 bc | 0.658 a |
| A6×B1 | 0.680 abc | 0.647 | 0.558 f | 0.634 abc | 0.653 | 0.637 bc | 0.649 a |
| A6×B2 | 0.684 a | 0.669 | 0.595 e | 0.650 ab | 0.653 | 0.647 ab | 0.661 a |
| **F-test** | | | | | | | |
| A | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| B | * | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| A × B | ** | ns | ** | ** | ns | ** | ** |
| **C.V. (%)** | 0.43 | 1.19 | 2.12 | 1.88 | 1.14 | 1.40 | 1.43 |

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ *, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

[1/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.1.5 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษา ในส่วนของปัจจัยวิธีการบรรจุภัณฑ์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกมีการลดลงจากความงอกเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยตั้งแต่เดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 6 เดือนที่ 8 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์ ส่วนในเดือนที่ 10 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa สามารถรักษาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ได้สูงที่สุดเท่ากับ 44.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa มีค่าเท่ากับ 41.33 และ 39.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในเดือนที่ 12 พบว่าบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุดเท่ากับ 39.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 37.00 เปอร์เซ็นต์ และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa, Woven plastic sack และ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 36.66, 35.66, 34.00 และ 33.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

ส่วนปัจจัยสภาพการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่แตกต่างกันในเดือนที่ 0 และเดือนที่ 2 ของการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความงอกในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงส่วนในเดือนที่ 4, เดือนที่ 6, เดือนที่ 8, เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยตั้งแต่เดือนที่ 4 จนถึงเดือนที่ 12 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 78.88, 76.44, 61.33, 59.22 และ 60.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำที่สุดเท่ากับ 61.55, 42.22 35.77, 16.55 และ 11.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา พบว่าตั้งแต่เดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 8 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษาของเปอร์เซ็นต์ความงอกในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงส่วนในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุดเท่ากับ 82.66 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วย Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 80.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ, Polypropylene ที่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุญญากาศ -0.02 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 79.33, 79.33 และ 70.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา ในเดือนที่ 12 พบว่าในทุกวิธีการบรรจุภัณฑ์ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าทุกวิธีการบรรจุภัณฑ์ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม โดยบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุดเท่ากับ 66.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 64.66 เปอร์เซ็นต์ และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa, Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ และ Woven plastic sack มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 62.66, 60.00, 57.33 และ 54.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.5** เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 12 เดือน

| ปัจจัย | เปอร์เซ็นต์ความงอก (%) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เดือนที่ 0 | เดือนที่ 2 | เดือนที่ 4[1/] | เดือนที่ 6[1/] | เดือนที่ 8[1/] | เดือนที่ 10[1/] | เดือนที่ 12[1/] |
| **วิธีการบรรจุภัณฑ์ (A)** | | | | | | | |
| A1 | 95.33 | 81.33 | 69.66 | 59.33 | 44.00 | 33.66 b | 34.00 |
| A2 | 90.66 | 78.00 | 75.00 | 61.33 | 48.66 | 33.33 b | 33.00 |
| A3 | 94.33 | 80.00 | 65.00 | 62.33 | 48.00 | 34.66 b | 39.33 |
| A4 | 91.00 | 79.66 | 68.66 | 62.33 | 49.66 | 44.33 a | 36.66 |
| A5 | 94.33 | 79.33 | 71.00 | 57.33 | 51.33 | 41.33 ab | 37.00 |
| A6 | 92.00 | 82.33 | 72.00 | 53.33 | 49.66 | 39.66 ab | 35.66 |
| **สภาพการเก็บรักษา (B)** | | | | | | | |
| B1 | 93.77 | 79.11 | 61.55 b | 42.22 b | 35.77 b | 16.55 b | 11.00 b |
| B2 | 92.11 | 81.11 | 78.88 a | 76.44 a | 61.33 a | 59.22 a | 60.88 a |
| **A × B** | | | | | | | |
| A1×B1 | 95.33 | 78.66 | 64.00 | 52.00 c | 38.00 | 14.00 | 13.33 |
| A1×B2 | 95.33 | 84.00 | 75.33 | 66.66 b | 50.00 | 53.33 | 54.66 |
| A2×B1 | 94.00 | 79.33 | 68.66 | 43.33 cd | 33.33 | 10.00 | 8.66 |
| A2×B2 | 87.33 | 76.66 | 81.33 | 79.33 ab | 64.00 | 56.66 | 57.33 |
| A3×B1 | 94.00 | 78.00 | 52.66 | 45.33 cd | 32.00 | 11.33 | 16.00 |
| A3×B2 | 94.66 | 82.00 | 77.33 | 79.33 ab | 64.00 | 58.00 | 62.66 |
| A4×B1 | 94.66 | 80.66 | 60.66 | 42.00 cd | 38.66 | 26.00 | 8.66 |
| A4×B2 | 87.33 | 78.66 | 76.66 | 82.66 a | 60.66 | 62.66 | 64.66 |
| A5×B1 | 93.33 | 76.00 | 61.33 | 34.00 d | 41.33 | 20.00 | 8.00 |
| A5×B2 | 95.33 | 82.66 | 80.66 | 80.66 a | 61.33 | 62.66 | 66.00 |
| A6×B1 | 91.33 | 82.00 | 62.00 | 36.66 d | 31.33 | 18.00 | 11.33 |
| A6×B2 | 92.66 | 82.66 | 82.00 | 70.00 ab | 68.00 | 61.33 | 60.00 |
| **F-test** | | | | | | | |
| A | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| B | ns | ns | ** | ** | ** | ** | ** |
| A × B | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns |
| **C.V. (%)** | 4.74 | 5.95 | 8.30 | 11.98 | 21.95 | 18.18 | 15.87 |

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ *, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

[1/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.1.6 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วตรวจสอบดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษา ในส่วนของปัจจัยวิธีการบรรจุภัณฑ์ พบว่าดัชนีการงอกมีการลดลงจากค่าเริ่มต้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยตั้งแต่เดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 6 เดือนที่ 8 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ส่วนในเดือนที่ 10 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa มีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงที่สุดเท่ากับ 4.43 รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa มีค่าเท่ากับ 4.13 และ 3.96 ตามลำดับ โดยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา ในเดือนที่ 12 พบว่าบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 3.93 รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa มีค่าดัชนีการงอกเท่ากับ 3.70 และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa, Woven plastic sack และ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ มีค่าดัชนีการงอกเท่ากับ 3.66, 3.56, 3.40 และ 3.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ส่วนปัจจัยสภาพการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่แตกต่างกันในเดือนที่ 0 และเดือนที่ 2 ของการเก็บรักษา ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ส่วนในเดือนที่ 4 เดือนที่ 6 เดือนที่ 8 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ของดัชนีการงอกในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง โดยตั้งแต่เดือนที่ 4 จนถึงเดือนที่ 12 พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าดัชนีการงอกเท่ากับ 7.88, 7.64, 6.13, 5.91 และ 6.08 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าดัชนีการงอกเท่ากับ 6.15, 4.22, 3.57, 1.65 และ 1.10 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษา พบว่าตั้งแต่เดือนที่ 0 เดือนที่ 2 เดือนที่ 4 เดือนที่ 8 เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ของการเก็บรักษา ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างวิธีการบรรจุภัณฑ์และสภาพการเก็บรักษาของดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ส่วนในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 8.26 ตามด้วย Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าดัชนีการงอกเท่ากับ 8.06 รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa ร่วมกับสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีค่าดัชนีการงอกเท่ากับ 7.93, 7.93 และ 7.00 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในเดือนที่ 12 พบว่าใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกวิธีการบรรจุภัณฑ์ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม มีดัชนีการงอกสูงกว่าทุกวิธีการบรรจุภัณฑ์ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม โดยบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 6.60 รองลงมาคือ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa มีค่าดัชนีการงอกเท่ากับ 6.46 และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa, Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ และ Woven plastic sack มีค่าดัชนีการงอกเท่ากับ 6.26, 6.00, 5.73 และ 5.46 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.6** ดัชนีการงอกของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 12 เดือน

| ปัจจัย | ดัชนีการงอก | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เดือนที่ 0 | เดือนที่ 2 | เดือนที่ 4[1/] | เดือนที่ 6[1/] | เดือนที่ 8[1/] | เดือนที่ 10[1/] | เดือนที่ 12[1/] |
| **วิธีการบรรจุภัณฑ์ (A)** | | | | | | | |
| A1 | 9.53 | 8.13 | 6.96 | 5.93 | 4.40 | 3.36 b | 3.40 |
| A2 | 9.06 | 7.80 | 7.50 | 6.13 | 4.86 | 3.33 b | 3.30 |
| A3 | 9.43 | 8.00 | 6.50 | 6.23 | 4.80 | 3.46 b | 3.93 |
| A4 | 9.10 | 7.96 | 6.86 | 6.23 | 4.96 | 4.43 a | 3.66 |
| A5 | 9.43 | 7.93 | 7.10 | 5.73 | 5.13 | 4.13 ab | 3.70 |
| A6 | 9.20 | 8.23 | 7.20 | 5.33 | 4.96 | 3.96 ab | 3.56 |
| **สภาพการเก็บรักษา (B)** | | | | | | | |
| B1 | 9.37 | 7.91 | 6.15 b | 4.22 b | 3.57 b | 1.65 b | 1.10 b |
| B2 | 9.21 | 8.11 | 7.88 a | 7.64 a | 6.13 a | 5.91 a | 6.08 a |
| **A × B** | | | | | | | |
| A1×B1 | 9.53 | 7.86 | 6.40 | 5.20 c | 3.80 | 1.40 | 1.33 |
| A1×B2 | 9.53 | 8.40 | 7.53 | 6.66 b | 5.00 | 5.33 | 5.46 |
| A2×B1 | 9.40 | 7.93 | 6.86 | 4.33 cd | 3.33 | 1.00 | 0.86 |
| A2×B2 | 8.73 | 7.66 | 8.13 | 7.93 ab | 6.40 | 5.66 | 5.73 |
| A3×B1 | 9.40 | 7.80 | 5.26 | 4.53 cd | 3.20 | 1.13 | 1.60 |
| A3×B2 | 9.46 | 8.20 | 7.73 | 7.93 ab | 6.40 | 5.80 | 6.26 |
| A4×B1 | 9.46 | 8.06 | 6.06 | 4.20 cd | 3.86 | 2.60 | 0.86 |
| A4×B2 | 8.73 | 7.86 | 7.66 | 8.26 a | 6.06 | 6.26 | 6.46 |
| A5×B1 | 9.33 | 7.60 | 6.13 | 3.40 d | 4.13 | 2.00 | 0.80 |
| A5×B2 | 9.53 | 8.26 | 8.06 | 8.06 a | 6.13 | 6.26 | 6.60 |
| A6×B1 | 9.13 | 8.20 | 6.20 | 3.66 d | 3.13 | 1.80 | 1.13 |
| A6×B2 | 9.26 | 8.26 | 8.20 | 7.00 ab | 6.80 | 6.13 | 6.00 |
| **F-test** | | | | | | | |
| A | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| B | ns | ns | ** | ** | ** | ** | ** |
| A × B | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns |
| **C.V. (%)** | 4.74 | 5.95 | 8.30 | 11.98 | 21.95 | 18.18 | 15.87 |

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ *, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

[1/]ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.2 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการที่ต่างกันหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน**

จากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์สุญญากาศต่อกิจกรรมทางชีวเคมีและคุณภาพการเก็บรักษาของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 หลังการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อมและเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ ได้ผลการทดลองดังนี้

**4.1.2.1 บรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.92812** และ -0.90614** ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.93311** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.7)

**ตารางที่ 4.7** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Woven plastic sack

| คุณภาพเมล็ดพันธุ์ | FFA | DHA | G |
|---|---|---|---|
| เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) | 1.00000 | | |
| กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) | -0.92812** | 1.00000 | |
| เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) | -0.90614** | 0.93311** | 1.00000 |

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

**4.1.2.2 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ พบว่าเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดไขมันอิสระ (FFA) มีความสัมพันธ์เชิงลบปานกลางกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.65800 และ -0.84401** ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.93986** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.8)

**ตารางที่ 4.8** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ไม่ควบคุมความดันสุญญากาศ

| **คุณภาพเมล็ดพันธุ์** | **FFA** | **DHA** | **G** |
|---|---|---|---|
| เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) | 1.00000 | | |
| กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) | -0.65800 | 1.00000 | |
| เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) | -0.84401** | 0.93986** | 1.00000 |

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

#### 4.1.2.3 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.86171** และ -0.95536** ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.86426** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.9** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa

| คุณภาพเมล็ดพันธุ์ | FFA | DHA | G |
|---|---|---|---|
| เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) | 1.00000 | | |
| กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) | -0.86171** | 1.00000 | |
| เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) | -0.95536** | 0.86426** | 1.00000 |

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

#### 4.1.2.4 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.02 MPa พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) มีความสัมพันธ์เชิงลบค่อนข้างต่ำกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.39018 และ -0.87505** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) มีความสัมพันธ์เชิงบวกปานกลางกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.73883* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.10)

**ตารางที่ 4.10** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa

| คุณภาพเมล็ดพันธุ์ | FFA | DHA | G |
|---|---|---|---|
| เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) | 1.00000 | | |
| กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) | -0.39018 | 1.00000 | |
| เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) | -0.87505** | 0.73883* | 1.00000 |

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.2.5 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) มีความสัมพันธ์เชิงลบปานกลางกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.78676* และ -0.95287** ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) มีความสัมพันธ์เชิงบวกปานกลางกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.78187* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.11)

**ตารางที่ 4.11** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa

| คุณภาพเมล็ดพันธุ์ | FFA | DHA | G |
|---|---|---|---|
| เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) | 1.00000 | | |
| กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) | -0.78676* | 1.00000 | |
| เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) | -0.95287** | 0.78187* | 1.00000 |

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**4.1.2.6 บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) มีความสัมพันธ์เชิงลบปานกลางกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.79262* และ -0.85499** ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.83031* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.12** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.08 MPa

| คุณภาพเมล็ดพันธุ์ | FFA | DHA | G |
|---|---|---|---|
| เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) | 1.00000 | | |
| กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) | -0.79262* | 1.00000 | |
| เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) | -0.85499** | 0.83031* | 1.00000 |

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

#### 4.1.2.7 สภาพการเก็บรักษาแบบไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษาในสภาพการเก็บรักษาแบบไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.90914** และ -0.93144** ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.95654** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.13)

**ตารางที่ 4.13** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของสภาพการเก็บรักษาแบบไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม

| คุณภาพเมล็ดพันธุ์ | FFA | DHA | G |
|---|---|---|---|
| เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) | 1.00000 | | |
| กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) | -0.90914** | 1.00000 | |
| เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) | -0.93144** | 0.95654** | 1.00000 |

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.2.8 สภาพการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพแวดล้อม**

จากการนำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ไปเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน แล้วคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังการเก็บรักษาในสภาพการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) มีความสัมพันธ์เชิงลบปานกลางกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.78671* และ -0.93993** ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) มีความสัมพันธ์เชิงบวกปานกลางกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.77853* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.14)

**ตารางที่ 4.14** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ของสภาพการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพแวดล้อม

| **คุณภาพเมล็ดพันธุ์** | **FFA** | **DHA** | **G** |
|---|---|---|---|
| เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ (FFA) | 1.00000 | | |
| กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase (DHA) | -0.78671* | 1.00000 | |
| เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (G) | -0.93993** | 0.77853* | 1.00000 |

*, ** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 อภิปรายผลการทดลอง

วิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เพื่อให้มีคุณภาพดีนั้นเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญในการช่วยลดการเกิดความเสียหายและชะลอการเสื่อมคุณภาพแก่เมล็ดพันธุ์ก่อนที่เกษตรกรจะนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูก (ภารดี แซ่อึ้ง และ พชรพล พยัคฆ์, 2565) การสูญเสียเมล็ดพันธุ์ในระหว่างกระบวนการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการผลิตพืชทางการเกษตร โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงหลังจากการกะเทาะเปลือกออกแล้วจะสูญเสียคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นเมล็ดกึ่งเน่าเสียง่าย (semi-perishable) การควบคุมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงทำได้ยากขึ้นและเมล็ดถั่วลิสงมีความไวต่อสภาพแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิทำให้อาจสูญเสียคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นจำเป็นต้องมีวิธีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในบรรจุภัณฑ์ (Vasudevan *et al*., 2014) การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์จึงมีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งการใช้บรรจุภัณฑ์สุญญากาศเป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและชะลอการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ โดยมีคุณสมบัติในการจำกัดการเข้าและออกของออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนและการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นลดลงได้ (Manik *et al*., 2023) จากการศึกษาผลของวิธีการบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง พบว่าการบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงด้วยบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa พบว่ามีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase เปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีการงอกสูงที่สุด และมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำที่สุด เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์เชิงลบค่อนข้างต่ำกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa และเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์เชิงลบปานกลางกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa เนื่องจากวิธีการบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศสามารถลดระดับออกซิเจนและป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น โดยการไล่อากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ก่อนการปิดปากถุงทำให้สามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น และจากผลการทดลองพบว่าการบรรจุภัณฑ์นี้สามารถรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นและกิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษา ทำให้สามารถคงความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ดีหลังจากการเก็บรักษาไปแล้วเป็นเวลา 12 เดือน ทั้งนี้เนื่องมาจากบรรจุภัณฑ์สุญญากาศมีการซึมผ่านของออกซิเจนต่ำ ซึ่งบรรจุภัณฑ์ที่อากาศไม่สามารถซึมผ่านได้หรือมีการซึมผ่านต่ำสามารถคงความชื้นของเมล็ดพันธุ์ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ที่มีการซึมผ่านของอากาศสูง (Kothari and Jadhav, 1998; Alam *et al*., 2008) สอดคล้องกับการรายงานของ Harrington (1973) กล่าวว่าบรรจุภัณฑ์ที่กันความชื้นสามารถรักษาความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้ ซึ่งธรรมชาติของเมล็ดพันธุ์สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศโดยรอบ จนกระทั่งเกิดความสมดุลของความชื้น ซึ่งอาจทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง (Copeland, 1976) และความชื้นที่สูงหรือต่ำมากเกินไปอาจทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงลดลง และเกิดความเสียหายแก่เมล็ดพันธุ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น การเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช และการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการเก็บรักษา (Muhammad *et al*., 2017) ในทำนองเดียวกัน Mutegi *et al*. (2013) รายงานว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน คือ ปอกระเจา polypropylene และ polyethylene พบว่าปริมาณความชื้นของถั่วลิสงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยบรรจุภัณฑ์ polypropylene มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุดรองลงมาคือ Polyethylene และปอกระเจา ตามลำดับ นอกจากนี้ค่ากิจกรรมของน้ำภายในเมล็ด (water activity) เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการควบคุม และป้องกันการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากสามารถบอกได้ถึงระดับปริมาณน้ำต่ำสุดที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2546) และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเป็นสาเหตุของความเสียหายจากออกซิเจนต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษา โดยความเสียหายนี้เกี่ยวข้องกับการทำงานของโมเลกุล เช่น DNA, RNA และ โปรตีน (Sano *et al*., 2016) ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ออกซิเจน แสง ความชื้น อุณหภูมิ รวมถึงวัสดุบรรจุภัณฑ์ และสภาวะการเก็บรักษา (Liscanlen *et al*., 2000; Reed *et al*., 2002) ผลจากการเกิด autoxidation จะได้อนุมูลอิสระซึ่งจะชักนำให้เกิด lipid peroxidation ทำให้เกิดความเสียหายกับเซลล์ และการเกิด lipid peroxidation ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการเสื่อมสภาพของเมล็ดพืชและกรดไขมันอิสระมีส่วนทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพจากความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ (Trawatha *et al*., 1995) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Kukoyi *et al*. (2014) กล่าวว่า บรรจุภัณฑ์สภาพการเก็บรักษา และระยะเวลามีผลกระทบต่อความคงตัวของน้ำมันถั่วลิสง โดยน้ำมันถั่วลิสงที่บรรจุในกระป๋องโลหะเคลือบแลคเกอร์และเก็บรักษาในที่มืด (ที่อุณหภูมิห้อง) ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของน้ำมันได้ ส่วน Demir and Kadioğlu (2024) รายงานว่าระดับออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาเป็นส่วนประกอบที่มีประสิทธิภาพในการรักษาความงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า และ Bulaong and Dharmaputra (2002) รายงานว่าระดับของกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามระยะเวลาการเก็บรักษาถั่วลิสง นอกจากนี้กิจกรรมของเอนไซม์ในเมล็ดพันธุ์จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความงอกและความแข็งแรงลดลง (Khan *et al*., 2013) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Chauhan *et al*. (2011) กล่าวว่าการเสื่อมสภาพของเมล็ดพืชตามอายุอาจเป็นสาเหตุให้การทำงานของเอนไซม์ในเมล็ดพันธุ์และการหายใจลดลง ส่งผลให้ทั้งพลังงาน (ATP) อาหารสำรองของเมล็ด และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ทำให้ประสิทธิภาพลดลง จากการศึกษาของ Manik *et al*. (2023) พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศสามารถรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไว้ได้สูงที่สุด โดยมีผลกระทบต่อความมีชีวิตและกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Patil *et al*. (2018) รายงานว่าบรรจุภัณฑ์ PICS สามารถคงคุณภาพฝักถั่วลิสงและความงอกสูงถึง 78.0 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บรักษา 9 เดือน เนื่องจากเป็นบรรจุภัณฑ์สุญญากาศสามชั้น ซึ่งสามารถกันความชื้นได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Meena *et al*. (2017) รายงานว่าเมล็ดถั่วลิสงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ สามารถรักษาคุณภาพของเมล็ดได้ โดยมีการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น

จากการศึกษานำเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ผ่านการบรรจุด้วยวิธีการต่าง ๆ ไปเก็บรักษาในสภาพที่แตกต่างกัน พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม สามารถรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้ดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์เชิงลบปานกลางกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase ในสภาพการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพแวดล้อม ในขณะที่เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพการเก็บรักษาแบบไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม เนื่องจากเมล็ดมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น คุณภาพของเมล็ดจึงได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ (Roberts *et al*., 1972) โดยเมล็ดพืชน้ำมันควรเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะเกิดความร้อนระหว่างการเก็บรักษาและส่งผลให้เกิดการสูญเสียคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ (Caddick, 2021) สอดคล้องกับการศึกษาของ Patil *et al*. (2018) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไวต่อสภาพการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ ความชื้นของเมล็ดพืช และแสง เป็นต้น การสูญเสียเชิงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดไขมัน และวิตามิน เป็นต้น ซึ่งความมีชีวิตของเมล็ดได้รับอิทธิพลอย่างมากจากสภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บรักษา เมล็ดถั่วลิสงเป็นเมล็ดที่มีปริมาณน้ำมันสูงการเสื่อมคุณภาพจึงขึ้นอยู่กับสภาพในระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว และควรลดความชื้นเมล็ดถั่วลิสงให้มีความชื้นต่ำว่า 10 เปอร์เซ็นต์ (Rahmianna and Yusnawan, 2007; WHO/FAO, 2012) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเมล็ดจะมีปริมาณความชื้นต่ำ ความมีชีวิตของเมล็ดก็สามารถลดลงได้เมื่ออุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในเมล็ดเพิ่มขึ้นส่งผลให้เมล็ดเกิดการเริ่มต้นการเสื่อมสภาพในระยะแรก (Hartmann-Filho *et al*., 2016) สอดคล้องกับการศึกษาของ Nautiyal *et al*. (1990) รายงานว่าเมล็ดที่มีปริมาณน้ำมันสูงทำให้สูญเสียความงอกและความแข็งแรงในเวลาอันสั้น โดยทั่วไปการเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันมักเกิดจากการสัมผัสกับความร้อนและออกซิเจน (Mercer *et al*., 1990) วิธีที่ดีที่สุดในการรักษาคุณภาพของเมล็ดในระหว่างการเก็บรักษาคือ การลดอุณหภูมิและความชื้นของเมล็ด (Manik *et al*., 2023) สอดคล้องกับการศึกษาของ Nithya and Renugadevi (2017) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถคงคุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ด เช่น ความงอกและดัชนีความแข็งแรงสูง โดยมีการสูญเสียคุณภาพทางชีวเคมี เช่น ปริมาณโปรตีน น้ำมัน และการลดลงของกิจกรรมของเอนไซม์น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในสภาพแวดล้อม และ Marthandan and Jerlin (2017) รายงานว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวในสภาพห้องเย็นมีประสิทธิภาพดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมปกติ โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase สูง ส่วนการศึกษาของ Davidson *et al*. (1982) รายงานว่าฝักถั่วลิสงสามารถเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาไว้ได้อย่างน้อยนาน 1 ปี ที่อุณหภูมิ 1-5 องศาเซลเซียส และมีความชื้น 7 เปอร์เซ็นต์หรือต่ำกว่า ส่วนที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส และความชื้น 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาฝักถั่วลิสงนาน 2 ถึง 10 ปี โดยไม่สูญเสียคุณภาพ และจากการทดลองของ Gavrielit (1970) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่มีความชื้น 5 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7-12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-65 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้คุณภาพเสื่อมลงหลังจากเก็บรักษาไปแล้ว 2 ปี และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถคงความมีชีวิตของเมล็ดถั่วลิสงได้เป็นเวลานานถึง 3 ปี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

วิธีการบรรจุภัณฑ์สุญญากาศและสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไทนาน 9 คือ บรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa แล้วเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมสภาพแวดล้อม ทำให้เมล็ดพันธุ์มีค่ากรดไขมันอิสระต่ำ กิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase เปอร์เซ็นต์ความงอก และดัชนีการงอกสูง โดยทำให้เมล็ดพันธุ์ยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นและค่ากิจกรรมของน้ำภายในเมล็ดใกล้เคียงกับระดับเดิมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 เดือน นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยด้านสภาพการเก็บรักษามีผลต่อการชะลอการเสื่อมคุณภาพเป็นอย่างมาก เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ภายใต้สภาพควบคุมสภาพแวดล้อมทำให้เมล็ดพันธุ์มีความยาวนานในการเก็บรักษาได้นานกว่าสภาพไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม และจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์เชิงลบค่อนข้างต่ำถึงปานกลางกับกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase และมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมากกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์ dehydrogenase มีความสัมพันธ์เชิงบวกปานกลางกับเปอร์เซ็นต์ความงอก ในบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa, Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa และสภาพการเก็บรักษาแบบควบคุมสภาพแวดล้อม

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่เก็บรักษาด้วยวิธีการบรรจุภัณฑ์ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.04 MPa และ Polypropylene ที่ระดับสุญญากาศ -0.06 MPa แล้วเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมสภาพแวดล้อม ยังคงมีความงอกสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน หากเกษตรกรนำวิธีการนี้ไปใช้จะสามารถเก็บรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไว้ได้นานขึ้นกว่าบรรจุภัณฑ์ที่เกษตรกรใช้กันทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


กรมการข้าว. 2564. **การเก็บรักษาข้าวเปลือกหลังเก็บเกี่ยว**. [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://newwebs2. ricethailand. go.th/upload/doc/5574/1658477609.pdf.

กรมวิชาการเกษตร. 2558. **วิจัยและพัฒนาถั่วลิสง**. [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2248.

กรมวิชาการเกษตร. 2563. **เทคโนโลยีการผลิตถั่วลิสง**. [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/fcri/wp-content/uploads/2020/tachno/E-Book-8.pdf.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. **การปลูกถั่วลิสง**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2564. **การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ในครัวเรือนอย่างง่าย**. สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี.

คนิต ลิขิตวิทยาวุฒิ. 2556. บทบาทถั่วไทยก้าวไกลสู่อาเซียน. ใน **การประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติครั้งที่ 4**. นครปฐม.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์**. สำนักพิมพ์ทั้งฮั่วซินจำกัด.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2531. ความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงทั้งฝักและถั่วลิสงกะเทาะเปลือกในโรงเก็บที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และโรงเก็บรักษาธรรมดา. **การสัมมนาเรื่องงานวิจัยถั่วลิสง**. 6: 617-624.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา และวสุ อมฤตสุทธิ์. 2537. อิทธิพลของความเหี่ยวย่นของเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพวกเมล็ดโตพันธุ์ขอนแก่น 60-3. **วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์สาขาวิทยาศาสตร์**. 28: 518-528.

ณัฐหทัย เอพาณิช. 2547. **การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์**. [Online]. เข้าถึงได้จาก: http://lib.doa.go. th/multim/e-book/EB00188.pdf.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2541. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เบญจมาภรณ์ สุทธิ. 2543. **อิทธิพลของวิธีการลดความชื้นและการเก็บรักษาต่อคุณภาพและอายุเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปาริชาติ พรมโชติ, เจตษฎา อุตรพันธ์, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์, อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช, ประกาย ราชณุวงษ์ และคมศักดิ์ สุ่ยหล้า. 2557. **การปลูกถั่วลิสงหลังนา**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภารดี แซ่อึ้ง และ พชรพล พยัคฆ์. 2565. ผลของชนิดภาชนะบรรจุและระยะเวลาเก็บรักษาต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว. **แก่นเกษตร**. 50(3): 731-737.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2546. **Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร**. [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://www.phtnet.org/2003/09/26/.

โสภณ วงศ์แก้ว และสนั่น จอกลอย. 2554. อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง: ข้อเสนอวิธีแก้ปัญหา. **วารสารแก่นเกษตร**. 39(3): 1-11.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. **สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้าปี 2566**. [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2567/commodity2566.pdf.

อารีย์ วรัญญูวัฒก์. 2533. **เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตถั่วลิสง**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาพืชไร่นา สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม.

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2548. **การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์**. [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://www.phtnet.org/2005/05/52/.

Alam, M.M., Rahman, M.M., Samad, M.A., Ashrafi, R. and Rahman, M.M. 2008. Effect of storage container and initial seed moisture content on quality of shelled groundnut seed. **Journal of Agroforestry and Environment**. 7(1): 23-26.

Andersen, P.C. and Gorbet, D.W. 2002. Influence of year and planting date on fatty acid chemistry of high oleic acid and normal peanut genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 50(5): 1298-1305.

Anderson, K. and Lingnert, H. 1997. Influence of oxygen concentration on the storage stability of cream powder. **Lebensmittel Wissenschaft and Technologie**. 30: 147-154.

Anonymous. 2000. **Final report: Vacuum packaging and storage of green Columbian coffee**. Belgium: Universiteit Gent.

Anjian, W., Shuaiping, G., Guangrui, T. and Lina, L. 2016. Effect of vacuum packaging on storage quality of peanut. **Asian Agricultural Research**. 8(1): 72-74.

AOCS. 1998. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. Washington: American Oil Chemists' Society.

Asha, A.M. 2012. **Effect of plant products and containers on storage potential of maize cv.** Master's Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.

Azhari, M., Faiz, R., Yunus, T.I., Ghazi, M. and Yaw, T.C.S. 2008. Reduction of free fatty acids in crudeJatropha curcas oil via an esterification process. **International Journal of Engineering and Technology**. 5(2): 92-98.

Bam, R.K., Kumaga, F.K., Ofori K. and Asiedu, E.A. 2006. Germination, Vigour and Dehydrogenase Activity of Naturally Aged Rice (*Oryza sativa* L.) Seeds Soaked in Potassium and Phosphorus Salts. **Asian Journal of Plant Sciences**. 5(6): 948-955.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Beck, C.B. 2010. **An introduction to plant structure and development: plant anatomy for the twenty-frist century**. New York: Combridge University Press.

Bhattacharya, K. and Raha, S. 2002. Deteriorative changes of maize, groundnut and soybean seeds by fungi in storage. **Mycopathologia**. 155: 135-141.

Branimir, S., Ruza, P., Aleksandra, S., Vlatka, R., Irma, K. and Jasenka, C. 2007. Influence of storage conditions on seed oil content of maize, soyabean and sunflower. **Agriculturae Conspectus Scientificus**. 72(3): 211-213.

Bulaong, S.S.P. and Dharmaputra, O.S. 2002. Fungal population, aflatoxin and free fatty acid contents of peanuts packed in different bag types. **Biotropia**. 19: 1-25.

Caddick, L. 2021. Water activity and equilibrium relative humidity. **CSIRO Stored Grain Research Laboratory**.

Chauhan, D.S., Deswal, D.P., Dahiya, O.S. and Punia, R.C. 2011. Change in storage enzymes activities in natural and accelerated aged seed of wheat (*Triticum aestivum*). **The Indian Journal of Agricultural Sciences**. 81(11): 1037-103740.

Coolbear, P. 1995. Mechanisms of seed deterioration. **Seed Quality**. Pages 223-277.

Copeland, L.O. 1976. **Principles of Seed Science and Technology**. Minnaeapolis: Burgress Publishing Company.

Dadlani, M., Shanmugavel, S. and Anuradha, V. 2006. Physiological attributes associated with seed ageing in soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. **Seed Research**. 23(2): 61-66.

Davidson, J.I., Whitaker, T.B. and Dickens, J.W. 1982. Grading, cleaning, storage, shelling and marketing of peanut in the United States. **Peanut science and technology**. 571-623.

Delouche, J.C., Mathews, R.K., Dougherty, G.M. and Boyd, A.H. 1973. Storage of seeds in tropical regions. **Seed Science and Technology**. 1: 671-700.

Demir, İ. and Kadioğlu, N. 2024. The Effects of Oxygen Availability in the Seed Container during Storage on Seed Germination in Tomato, Onion, Cabbage, and Marrow Seeds. **Horticultural Studies**. 41(1): 1-5.

Dickens, J.W. and Pattee, H.E. 1966. The effects of time, temperature and moisture on aflatoxin production in peanuts inoculated with a toxic strain of *Aspergillus flavus*. **Tropical Science**. 8: 11-22.

Doijoide, S.D. 1988. Comparison of storage containers for storage of French bean seeds under ambient conditions. **Seed Research**. 16: 245-247.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Doijode, S.D. 1996. Effect of packaging and fruit storage on seed viability, vigour and longevity in chilli (*Capsicum annuum* L.). **Vegetable Science**. 23: 36-41.

Fonesca, J.R., Freire, A.B., Freire, M.S. and Zimmermann, F.J.P. 1980. Conservation of bean seed under three methods of storage. **Ravista Brasileira de Sementes**. 2: 19-27.

Garcia, A.G. and Aguilar, C.F. 1985. Factors which influence the loss of germination in carrot (*Daucus carota*) seed during storage. **Horticultura Mexicana**. 1: 73-83.

Gavrielit-Gelmond H. 1970. Moisture content and storage of peanut seed *Arachis hypogaea* L. **Proceedings of the International Seed Testing Association**. 36(1): 159-171.

Gurmit, S. and Haris, S. 1992. Maintenance of germinability of soybean (*Glycine max L.*) seeds. **Seed Research**. 20: 49-50.

Halder, S. and Gupta, K. 1980. On the mechanism of sunflower (cv. EC 68414) seed deterioration under low and high relative humidity. **Seed Technology News**. 10(2): 14.

Harrington, J.F. 1973. Biochemical basis of seed longevity. **Seed Science and Technology**. 1: 453-461.

Hartmann Filho, C.P., Goneli, A.L.D., Masetto, T.E., Martins, E.A.S. and Oba, G.C. 2016. The effect of drying temperatures and storage of seeds on the growth of soybean seedlings. **Journal of Seed Science**. 38(4): 287-295.

ISTA. 2019. **International Rules for Seed Testing, Edition. 2010**. Switzerland: International Seed Testing Association.

James, E., Bass, L.N. and Clark, D.C. 1967. Varietal differences in longevity of vegetable seeds and their response to various storage conditions. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**. 91: 321-328.

Khan, M.M., Abbas, M., Awan, F.S., Shahid, M., Ali, M. and Ahmad, S. 2013. Physio-biochemicaland genetic changes in stored pea (*Pisum sativum*) seeds. **International Journal of Agriculture and Biology**. 15(5): 951-956.

Kittock, D.L. and Law, A.G. 1968. Relationship of seedling vigour to respiration and tetrazolium reduction in germinating wheat seeds. **Agronomy Journal**. 60: 268-288.

Kothari, A.J. and Jadav, P. 1998. Machinery for vacuum packaging/gas flushing of food products. 593-59. **Modern food Packaging**. Mumbai: Indian Institute of Packaging.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kowalski, E., Tauscher, B. and Ludwig, H. 1994. autoxidation of linoleic acid under high pressure. 1333. in Schmidt, Sc., Shaner, J.W., Samaru, G.A. and Ross, M. **High-pressure Science and Technology**. American Institute of Physics Conference, Proceedings.

Krishnappa, N., Narayanaswamy, M.S., Balakrishan, P., Lokesh, K. and Shankhinamath, P. 2003. Influence of storage mycoflora on seed quality of groundnut (*Arachis hypogeae* L.) varieties stored in different packing materials. **Research on Crops**. 4(3): 409-417.

Kumar, C., Krishnappa, N., Narayanaswamy, S. and Sreenavasa, R. 2000. Seed quality as influenced by natural storage and accelerated ageing in groundnut cultivars. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**. 35: 37-43.

Kumar, P.R.A., Channakeshava, B.C. and Siddaraju, R. 2017. Influence of seed treatments and packaging materials on seed longevity of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cv. RL-88. **Plant Archives**. 17(2): 1221-1227.

Kurek, K., Plitta-Michalak, B. and Ratajczak, E. 2019. Reactive oxygen species as potential drivers of the seed aging process. **Plants**. 8(6): 174.

Ibraheem, A.K., Olukemi, A.O. and Sidi, O. 2014. Effect of packaging materials and storage conditions on the physicochemical compositions of groundnut oil in Nigeria. **International Journal of Advanced Research in Biological Sciences**. 1(8): 184-191.

Jonnala, R.S., Dunford, N.T. and Dashiell, K.E. 2005. New high-oleic peanut cultivars grown in the Southwestern United States. **Journal of the American Oil Chemists' Society**. 82(2): 125-128.

Liscanlen, Y., Wilson, J. and Schmielt. 2000. Rosemary extracts as inhibitors of liquid oxidation and colour changes in cooked Turkey products during refrigeration. **Food Science**. 62(2): 382-385.

Manik, A., Amaregouda, A., Meena, M.K., Dhanoji, M.M., Shakuntala, N.M. and Khan, H. 2023. Effect of Storage Environment and Packaging Materials in Groundnut Seeds (*Arachis hypogaea* L.). 15(10): 152-158.

Manik, A., Meena, M.K., Amaregouda, A. and Surekha, S. 2023. Assessment of viability, quality, and deterioration in stored groundnut seeds. **The Pharma Innovation Journal**. 12(9): 625-629.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Marthandan, V. and Jerlin, R. 2017. Effects of Seed Storage Conditions on Biochemical Changes of Freshly Harvested High Moisture Undried Rice Seeds cv. CO 51. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. 6(12): 2807-2813.

Masum, S.M., Ali, M.H., Amin, A.K.M.R., Asaduzzaman, M. and Roy, T.S. 2010. Effect of abiotic factors on quality of jute seed. **Bangladesh Research Publications Journal**. 4(1): 47-52.

McDonald, D. and Harkness, C. 1967. Aflatoxin in the groundnut crop at harvest in Northern Nigeria. **Tropical Science**. 9: 148-161.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**. 27(1): 177-237.

McDonald, M.B. 2004. Orthodox seed deterioration and its repair. 273-304. in Benech-Arnold, R.L. and Sanchez, R.A. **Handbook of Seed Physiology: Applications to Agriculture**. New York: Food Products Press.

Meena, M.K., Chetti, M.B. and Nawalagatti, C.M. 2017. Influence of different packaging materials and storage conditions on the seed quality parameters of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **International journal of pure and applied bioscience**. 5(1): 933-941.

Mercer, L.C., Wynne, J.C. and Young, C.T. 1990. Inheritance of fatty acid content in peanut oil. **Peanut Science**. 17(1): 17-21.

Mersi, W.V. and Schinner, F. 1991. An improved and accurate method for determining dehydrogenase activity of soils with iodonitrotetrazolium chloride. **Biology and Fertility of Soils**. 11: 216-220.

Morena, M.E., Vazquez, B.M.E., Navarrete, M.R. and Ramirez, G.J. 1994. Seed viability of different varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) stored under low and high RH. **Seed Science and Technology**. 22: 195-202.

Mostarin, T., Saha, S.R. and Khatun, K. 2012. Seed quality of bush bean as influenced by different storage containers and conditions. **Journal of Experimental Biosciences**. 3(1): 83-88.

Muhammad, A.I., Ahmad, R.K. and Lawan, I. 2017. Effect of moisture content on some engineering properties of groundnut pods and kernels. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**. 19(4): 200-208.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mutegi, C.K., Wagacha, J.M., Christie, M.E., Kimani, J. and Karanja, L. 2013. Effect of storage conditions on quality and aflatoxin contamination of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). **International Journal of Agricultural Science**. 3(10): 746-758.

Nagarajan, K. and Karivaratharaju, T.V. 1976. Storage studies in sorghum, bajra and maize seed viability in relation to moisture content. **Seed Research**. 4(2): 161-166.

Nakayama, Y., Saio, K. and Kito, M. 1980. Decomposition of Phospholipids in Soybeans During Storage. **Cereal Chem**. 58(4): 260-264.

Narayanan, P.V. and Dordi, M.C. 1998. Indian food sector and packaging-An overview. 20-28. **Modern Food Packaging**. Mumbai: Indian Institute of Packaging.

Narayanaswamy, S. 1993. **Effect of provenance, pre-sowing treatment and storage on seed yield and quality in groundnut**. Doctor of Philosophy Thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore.

Nautiyal, P.C., Ravindra, V. and Joshi, Y.C. 1990. Varietal and seasonal variation in seed viability in Spanish groundnut (*Arachis hypogaea*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**. 60(2): 143-145.

Nithya, N. and Renugadevi, J. 2017. Physiological and biochemical basis of cold storage in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. **Journal of Oilseeds Research**. 34(1): 44-48.

Nkang, A. and Umoh, E.O. 1997. Six month storability of five soybean cultivars as influenced by stage of harvest, storage temperature and relative humidity. **Seed Science and Technology**. 25: 93-99.

Pandey, N., Saxena, O.P., Singh, G. and Pakeeraiah, H. 1987. Seed deterioration studies in some vegetable seeds. **Acta Horticulture**. 215: 39-44.

Patra, A.K., Tripathy, S.K. and Samui, R.C. 2000. Effect of drying and storage methods on seed quality of summer groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Seed Research**. 28(1): 32-35.

PingPing, G., Yanxiang, Q. and Ying, L. 1996. Effects of storage temperature on soybean seed vigour and physiological relations. **Acta Agriculture, Boreali sinica**. 11(4): 114-118.

Priestley, D.A. 1986. Seed Ageing. 304. **Implications for Seed Storage and Persistence in the Soil**. New York: Cornell University Press, Ithaca.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rajendraprasad, S., Ujjnaiah, U.S., Sathyanarayana R.A. and Jagadish, G.V. 1998. Effect of genotypes of groundnut kernels and containers on seed quality during storage. **Seed Technology News**. 28(4): 35.

Rahmianna, A.A., Taufiq, A. and Yusnawan, E. 2007**.** Effect of harvest timing and postharvest storage conditions on aflatoxin contamination in groundnuts harvested from the Wonogiri regency in Indonesia. **SAT ejournal**. 5(1): 1-3.

Raikar, S.D., Vyakarnahal, B.S., Biradar, D.P., Deshpande, V.K. and Janagoudar, B.S. 2011. Effect of seed source, containers and seed treatment with chemical and biopesticide on storability of scented rice Cv. **Mugad sugandha Karnataka Journal of Agricultural Science**. 24(4): 448-454.

Reed, K.A., Sims, C.A., Gorbet, D.W. and O'keefe, S.F. 2002. **Storage water activity affects flavor fade in high and normal oleic peanuts**. Food Research International. 35(8): 769-774.

Roberts, E.H., Abdulla, F.H. and Owen, R.S. 1972. Nuclear damage and the ageing of seeds in Aspects of the Biology of Ageing. In Woolhouse, H.W. **Symposium XXI**. Cambridge University.

Rooney, M.L. 1983. Photosensitive oxygen scavenger films: an alternative to vacuum packaging. **CSIRO Food Research Quarterly**. 43: 9-11.

Sanjeev, K. and Ramesh, M.N. 2006. Low oxygen and inert gas processing of foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. 46: 423-451.

Sano, N., Rajjou, L., North, H.M., Debeaujon, I., Marion-Poll, A. and Seo, M. 2016. Staying alive: Molecular aspects of seed longevity. **Plant and Cell Physiology**. 57: 660-674.

Selvaraj, J.A. and Ramaswamy, K.R. 1978. Effect of container and storage period on germination and seedling vigour in cotton MCU (*Gossypium hirsutum*). **Cotton Research and Development**. 8: 3-6.

Patil, S.B., Shakuntala, N.M., Vasudevan, S.N. and Kuchanur, P.H. 2018. Influence of packaging materials on storability of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. 7(3): 3013-3016.

Singh, K.K. and Dadlani, M. 2003. Effect of packaging on vigour and viability of soybean (*Glycine max* L. Merrill) seed during ambient storage. **Seed Research**. 31(1): 27-32.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tahir, A., Afzal, I., Khalid, E., Razzaq, M. and Arif, M.A.R. 2023. Rice seed longevity in the context of seed moisture contents and hypoxic conditions in the storage environment. **Seed Science Research**. 33: 39-49.

Trawatha, S.E., TeKrony, D.M. and Hildebrand, D.F. 1995. Relationship of Soybean Seed Quality to Fatty Acid and $C_6$-Aldehyde Levels during Storage. **Crop Science**. 35(5): 1415-1422.

Trucksess M.W. 2016. Chapter 49 Natural Toxins. 1-23. in George W. and Latimer, J.r. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. America: United States.

Vasudevan, S.N., Shakuntala, N.M., Teli, S., Goud, S., Gowda, B. and Ravi. 2014. Studies on effect of modified atmospheric storage condition on storability of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seed kernels. **International Journal of Research Studies in Biosciences**. 2(2): 25-36.

Verma, S.S., Tomer, R.P.S. and Verma, U. 2003. Loss of viability and vigour in Indian mustard seeds stored under ambient conditions. **Seed Research**. 31(1): 90-93.

WHO/FAO. 2012. Prevention and reduction of food and feed Contamination. 40-50. **World Health Organization /Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

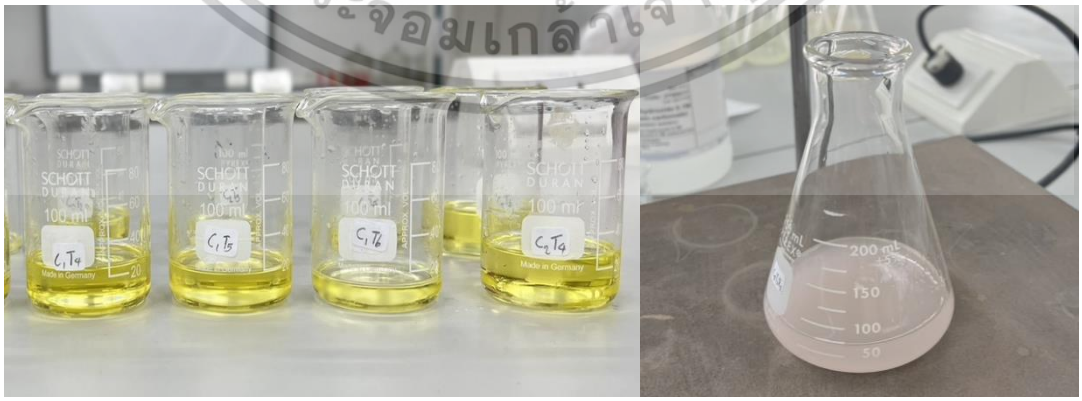
# ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 1** การบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงด้วยวิธีบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 2** การวัดค่า Dehydrogenase Enzyme Activity ในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง



**ภาพผนวกที่ 3** การวัดค่ากรดไขมันอิสระในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 4** การวัดค่า Water activity ในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

**ภาพผนวกที่ 5** การวัดค่าความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพผนวกที่ 6** การทดสอบความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในสภาพห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข
# ผลงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(1):213-230
Available online http://www.ijat-aatsea.com
ISSN 2630-0192 (Online)

# Influence of vacuum packaging combined with storage condition on biochemical activities and quality of groundnut seed (*Arachis hypogaea* L.)

**Multha, N. and Sikhao, P.***

Department of Plant Production Technology, School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

Multha, N. and Sikhao, P. (2024). Influence of vacuum packaging combined with storage condition on biochemical activities and quality of groundnut seed (*Arachis hypogaea* L.). International Journal of Agricultural Technology 20(1):213-230.

**Abstract** The results showed that seeds stored in 760-gauge polypropylene bags at vacuum levels of -0.04 MPa and -0.06 MPa under controlled conditions exhibited the highest dehydrogenase enzyme activity, germination percentage and index, and also displayed the lowest free fatty acid content. Additionally, it was observed that the moisture content and water activity of seeds in all packaging materials remained consistent from the beginning to the end of the storage period.

**Keywords:** Free fatty acid, Dehydrogenase activity, Woven plastic bag, Polypropylene, Peanut

## Introduction

Peanut is known as groundnuts (*Arachis hypogaea* L.), which belongs Fabaceae and hold significant economic importance as they can be cultivated year-round. Peanuts are widely grown across the globe, with approximately 41.4 million metric tons produced worldwide in the 2019/2020 season, showing a slight decrease from 42.79 million metric tons in 2018/2019 (International Nut and Dried Fruit Council, 2020). In the 2019/2020 production year, Thailand reported peanut cultivation on 93,258 rai of land, yielding a total of 31,097 tons, while the domestic demand for peanuts in Thailand stood at 126,178 tons. Due to increased processing demands, which outstrip production capacity, peanuts are imported from abroad. In 2019, Thailand imported 64,494 tons of peanuts, valued at 2053.66 million baht (Department of Agriculture, 2015; Office of Agricultural Economics, 2019). Peanuts are rich in oil, comprising 31-46 percent of their composition, followed by protein (20.7-25.3 percent), carbohydrates (21-37 percent), fiber (1.4-3.9 percent), and ash (1.2-2.3 percent) (Alhassan *et al*., 2017). The high oil content in peanuts makes them susceptible to rapid quality deterioration through lipid oxidation, catalyzed mainly by factors such as

* **Corresponding Author:** Sikhao, P.; **Email:** potjana.si@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

oxygen, light, humidity, and high temperatures (Reed *et al*., 2002). Relative humidity and ambient temperature during storage are crucial factors influencing seed quality, directly tied to seed moisture content. Subtropical and tropical regions often experience unfavorable conditions for seed storage, with groundnut seeds harvested in the summer season losing approximately 50 percent of their viability within 4-5 months. Proper seed storage is essential to maintain germination and vigor, as high temperatures and relative humidity can rapidly degrade peanut seed quality. Environmental conditions during growth and harvest also play a significant role in seed quality and storability (Meena *et al*., 2017). One of the most common quality issues with peanut seeds is excessive aflatoxin contamination during postharvest processes like drying and shelling (Department of Agriculture, 2015). Controlling temperature, relative humidity, and using appropriate packaging materials can reduce aflatoxin contamination during storage (Duangpatra and Promchote, 2000). Maintaining low relative humidity levels, along with storing soybean kernels in aluminum foil bags, has been shown to delay seed deterioration, particularly in terms of phospholipid and protein contents of the mitochondrial inner membrane, germination, and germination velocity (Tatipata, 2009). A widely accepted approach to mitigating lipid autoxidation in peanut seeds is controlling the gas composition within the packaging, utilizing techniques such as vacuum packaging and careful temperature regulation (Sandhya, 2010). Kowalski *et al*. (1994) reported that vacuum pressure can inhibit the oxidation of linoleic acid, as oxygen is a primary catalyst for the oxidation of enclosed products. Therefore, packaging with minimal voids can effectively prevent oxidation (Anonymous, 2000). In general, seeds stored in sealed containers exhibit greater resistance to moisture fluctuations compared to seeds in permeable containers when subjected to ambient and cold storage conditions. The choice of packaging materials should consider factors such as seed type, quantity, packaging method, storage duration, storage temperature, and relative humidity of the storage area (Meena *et al.,* 2020). Vacuum technology minimizes quality loss by reducing insect activity, fungal growth, and metabolic processes within the seeds. In contrast, seeds stored under non-hermetic conditions tend to experience reduced quality, manifesting as increased fatty acid content and buoyancy index. Dry peanut seeds should be stored in containers that prevent moisture increase. According to Mutegi *et al*. (2013), peanuts stored in various types of bags showed different moisture levels after 6 months, with averages of 5.1% for polypropylene, 5.2% for polyethylene, and 5.3% for jute. Jute bags readily absorb moisture but provide good ventilation, whereas polypropylene and polyethylene bags do not absorb moisture but retain heat (Kennedy and Devereau, 1994). Combining polypropylene packaging with vacuum pressure can effectively maintain peanut seed quality, resulting in low



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(1):213-230

acid and peroxide values, low relative electrical conductivity, and a higher germination rate compared to traditional plastic sacks. The reduced vacuum pressure within the packaging decreases oxygen levels and, consequently, oxidation (Anjian *et al*., 2016). The objective was to identify a seed storage method to be effectively preserved peanut seed quality under specific storage conditions and vacuum pressure levels, and to provide the guidelines for peanut seed and product storage to minimize quality loss during storage.

## Materials and methods

### *Preparation of peanut seed for storage*

A storage experiment was conducted over a period of 6 months, spanning from January 2023 to July 2023, at the Department of Plant Production Technology, School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. The research was done using 2-factor factorial experiment in a completely randomized design. Factor A was the packaging treatment, and Factor B was the storage condition. Peanut seeds were placed in two types packaging materials; woven plastic bags and polypropylene 760-gauge (PP), which were considered as control packaging materials. The vacuum levels employed for the polypropylene (PP) packaging were set at -0.02 MPa, -0.04 MPa, -0.06 MPa, and -0.08 MPa, respectively. Each bag contained a sample size of 410 g, and the packaging treatment was replicated three times. The polypropylene 760-gauge bags were sealed using a vacuum packaging machine (model BELTER-10), while the woven plastic bags were sealed through sewing. All packages were stored in two distinct environmental conditions; ambient conditions (approximately 35.5°C) and controlled conditions (13±2°C and 19±11% relative humidity) for 6 months. Sampling was conducted every 2 months to determine various quality parameters in all treatments, including free fatty acid content, dehydrogenase enzyme activity, seed moisture content, seed water activity, seed germination percentage in the laboratory, and seed germination index.

### *Free fatty acids content*

The percentage of free fatty acids in the oil sample was determined by titrating the oil in neutralized ethanol (95%) using a NaOH solution, following the method outlined in AOCS (1998), specifically method no. Ca 5a-40. Three grams of the sample were placed into a clean, dry conical flask, along with 50 mL of 95% ethanol. The mixture was adequately stirred to ensure complete dissolution of the sample. Subsequently, 1–2 drops of phenolphthalein indicator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

were added, and the contents were titrated against a 0.1 N NaOH solution. The titration was carried out with continuous shaking until a pink color persisted for at least 30 seconds. The percentage of free fatty acids was then calculated as follows:

$$\% \text{ FFA as oleic acid} = \left( \frac{(A-B) \times N \times 28.2}{\text{Weight of oil sample (g)}} \right)$$

where

A = is the amount of sodium hydroxide solution used to titrate the sample (ml).

B = is the amount of sodium hydroxide solution used to titrate the Blank solution (ml).

N = is the concentration of the prepared sodium hydroxide solution.

28.2 = is the percentage by weight of oleic acid.

***Dehydrogenase enzyme activity (OD Value)***

Representative seeds (25) from each treatment were selected and preconditioned by soaking them in water overnight at room temperature. The seeds were chosen randomly, and their embryos were then excised. These embryos were immersed in a 0.25 percent solution of 2, 3, 5-triphenyl tetrazolium chloride and left in the dark for two hours at 40°C to allow for staining. Following staining, the seeds were thoroughly washed with water and subsequently soaked in 10 ml of 2-methoxy ethanol (methyl cellulose) and left overnight to extract the red-colored formazan. The intensity of the red color was measured using an ELICO UV-VIS spectrophotometer (model SC-159) equipped with a blue filter (470 nm), and methyl cellulose was used as the blank. The optical density (OD) value obtained was reported as dehydrogenase activity (Kittock and Law, 1968).

***Seed moisture content***

The moisture content of peanut seed was determined using the hot air oven method. The procedure involved the following steps: Weigh the aluminum can with its cover and record the initial weight as M1. Collect samples ranging from 5 to 10 grams of the seed and place them in an aluminum can. Weigh the can with the sample, recording this weight for each treatment with three replications as M2. Place the aluminum can, along with its cover, in a hot air oven set at 130°C for 1 hour (ISTA, 2019). After the prescribed period, remove the aluminum can from the hot air oven and place it in a desiccator for 30 minutes.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(1):213-230

After cooling, weigh the aluminum can with the cover and the sample inside as M3. Calculate the seed moisture content using the following formula:

$$\text{Seed moisture content (\%)} = \left( \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \right) \times 100$$

where

$M_1$ = The weight in grams (to a minimum of three decimal places) of the aluminium can and its cover.

$M_2$ = The Weight in grams (to a minimum of three decimal places) of the aluminium can, its cover and its contents before drying.

$M_3$ = The weight in grams (to a minimum of three decimal places) of the aluminium can, its cover and its contents after drying.

***Seed water activity***

The determination of seed water activity was conducted using the RR Moisture instrument (RHINO, model HC2-AW-USB-SW), which measures water activity in seeds. The seeds were placed into probes and these probes were then positioned in the sample holder of the instrument. The instrument thenprovided readings of the seed water activity, which were recorded as the results of the study.

***Germination percentage of seeds in laboratory condition***

The percentages of peanut seed germination were determined using the between-paper method. Random samples of 50 seeds were selected, and these seeds were placed between two damp planting papers. The stack of papers with the seeds was then incubated in an environment where the temperature was controlled at 25°C. Germination was assessed by counting the number of normally germinated seedlings at both 5 days (as the first count) and 10 days (as the final count) following incubation (ISTA, 2019).

$$\text{seed germination (\%)} = \left( \frac{\text{number of normal seedlings}}{\text{number of cultivated seeds}} \right) \times 100$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***Germination index***

Peanut seeds were cultivated following the laboratory seed germination test method. The counting of normally germinated seeds was conducted on day 5 (as the first count) and day 10 (as the final count) (ISTA, 2019).

$$\text{germination index} = \sum \left( \frac{\text{number of normal seedlings in each day}}{\text{number of days after cultivation}} \right)$$

***Data analysis***

The experiment was designed as a 6 x 2 factorial experiment in a completely randomized design with three replications. Factor A represented the packaging treatments, while Factor B represented the storage conditions. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and comparative analyses between means were conducted using the Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) within the Statistical Analysis System (SAS).

**Results**

***Free fatty acids content***

The study investigated the effects of different packaging treatments on the preservation of peanut seeds over a 6-month period. The results indicated that the free fatty acid content increased from the initial stage in all packaging treatments, with no significant differences observed up to 4 months. However, after 6 months of storage, significant differences were observed at a 99% confidence level. The highest free fatty acid content was observed in PP (-0.06 MPa) at 0.610%, which was not statistically different from PP (-0.04 MPa) and PP (-0.02 MPa), with values of 0.595% and 0.588%, respectively. Conversely, the lowest free fatty acid content was found in woven plastic bags at 0.435%, but this was not statistically different from PP (-0.08 MPa), which had a value of 0.503%, or PP (-0.02 MPa) at 0.505%. The study assessed the effects of different storage conditions on free fatty acid content in peanut seeds. The results showed that there were no statistically significant differences in free fatty acid content between 0 and 2 months of storage. However, significant differences, with a 99% confidence level, were observed at 4 and 6 months. The highest free fatty acid content was recorded in ambient conditions at 0.494% and 0.664% for 4 and 6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(1):213-230

months, respectively. In contrast, the lowest levels of free fatty acids were found in controlled conditions at 0.385% and 0.414% for 4 and 6 months, respectively. A significant statistical interaction was observed between the packaging treatments and storage conditions for peanut seeds, except during the first 2 months. At 4 months, the highest free fatty acid content was observed in the combination of PP (-0.02 MPa) with ambient conditions, at 0.616%. However, there were no statistically significant differences when compared with PP and PP (-0.04 MPa) in combination with ambient conditions, which were at 0.553% and 0.490%, respectively. The lowest free fatty acid content was recorded in the combination of PP (-0.04 MPa) with controlled conditions, at 0.320%, followed by PP (-0.02 MPa) with controlled conditions, at 0.336%, respectively. After 6 months, the highest free fatty acid content was found in PP (-0.04 MPa) with ambient conditions, at 0.790%, but this was not statistically different from PP with ambient conditions at 0.773%, respectively. The lowest free fatty acid content among all packaging treatments was observed in the combination of controlled conditions with PP (-0.06 MPa) with ambient conditions (Table 1).

***Dehydrogenase enzyme activity (OD Value)***

The study investigated the effects of different packaging treatments on the dehydrogenase activity of stored peanut seeds at various time intervals. The results indicated that there were no statistically significant differences in dehydrogenase activity at 0, 4, and 6 months. However, at the 2-month mark, statistically significant differences, with a 99% confidence level, were observed. The highest dehydrogenase activity, measured at 1.356 OD value, was recorded in PP (-0.08 MPa). Nevertheless, this was not statistically different from PP (-0.06 MPa), which had a dehydrogenase activity of 1.203 OD value. After 6 months of storage, the highest dehydrogenase activity was observed in PP (-0.04 MPa), with a value of 1.155 OD. However, this was not statistically different from other packaging treatments. Regarding the effects of storage conditions, the results indicated that dehydrogenase activity was not statistically different at 0, 2, and 4 months. However, a significant difference, with a 99% confidence level, was observed at the 6-month mark. The highest dehydrogenase activity, measured at 1.124 OD value, was found in controlled conditions, while the lowest dehydrogenase activity, at 0.937 OD value, was observed in ambient conditions. No significant interaction was observed between the packaging treatments and storage conditions for peanut seeds regarding dehydrogenase activity at 0, 2, 4, and 6 months. At 2 and 4 months, the highest dehydrogenase activity was observed in the combination of PP (-0.08 MPa) with controlled conditions, with OD values of 1.410 and 1.333, respectively. At 6 months, the



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

highest dehydrogenase activity was observed in PP (-0.04 MPa) combined with controlled conditions, with an OD value of 1.327. However, no statistically significant differences were observed when compared to other treatments for the same month. Additionally, the total dehydrogenase activity (TDH) decreased in all packaging treatments stored in ambient conditions (Table 2).

**Table 1.** Free fatty acids content of peanut var. Tainan 9 with different packaging treatments before and after stored in different conditions for 6 months

| Factors | | Free fatty acids content | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Month 0 | Month 2 | Month 4 | Month 6 |
| **Packaging treatment** | | | | | |
| woven plastic bag | | 0.336 | 0.351 | 0.406 | 0.435 b |
| PP | | 0.351 | 0.335 | 0.478 | 0.610 a |
| PP (-0.02 MPa) | | 0.348 | 0.350 | 0.476 | 0.503 b |
| PP (-0.04 MPa) | | 0.333 | 0.340 | 0.405 | 0.588 a |
| PP (-0.06 MPa) | | 0.345 | 0.346 | 0.435 | 0.595 a |
| PP (-0.08 MPa) | | 0.331 | 0.320 | 0.438 | 0.505 b |
| **Storage condition** | | | | | |
| Ambient | | 0.356 | 0.369 | 0.494 a | 0.664 a |
| Controlled | | 0.325 | 0.311 | 0.385 b | 0.414 b |
| **Packaging treatment × Storage condition** | | | | | |
| Control | Ambient | 0.336 | 0.390 | 0.396 cd | 0.476 bc |
| | Controlled | 0.336 | 0.313 | 0.416 bcd | 0.393 c |
| PP | Ambient | 0.383 | 0.363 | 0.553 ab | 0.773 a |
| | Controlled | 0.320 | 0.306 | 0.403 cd | 0.446 c |
| PP (-0.02 MPa) | Ambient | 0.363 | 0.373 | 0.616 a | 0.570 b |
| | Controlled | 0.333 | 0.326 | 0.336 d | 0.436 c |
| PP (-0.04 MPa) | Ambient | 0.333 | 0.383 | 0.490 abc | 0.790 a |
| | Controlled | 0.333 | 0.296 | 0.320 d | 0.386 c |
| PP (-0.06 MPa) | Ambient | 0.396 | 0.383 | 0.463 bcd | 0.793 c |
| | Controlled | 0.293 | 0.310 | 0.406 cd | 0.396 c |
| PP (-0.08 MPa) | Ambient | 0.326 | 0.323 | 0.446 bcd | 0.583 b |
| | Controlled | 0.336 | 0.316 | 0.430 bcd | 0.426 c |
| **F-test** | | | | | |
| Packaging treatment | | ns | ns | ns | ** |
| Storage condition | | ns | ns | ** | ** |
| Packaging treatment × Storage condition | | ns | ns | * | ** |
| **C.V. (%)** | | 58.32 | 26.51 | 17.24 | 11.54 |

ns: not significantly different, * and ** significantly different at 95% and 99% levels.
[1]/Different uppercase letters in same vertical are significantly different by method of Ducan's New Multiple Range Test (DMRT).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(1):213-230

**Table 2.** Dehydrogenase enzyme activity of peanut var. Tainan 9 with different packaging treatments before and after stored in different conditions for 6 months

| Factors | | Dehydrogenase enzyme Activity (OD Value) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Month 0 | Month 2 | Month 4 | Month 6 |
| **Packaging treatment** | | | | | |
| woven plastic bag | | 1.126 | 1.014 c | 1.060 | 1.003 |
| PP | | 1.052 | 1.017 c | 1.037 | 0.968 |
| PP (-0.02 MPa) | | 1.073 | 0.998 c | 1.041 | 0.940 |
| PP (-0.04 MPa) | | 1.019 | 1.046 bc | 0.963 | 1.155 |
| PP (-0.06 MPa) | | 1.034 | 1.203 ab | 1.062 | 1.042 |
| PP (-0.08 MPa) | | 1.108 | 1.356 a | 1.261 | 1.076 |
| **Storage condition** | | | | | |
| Ambient | | 1.111 | 1.097 | 1.033 | 0.937 b |
| Controlled | | 1.027 | 1.114 | 1.108 | 1.124 a |
| **Packaging treatment × Storage condition** | | | | | |
| Control | Ambient | 1.196 | 1.024 | 1.013 | 0.970 |
| | Controlled | 1.057 | 1.003 | 1.108 | 1.035 |
| PP | Ambient | 1.103 | 0.980 | 1.025 | 0.885 |
| | Controlled | 1.001 | 1.054 | 1.050 | 1.050 |
| PP (-0.02 MPa) | Ambient | 1.080 | 0.992 | 1.022 | 0.838 |
| | Controlled | 1.066 | 1.004 | 1.059 | 1.042 |
| PP (-0.04 MPa) | Ambient | 1.034 | 1.019 | 0.920 | 0.984 |
| | Controlled | 1.004 | 1.073 | 1.006 | 1.327 |
| PP (-0.06 MPa) | Ambient | 1.064 | 1.264 | 1.028 | 0.913 |
| | Controlled | 1.004 | 1.142 | 1.095 | 1.171 |
| PP (-0.08 MPa) | Ambient | 1.187 | 1.302 | 1.190 | 1.034 |
| | Controlled | 1.030 | 1.410 | 1.333 | 1.119 |
| **F-test** | | | | | |
| Packaging treatment | | ns | ** | ns | ns |
| Storage condition | | ns | ns | ns | ** |
| Packaging treatment × Storage condition | | ns | ns | ns | ns |
| **C.V. (%)** | | 16.681 | 12.705 | 14.762 | 16.698 |

ns: not significantly different and ** significantly different at 99% levels.
[1]/Different uppercase letters in same vertical are significantly different by method of Ducan's New Multiple Range Test (DMRT).

### *Seed moisture content*

The study examined the influence of different packaging treatments on the moisture content of stored peanut seeds. The observations on the moisture content of peanut seeds were significantly different at the 99% confidence level from 2 to 6 months of storage, except at the initial stage. At 2, 4, and 6 months of storage, seeds stored in woven plastic bags recorded the lowest moisture content for all the months, which were 5.28%, 5.23%, and 5.10%, respectively. However, the moisture content for each month was nearly similar when compared to the initial stage. Regarding the moisture content under different storage conditions, significant differences were observed at the 99% confidence level at 2, 4, and 6 months of storage. The highest moisture content was recorded



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

in controlled conditions, at 5.88%, 5.79%, and 5.89% for 2, 4, and 6 months, respectively. Conversely, the lowest moisture content was observed in ambient conditions, which measured 5.67%, 5.49%, and 5.49%, respectively. A significant statistical interaction between packaging materials and storage conditions for peanut seeds was observed at 4 months of storage, except at 0, 2, and 6 months. At 4 months, the highest moisture content was found in the combination of PP (-0.02 MPa) with controlled conditions, at 5.92%. However, this was not statistically different from PP (-0.04 MPa) and PP in combination with controlled conditions, which measured 5.91% and 5.89%, respectively. Conversely, the lowest moisture content was observed in woven plastic bags combined with ambient conditions, at 4.87% (Table 3).

**Table 3.** Seed moisture content of peanut var. Tainan 9 with different packaging treatments before and after stored in different conditions for 6 months

| Factors | | Seed moisture content (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Month 0 | Month 2 | Month 4 | Month 6 |
| **Packaging treatment** | | | | | |
| woven plastic bag | | 5.75 | 5.28 c | 5.23 b | 5.10 b |
| PP | | 5.83 | 5.72 b | 5.67 a | 5.80 a |
| PP (-0.02 MPa) | | 5.63 | 5.90 ab | 5.76 a | 5.71 a |
| PP (-0.04 MPa) | | 5.84 | 5.78 ab | 5.78 a | 5.88 a |
| PP (-0.06 MPa) | | 5.96 | 5.99 a | 5.63 a | 5.71 a |
| PP (-0.08 MPa) | | 6.24 | 5.97 a | 5.77 a | 5.92 a |
| **Storage condition** | | | | | |
| Ambient | | 5.95 | 5.67 b | 5.49 b | 5.49 b |
| Controlled | | 5.81 | 5.88 a | 5.79 a | 5.89 a |
| **Packaging treatment × Storage condition** | | | | | |
| Control | Ambient | 5.78 | 5.06 | 4.87 d | 4.79 |
| | Controlled | 5.72 | 5.49 | 5.60 bc | 5.41 |
| PP | Ambient | 5.80 | 5.70 | 5.44 c | 5.66 |
| | Controlled | 5.86 | 5.74 | 5.89 a | 5.93 |
| PP (-0.02 MPa) | Ambient | 5.70 | 5.85 | 5.60 bc | 5.52 |
| | Controlled | 5.57 | 5.95 | 5.92 a | 5.90 |
| PP (-0.04 MPa) | Ambient | 5.74 | 5.59 | 5.66 abc | 5.76 |
| | Controlled | 5.95 | 5.98 | 5.91 a | 5.99 |
| PP (-0.06 MPa) | Ambient | 6.04 | 5.84 | 5.60 bc | 5.38 |
| | Controlled | 5.88 | 6.14 | 5.65 abc | 6.04 |
| PP (-0.08 MPa) | Ambient | 6.61 | 5.98 | 5.77 ab | 5.81 |
| | Controlled | 5.87 | 5.97 | 5.77 ab | 6.04 |
| **F-test** | | | | | |
| Packaging treatment | | ns | ** | ** | ** |
| Storage condition | | ns | ** | ** | ** |
| Packaging treatment × Storage condition | | ns | ns | ** | ns |
| **C.V. (%)** | | 6.82 | 2.86 | 2.62 | 3.73 |

ns: not significantly different and ** significantly different at 99% levels.
[1]/Different uppercase letters in same vertical are significantly different by method of Ducan's New Multiple Range Test (DMRT).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(1):213-230

***Seed water activity***

The water activity in peanut seeds was measured using an RR moisture analyzer. Peanut seeds stored with different packaging treatments showed significant differences at a 99% confidence level after 0 to 6 months of storage. At 0, 2, 4, and 6 months, peanut seeds stored in woven plastic bags recorded the lowest water activities, measuring 0.672, 0.609, 0.550, and 0.556, respectively. The effects of storage conditions were found to be significantly different at a 95% confidence level at the initial stage and statistically different at a 99% confidence level at 2, 4, and 6 months. From 0 to 6 months, the highest water activities under controlled conditions were 0.680, 0.660, 0.635, and 0.636, while the lowest water activities at ambient conditions were 0.677, 0.646, 0.597, and 0.610, respectively. However, there was no significant difference when compared with the initial water activity value. A significant statistical interaction between packaging treatments and the storage conditions of peanut seeds was observed at 0, 4, and 6 months, except at 2 months. At 0, 4, and 6 months, the lowest water activity was observed in woven plastic bags combined with ambient conditions, measuring 0.666, 0.494, and 0.529, respectively (Table 4).

***Germination percentage***

The study examined the effects of different packaging treatments on the germination percentage of peanut seeds. The results indicated that the germination percentage declined as the storage period advanced, but no significant changes were recorded throughout the 0 to 6 months of storage. Germination decreased in all packaging treatments. The overall ranking of germination percentages in peanuts with different packaging treatments was as follows, in decreasing order: PP (-0.08 MPa), PP (-0.06 MPa), woven plastic bag, PP, PP (-0.02 MPa), and PP (-0.04 MPa), with values of 53.33%, 57.33%, 59.33%, 61.33%, 62.33%, and 62.33%, respectively. Regarding the influence of different storage conditions on the germination percentage of peanut seeds, the results showed no significant differences at 0 to 2 months. However, a statistically significant difference of 99% was observed at 4 and 6 months of storage. The highest germination percentages were recorded in controlled conditions, at 78.88% and 76.44% for 4 and 6 months, respectively, while the lowest germination percentages were observed in ambient conditions, at 61.55% and 42.22%, respectively. No interaction was observed between packaging treatments and storage conditions on germination percentage at 0, 2, and 4 months of storage. However, a significant statistical interaction between packaging materials and storage conditions on germination percentage was



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

observed at 6 months. The seeds treated with PP (-0.04 MPa) in combination with controlled conditions recorded the highest germination percentage of 82.66%, followed by PP (-0.06 MPa) in combination with controlled conditions at 80.66%. Nevertheless, there was no statistical difference when compared with all packaging treatments stored in controlled conditions, except for woven plastic bags (Table 5).

**Table 4.** Seed water activity of peanut var. Tainan 9 with different packaging treatments before and after stored in different conditions for 6 months

| Factors | | Seed water activity | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Month 0 | Month 2 | Month 4 | Month 6 |
| **Packaging treatment** | | | | | |
| woven plastic bag | | 0.672 c | 0.609 d | 0.550 e | 0.556 b |
| PP | | 0.681 a | 0.670 a | 0.636 b | 0.631 a |
| PP (-0.02 MPa) | | 0.680 a | 0.664 ab | 0.670 a | 0.630 a |
| PP (-0.04 MPa) | | 0.678 ab | 0.652 c | 0.646 b | 0.635 a |
| PP (-0.06 MPa) | | 0.676 b | 0.666 ab | 0.616 c | 0.645 a |
| PP (-0.08 MPa) | | 0.682 a | 0.658 bc | 0.577 d | 0.642 a |
| **Storage condition** | | | | | |
| Ambient | | 0.677 b | 0.646 b | 0.597 b | 0.610 b |
| Controlled | | 0.680 a | 0.660 a | 0.635 a | 0.636 a |
| **Packaging treatment × Storage condition** | | | | | |
| Control | Ambient | 0.666 d | 0.598 | 0.494 g | 0.529 f |
| | Controlled | 0.678 bc | 0.620 | 0.607 de | 0.582 e |
| PP | Ambient | 0.683 a | 0.665 | 0.609 de | 0.627 cd |
| | Controlled | 0.678 abc | 0.674 | 0.663 b | 0.636 abc |
| PP (-0.02 MPa) | Ambient | 0.678 abc | 0.659 | 0.646 bc | 0.608 d |
| | Controlled | 0.682 ab | 0.669 | 0.694 a | 0.653 a |
| PP (-0.04 MPa) | Ambient | 0.677 bc | 0.651 | 0.649 bc | 0.630 bc |
| | Controlled | 0.680 abc | 0.652 | 0.643 bc | 0.641 abc |
| PP (-0.06 MPa) | Ambient | 0.676 c | 0.658 | 0.626 cd | 0.634 abc |
| | Controlled | 0.676 c | 0.675 | 0.605 de | 0.656 a |
| PP (-0.08 MPa) | Ambient | 0.680 abc | 0.647 | 0.558 f | 0.634 abc |
| | Controlled | 0.684 a | 0.669 | 0.595 e | 0.650 ab |
| **F-test** | | | | | |
| Packaging treatment | | ** | ** | ** | ** |
| Storage condition | | * | ** | ** | ** |
| Packaging treatment × Storage condition | | ** | ns | ** | * |
| **C.V. (%)** | | 0.43 | 1.19 | 2.12 | 1.88 |

ns: not significantly different, * and ** significantly different at 95% and 99% levels.

[1]/Different uppercase letters in same vertical are significantly different by method of Ducan's New Multiple Range Test (DMRT).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(1):213-230

**Table 5.** Germination percentage of peanut var. Tainan 9 with different packaging treatments before and after stored in different conditions for 6 months

| Factors | | Germination (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Month 0 | Month 2 | Month 4 | Month 6 |
| **Packaging treatment** | | | | | |
| woven plastic bag | | 95.33 | 81.33 | 69.66 | 59.33 |
| PP | | 90.66 | 78.00 | 75.00 | 61.33 |
| PP (-0.02 MPa) | | 94.33 | 80.00 | 65.00 | 62.33 |
| PP (-0.04 MPa) | | 91.00 | 79.66 | 68.66 | 62.33 |
| PP (-0.06 MPa) | | 94.33 | 79.33 | 71.00 | 57.33 |
| PP (-0.08 MPa) | | 92.00 | 82.33 | 72.00 | 53.33 |
| **Storage condition** | | | | | |
| Ambient | | 93.77 | 79.11 | 61.55b | 42.22 b |
| Controlled | | 92.11 | 81.11 | 78.88a | 76.44 a |
| **Packaging treatment × Storage condition** | | | | | |
| Control | Ambient | 95.33 | 78.66 | 64.00 | 52.00 c |
| | Controlled | 95.33 | 84.00 | 75.33 | 52.00 b |
| PP | Ambient | 94.00 | 79.33 | 68.66 | 43.33 cd |
| | Controlled | 87.33 | 76.66 | 81.33 | 79.33 ab |
| PP (-0.02 MPa) | Ambient | 94.00 | 78.00 | 52.66 | 45.33 cd |
| | Controlled | 94.66 | 82.00 | 77.33 | 79.33 ab |
| PP (-0.04 MPa) | Ambient | 94.66 | 80.66 | 60.66 | 42.00 cd |
| | Controlled | 87.33 | 78.66 | 76.66 | 82.66 a |
| PP (-0.06 MPa) | Ambient | 93.33 | 76.00 | 61.33 | 34.00 d |
| | Controlled | 95.33 | 82.66 | 80.66 | 80.66 a |
| PP (-0.08 MPa) | Ambient | 91.33 | 82.00 | 62.00 | 36.66 d |
| | Controlled | 92.66 | 82.66 | 82.00 | 70.00 ab |
| **F-test** | | | | | |
| Packaging treatment | | ns | ns | ns | ns |
| Storage condition | | ns | ns | ** | ** |
| Packaging treatment × Storage condition | | ns | ns | ns | * |
| **C.V. (%)** | | 4.74 | 5.95 | 8.30 | 11.98 |

ns: not significantly different, * and ** significantly different at 95% and 99% levels.
[1]/Different uppercase letters in same vertical are significantly different by method of Ducan's New Multiple Range Test (DMRT).

### *Germination index*

The study assessed the effects of different packaging treatments on the germination index of peanut seeds, and no significant changes were observed throughout the storage period from 0 to 6 months. In the germination index, a decrease was noted in all packaging treatments. The overall ranking of the germination index for peanuts in different containers was as follows, in decreasing order: PP (-0.08 MPa), PP (-0.06 MPa), woven plastic bag, PP, PP (-0.02 MPa), and PP (-0.04 MPa), with values of 2.66%, 2.86%, 2.96%, 3.06%, 3.11%, and 3.11%, respectively. Regarding the influence of different storage conditions on the germination index of peanut seeds, there were no statistically significant differences at 0 and 2 months. However, at 4 and 6 months, a



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

statistically significant difference of 99% was observed. The highest germination index was recorded in controlled conditions, at 3.94% and 3.82% for 4 and 6 months, respectively, while the lowest germination index was observed in ambient conditions, at 2.96% and 2.11%, respectively. No interaction was observed between packaging treatments and storage conditions on the germination index at 0, 2, and 4 months. However, a significant statistical interaction was observed after 6 months of storage. The seeds treated with PP (-0.04 MPa) in combination with controlled conditions recorded the highest germination index of 4.13%, followed by PP (-0.06 MPa) in combination with controlled conditions at 4.03%. Nevertheless, there was no statistical difference when compared with all packaging treatments stored in controlled conditions, except for woven plastic bags (Table 6).

**Table 6.** Germination index of peanut var. Tainan 9 with different packaging treatments before and after stored in different conditions for 6 months

| Factors | | Germination index | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Month 0 | Month 2 | Month 4 | Month 6 |
| **Packaging treatment** | | | | | |
| woven plastic bag | | 4.76 | 4.06 | 3.41 | 2.96 |
| PP | | 4.53 | 3.90 | 3.65 | 3.06 |
| PP (-0.02 MPa) | | 4.71 | 4.00 | 3.25 | 3.11 |
| PP (-0.04 MPa) | | 4.55 | 3.98 | 3.41 | 3.11 |
| PP (-0.06 MPa) | | 4.71 | 3.90 | 3.38 | 2.86 |
| PP (-0.08 MPa) | | 4.60 | 4.08 | 3.60 | 2.66 |
| **Storage condition** | | | | | |
| Ambient | | 4.68 | 3.93 | 2.96 b | 2.11 b |
| Controlled | | 4.60 | 4.04 | 3.94 a | 3.82 a |
| **Packaging treatment × Storage condition** | | | | | |
| Control | Ambient | 4.76 | 3.93 | 3.06 | 2.60 c |
| | Controlled | 4.76 | 4.20 | 3.76 | 3.33 b |
| PP | Ambient | 4.70 | 3.96 | 3.23 | 2.16 cd |
| | Controlled | 4.36 | 3.83 | 4.06 | 3.96 ab |
| PP (-0.02 MPa) | Ambient | 4.70 | 3.90 | 2.63 | 2.26 cd |
| | Controlled | 4.73 | 4.10 | 3.86 | 3.96 ab |
| PP (-0.04 MPa) | Ambient | 4.73 | 4.03 | 3.00 | 2.10 cd |
| | Controlled | 4.36 | 3.93 | 3.83 | 4.13 a |
| PP (-0.06 MPa) | Ambient | 4.66 | 3.66 | 2.73 | 1.70 d |
| | Controlled | 4.76 | 4.13 | 4.03 | 4.03 a |
| PP (-0.08 MPa) | Ambient | 4.56 | 4.10 | 3.10 | 1.83 d |
| | Controlled | 4.63 | 4.06 | 4.10 | 3.50 ab |
| **F-test** | | | | | |
| Packaging treatment | | ns | ns | ns | ns |
| Storage condition | | ns | ns | ** | ** |
| Packaging treatment × Storage condition | | ns | ns | ns | * |
| **C.V. (%)** | | 4.74 | 6.29 | 9.34 | 11.98 |

ns: not significantly different, * and ** significantly different at 95% and 99% levels.
[1]/Different uppercase letters in same vertical are significantly different by method of Ducan's New Multiple Range Test (DMRT).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(1):213-230

## Discussion

Peanut seeds often suffer from oxidation and moisture fluctuations during storage. The quality of peanut seeds decreases as the storage period increases. Seeds lose their germination and viability, and vacuum packaging can be used to extend their shelf life because seeds are essential raw materials in agriculture. Therefore, seed viability and vigor must be maintained (Anjian *et al*., 2016; Meena *et al*., 2020). Packaging and packaging types have a direct influence on physical and chemical changes. In general, the most widely used packaging material is plastic due to its light weight, good product quality, ability to determine the shape of the packaging, and recyclability (Narayanan and Dordi, 1998). Peanut seed quality deterioration increases with the advancement of the storage period. Factors such as dehydrogenase activity, seedling vigor index, germination percentage, seed infection, and moisture content increase over time. However, when peanuts are stored in polyethylene 700-gauge packaging, seed quality is better maintained even after 10 months of storage (Vasudevan *et al.,* 2014). Sheik *et al*. (1985) reported that vacuum and nitrogen gas replacement in the packaging of peanuts inhibited rancidity and fungal growth. In this study, packaging treatments affected the percentage of free fatty acids, which increased during the 4 to 6 months of storage. The germination percentage and germination index decreased throughout the increasing storage period, while dehydrogenase enzyme activity, moisture content, and water activity remained close to their initial values. The most suitable packaging treatments for Tainan 9 peanut seeds were PP (-0.04 MPa), followed by PP (-0.06 MPa), as they were the best at maintaining quality. Dehydrogenase activity, germination, and germination index were the highest, while free fatty acids were the lowest. This is consistent with Anjian *et al*. (2016) who reported that vacuum packaging at a pressure of -0.06 MPa was the most suitable for preserving peanut quality.

Storage conditions are crucial for maintaining the quality of peanut seeds. Due to their high oil content, the deterioration of peanut seeds depends on the postharvest storage conditions, including relative humidity and temperature in the atmosphere, which generally influence seed longevity (Meena *et al*., 2020). The storage conditions of peanut seeds affected several factors during storage. These include an increase in free fatty acids, a decrease in dehydrogenase enzyme activity, germination percentage, and germination index in ambient conditions. Moisture content and water activity of peanuts under ambient conditions had the lowest values but were not significantly different from the initial values. The most efficient packaging treatments for Tainan 9 peanut seeds were controlled conditions (13 ± 2°C, 19 ± 11% RH), as they were the most effective in maintaining quality. Dehydrogenase activity, germination, and germination



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

index were the highest, while free fatty acids were the lowest. This aligns with the findings of Koskosidis *et al*. (2022), who reported that storing soybeans in cold conditions preserved quality better than at room temperature. Storage of peanut seeds at relatively low temperatures and high relative humidity can also affect peanut quality. For example, peanut kernels stored at 19°C and 64% relative humidity had the highest moisture content and the largest physical damage, while samples stored at 24°C and 56% relative humidity had the lowest moisture content, physical damage, and rancidity (Mutegi *et al*., 2013). Consistent with these findings, peanut kernels stored hermetically at room temperature (23-25°C) with low humidity (below 4%) maintained high germination rates (>85%) for up to 8 years (Rao *et al*., 2002). Additionally, Liu *et al*. (2022) reported that storing peanuts at 15°C for 160 days maintained the protein composition and structure of peanuts. Similarly, Liu *et al*. (2019) found that peanut seeds stored at 15°C or subjected to short-term storage at 25°C were suitable options. Temperature during storage can significantly impact lipid levels and peanut oxidation, with higher temperatures leading to increased lipid oxidation and nutrient loss.

In general, seeds stored in moisture-proof containers retain better quality compared to moisture-permeable containers under ambient and cold conditions. This is because seed moisture fluctuates more in a moisture-permeable container than in a moisture-proof container (Meena *et al*., 2020). This finding is consistent with the report by Bhattacharya and Raha (2002), who stated that hulled peanut seeds with a moisture content of not more than 6% can be stored for at least 10 years without a loss of germination when stored in a sealed container at temperatures slightly above freezing (2 to 5 °C). Different packaging methods can maintain the quality of peanuts for varying periods of storage. Therefore, choosing an appropriate container for storing peanut seeds is essential and should be determined based on the desired storage period and desired quality (Fu *et al*., 2018). The choice of packaging treatment combined with storage conditions affects the percentages of free fatty acids, dehydrogenase enzyme activity, germination percentage, and germination index. There is a reduction in all packaging treatments when combined with ambient conditions. Meanwhile, the moisture content and water activity in the woven plastic bag packaging combined with ambient conditions are the lowest. This experiment demonstrated that the most suitable packaging treatment and storage conditions for the peanut variety Tainan 9 were polypropylene 760 gauge (-0.04 MPa) combined with controlled conditions, followed by PP (-0.06 MPa) combined with controlled conditions. These treatments were the most effective in maintaining quality for 6 months throughout the storage period, resulting in the highest dehydrogenase activity,



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(1):213-230

germination percentage, and germination index, while free fatty acids were the lowest.

## Acknowledgements

We would like to express our gratitude to the King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (Grant number 2566-02-04-015) for their financial support of this research. Additionally, we extend our thanks to School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand, for their support in providing the research site.

## References

Alhassan, K., Agbenorhevi, J. K., Asibuo, J. Y. and Sampson, G. O. (2017). Proximate composition and functional properties of some new groundnut accessions. Journal of Food Security, 5:9-12.

Anjian, W., Shuaiping, G., Guangrui, T. and Lina, L. (2016). Effect of vacuum packaging on storage quality of peanut. Asian Agricultural Research, 8:72-74.

Anonymous. (2000). Final report: Vacuum packaging and storage of green Columbian coffee. Universiteit Gent. Belgium.

AOCS. (1998). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. In: Firestone D ed. American Oil Chemists' Society, Washington, pp.2-93.

Bhattacharya, K. and Raha, S. (2002). Deteriorative changes of maize, groundnut and soybean seeds by fungi in storage. Mycopathologia, 155:135-141.

Department of Agriculture (2015). Research and development of peanuts. Retrieved from https://www.doa.go.th. (in Thai).

Duangpatra, J. and Promchote, P. (2020). Seed quality and aflatoxin contamination in different maturity of Tainan 9 and Kaset 1 peanut seed during storage. 15th Thailand National Groundnut Meeting, Chiang Mai, 271-278 p. (in Thai).

Fu, X., Xing, S., Xiong, H., Min, H., Zhu, X., He, J., Feng, J. and Mu, H. (2018). Effects of packaging materials on storage quality of peanut kernels. Plos one, 13:e0190377.

International Nut and Dried Fruit Council. (2021). Nuts and dried fruits statistical yearbook. Retrieved from https://inc.nutfruit.org/technical-projects.

ISTA (2019). International Rules for Seed Testing, Edition. 2010. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.

Kennedy, L. and Devereau, A. D. (1994). Observations on large-scale outdoor maize storage in jute and woven polypropylene sacks in Zimbabwe. 6th International Working Conference on Stored-Product Protection (Canberra, Australia), CAB International, Wallingford, UK, pp.290-295.

Kittock, D. L. and Law, A. G. (1968). Relationship of seedling vigour to respiration and tetrazolium reduction in germinating wheat seeds. Agronomy Journal, 60:268-288.

Koskosidis, A., Khah, E. M., Pavli, O. I. and Vlachostergios, D. N. (2022). Effect of storage conditions on seed quality of soybean (*Glycine max* L.) germplasm. AIMS Agriculture and Food, 7:387-402.

Kowalski, E., Tauscher, B. and Ludwig, H. (1994). autoxidation of linoleic acid under high pressure. In: Schmidt, Sc. Shaner, J. W., Samaru, G. A., and Ross, M. (eds). High-pressure Science and Technology, American Institute of Physics Conference, Proceedings, 309:1333.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Liu, K., Liu, Y. and Chen, F. (2019). Effect of storage temperature on lipid oxidation and changes in nutrient contents in peanuts. Food Science & Nutrition, 7:2280-2290.

Liu, Y., Liu, K. and Zhao, Y. (2022). Effect of Storage Conditions on the Protein Composition and Structure of Peanuts. ACS Omega, 7:21694-21700.

Meena, M. K., Chetti, M. B., Nawalagatti, C. M. and Naik, M. C. (2020). Vacuum Packaging Technology is a Novel Approach for Extending the Storability and Quality of Agricultural Produce: A Review. Indian Journal of Pure and Applied Biosciences, 8:585-593.

Meena, M. K., Chetti, M. B. and Nawalagatti, C. M. (2017). Influence of Different Packaging Materials andStorage Conditions on the Seed Quality Parameters of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). International Journal of Pure and Applied Bioscience, 5:933-941.

Mutegi, C. K., Wagacha, J. M., Christie, M. E., Kimani, J. and Karanja, L. (2013). Effect of storage conditions on quality and aflatoxin contamination of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). International Journal of AgriScience, 3:746-758.

Narayanan, P. V. and Dordi, M. C. (1998). Indian food sector and packaging-An overview. In: Cunha J. F. D., (ed.) Modern Food Packaging, Indian Institute of Packaging, Mumbai, pp.20-28.

Office of Agricultural Economics (2019). Agricultural Economic Informatics. Retrieved from http://www.oae.go.th. (in Thai).

Rao, N. K., Sastry, D. V. S. S. R. and Bramel, P. J. (2002). Effects of Shell and Low Moisture Content on Peanut Seed Longevity. Peanut Science, 29:122-125.

Reed, K. A., Sims, C. A., Gorbert, D. W. and O'Keefe, S. F. (2002). Storage water activity affects flavor fade in high and normal oleic peanuts. Food Research International, 35:769-774

Sandhya (2010). Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. Food Science and Technology, 43:381-392.

Sheikh, A. S., Hirata, T. and Ishitani, T. (1985). Quality preservation of peanuts by means of plastic packaging. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research, 28:46-51.

Tatipata, A. (2009). Effect of seed moisture content packaging and storage period on mitochondria inner membrane of soybean seed. Journal of Agricultural Technology, 5:51-64.

Vasudevan, S. N., Shakuntala, N. M., Teli, S., Goud, S. and Gowda, B. (2014). Studies on effect of modified atmospheric storage condition on storability of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seed kernels. International Journal of Research Studies in Biosciences, 2:25-36.

(Received: 28 September 2023, Revised: 21 December 2023, Accepted: 1 January 2024)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ-นามสกุล** : ณัฐลิกา มูลทา

**วัน เดือน ปีเกิด** : 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2540

**ที่อยู่ปัจจุบัน** : 65 หมู่ 13 ตำบลปากปวน อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย 42130

**ประวัติการศึกษา** : พ.ศ. 2559-2563 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) เกรดเฉลี่ย 3.28
สาขาวิชาเอกพืชไร่ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

: พ.ศ. 2563-2567 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) เกรดเฉลี่ย 3.64
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ทุนการศึกษาที่ได้รับ** : ทุนยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษา

: ทุนส่งเสริมการวิจัย คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ
พ.ศ. 2566 รหัสโครงการ 2566-02-04-015

**งานตีพิมพ์** : **Multha, N.** and Sikhao, P. 2024. Influence of vacuum packaging combined with storage condition on biochemical activities and quality of groundnut seed (*Arachis hypogaea* L.). International Journal of Agricultural Technology. 20(1): 213-230.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้