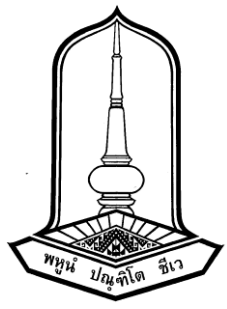


กรรมวิธีการเคลือบและการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

อรวรรณ ฤทธิวุธ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ตุลาคม 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

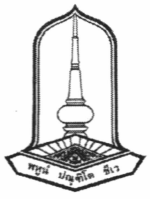
Mahasarakham University

กรรมวิธีการเคลือบและการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

อรวรรณ ฤทธิวุธ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ตุลาคม 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวอรวรรณ ฤทธิวุธ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....	ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.ณัฐพล ภูมิสะอาด)	(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
.....	กรรมการ
(ผศ.ดร.ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์)	(ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์)
.....	กรรมการ
(ผศ.ดร.จักรมาส เลาหวณิช)	(กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์)
.....	กรรมการ
(ผศ.ดร.เสรี วงศ์พิเชษฐ)	(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....	.....
(รศ.ดร.สัมพันธ์ ฤทธิเดช)	(รศ.เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	ผู้รักษาการคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
	วันที่ ๒๙ เดือน ๓.ค. พ.ศ. 2556

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรมาส เลาหวณิช อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา ให้ความรู้ คำแนะนำ และให้ความเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการศึกษา ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ภูมิสะอาด ซึ่งเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี วงศ์พิเชษฐ ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่าง ๆ ด้านวิชาการ และการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณนิสิตปริญญาเอกปริญญาโท และปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่าง ๆ ทั้งในเรื่องวิชาการ และงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้ให้ความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้

อรวรรณ ฤทธิวุธ

ชื่อเรื่อง กรรมวิธีการเคลือบและการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ผู้วิจัย นางสาวอรวรรณ ฤทธิวุธ
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมเครื่องกล
กรรมการควบคุม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรมาส เลาหวณิช
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2556

บทคัดย่อ

ข้าวโพดหวานเป็นพืชไร่ซึ่งให้ผลตอบแทนแก่เกษตรกรสูง การดูแลอย่างดีสำหรับการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนเพาะปลูกช่วยให้ประสบผลสำเร็จในการงอกและให้ผลผลิตสูง นอกเหนือจากการงอกนับครั้งแรก การงอกนับครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์เป็นอีกคุณภาพที่จำเป็นต้องพิจารณา เนื่องจากบางครั้งต้นอ่อนตายหลังการงอก กระบวนการที่สำคัญในการเตรียมเมล็ดพันธุ์ คือ การเคลือบและการอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิอบแห้งปานกลาง (42 องศาเซลเซียส) ถูกใช้ในบริษัททางการค้า อย่างไรก็ตามเวลาในการอบแห้งที่ยาวนานยังคงเป็นปัญหา สารเคมีที่นิยมใช้เคลือบได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท และโพลีเอทธิลีนไกลคอล ถูกใช้ในงานวิจัยนี้ นอกจากนี้ ยังได้มีการเพิ่มเทคนิครังสีอินฟราเรดในช่วงแรกของการอบแห้ง แล้วตามด้วยการอบแห้งลมร้อนที่ 42 องศาเซลเซียส

งานวิจัยนี้พยายามหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของการเคลือบและการอบแห้งข้าวโพดหวานสำหรับการเตรียมเมล็ดพันธุ์ ข้าวโพดหวานสด พันธุ์ซุปเปอร์สวีท นำมาปอกเปลือกและกะเทาะเอาเมล็ด เพื่อใช้เตรียมเมล็ดพันธุ์ ลำดับแรกนำเมล็ดพันธุ์ไปอบแห้งด้วยอุณหภูมิของแหล่งแผ่รังสีและเวลาที่ใช้ในการแผ่รังสีที่แตกต่างกัน ในช่วง 600-800 องศาเซลเซียส และ 0-5 นาที การอบแห้งลมร้อนที่ 42 องศาเซลเซียส ถูกนำมาอบแห้งอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งความชื้นลดลงถึงร้อยละ 14 มาตรฐานเปียก จากนั้นเปรียบเทียบร้อยละการงอกนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ ที่ผ่านเงื่อนไขที่ดีที่สุดกับการอบแห้งลมร้อนที่ 42 องศาเซลเซียส เพียงอย่างเดียว ลำดับที่สอง เมล็ดพันธุ์ถูกเคลือบด้วย 3 วิธีแตกต่างกัน ได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท เข้มข้นร้อยละ 1 ตามด้วยโพลีเอทธิลีนไกลคอล (มวลโมเลกุล 4000) เข้มข้นร้อยละ 3 ยูเรีย 0.1 กรัมไนโตรเจนเทียบเท่า ตามด้วยโพลีเอทธิลีนไกลคอล (มวลโมเลกุล 4000) เข้มข้นร้อยละ 3 และ ยูเรีย 0.1 กรัมไนโตรเจนเทียบเท่า ตามด้วยโพลีเอทธิลีนไกลคอล (มวลโมเลกุล 6000) เข้มข้นร้อยละ 3 หลังจากนั้น ตัวอย่างถูกอบแห้งอีกครั้งจนเหลือความชื้นร้อยละ 14 มาตรฐานเปียก โดยเปรียบเทียบระหว่างการอบแห้งด้วยอินฟราเรดที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามด้วยการผึ่งแห้งในที่ร่มที่สภาวะปกติ (อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 60-70) และการผึ่งแห้งในที่ร่มเพียงอย่างเดียว หลังการเตรียมเมล็ดพันธุ์ตามที่กล่าวมาข้างต้น เมล็ดพันธุ์ถูกเก็บรักษาด้วย 2 วิธี คือ เก็บในถังปิดสนิทและกระสอบ เป็นเวลา 5 เดือน จากผลการทดลองพบว่า เงื่อนไขที่ดีที่สุด ซึ่งได้ค่าร้อยละการงอกนับครั้งแรกและครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์สูงที่สุด คือ การอบแห้งด้วยอินฟราเรดที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามด้วยการอบแห้งด้วยลมร้อนที่ 42 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ เงื่อนไขที่ดีที่สุดนี้ยังให้ร้อยละการงอกนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว ในทำนองเดียวกัน การเคลือบเมล็ดพันธุ์โดยใช้โพแทสเซียมไนเตรท เข้มข้นร้อยละ 1 ตามด้วยโพลีเอทธิลีนไกลคอล (มวลโมเลกุล 4000) มีค่าร้อยละ

การงอกนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบวิธีอบแห้งหลังการเคลือบ พบว่า การอบแห้งด้วยอินฟราเรดที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ตามด้วยการผึ่งแห้งในที่ร่ม ได้คุณภาพดีกว่าการผึ่งแห้งในที่ร่มเพียงอย่างเดียว ทั้งการทดสอบการเก็บรักษาในถังปิดสนิทและกระสอบ หลังการเคลือบและการอบแห้ง ร้อยละการงอกนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นในช่วง 3 เดือนแรก และลดลงในช่วง 2 เดือนถัดไป ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถังปิดสนิท สามารถงอกและต้นอ่อนสามารถอยู่รอดได้มากกว่าการเก็บรักษาในกระสอบ

คำสำคัญ: ข้าวโพดหวาน, การอบแห้ง, การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

TITLE Coating and drying methods of maize seed
AUTHOR Miss. Orawan Rittiwut
ADVISORS Asst. Prof. Dr. Songchai Wiriyaumpaiwong, Ph.D.
Dr. Jackamas Laohavanich, Ph.D.
DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Mechanical Engineering
UNIVERSITY Mahasarakham University **YAER** 2013

ABSTRACT

Sweet corn is a crop which gives high benefits for farmer. The good care for seed preparation prior to planting helps to achieve the germination and give high yield. In addition to first count germination the final count germination is another quality that necessary to consider because sprout perhaps die after germination. There are two important processes to prepare seeds: the coating and the drying. The hot air at mild drying temperature (42°C) is applied in commercial enterprise. However, the longer drying time has been still the problem. The favorite chemical substances for coating namely, potassium nitrate and polyethylene glycol, are used in this study. Additionally, the infrared technique was added in the early drying period and follow by the hot air drying at 42°C.

This research tried to find the optimal conditions of coating and drying of sweet corn for seed preparation. The *super sweet* cultivar of fresh sweet corn was peeled and shelled to get the kernel. It was then used to prepare the seeds. Firstly, the seeds were dried with the various conditions of irradiation source temperature and applied time at 600-800°C and 0-5 min. The hot air drying at 42°C was continuously applied until the moisture content down to 14% wet basis. Then, both of first count and final count germination percentage undergoing the best condition were compared to the pure hot air drying at 42°C. Secondly, the seeds were coated by three different methods: 1% potassium nitrate (KNO_3) following 3% polyethylene glycol (PEG 4000), 0.1 gN (equivalent) urea following 3% PEG 4000 and 0.1 gN (equivalent) urea following 3% PEG 6000. After that sample was dried again to 14% wet basis by comparing between infrared drying at 600°C and 1 minute followed by shade drying at normal condition (28-30°C and 60-70% RH) and pure shade drying. After seed preparation as mention above, the seeds were stored at two different methods: closed bin and sack for 5 months. The experimental results revealed that the best condition that obtained the highest values of first count and final count germination percentage undergoing was infrared drying at 600°C and 1 minute followed by hot air drying at 42°C. Furthermore, it provided the higher first count and final count germination percentage

than that pure hot air drying at 42°C. Similarly, the seed coating using 1% KNO_3 following 3% PEG 4000 had the highest first count and final count. germination percentage Comparing drying methods after coating, it showed that infrared drying at 600°C and 1 minute followed by shade drying obtained better qualities than that pure shade drying. Both of bin and sack storage tests after coating and drying, the first count and final count germination percentage were increased in the early 3 months and decreased in the later 2 months of storage. However, the seeds stored in closed bin can be germinated and sprout can be survived more than stored in sack.

Keywords: Sweet corn, Drying, Coating Corn Seed

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพประกอบ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล	5
2.1 ข้าวโพด	5
2.2 กระบวนการอบแห้ง	8
2.3 การอบแห้งโดยใช้รังสีอินฟราเรด	10
2.4 การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน	13
2.5 การเคลือบเมล็ดพันธุ์	14
2.6 การเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์	16
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	22
3.1 ศึกษาเงื่อนไขในการทดสอบด้วยการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยวิธีการตากแดด การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสี 800°C โดยควบคุมอุณหภูมิระหว่างผิวเมล็ด 40°C และ การอบแห้งที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรดแตกต่างกันที่ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างข้าวโพด 45 เซนติเมตร	22
3.2 ศึกษาเงื่อนไขในการทดสอบที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรด 600°C 700°C และ800°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 30 45 และ 60 เซนติเมตร	23
3.3 วิธีการทดสอบดำเนินการผลของการเคลือบ ระยะเวลาการเก็บรักษาและวิธีการอบแห้งหลังการเคลือบ ที่ส่งผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์	24
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	26
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	27

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา 28
4.1 การทดสอบเพื่อหาเงื่อนไขการแผ่รังสีอินฟราเรดที่ง่ายต่อการปฏิบัติในเชิงพานิชย์ 28
4.2 การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเมื่อผ่านการอบแห้งหลังการเคลือบและการเก็บรักษา 33
4.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ 44
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 50
เอกสารอ้างอิง 51
ภาคผนวก 55
ภาคผนวก ก การทดสอบเพื่อหาเงื่อนไขของการกระจายรังสีอินฟราเรดที่เหมาะสม 56
ภาคผนวก ข ภาพแสดงชุดอุปกรณ์ทดสอบอุปกรณ์วัดและเก็บข้อมูลสำคัญ 61
ภาคผนวก ค ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรก และเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย 65
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 90
ภาคผนวก จ กฎการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์สากล 113
ประวัติย่อผู้วิจัย 118

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 4.1 เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาเก็บรักษาเวลา 0-5 เดือน 38

ตาราง 4.2 เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาเก็บรักษาเวลา0-5เดือน 41

ตาราง 4.3 การวิเคราะห์ผลของการอบแห้ง และระยะเวลาการเก็บรักษาเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก 44

ตาราง 4.4 การวิเคราะห์ผลของการอบแห้ง และระยะเวลาการเก็บรักษาเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย 44

ตาราง 4.5 การวิเคราะห์ผลของการเคลือบสารเคมีเปรียบเทียบกับวิธีการไม่เคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก 45

ตาราง 4.6 การวิเคราะห์ผลของการเคลือบสารเคมีเปรียบเทียบกับวิธีการไม่เคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย 45

ตาราง 4.7 การวิเคราะห์ผลของการเคลือบสารเคมี เปรียบเทียบกับวิธีการไม่เคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก 46

ตาราง 4.8 การวิเคราะห์ผลของการเคลือบสารเคมีเปรียบเทียบกับวิธีการไม่เคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย 46

ตาราง 4.9 การวิเคราะห์ผลของลดความชื้นหลังการเคลือบด้วยรังสีอินฟราเรดเปรียบเทียบกับวิธีการไม่เคลือบ และระยะเวลาการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก 47

ตาราง 4.10 การวิเคราะห์ผลของลดความชื้นหลังการเคลือบด้วยรังสีอินฟราเรดเปรียบเทียบกับวิธีการไม่เคลือบ และระยะเวลาการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย 47

ตาราง 4.11 การวิเคราะห์ผลของลดความชื้นหลังการเคลือบด้วยรังสีอินฟราเรดเปรียบเทียบกับวิธีการไม่เคลือบ และระยะเวลาการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก 48

ตาราง 4.12 การวิเคราะห์ผลของลดความชื้นหลังการเคลือบด้วยรังสีอินฟราเรดเปรียบเทียบกับวิธีการไม่เคลือบ และระยะเวลาการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย 48

ตาราง ก.1 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ 57

ตาราง ก.2 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ 57

ตาราง ก.3 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ 58

ตาราง ก.4 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ 58

ตาราง ก.5 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ 59

ตาราง ก.6 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ 60

หน้า

ตาราง ค.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาเก็บรักษา 0 เดือน 67
ตาราง ค.2 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาเก็บรักษา 1 เดือน 68
ตาราง ค.3 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 70
ตาราง ค.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาเก็บรักษา 3 เดือน 72
ตาราง ค.5 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน 74
ตาราง ค.6 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาเก็บรักษา 5 เดือน 76
ตาราง ค.7 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ระยะเวลาเก็บรักษา 0 เดือน 78
ตาราง ค.8 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ระยะเวลาเก็บรักษา 1 เดือน 80
ตาราง ค.9 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 82
ตาราง ค.10 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ระยะเวลาเก็บรักษา 3 เดือน 84
ตาราง ค.11 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน 86
ตาราง ค.12 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
ระยะเวลาเก็บรักษา 5 เดือน 88

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 2.1 การผ่าซีกของเมล็ดข้าวโพด 6
ภาพประกอบ 2.2 ความสัมพันธ์อัตราส่วนความชื้นและอุณหภูมิของวัสดุอบแห้ง 8
ภาพประกอบ 2.3 ความสัมพันธ์อัตราส่วนความชื้นกับการระเหยของไอ 9
ภาพประกอบ 2.4 การสะท้อน การดูดซึม และการส่งผ่านพลังงานของวัตถุ 10
ภาพประกอบ 2.5 การปลดปล่อยพลังงานของวัตถุดำที่อุณหภูมิต่าง ๆ 11
ภาพประกอบ 2.6 ความสัมพันธ์ของการดูดซับ (Absorbtivity) คลื่นอินฟราเรดของน้ำในวัตถุ 12
ภาพประกอบ 2.7 การประยุกต์ใช้รังสีอินฟราเรดสำหรับการลดความชื้นในงานอุตสาหกรรม 13
ภาพประกอบ 3.1 การแสดงขั้นตอนการทดสอบตามหัวข้อ 3.4 24
ภาพประกอบ 3.2 ลักษณะการงอกของต้นข้าวโพดของการนับครั้งแรก 7 วัน และการนับครั้งสุดท้าย 14 วัน 26
ภาพประกอบ 3.3 ชุดอุปกรณ์ในการทดสอบการอบให้ความร้อนข้าวโพดโดยใช้รังสีอินฟราเรด 27
ภาพประกอบ 4.1 การทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกครั้งแรกเมื่อการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 28
ภาพประกอบ 4.2 การทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกครั้งสุดท้ายเมื่อการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ข้าวโพดด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 29
ภาพประกอบ 4.3 เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรดและระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน 31
ภาพประกอบ 4.4 เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรดและระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน 31
ภาพประกอบ 4.5 เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของทุกกรรมวิธีระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ 5 เดือน 34
ภาพประกอบ 4.6 เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของทุกกรรมวิธีระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ 5 เดือน 35
ภาพประกอบ ข.1 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง 62
ภาพประกอบ ข.2 เครื่องอบแห้งแบบใช้รังสีอินฟราเรด 62
ภาพประกอบ ข.3 เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน 63
ภาพประกอบ ข.4 ตู้อบไฟฟ้า 63
ภาพประกอบ ข.5 ขวดโหลปิดมิดชิดสำหรับใส่ข้าวโพด 64
ภาพประกอบ ข.6 กระสอบสำหรับใส่ข้าวโพด 64
ภาพประกอบ ง.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกระยะเวลาเก็บรักษา 0 เดือน 91
ภาพประกอบ ง.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกระยะเวลาเก็บรักษา 1 เดือน 91

หน้า

ภาพประกอบ ง.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรก ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 92
ภาพประกอบ ง.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรก ระยะเวลาเก็บรักษา 3 เดือน 92
ภาพประกอบ ง.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรก ระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน 93
ภาพประกอบ ง.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรก ระยะเวลาเก็บรักษา 5 เดือน 93
ภาพประกอบ ง.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย ระยะเวลาเก็บรักษา 0 เดือน 94
ภาพประกอบ ง.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย ระยะเวลาเก็บรักษา 1 เดือน 94
ภาพประกอบ ง.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน 95
ภาพประกอบ ง.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย ระยะเวลาเก็บรักษา 3 เดือน 95
ภาพประกอบ ง.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย ระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน 96
ภาพประกอบ ง.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย ระยะเวลาเก็บรักษา 5 เดือน 96
ภาพประกอบ ง.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด 97
ภาพประกอบ ง.14 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ 97
ภาพประกอบ ง.15 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด 98
ภาพประกอบ ง.16 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ 98
ภาพประกอบ ง.17 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 99

หน้า

ภาพประกอบ ง.18 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 99
ภาพประกอบ ง.19 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในถังปิดมิดชิด) 100
ภาพประกอบ ง.20 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 100
ภาพประกอบ ง.21 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 101
ภาพประกอบ ง.22 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 101
ภาพประกอบ ง.23 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 102
ภาพประกอบ ง.24 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 102
ภาพประกอบ ง.25 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 103
ภาพประกอบ ง.26 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 103
ภาพประกอบ ง.27 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 104

หน้า

ภาพประกอบ ง.28 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 104
ภาพประกอบ ง.29 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด 105
ภาพประกอบ ง.30 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ 105
ภาพประกอบ ง.31 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด 106
ภาพประกอบ ง.32 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ 106
ภาพประกอบ ง.33 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย + PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 107
ภาพประกอบ ง.34 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย + PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 107
ภาพประกอบ ง.35 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย + PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 108
ภาพประกอบ ง.36 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย + PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 108
ภาพประกอบ ง.37 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3 + PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 109
ภาพประกอบ ง.38 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3 + PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 109

หน้า

ภาพประกอบ ง.39 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย + PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 110

ภาพประกอบ ง.40 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย + PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 110

ภาพประกอบ ง.41 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย + PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 111

ภาพประกอบ ง.42 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย + PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 111

ภาพประกอบ ง.43 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3 + PEG 4000+รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด 112

ภาพประกอบ ง.44 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000+รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ 112

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ข้าวโพดหวานจัดเป็นพืชอายุสั้นชนิดหนึ่งที่ให้ผลตอบแทนแก่เกษตรกรค่อนข้างสูง การเพิ่มผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการเพาะปลูกจึงต้องมีร้อยละการงอกสูง ปัญหาในการส่งออกข้าวโพดของไทย คือคุณภาพของข้าวโพดที่ยังไม่ได้มาตรฐานอันเนื่องมาจากปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวยังไม่ดีพอ ทำให้ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวได้มีความชื้นสูงก่อให้เกิดเชื้อราที่ผลิตสารพิษอะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) ซึ่งมีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพของข้าวโพด ดังนั้นการจัดการด้านการเก็บรักษาเมล็ดข้าวโพดจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก โดยเฉพาะความชื้นในเมล็ดข้าวโพดมีผลอย่างมากในการเก็บรักษาเมล็ดข้าวโพดที่ถูกลดความชื้นให้เหลือประมาณ 14-15 % มาตรฐานเปียก ภายใน 1-2 วันก่อนเก็บรักษาจะช่วยให้ปลอดภัยจากเชื้อราได้ แต่ถ้าลดความชื้นต่ำกว่านี้ข้าวโพดอาจแห้งเกินไปเกิดการแตกร้าวสูญเสียน้ำหนักในเชิงพาณิชย์ได้

ความชื้นของเมล็ดข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวมีค่าประมาณ 18-30% มาตรฐานเปียก และการลดความชื้นของเมล็ดข้าวโพด ในปัจจุบันมีอยู่หลายวิธี เช่น การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง การอบแห้งด้วยไมโครเวฟ การอบแห้งด้วยสุญญากาศ การอบแห้งด้วยปั๊มความร้อน การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด ซึ่งในการอบแห้งแต่ละวิธี มีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป เช่น จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง การอบแห้งด้วยสุญญากาศ หรือการอบแห้งด้วยปั๊มความร้อน มีคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งทั้งสามวิธี เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยมีสัมประสิทธิ์การพาความร้อนสูง แต่สำหรับข้อเสียของการอบแห้งทั้งสามวิธี คือระบบที่ซับซ้อนและต้นทุนที่สูง ซึ่งไม่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน สำหรับการอบแห้งด้วยไมโครเวฟเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งมีคุณภาพสูง แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของความปลอดภัยจากคลื่นสนามแม่เหล็ก เนื่องจากมีคลื่นความถี่ค่อนข้างสูง ทำให้จำกัดการใช้อยู่แค่เตาอบขนาดเล็กสำหรับห้องครัวซึ่งมีระบบป้องกันคลื่นรังสีที่ดี

การอบแห้งด้วยลมร้อนเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการนิยมอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีต้นทุนในการสร้างเครื่องที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบเท่ากับวิธีอื่นที่ได้กล่าวมา เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนสามารถใช้แหล่งความร้อน ได้จากหลายแหล่งที่หาได้ง่าย เช่น ขดลวดความร้อน น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซหุงต้ม พลังงานแสงอาทิตย์ หรือความร้อนทิ้งจากกระบวนการต่างๆ จากโรงงาน สำหรับแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดและถูกที่สุดคือแสงอาทิตย์ แต่มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถทำได้หากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย ผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพไม่ค่อยคงที่ การอบแห้งด้วยลมร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบพาความร้อน โดยความร้อนจากกระแสอากาศจะถ่ายเทด้วยการพาความร้อนสู่ผิวของวัสดุ หลังจากนั้นความร้อนจะถูกถ่ายเทจากผิววัสดุสู่ภายในวัสดุ โดยอาศัยการนำความร้อน ซึ่งเป็นผลให้ความดันไอน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้น้ำข้างในถูกขับออกมา สำหรับปัญหาที่จะเกิดขึ้นเสมอกับการอบแห้งด้วยลมร้อนคือ ผิวนอก

ของวัสดุเกิดการเหี่ยวย่น เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาความร้อน อุณหภูมิจะสูงสุดที่ผิวนอกของวัสดุ

นอกเหนือจากการอบแห้งด้วยลมร้อนแล้วยังมีอีกวิธีหนึ่งที่มีต้นทุนต่ำ (Chu and Chou, 2003; Isengard, 1995) คือการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด ซึ่งจุดเด่นที่น่าสนใจของวิธีนี้คือ พลังงานจากรังสีอินฟราเรดจะแผ่ไปยังวัสดุซึ่งจะทำให้น้ำในวัสดุสั่นและเกิดความร้อนขึ้น จุดเด่นตรงนี้เองที่ทำให้ผิวนอกวัสดุไม่เหี่ยวย่น ซึ่งจะช่วยให้มีอัตราการอบแห้งสูง ลดระยะเวลาการอบแห้งและพลังงานที่ใช้ด้วย รังสีอินฟราเรดให้ Heat Fluk ที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นอุปกรณ์จึงมีขนาดเล็ก ทำให้สามารถออกแบบเครื่องอบแห้งที่มีขนาดกะทัดรัด ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตเครื่องอบแห้ง การให้ความร้อนด้วยการแผ่รังสี จะทำให้อุณหภูมิกระจายค่อนข้างสม่ำเสมอ (Afzal and Abe, 2000) ดังนั้นความชื้นจึงค่อนข้างสม่ำเสมอ อีกทั้งยังต้องการอากาศที่หมุนเวียนเล็กน้อย ทำให้ไม่ต้องใช้พัดลมขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนและค่าพลังงาน รังสีอินฟราเรดจึงมักจะถูกนำไปใช้ควบคู่กับระบบอื่นเนื่องจากใช้พื้นที่ในการติดตั้งที่น้อย รวมทั้งตอบสนองต่อการควบคุมได้รวดเร็ว อย่างไรก็ตามการใช้รังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียวในการลดความชื้นไม่เหมาะสมนัก

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าในทางปฏิบัติการเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการปรับปรุงต่อเมล็ดที่ใช้กันมากในธุรกิจเมล็ดพันธุ์ (Copeland and Miller, 1995) ส่วนใหญ่นิยมเคลือบด้วยโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) ร่วมกับพอลิเอธิลีนไกลคอล (PEG) (สงวนศักดิ์ และคณะ 2554) และ โพแทสเซียมไนเตรตเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกริยา (Catalyst) ในกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช ช่วยในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ทำให้ เอนไซม์สามารถรวมตัวกับสารอื่นได้ง่ายขึ้น และยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ในเอนไซม์ต่าง ๆ ที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยา ภายในพืชให้ดำเนินไปได้อย่างปกติ (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544) ในการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรตให้แก่พืชนั้น เป็นการเพิ่มธาตุอาหารในดินช่วยให้ต้นอ่อนนำไปใช้ ในขณะที่มีการงอกและเจริญเติบโตไปเป็นต้นอ่อนที่สมบูรณ์และแข็งแรง พอลิเมอร์ที่นิยมใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ อีกอย่างหนึ่งคือ พอลิเอธิลีนไกลคอล (PEG) เนื่องจากละลายน้ำได้ดี ได้ฟิล์มเคลือบที่แข็ง เรียบ ไม่หลุดร่วง และได้มีรายงานการใช้ PEG 4000 และ 6000 ว่ามีแนวโน้มที่ทำให้ยาเม็ดมีความกร่อนลดลงและมีเวลาในการแตกตัวเพิ่มมากขึ้น สารเคลือบที่ดีควรมีลักษณะเป็นสารที่มีน้ำเป็นตัวกลาง ความหนืดต่ำ มีความเข้มข้นของของแข็งสูง สามารถปรับสมดุลของสารมีขั้วและไม่มีขั้วได้ และให้ฟิล์มมีความแข็งแรงเมื่อแห้งแล้ว (Copeland and Miller, 1995) ซึ่งการเคลือบเมล็ดพันธุ์ทำให้สารเกาะยึดติดแน่นกับผิวเมล็ดไม่เกิดการหลุดร่วงและมีความสม่ำเสมอ (Taylor and Harman, 1990) การเคลือบเมล็ดพันธุ์ไปพร้อมกับปุ๋ยนั้นมีประโยชน์อย่างมาก พืชสามารถใช้ปุ๋ยนั้นอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากปุ๋ยละลายอยู่ในรัศมีของราก พืชนำปุ๋ยไปใช้ได้ทันทีและปุ๋ยไม่สูญหายไปกับกระบวนการต่าง ๆ จึงเป็นการประหยัดปุ๋ย (ภาณี ทองพำนัก และคณะ, 2540) ข้าวโพดหวานเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนสูงเพื่อช่วยในการงอก และการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ถึงแม้ในอากาศจะมีไนโตรเจนในรูปของก๊าซอยู่ประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง (เฉลิมพล แซมเพชร, 2542) การใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมก่อนปลูกนั้นพบว่ามีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนในดินจะสูญเสียไปโดยการชะล้างประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนที่ใส่ลงไป และยูเรียร่วมกับพอลิเอธิลีนไกลคอล (PEG) (อรพันธ์ชัย มงคลจรรยา และคณะ, 2554) พบว่ามวลโมเลกุลของพอลิเอธิลีนไกลคอล (PEG) ในช่วง 4000 – 6000 ยังให้ผลด้านการงอกไม่ชัดเจนนัก

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การเก็บรักษาในสภาพเปิด (Opened storage) เมล็ดพันธุ์สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับ บรรยากาศรอบๆ ได้ และการเก็บรักษาในสภาพปิด (Closed storage, Hermetic storage, Air tight storage) เมล็ดพันธุ์ไม่สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นและออกซิเจนกับบรรยากาศนอกภาชนะบรรจุ ซึ่งเป็น การดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาแบบหนึ่ง เนื่องจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตทั้งเมล็ดพันธุ์และแมลง ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นพิษต่อแมลง จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ สามารถลดความเสียหายจากแมลงในโรงเก็บโดยไม่ใช้สารเคมี (Villers et al.,2008)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาวิธีการลดความชื้นในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยวิธีการอบแห้ง วิธีการเคลือบ และวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกันที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกและเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาเงื่อนไขเพื่อทดสอบหาอุณหภูมิของแหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรด ระยะเวลาในการแผ่รังสี และระยะห่างระหว่างหลอดรังสีอินฟราเรดกับตัวอย่างข้าวโพด ที่ให้เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกและเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายสูงที่สุด

1.2.2 ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเมื่ออบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดร่วมกับลมร้อนและวิธีการอบแห้งที่ใช้ในเชิงพานิชย์

1.2.3 ศึกษาผลของวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยโพแทสเซียมไนเตรด ร่วมกับพอลิเอธิลีนไกล-คอล และ ยูเรียร่วมกับพอลิเอธิลีนไกลคอล ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมไม่เคลือบสารเคมี

1.2.4 ศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกและเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ข้าวโพดที่ทำการศึกษาเป็นข้าวโพดหวานพันธ์ซุปเปอร์สวีท จากจังหวัดนครราชสีมา

1.3.2 ปัจจัยที่ศึกษา

1.3.2.1 วิธีการอบแห้ง

วิธีที่ 1 การอบแห้งด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 42 °C จนเหลือความชื้นสุดท้าย 14% มาตรฐานเปียก ซึ่งเป็นการอบแห้งในเชิงพานิชย์

วิธีที่ 2 การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 700 °C 800 °C และ 900 °C โดยใช้เวลา 0 1 2 3 4 5 6 7 8 และ 9 นาที แล้วตามด้วยการอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42 °C จนเหลือความชื้นสุดท้าย 14% มาตรฐานเปียก

1.3.2.2 วิธีการเคลือบ ได้แก่

1) เคลือบด้วยยูเรีย 0.1 กรัมของไนโตรเจน ร่วมกับ 3% โดยมวล PEG 4,000 และ 6,000

2) เคลือบด้วย 1% (w/w) KNO_3 ร่วมกับ 3% (w/w) PEG 4,000

1.3.2.3 สภาวะการเก็บรักษา

1) เก็บในถังปิด โดยสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 1 เดือน เป็นเวลาทั้งหมด 5 เดือน

2) เก็บในกระสอบ โดยสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 1 เดือน เป็นเวลาทั้งหมด 5 เดือน

1.3.3 ค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรก เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ผ่านการอบแห้งการเคลือบและการเก็บรักษาในสภาวะที่แตกต่างกัน

1.4.2 เป็นแนวทางในการจัดการที่ดีสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

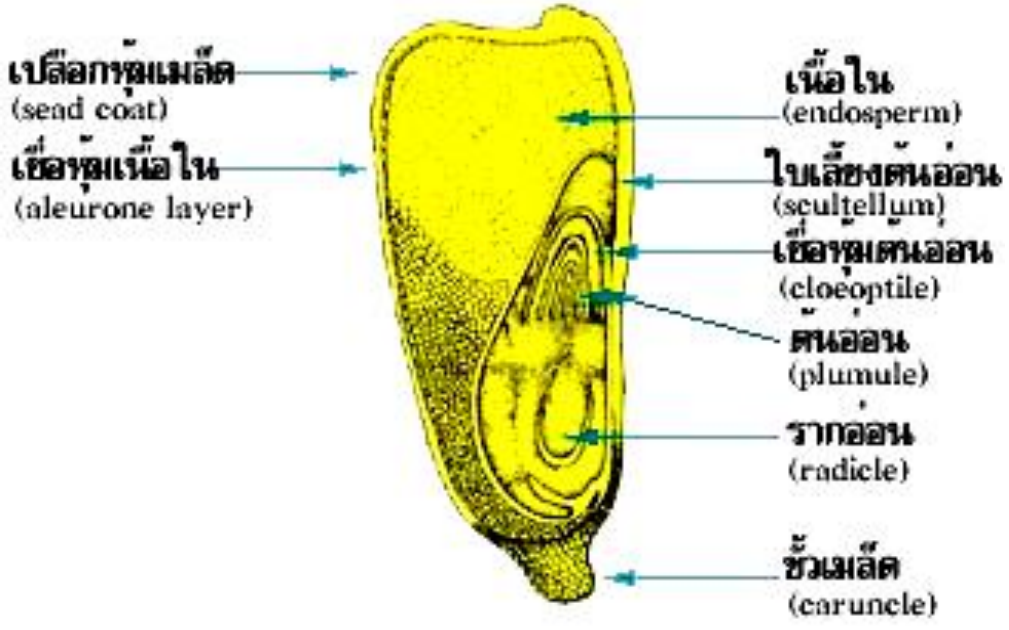
บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

2.1 ข้าวโพด

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* var. *saccharata*) เป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่ปัจจุบันได้มีการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ซึ่งการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีจะทำ ให้เพิ่มผลผลิตพืชได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการเพาะปลูก จึงต้องมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง แต่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานนั้นมักประสบปัญหาในเรื่องความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ต่ำอยู่เสมอ เนื่องจากข้าวโพดหวานเป็น ข้าวโพดที่เกิดจากการกลายพันธุ์ (Mutation) ของยีนที่ควบคุมการสร้างแป้งในเมล็ด ทำให้ กระบวนการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตในเอนโดสเปิร์มเกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ คือ มีการ สังเคราะห์แป้งจากน้ำตาลกลูโคสในปริมาณที่ต่ำ และนานขึ้น (กฤษฎา สัมพันธารักษ์, 2530) ทำให้เมล็ดเหี่ยวย่นเมื่อแก่เต็มที่ (ราเชนทร์ ถิรพร, 2529) เพราะมีปริมาณโพลีแซคคาร์ไรด์ในเมล็ดอยู่น้อย ส่งผลให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง จากเหตุผลดังกล่าว นักวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานจึงให้ความสำคัญในเรื่องของความงอกมากขึ้น (Garwood and Vanderslice, 1988) การเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์นั้นสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน และวิธีหนึ่งที่เป็นที่นิยมของเกษตรกรคือ การคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีก่อนปลูก เพราะเป็นวิธีที่ง่ายต่อการปฏิบัติและยังคุ้มค่าทางเศรษฐกิจวิธีหนึ่งและสารเคมีที่ใช้คลุกเมล็ดพันธุ์บางชนิดยังช่วยป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกสูงอีกด้วย แต่โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมคลุกเมล็ดในลักษณะผงหรือเปียก ซึ่งการคลุกแบบผงทำให้เมล็ดพันธุ์ได้รับการคลุกไม่สม่ำเสมอและมีสารเคมีบางส่วนหลุดร่วงเป็นเหตุให้ต้องคลุกสารในปริมาณมากทำให้เหลือพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมและเกษตรกร มีความเสี่ยงที่จะได้รับสารพิษได้ง่าย ส่วนการคลุกแบบเปียกแม้ว่าจะสม่ำเสมอกว่าแต่ทำให้เมล็ดเปียกชื้น เมล็ดเกิดการเสื่อมความงอกได้ ปัจจุบันมีการนำเอาวิธีเคลือบเมล็ด (Seed coating) มาใช้เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ เนื่องจากการเคลือบเมล็ดนั้นทำให้เมล็ดได้รับสารเคลือบ อย่างสม่ำเสมอ และสารเคลือบติดแน่นไม่หลุดร่วงระหว่างการนำไปใช้ ซึ่งช่วยลดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมและโอกาสที่จะได้รับสารพิษของเกษตรกรลดลงด้วย เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบแล้วยังสามารถเก็บไว้ใช้ได้ข้ามปีและง่ายต่อการขนส่ง ช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพและยืดอายุในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ เกษตรกรสามารถใช้เมล็ดปลูกได้ทันทีไม่ต้องเสียเวลาในการคลุกเมล็ดและสัมผัสกับสารเคมีขณะปลูกอีก (บุญมี ศิริ, 2552) เทคนิคการเคลือบเมล็ดด้วยสารปลดปล่อยไนโตรเจนละลายช้าจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถควบคุมการปลดปล่อยไนโตรเจนให้ออกมาสม่ำเสมออย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานพอกับความต้องการของเมล็ดพันธุ์และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยในขณะเกิดขบวนการงอกของพืช (Smid and Bates, 1971; Asano, 1996) โดยปุ๋ยไนโตรเจนที่มีการปลดปล่อยออกมาแบบช้า ๆ จะช่วยให้พืชได้รับปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการในการเจริญเติบโต (Wertz *et al.,* 2005) เนื่องจากปุ๋ยละลายอยู่ในรัศมีของราก พืชจึงสามารถนำปุ๋ยไปใช้ได้ทันทีโดยไม่สูญหายไปกับกระบวนการต่าง ๆ (ภาณี ทองพำนัก และคณะ, 2540) การปลูกข้าวโพดหวานเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์มีฤดูปลูกที่เหมาะสม 2 ฤดู คือ ปลายฤดูฝน จะปลูกช่วงปลายเดือนกรกฎาคมและเก็บเกี่ยวประมาณต้นเดือนพฤศจิกายน และ ฤดูหนาว จะปลูกช่วงปลายเดือนมกราคม

เก็บเกี่ยวประมาณปลายเดือนเมษายน ส่วนระยะเก็บฝักแก่ และคัดเมล็ดพันธุ์อายุหลังปลูกอยู่ในช่วง 85-95 วัน (กรมวิชาการเกษตร, ม.ป.ป.)



ภาพประกอบ 2.1 การผ่าซีกของเมล็ดข้าวโพด

2.1.1 หลักการอบแห้งเมล็ดพืช

โดยทั่วไปเรามักใช้อากาศที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเป็นตัวกลางในการอบแห้ง ทั้งนี้เพราะสามารถอบแห้งได้เร็ว และได้ความชื้นของเมล็ดพืชต่ำตามที่ต้องการ อุณหภูมิของอากาศจะสูงเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการนำเมล็ดพืชไปใช้งานวิธีและเทคนิคการนำไปใช้ในการอบแห้ง โดยมากเรามักจะเลือกเอาอุณหภูมิที่สูงที่สุดที่ยอมให้ได้โดยคุณภาพของเมล็ดพืชไม่เสียหาย เพราะจะทำให้อบแห้งได้เร็วมีผลให้เครื่องอบแห้งที่ต้องใช้มีขนาดเล็กลง ทำให้การลงทุนต่ำในการอบแห้งบางวิธีเราอาจใช้อากาศแวดล้อมในการอบแห้ง เช่น วิธีการอบแห้งในถังเก็บคืออบแห้งเมล็ดพืชภายในตัวถัง ซึ่งสัมผัสกับลมร้อนก่อนแห้งเกินกว่าที่ต้องการส่วนเมล็ดพืชทางด้านบนของถังซึ่งสัมผัสกับลมร้อนทีหลังจะยังชื้นอยู่ ในขณะที่อากาศร้อนเคลื่อนที่ผ่านชั้นเมล็ดพืชจะเกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อนและมวลขึ้นพร้อมๆ กันความร้อนจากอากาศจะถ่ายเทไปยังเมล็ดพืชและทำหน้าที่บริเวณผิวเมล็ดระเหยเข้าไปอยู่ในอากาศ เป็นผลให้อากาศมีอุณหภูมิลดลงและความชื้นสัมพัทธ์มีอากาศสูงขึ้น ส่วนเมล็ดพืชจะมีความชื้นลดต่ำลง และหากความชื้นลดลงมากพอแล้วอุณหภูมิของเมล็ดพืชก็จะเริ่มสูงขึ้นด้วย จนในที่สุดเมล็ดพืชจะมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิอากาศที่ใช้อบแห้ง หากว่าความชื้นลดลงจนถึงความชื้นสมดุล หากเก็บเมล็ดพืชที่ยังมีอุณหภูมิสูงอยู่อาจเกิดปัญหาการไหลเวียนของอากาศโดยธรรมชาติอันเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ซึ่งมีผลให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำในอากาศทำให้เมล็ดพืชในบริเวณที่มีการควบแน่นมีความชื้นสูงขึ้นโดยมากมักจะเป็นที่ชั้นบน ๆ และจะเป็นจุดเริ่มต้นของการแพร่เชื้อราและแมลงต่อไป

2.1.2 การอบแห้งเมล็ดพืชและการเก็บรักษา

เนื่องจากผลผลิตข้าวข้าวโพดและเมล็ดพืชอื่นๆ จะมีเป็นฤดูกาลแต่การบริโภคจะมีตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเก็บรักษาที่ดี เพื่อรักษาทั้งคุณภาพและปริมาณปัจจัยสำคัญในการเก็บรักษาที่สำคัญอันหนึ่งก็คือ เมล็ดพืชเหล่านี้จะต้องมีความชื้นที่เหมาะสมคือไม่สูงเกินไป ระยะเวลาของการเก็บรักษาได้โดยปลอดภัย ขึ้นอยู่กับความชื้นของเมล็ดพืชถ้าความชื้นต่ำก็จะเก็บรักษาได้นาน แต่การที่จะอบแห้งเมล็ดพืชให้แห้งมากๆ นั้นก็ไม่มีประโยชน์เพราะนอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการอบแห้งเพิ่มมากขึ้น โดยไม่จำเป็นแล้วยังทำให้เกิดความเสียหาย (เมล็ดแตกหัก) ระหว่างการขนถ่ายเมล็ดพืชได้ง่ายและทำให้สูญเสียน้ำหนักในเชิงพาณิชย์อีกด้วย ความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษามีค่าระหว่าง 13–15 % db สำหรับเมล็ดพืชพวกแป้งประมาณ 10 % db สำหรับพืชน้ำมันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา

2.1.3 ระยะเวลาการอบแห้งที่ปลอดภัย

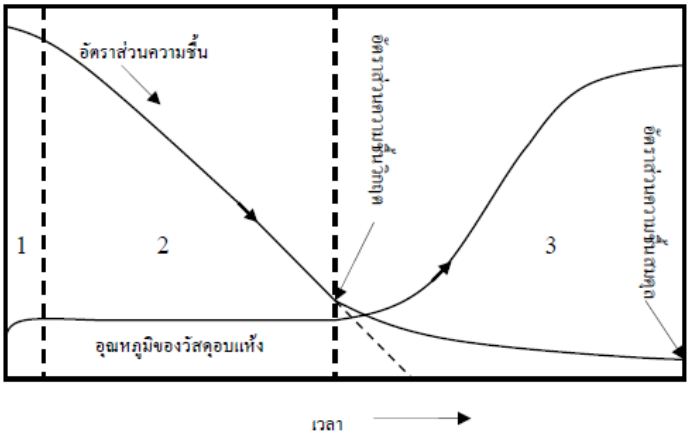
เมื่อเก็บเมล็ดพืชชื้นที่รวมกันอยู่เป็นปริมาณมากไว้ระยะเวลาหนึ่งจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น เชื้อราจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เชื้อราบางอย่างอาจสร้างสารพิษซึ่งให้โทษต่อคนหรือสัตว์ที่กินเข้าไป เมล็ดพืชและจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเมล็ดพืช มีการหายใจโดยการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตกับออกซิเจน ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์น้ำและความร้อน เป็นผลให้คาร์โบไฮเดรตในเมล็ดลดลง หรือที่เรียกกันว่าการสูญเสียมวลแห้ง ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการหายใจ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คุณภาพของเมล็ดพืชลดลง เช่น ทำให้ข้าวเป็นฟันหนู (เมล็ดข้าวสารมีสีเหลือง)

2.1.4 คุณภาพของเมล็ดพืชกับการอบแห้ง

การอบแห้งมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพทางเคมีและชีวภาพของเมล็ดพืชหลังการอบแห้งคุณภาพทางกายภาพประกอบสำคัญ ได้แก่ ความชื้นและการหดตัวของเมล็ดพืชระหว่างการอบแห้ง ซึ่งส่งผลให้เกิดการร้าวหรือแตกหักในเมล็ดพืช คุณภาพทางเคมีในเมล็ดพืชบางชนิด ได้แก่ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning Reactions) ความสามารถในการแยกแป้งและคุณค่าทางอาหาร เป็นต้น ส่วนคุณภาพทางชีวภาพ ได้แก่ ความสามารถในการงอกของเมล็ดพืชอุณหภูมิของการอบแห้งมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพืชหลังการอบแห้งมาก การใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปมักทำให้คุณภาพของเมล็ดพืชลดลง อุณหภูมิของอากาศที่อบแห้งจะแตกต่างจากอุณหภูมิของเมล็ดพืชเมื่อเริ่มการอบแห้งอุณหภูมิของเมล็ดพืชจะต่ำกว่าของอากาศ เมื่อเมล็ดพืชแห้งลงมากแล้ว อุณหภูมิของเมล็ดพืชจะเพิ่มสูงขึ้น จนในที่สุดอาจมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศอุณหภูมิของเมล็ดพืชจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพ การใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้บริเวณผิวของเมล็ดพืชสูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ผิวแข็งตัวเมื่อโซนการอบแห้งเคลื่อนย้ายจากบริเวณผิวไปยังชั้นในของเมล็ดพืชทำให้ชั้นในสูญเสียความชื้นและหดตัวโดยแยกตัวออกจากผิวที่แข็ง ซึ่งอาจมีผลให้เกิดรอยร้าวแยกแตกปริหรือหักในเมล็ดพืชได้ ถ้าอุณหภูมิไม่สูงเกินไปการอบแห้งหรือการสูญเสียความชื้นจะเป็นอย่างช้า ๆ ซึ่งผิวของเมล็ดพืชจะไม่แข็งตัวในเวลาอันรวดเร็วเกินไปการหดตัวภายในเมล็ดพืชเมื่อโซนการอบแห้งเคลื่อนย้ายเข้าไปถึงจึงไม่ก่อให้เกิดการแยกแตกปริหรือหักในเมล็ดพืช คุณภาพประกอบสำคัญของข้าวเปลือกหลังการอบแห้งอันหนึ่ง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ดซึ่งข้าวเต็มเมล็ดหมายถึง เมล็ดข้าวสารที่มีความยาวตั้งแต่แปดในสิบของเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ส่วนในเมล็ดข้าวอื่นที่สำคัญได้แก่ข้าวโพดซึ่งถ้ามีการแตกหักของเมล็ดข้าวโพดมากคุณภาพโดยรวมจะลดลง

2.2 กระบวนการอบแห้ง

การอบแห้ง (Drying) หมายถึงการถ่ายเทของเหลว (Liquid) จากของแข็งที่ชื้น (Wet Solid) ไปยังก๊าซที่ยังไม่อิ่มตัว (Unsaturated Gas) เพื่อไล่ความชื้นออกจากของแข็งด้วยการระเหยโดยอาศัยความร้อนที่ได้รับจากอากาศร้อนที่ยังไม่อิ่มตัวการที่จะเกิดการถ่ายเทของของเหลวจากของแข็งที่ชื้นไปยังก๊าซที่ไม่อิ่มตัวได้นั้นจะต้องมีกระบวนการถ่ายเทความร้อนโดยวิธีใดวิธีหนึ่งด้วยอาศัยการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซไปยังวัตถุเพื่อไล่หรือระเหยออกมาในรูปของไอ หลักการที่สำคัญที่สุดในกระบวนการอบแห้งคือ การหาวิธีการที่จะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซไปยังวัตถุที่ต้องการอบแห้งอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการอบแห้งจะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการอบการถ่ายความร้อนจากอากาศไปยังวัสดุและการถ่ายเทความชื้นของวัสดุไปยังอากาศจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันความร้อนสัมผัสกับอากาศส่วนใหญ่ที่วัสดุได้รับจะถูกนำไปใช้ให้น้ำในวัสดุนั้นระเหยในการอบแห้งวัสดุที่มีความชื้นด้วยอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นคงที่ปรากฏการณ์ที่มีความเหมือนกันมากที่สุดจะเกิดขึ้นดังนี้ คือเมื่อเกิดการสัมผัสกันครั้งแรกอุณหภูมิของวัสดุอบแห้งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิหนึ่งและจะคงที่นานอยู่ที่ค่านี้นานเป็นระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นอุณหภูมิของวัสดุอบแห้งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ส่วนในการเปลี่ยนแปลงของความชื้นภายในวัสดุอบแห้งและความชื้นที่ระเหยออกมาจะเป็นดังนี้ คือในตอนเริ่มแรกความชื้นจะระเหยออกจากวัสดุอบแห้งน้อยคือความชื้นจะค่อยๆ ลดลงต่อมาความชื้นจะระเหยออกอย่างรวดเร็วและมีอัตราการระเหยคงที่พอถึงระยะหนึ่งความชื้นจะระเหยได้ช้าและช้าลง ๆ อย่างมากจนไม่ระเหยเลยถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของก๊าซที่ใช้ในการอบแห้ง



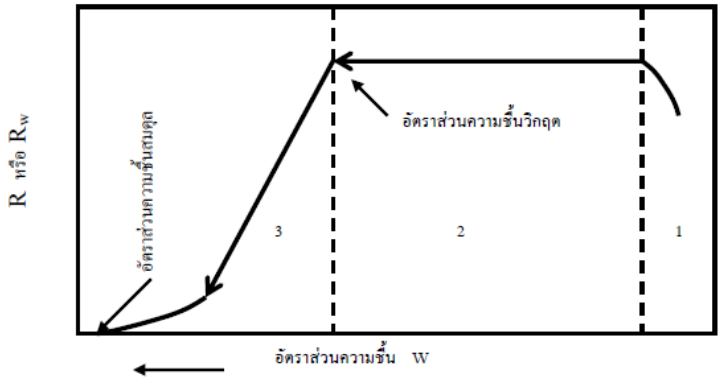
ภาพประกอบ 2.2ความสัมพันธ์อัตราส่วนความชื้นและอุณหภูมิของวัสดุอบแห้ง

2.2.1 ลักษณะจำเพาะของการอบแห้งแบ่งเป็น 3 ช่วงคือ

2.2.1.1 ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุเป็นช่วงที่ผิวจะอยู่ในรูปของน้ำถ้าเอาวัสดุมาอบแห้งภายใต้เงื่อนไขที่คงที่อุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet–Bulb Temp.) Twb ของกระแสลมร้อน

2.2.1.2 ช่วงการอบแห้งที่มีอัตราการอบแห้งคงที่ (Constant Drying Rate) อุณหภูมิของวัสดุจะคงที่ประมาณคราบใดที่ความชื้นยังคงเหลืออยู่ในรูปของน้ำที่ผิววัสดุความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้จะถูกใช้ในการระเหยความชื้นเท่านั้น

2.2.1.3 ช่วงการอบแห้งที่มีอัตราการอบแห้งลดลง (Decreasing Rate Drying) ความชื้นในรูปของน้ำที่วัสดุจะระเหยหมดไปเพราะการถ่ายเทความร้อนของน้ำจากส่วนในวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยจากผิวดังนั้นผิวของวัสดุจะอยู่ในสภาพประกอบแห้งและอุณหภูมิจะเริ่มสูงขึ้นความเร็วของการอบแห้งจะค่อยๆ ลดลงเพราะปริมารความร้อนที่วัสดุได้รับจะลดลงแล้วความร้อนยังต้องใช้ในการระเหยความชื้นของอุณหภูมิของวัสดุด้วย

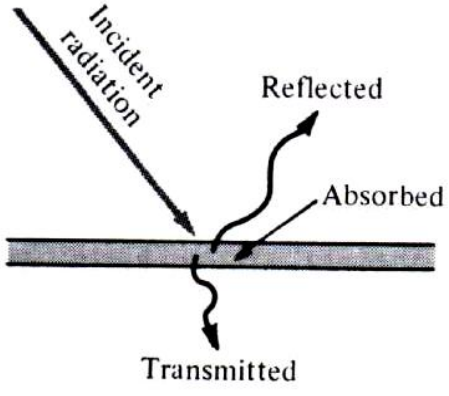


ภาพประกอบ 2.3 ความสัมพันธ์อัตราส่วนความชื้นกับการระเหยของไอ

เมื่อผ่านอากาศไปยังวัสดุอบแห้งอัตราการอบแห้งอยู่ที่จุด 1 ซึ่งเป็นจุดที่มีความชื้นสูงสุดของวัสดุอบแห้งอัตราการอบแห้งจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุด 2 ช่วงนี้เป็นช่วงแรกที่อุณหภูมิการอบแห้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เรียกช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุช่วงนี้สำหรับการอบแห้งแบบฟลูอิดไดเซชั่นจะสั้นมากอุณหภูมิของวัสดุจะจะเพิ่มขึ้นและจะไปคงที่ที่ Wet Bulb Temperature ของอากาศที่ใช้ในช่วงการอบแห้งนี้อัตราการอบแห้งจะคงที่และความชื้นภายในวัสดุก็จะลดลงไปเรื่อย ๆ เรียกช่วงนี้ว่าอัตราการอบแห้งคงที่ทั้งสองช่วงที่กล่าวมาเป็นช่วงการระเหยของน้ำที่ผิววัสดุซึ่งความร้อนจากลมร้อนจะถ่ายเทให้กับน้ำโดยตรงน้ำก็จะระเหยพัดพาไปจากผิวหน้าเรื่อย ๆ ในช่วงที่ 3 อัตราการอบแห้งจะลดลงทั้งๆ ที่ได้เปลี่ยนสภาวะของลมร้อนทั้งนี้เพราะเกิดขึ้นเพราะว่าปริมาณน้ำที่ผิวหน้าของวัสดุระเหยออกไปหมดแล้วเหลือแต่ความชื้นที่อยู่ภายในลึกลงไปจากผิวหน้าของวัสดุอบแห้งหรือห่างไกลจากความร้อนไม่ได้สัมผัสกันโดยตรง ความร้อนอาจส่งมาให้ความชื้นโดยการนำผ่านผิวหน้าของวัสดุอบแห้งและความชื้นเมื่อกลายเป็นไอแล้วก็ต้องแพร่ผ่านชั้นของวัสดุอบแห้ง ซึ่งใช้เวลามากในการแพร่หรือการเคลื่อนที่ของความชื้นที่ยังไม่กลายเป็นไอมายังผิววัสดุอบแห้งเป็นไปได้ช้ามาก ดังนั้นยิ่งปริมาณความชื้นผิวน้อยอัตราการอบแห้งก็ลดลงไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเป็นศูนย์หรือไม่ระเหยเลยการเปลี่ยนนี้เรียกว่าช่วงที่อัตราการอบแห้งลดลง

2.3 การอบแห้งโดยใช้รังสีอินฟราเรด

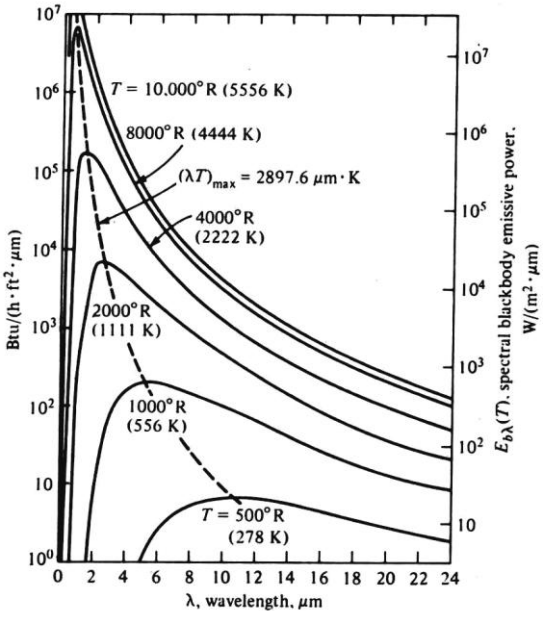
อินฟราเรดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.7–1,000 μm แต่ช่วงคลื่นที่มีคุณสมบัติในการแผ่รังสีความร้อน จะมีค่าความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.1–100 μm โดยจำแนกเป็น 3 ช่วงคือ Near Infrared (0.7–3 μm), Medium Infrared (3–25 μm) และ Far Infrared (25–100 μm) รังสีความร้อนที่แผ่ไปตกกระทบกับวัสดุนั้นทำให้เกิดผลได้แก่ การดูดซับพลังงานซึ่งจะแปลงเป็นพลังงานความร้อน การส่งผ่าน และการสะท้อนกลับ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุ



ภาพประกอบ 2.4 การสะท้อน การดูดซึม และการส่งผ่านพลังงานของวัตถุ (Ozisik, 1985)

2.3.1 การถ่ายเทความร้อนโดยใช้รังสีอินฟราเรด

วัตถุที่จะรับการถ่ายเทความร้อนโดยใช้รังสีอินฟราเรดที่เหมาะสม วัตถุต้องมีค่าการสะท้อนรังสีต่ำ นอกจากนั้นคุณสมบัติของวัตถุที่ต้องมีมากคือ การดูดซับสูง (High Absorptivity) ซึ่งอัตราการถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับปัจจัยได้แก่ อุณหภูมิของผิวหน้าวัตถุให้ความร้อนและวัตถุรับความร้อน คุณสมบัติของผิวหน้าทั้งวัตถุที่ให้ความร้อน รูปร่างของวัตถุที่แผ่รับรังสีและรับรังสีอัตราการปลดปล่อยพลังงานจากการแผ่รังสีต่อหน่วยพื้นที่ของวัตถุร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ หรือ Spectral Mlackbody Emissive Power มีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นของวัตถุ ซึ่งหากกำหนดค่าความยาวคลื่นกับอุณหภมิสมบูรณ์ของวัตถุ จะสามารถสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกับอุณหภูมิค่าต่างๆ ของวัตถุโดยจุดสูงสุด (Peak Wavelength, λmax) ของเส้นกราฟหมายถึงตำแหน่งที่วัตถุปลดปล่อยพลังงานออกมาสูงสุดด้วยความยาวคลื่นที่สั้นที่สุดที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง

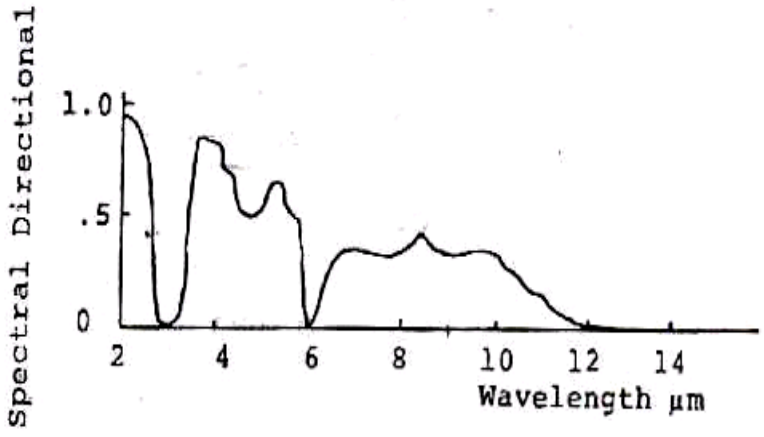


ภาพประกอบ 2.5 การปลดปล่อยพลังงานของวัตถุดำที่อุณหภูมิต่าง ๆ (Ozisik, 1985)

ความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นกับอุณหภูมิของวัตถุ ณ ตำแหน่งสูงสุด เป็นไปตามกฎของเวนน์ (Wien's Displacement Law) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (Ozisik, 1985)

(λmaxT) = 2897.6 μm•K

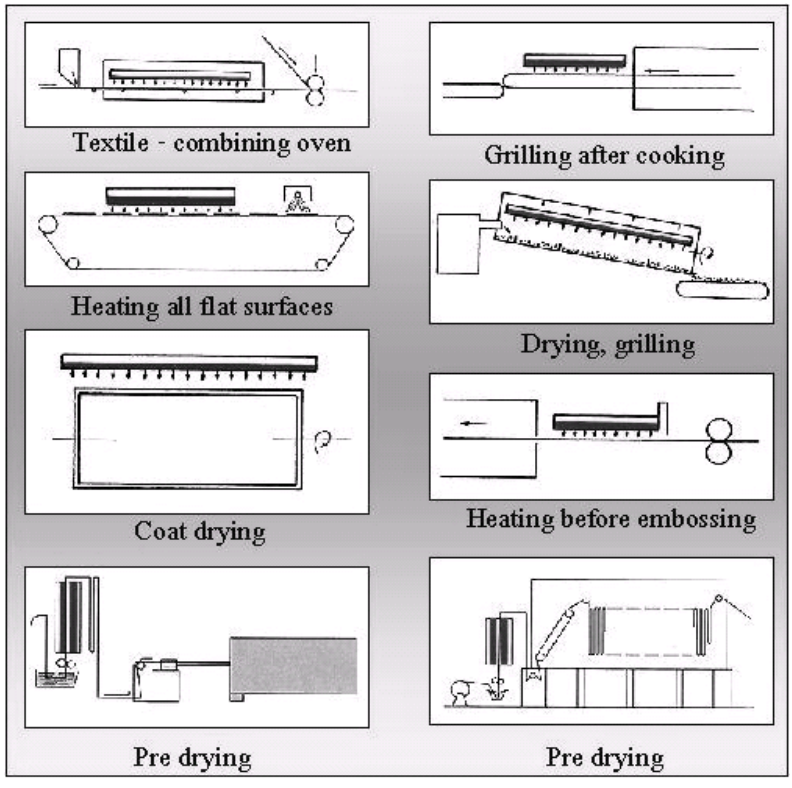
ซึ่งสำหรับการแผ่รังสีของวัตถุจริง ที่อุณหภูมิ T และความยาวคลื่น λ ย่อมจะปลดปล่อยพลังงานออกมาขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุนั้นๆแต่สำหรับการลดความชื้นวัตถุที่มีชั้นหนาและความชื้นสูง เช่น อาหาร ก็มีควาจำเป็นที่จะต้องมีค่าการส่งผ่านของรังสีสูงเพื่อที่ผิวหน้าจะไม่ถูกทำลายโดยรังสีเช่นกัน (Ozisik, 1985; Fellow, 1990) ดังนั้นวัตถุชื้น (Moist Material) นอกจากคุณสมบัติการดูดซับและส่งผ่านพลังงานของวัตถุแล้ว ต้องศึกษาคุณสมบัติในแง่ของ ความยาวคลื่นของวัตถุร้อน และความหนาของวัตถุที่รับพลังงานซึ่งจะเกี่ยวพันกับปริมาณน้ำในวัตถุด้วย แต่โดยทั่วไปวัตถุชื้นส่วนมากจะมมีการดูดซับพลังต่ำหากค่าการส่งผ่านพลังงานมีค่าสูง โดยความสัมพันธ์ของการดูดซับคลื่นอินฟราเรดของน้ำในวัตถุ (ภาพประกอบ 2.4) มักจะพบว่ามีค่าการส่งผ่านพลังงานสูงที่ความยาวคลื่นสั้น (Mujamdar, 1995)



ภาพประกอบ 2.6 ความสัมพันธ์ของการดูดซับ (Absorbtivity) คลื่นอินฟราเรดของน้ำในวัตถุ (Mujamdar, 1995)

2.3.2 การใช้รังสีอินฟราเรดลดความชื้นในอุตสาหกรรม

รังสีอินฟราเรดในงานอุตสาหกรรมนั้นมีใช้ในลักษณะของการทำแห้งผิวหรือเรียกว่า Surface drying เช่นอุตสาหกรรมสิ่งทอ กระดาษ เคลือบสีผลิตภัณฑ์ ซึ่งสำหรับการทำแห้งวัตถุที่มีความหนา เช่น อาหาร เมล็ดพันธุ์ ยังมีข้อจำกัดอยู่มาก แต่ยังคงได้มีการพัฒนาและใช้งาน เช่น ในอุตสาหกรรมการทำแห้งอาหารของประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ในการทำแห้งสาหร่าย (Seaweed) ผงกระหรี่ แครอท และฟักทอง นอกจากนั้นยังใช้ในอุตสาหกรรม การทำแห้งอาหารที่มีความชื้นต่ำ เช่น ผงโกโก้ แป้ง เมล็ดธัญพืช มอลท์ ผลิตภัณฑ์พาสตาและผงชา



ภาพประกอบ 2.7 การประยุกต์ใช้รังสีอินฟราเรดสำหรับการลดความชื้นในงานอุตสาหกรรม (Ozisik, 1985)

2.4 การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน

สำหรับการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนความร้อนจากอากาศร้อนจะถ่ายเทผิวด้านนอกของวัสดุทำให้ความชื้นและไอน้ำระเหยออกจากผิววัสดุการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นแบบการพาความร้อน ซึ่งมีอากาศร้อนเป็นตัวกลางพาความร้อน โดยการพาความร้อนแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

2.4.1การพาความร้อนแบบบังคับ (Force Convection) คือการเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของของแข็งและของไหลโดยที่ของไหลถูกบังคับให้เคลื่อนที่ไปสัมผัสกับผิวของของแข็งโดยกลไกภายนอก

2.4.2การพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Free Convection หรือ Natural Convection) คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของแข็งและของไหล โดยไม่มีกลไกใด ๆ ที่ทำให้ของไหลเคลื่อนที่ แต่ของไหลที่อยู่ใกล้กับผิวของของแข็งก็จะเคลื่อนที่โดยแรงลอยตัวของของไหลเอง แรงลอยตัวนี้เกิดจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหล โดยจะเกิดขึ้นเมื่อมีผลต่างของอุณหภูมิ สำหรับความร้อนที่ถ่ายเทด้วยการพาความร้อน สามารถแทนด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$q = h.A(T_h - T_c)$$

เมื่อ q คือ ปริมาณความร้อน, W

H คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ยที่ผิวสัมผัสระหว่างของไหลกับวัตถุ $W/m^{2o}C$

A คือ พื้นที่วัสดุอบแห้ง m^2

T_h คือ อุณหภูมิที่ร้อนกว่า ^oC

T_c คือ อุณหภูมิที่เย็นกว่า ^oC

2.5 การเคลือบเมล็ดพันธุ์

การเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นเทคนิคการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้กันมากในธุรกิจเมล็ดพันธุ์ในปัจจุบัน (Copeland and MaDonald, 1995) เนื่องจากช่วยทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า โดยการเติมสารหรือวัสดุที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Manjunatha, 2007) โดยที่เมล็ดพันธุ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่าง ทำให้เมล็ดพันธุ์ได้รับสารเคลือบและสารออกฤทธิ์อย่างสม่ำเสมอและยังสามารถควบคุมปริมาณสารเคลือบในแต่ละเมล็ดได้ ช่วยลดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมและโอกาสที่จะได้รับสารพิษของเกษตรกรลดลง ซึ่งการเคลือบเมล็ดพันธุ์ทำให้สารเกาะยึดติดแน่นกับผิวเมล็ดไม่เกิดการหลุดร่วงและมีความสม่ำเสมอ (Taylor and Harman, 1990) ซึ่งการเคลือบเมล็ดพันธุ์นี้เป็นเทคนิคที่มีการพัฒนาเครื่องมือและขั้นตอนมาจากอุตสาหกรรมยา โดยใช้สารออกฤทธิ์ต่างๆ และใช้สารก่อฟิล์มที่มีความเหนียวเป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ (Bruggink, 2005) ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการเคลือบเมล็ดแบบฟิล์ม (Film coating) โดยเมล็ดถูกห่อหุ้มด้วยแผ่นฟิล์มบางๆ จากพวก Thin polymer ซึ่งปกติจะมีการคลุกเมล็ดด้วยธาตุอาหารหรือสารป้องกันกำจัดแมลงและเชื้อโรคก่อนแล้วจึงทำการเคลือบฟิล์มเพื่อลดปัญหาโรคทางดินของพืช (บุญมี ศิริ, 2546) หลังจากการเคลือบเมล็ดจะทำให้เมล็ดมีความชื้นคงเหลืออยู่น้อย เมล็ดไม่เกาะติดกันเป็นก้อน สารที่ใช้เคลือบเมล็ดจะอยู่บริเวณใกล้กับเมล็ดและพร้อมที่จะใช้ในการงอกของต้นกล้า ซึ่งใช้สารเคมีในปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับการหว่านหรือโรยตามร่องโดยตรง (Bruggink, 2005)

2.5.1 องค์ประกอบของสารเคลือบเมล็ดพันธุ์

การเลือกใช้สารเคลือบเมล็ดพันธุ์และสารก่อฟิล์ม ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ โดยส่วนมากสารออกฤทธิ์ (Active ingredient) ที่ใช้ ได้แก่ สารป้องกันกำจัดเชื้อรา สารป้องกันกำจัดแมลง ธาตุอาหารไนโตรเจน ฮอร์โมนและสารเร่งการเจริญเติบโต ซึ่งมักใช้ร่วมกับพอลิเมอร์ที่มี ลักษณะเหนียว เพื่อใช้เป็นสารยึดเกาะให้สารออกฤทธิ์ต่างๆ ติดกับเมล็ดพันธุ์ได้ดีขึ้น โดยลักษณะของสารเคลือบที่ดีจะมีลักษณะเป็นสารที่มีน้ำเป็นตัวกลาง ความหนืดต่ำ มีความเข้มข้นของของแข็งสูง สามารถปรับสมดุลของสารมีขั้วและไม่มีขั้วได้ และให้ฟิล์มที่มีความแข็งแรงเมื่อแห้งแล้ว (Copeland and McDonald, 1995)

2.5.1.1 สารออกฤทธิ์ (active ingredient)

1) สารป้องกันกำจัดเชื้อรา (fungicide) นอกจากจะช่วยป้องกันกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้แล้วยังทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงสูงขึ้นอีกด้วย ดังเช่น การทดลองของ Petch *et al.*(1991) พบว่า การเคลือบฟิล์มพอลิเมอร์ 5% ร่วมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl 10 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม บนเมล็ดพันธุ์แครอททำให้เมล็ดพันธุ์คงความมีชีวิตและผลผลิตได้ และยังช่วยควบคุมโรคในดินได้ดีเทียบเท่ากับการใช้ Metalaxyl ในอัตรา 1,200 กรัมต่อเฮกตาร์ซึ่งเป็นอัตราแนะนำ

2) สารป้องกันกำจัดแมลง (Insecticide) การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารป้องกันกำจัดแมลง นอกจากจะช่วยคุ้มครองต้นกล้าจากแมลงในดินระยะแรกของการงอกแล้วยังทำให้ต้นกล้ามีอัตราการรอดตัวสูงส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ ดังเช่นการทดลองของ Barratt *et al.* (1995) พบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วโคลเวอร์ด้วยสาร acephate 19.5% EC และ thiodicarb 20% EC อัตรา 10 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ไม่ทำให้อัตราการงอกลดลงและให้อัตราการงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่เคลือบสารและมีแนวโน้มให้ผลผลิตที่สูงกว่าด้วย

3) สารเร่งการเจริญเติบโต การเคลือบด้วยสารเร่งการเจริญเติบโตนั้น Qiu *et al.* (2552) ได้ทดลองเคลือบเมล็ดพันธุ์ Repe seed ด้วย Uniconazole โดยใช้สารประกอบพอลิเมอร์ Polyvinyl alcohol 0.75 เปอร์เซ็นต์ และ Boric acid 0.1 เปอร์เซ็นต์ร่วมด้วย พบว่าช่วยทำให้ความแข็งแรงของราก ความยาวราก ปริมาตรและน้ำหนักแห้งของรากเพิ่มขึ้น เพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ที่เป็น Antioxidant ทำให้การตั้งตัวและการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีขึ้น

4) ธาตุอาหาร (Fertilizer) การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยปุ๋ยทำให้พืชได้รับธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตในขณะเกิดขบวนการงอกของพืชได้ (Smid and Bates, 1971; Asano, 1996) จะช่วยให้พืชได้รับปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการในการเจริญเติบโต (Wertz *et al.,* 2005) เนื่องจากปุ๋ยละลายอยู่ในรัศมีของราก พืชจึงสามารถนำปุ๋ยไปใช้ได้ทันทีโดยไม่สูญหายไปกับกระบวนการต่าง ๆ (ภาณี ทองพำนัก และคณะ, 2540)

2.5.1.2 กาว (Binder or adhesive)

โดยการใช้พอลิเมอร์ (Polymer) เคลือบเมล็ดพันธุ์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สารออกฤทธิ์ชนิดต่าง ๆ ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้เป็นอย่างดีโดยสารนั้นไม่หลุดร่วงไป ซึ่งทำให้ใช้สารเคมีในปริมาณน้อยลง โดยมากมีการใช้ Crystalline polymer ปฏิกิริยาของพอลิเมอร์ของผลิตภัณฑ์ที่ส่วนประกอบเป็นมอนอเมอร์จะประกอบด้วยส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) และส่วนที่เชื่อมต่อของพอลิเมอร์ทั้ง 2 ชนิด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเจลที่มีส่วนประกอบ 50 เปอร์เซ็นต์ พอลิเมอร์จะมีสายคาร์บอนพื้นฐาน C 12 ถึง C 15 ซึ่งความยาวของมอนอเมอร์จะมีผลทำให้พอลิเมอร์มีอุณหภูมิที่จุดหลอมเหลวที่แตกต่างกัน และยังใช้ในการปรับการผ่านเข้าออกของน้ำของพอลิเมอร์ซึ่งอาจทำให้น้ำผ่านเข้าไม่ได้จนถึงที่น้ำที่ผ่านเข้าสู่เมล็ดจนทำให้เกิดการงอก (Pamuk, 2004) ซึ่งต้องมีความสามารถที่จะก่อให้เกิดฟิล์มอย่างต่อเนื่องบนพื้นผิวของวัสดุที่จะเคลือบภายใต้สภาวะที่ใช้ (Marshall, 1979) การใช้สารก่อฟิล์มหลายประเภทด้วยกันตามคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป สามารถแบ่งชนิดของสารก่อฟิล์มตามความสามารถในการละลาย

2.5.1.3. สารเติมแต่ง (additives)

1) สารห่อหุ้มและเพิ่มความเนียน (Opaquant extender) เป็นสารอนินทรีย์ที่มีผงละเอียดมาก ช่วยเพิ่มการห่อหุ้มของฟิล์มและทำให้ ได้สีของสาร เคลือบที่อ่อนลง Opaquant extender สามารถปกปิดสี เดิมได้และมีราคาถูกกว่าสีจึงทำให้ลดปริมาณการใช้สีลงได้ สารที่ใช้ ได้แก่ Titanium dioxide, Silicates (talc., aluminum silicate), Carbonate (Magnesium carbonate), Sulfate (Calcium sulfate), Oxides (Magnesium oxide) และ Hydroxide (Aluminium hydroxide)

2) สารลดแรงตึงผิว (Surfactants) เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อช่วยการละลายของสารบางตัวที่ละลายยากหรือละลายได้น้อยในตัวทำละลาย หรือช่วยส่งเสริมการละลายของพอลิเมอร์ที่ใช้เคลือบเช่น Tween 20 เป็นต้น

3) Antioxidants เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อทำให้สีมีความคงตัวมากขึ้นต่อออกซิเดชั่นและการเปลี่ยนแปลงของสี

2.5.1.4 สี (Colorants)

เพื่อให้ทราบว่าเมล็ดได้มีการคลุกด้วยสารเคมีไม่สามารถนำไปใช้บริโภคได้ ใช้บ่งบอกว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่จะนำไปเพาะปลูกไม่ควรนำไปบริโภคหรือนำไปเลี้ยงสัตว์ เพื่อป้องกันอันตรายจากนำไปใช้บริโภค และเพิ่มความสวยงามมีเอกลักษณ์เฉพาะ ทำให้ง่ายต่อการจดจำของเกษตรกร สีที่นำมาใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์มีหลายชนิดต้องคำนึงถึงความสวยงาม ความเป็นพิษต่อเมล็ดพันธุ์และการละลายในตัวทำละลาย ตัวอย่างของสีเคลือบเมล็ดพันธุ์เช่น Water soluble dyes, Aluminum และ Lakes อื่น ๆ

2.6 การเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งมีชีวิตจึงมีการเสื่อมสภาพเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ โดยที่คุณภาพเมล็ดพันธุ์หมายถึง ลักษณะโดยรวมของเมล็ดพันธุ์ทั้งกองและแต่ละเมล็ดที่แสดงออกมาร่วมกัน ได้แก่ ความบริสุทธิ์และแท้จริงของสายพันธุ์ ความงอก ความแข็งแรง ความชื้น การปะปนของวัชพืช ความชำรุดเสียหายของเมล็ดพันธุ์ ขนาด สี น้ำหนัก รวมทั้งโรคและแมลงที่ติดปะปนมากับเมล็ดพันธุ์ และศักยภาพของเมล็ดพันธุ์ในการงอกและเจริญเติบโต

การเสื่อมคุณภาพคือการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์อันมีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ตายในที่สุด ลำดับของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เริ่มจาก การเสื่อมของเยื่อหุ้มเมล็ด การเสื่อมของเอนไซม์และกระบวนการสังเคราะห์เอนไซม์ การหายใจและกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวเคมีลดลง มีกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น เมล็ดพันธุ์เปลี่ยนสี ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาลดลง เมล็ดพันธุ์สามารถงอกในสภาพแวดล้อมที่จำกัด อัตราการงอก อัตราการเจริญเติบโต และการพัฒนาของต้นกล้าความต้านทานของพืชต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน ความสม่ำเสมอของต้นกล้าในแปลงปลูกลดลง ต้นกล้าผิดปกติเพิ่มมากขึ้นผลผลิตในแปลงลดลง และสุดท้ายเมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอกในที่สุด (Delouche and Baskin, 1973) เมล็ดพันธุ์ที่มีไขมันและโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลักจะเสื่อมคุณภาพได้ง่ายกว่าเมล็ดพันธุ์ที่สะสมแป้ง เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีอาหารที่สะสมประกอบด้วยกรดไขมันอิสระและน้ำตาลสูง (Ratcliff *et al*., 1993) แป้งปริมาณน้อย (Parera and Cantiffe, 1994; Laughnan, 1953) ทำให้

เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วกว่าข้าวโพดไร่ และเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา (Bressan, 2003) เป็นปัญหาต่อการผลิตพืช รวมทั้งการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เองของเกษตรกร

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แบ่งออออกเป็น 2 แบบ คือ การเก็บรักษาแบบเปิด (Opened Storage) ที่เมล็ดพันธุ์สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศได้ เช่น การเก็บในถุงผ้า กระสอบป่าน และถุงกระดาษ เป็นต้น ซึ่งความชื้นของเมล็ดพันธุ์สูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และการเก็บแบบปิด (Sealed Storage) เป็นการเก็บรักษาไว้ในภาชนะที่กันความชื้นได้ เช่น กระป๋องอลูมิเนียม ถุงพลาสติกหนา อลูมิเนียมฟอยล์ ขวดแก้ว เป็นต้น ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะขึ้นอยู่กับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษา (Gomez-campo, 2002) เมล็ดพันธุ์สามารถเก็บรักษาได้นานแค่ไหนขึ้นอยู่กับคุณภาพก่อนการเก็บรักษา ประวัติความเป็นมา สภาพที่มี ผลกระทบต่อต้นแม่ และการปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์ก่อนนำเข้าเก็บรักษา อายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีผลมาจากหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง ทั้งปัจจัยภายในเมล็ดพันธุ์และปัจจัยภายนอก ที่เป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมและการจัดการ

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ดีควรควบคุมให้เมล็ดพันธุ์มีความชื้นต่ำตลอดอายุการเก็บรักษาทำให้สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้นานขึ้น (Perez-Garcia *et al*., 2009) เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา (Doijode, 2001) นอกจากเป็นอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์โดยตรงแล้วยังส่งผลให้เชื้อราและแมลงเจริญเติบโตและทำลายเมล็ดพันธุ์ได้เร็วขึ้นด้วย (Delouche, 1973; Mcponaid, 1999) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงกว่า 14% w.b. ไม่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษา (Moreno-Martinez *et al.*, 1998) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีความชื้น 16.0-16.2% w.b. มีการเข้าทำลายของเชื้อราอย่างรุนแรง รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ไทย ซุปเปอร์สวีทคอมโพสิต 1 ดีเอ็มอาร์ที่ความชื้น 9.05% เก็บรักษาในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้องในเขตร้อนชื้นได้ไม่เกิน 4 เดือน โดยมีความงอกประมาณ 75.00% หลังจากนั้นเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็ว หากต้องการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้สามารถใช้ได้นานประมาณ 12 เดือน ต้องบรรจุในถุงพลาสติกซึ่งเมล็ดพันธุ์สามารถรักษาความงอกไว้ได้สูง เช่น เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวยังมีความงอกสูงกว่า 85% ถั่วลิสงมีความงอก 94% ถั่วเหลืองมีความงอก 90% และถั่วฝักยาวมีความงอก 79% เป็นต้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Thilalarathana *et al*. (2006) ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและมวลของข้าวเปลือกที่สูญเสียระหว่างการเก็บรักษาในถังเก็บที่ปิดผนึกมิดชิดโดยการนำข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 14% มาตรฐานเปียก เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบเดือนละครั้ง วัดคุณภาพในด้านสี ร้อยละต้นข้าว ความชื้นและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ พบว่าการเก็บรักษาในถังปิดผนึกสามารถรักษาคุณภาพคุณภาพของข้าว โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสีของข้าว ร้อยละต้นข้าว ความชื้น และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

Afzal *et al*. (1999: 137-145) ได้ทดลองอบแห้งข้าวบาร์เล่ย์โดยกำหนดค่าความเร็วอากาศเท่ากับ 0.3,0.5 และ 0.7 เมตรต่อวินาที ใช้ความเข้มของรังสีอินฟราเรดไกล 0.167,0.333 และ 0.500 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ความชื้นเริ่มเท่ากับ 23% (db) ที่อุณหภูมิ 40,55 และ 70 องศาเซลเซียส โดย

ทำการทดลองด้วยรังสีอินฟราเรดไกลร่วมกับขดลวดให้ความร้อนเปรียบเทียบกับการใช้ขดลวดให้ความร้อนอย่างเดียว พบว่าที่ความเข้มรังสี 0.333 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร มีความเหมาะสมที่สุด ความเร็วลมมีผลต่อการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการใช้ลมร้อนเพียงอย่างเดียว

Hebbar *et al*. (2004: 557-563) ได้พัฒนาการทำงานร่วมกันของรังสีอินฟราเรด และลมร้อน เพื่อใช้ในการอบแห้งถั่วเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ในการศึกษาได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดและลมร้อน จากการทดลองพบว่า เมื่อนำอินฟราเรดและลมร้อนมาทำงานร่วมกัน จะสามารถลดระยะเวลาการอบแห้ง และพลังงานได้ถึง 48% และ 63% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการอบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบที่ใช้อินฟราเรดเพียงอย่างเดียวพบว่าแบบทำงานร่วมกันให้ผลที่ดีกว่า

Chompukeaw (1996) ได้ทำการศึกษาในข้าวโพดหวานพบว่าการป้องกันเชื้อราในระหว่างการรักษาความชื้นของข้าวโพดที่เหมาะสมต้องให้ต่ำที่สุดร้อยละ 12 หรือ 10 มาตรฐานเปียก โดยอุณหภูมิ ความชื้น และอัตราไหลของอากาศมีความสำคัญต่อการลดความชื้น หากการควบคุมปัจจัยต่างๆเหล่านี้ไม่ได้จะมีผลต่อการงอก และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และให้ข้อสังเกตว่า การเสียหายของเมล็ดพันธุ์จากการลดความชื้นมีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลดลง และแนะนำว่าการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ควรทำอย่างช้าๆ ตามหลักวิชาการเพื่อป้องกันอันตรายต่อเมล็ดพันธุ์

Siri *et al*. (2003) ศึกษาวิธีการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงด้วยวิธีการแตกต่างกัน 3 วิธี คือ การใช้เครื่องอบแห้งชนิดลมร้อน การตากแดดและการผึ่ง หลังการลดความชื้นนำเมล็ดพันธุ์ที่ได้ในแต่ละวิธีบรรจุกระสอบป่านเก็บไว้ในสภาพห้องที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดทุกเดือน เป็นเวลานาน 6 เดือน ผลการทดลองพบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ลดความชื้นด้วยเครื่องอบ ยังคงมีร้อยละความงอกสูง ค่าการนำไฟฟ้าต่ำ และมีร้อยละเมล็ดติดเชื้อรา *Aspergillusflavus* น้อยกว่าเมล็ดที่ลดความชื้นด้วยวิธีอื่น

Bülentandothers (2005) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวโพดหวานหรือ ชื่อทางวิทยาศาสตร์ (Zea mays saccharataSturt.) เลือกใช้พันธุ์ Merit F1 การทดลองศึกษาในครั้งนี้ จะทำความสะอาด เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนออกและ อบในตู้ที่อุณหภูมิเท่ากับ 105±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อวัดหาความชื้นเริ่มต้นได้เท่ากับ 11.54 เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง โดยหาความชื้นจากการทดลองได้จากการหาความชื้นของเมล็ดพันธุ์โดยการนำเมล็ดพันธุ์มาผสมกับน้ำกลั่นแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ ก่อนจะทำการทดลองนำเมล็ดพันธุ์มาตากที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2 ชั่วโมง คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์มีความชื้นอยู่ในช่วง 11.54 – 19.74 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งสำหรับความชื้นที่เหมาะสมและปลอดภัยในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานควรอยู่ที่ 14.94 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง

Veluand *et al*. (2005) ได้ทำการศึกษาลักษณะเฉพาะของแป้งข้าวโพด โดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้นที่แตกต่างกันโดยอบภายในตู้อบไมโครเวฟ ช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพดอยู่ที่ 9.6-32.5 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง และได้ทำการอบแห้งด้วยวิธีลมร้อนที่มีความเร็วลมเท่ากับ 0.6 เมตรต่อวินาที และมีช่วงอุณหภูมิที่ใช้เท่ากับ 65, 75 และ 90 องศาเซลเซียสในปริมาณเท่ากันที่ 200 กรัมทั้งสองวิธี ข้าวโพดหลังการอบแห้งทั้งสองวิธีนำไปบดแห้ง เป็นแป้งข้าวโพดและทดสอบวัดองค์ประกอบและโปรตีนของเมล็ดหลังอบด้วยคลื่นไมโครเวฟแล้วนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทาง

คุณสมบัติด้านความหนืด ได้นำไปทดสอบโดยละลายแป้งข้าวโพด 10 เปอร์เซ็นต์ลงในน้ำเปล่าที่เตรียมไว้แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 80, 90 องศาเซลเซียส และในน้ำเย็น พบว่าความหนืดจะลดลงถ้าเพิ่มระยะเวลาการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ และได้ทำการวิเคราะห์สีของแป้งข้าวโพด จากข้าวโพดที่ทดลองอบด้วยวิธีอบด้วยไมโครเวฟนั้นพบว่าสีของแป้งข้าวโพดที่อบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟนั้นมีสีที่สว่างกว่ามาตรฐานควบคุมและแป้งข้าวโพดที่อบด้วยลมร้อน

บุญมี ศิริ และคณะ (2550) ได้ศึกษาวิธีประเมินอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม 3 พันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุและการเก็บรักษาในห้องที่ควบคุมและไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมทำการทดลองที่ห้องตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นดำเนินการทดลองโดยแบ่งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดออกเป็น 2 ส่วนส่วนที่ 1 นำมาเร่งอายุเมล็ดที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์เป็นระยะเวลา 8 วันโดยสุ่มตัวอย่างเมล็ดจากตู้เร่งอายุทุกๆวันส่วนที่ 2 นำไปเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในห้องควบคุมและไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมเป็นเวลา 10 เดือน โดยสุ่มเมล็ดตรวจสอบคุณภาพในการเก็บรักษาทุกๆเดือน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงความงอกของเมล็ดที่เพาะในห้องปฏิบัติการและในสภาพไร่และความเร็วในการงอก ผลการทดลองพบว่าความงอกของเมล็ดที่เพาะในห้องปฏิบัติการและที่เพาะในสภาพไร่รวมถึงความเร็วในการงอกของเมล็ดลดลงเมื่อระยะเวลาของการเร่งอายุและการเก็บรักษาในสภาพควบคุมและไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมที่นานขึ้น ซึ่งการเพิ่มความชื้นเพิ่มขึ้นทำให้เมล็ดมีการหายใจสูงขึ้นทำให้เกิดกระบวนการ peroxiadation ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อโครงสร้างและการทำงานของเซลล์ (McDonald, 1999) และความงอกในห้องปฏิบัติการพบว่าเมื่อเร่งอายุเป็นเวลานานขึ้นทำให้ความงอกของเมล็ดลดลงตามระยะเวลาที่นานขึ้นการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์โดยการเร่งอายุและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ทั้ง 2 สภาพมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันแบบ Logistic ซึ่งการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวได้จากสมการ logistic และค่าสัมประสิทธิ์การเสื่อมของเมล็ดพันธุ์ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเร่งอายุเป็นวิธีใช้ประเมินคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดได้

ทักษอร บุญชู และคณะ (2550) ได้ศึกษาการ priming เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 5 ด้วยการแช่น้ำที่ระยะเวลา 0-12 ชม. ก่อนนำเมล็ดมาอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 $^{\circ}$C เป็นเวลา 24 ชม. จนความชื้นลดลงเท่ากับความชื้นเริ่มต้น (ร้อยละ 9-10) พบว่าระยะเวลาการแช่น้ำเพิ่มขึ้นทำให้กิจกรรมเอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) เพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ระยะเวลาการแช่ 6 ชม. หลังจากนั้นกิจกรรมเอนไซม์ลดลงอย่างเด่นชัดส่วนกิจกรรมเอนไซม์ Peroxidase (POD) ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการแช่เมล็ดการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเอนไซม์ SOD และ POD ไม่มีผลต่อร้อยละการงอกแต่การลดลงขอกิจกรรม SOD หลังจากการแช่น้ำ 6 ชม. ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดที่ทดสอบด้วยวิธี Accelerate aging test ลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะการแช่เมล็ดในน้ำเป็นเวลา 12 ชม. ที่ทำให้ Percentage leakage เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการ priming ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเอนไซม์ catalase (CAT)

ผดุงขวัญ จิตโรภาส และคณะ (2551) ได้ศึกษาการเคลือบเมล็ดพันธุ์ในอุตสาหกรรมการเกษตร พอลิเมอร์ที่ใช้เป็นสารเคลือบจึงเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาการศึกษาครั้งนี้เพื่อพัฒนาสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดโดยใช้พอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำโดยพอลิเมอร์ที่ศึกษา คือ อนุพันธ์ของเซลลูโลสและไวนิลไพโรลิโดนและตัวทำละลายที่เลือกใช้ คือ น้ำและแอลกอฮอล์ทำการประเมินความหนืดความเป็นกรดด่างและลักษณะผิวของเมล็ดเคลือบ ผลการศึกษาพบว่าชนิดของพอลิเมอร์มีผลต่อความหนืดและความ

เป็นกรดด่างของสารเคลือบพอลิเมอร์ทั้ง 2 ชนิดสามารถนำมาใช้เป็นสารเคลือบได้และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เคลือบด้วยไวนิลไพโรลิโดนมีลักษณะผิวเรียบและมีความวาวมากกว่าเซลลูโลสชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อความหนืดและลักษณะผิวของเมล็ดพันธุ์โดยการใช้น้ำเป็นตัวทำละลายทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีลักษณะผิวที่ดีกว่าการใช้แอลกอฮอล์

ปิยะนุช เทียงดีฤทธิ์ และคณะ (2551) ได้ศึกษาผลของการเคลือบเมล็ดต่อคุณภาพและการป้องกันโรคราน้ำค้างหลังการเคลือบและการเก็บรักษาเคลือบเมล็ดด้วยเครื่องเคลือบรุ่น SKK 08 ที่โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทำการเคลือบเมล็ด 13 วิธีการคือ 1.เมล็ดไม่เคลือบสาร 2.เมล็ดคลุกด้วย metalaxyl 3.เมล็ดเคลือบสี 4.เมล็ดเคลือบ polymer 5.เมล็ดเคลือบ polymer ผสม metalaxyl 3.5 cc 6.เมล็ดเคลือบ polymer ผสม metalaxyl 5.0 cc 7.เมล็ดเคลือบ polymer ผสม metalaxyl 7.0 cc 8.เมล็ดเคลือบ polymer ผสม ethaboxam 0.25 % 9.เมล็ดเคลือบ polymerผสม ethaboxam 0.5 % 10. เมล็ดเคลือบ polymer ผสม ethaboxam 0.7 % 11.เมล็ดเคลือบ polymer ผสม aliette 0.25 % 12. เมล็ดเคลือบ polymer ผสม aliette 0.5 % และเมล็ดเคลือบ polymer ผสม aliette 0.7 % หลังจากเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบตำรับต่างๆ พบว่าสารเคลือบหลายตำรับทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในห้องปฏิบัติการและในแปลงปลูกไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่เคลือบสารทั้งพันธุ์ที่ 1 และ 2 และบางตำรับทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเมล็ดไม่เคลือบสารสำหรับความเร็วในการงอกของพันธุ์ที่ 1 พบว่าสารเคลือบทุกตำรับทำให้ความเร็วในการงอกมีแนวโน้มต่ำกว่าเมล็ดไม่เคลือบสาร แต่พันธุ์ที่ 2 กลับพบว่าความเร็วในการงอกมีแนวโน้มสูงกว่าเมล็ดไม่เคลือบสารโดยเฉพาะเมล็ดที่เคลือบด้วยสีผสมอาหาร (T3) เมล็ดที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ผสม ethaboxam 0.25 % (T8) และ ethaboxam 0.5 % (T9) ซึ่งมีความแตกต่างในทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่เคลือบสารอย่างมีนัยสำคัญยิ่งและพบว่าเมล็ดที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ผสม ethaboxam 0.5 % และ 0.7 % สามารถป้องกันโรคราน้ำค้างได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาการทดลองเพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) ร่วมกับพอลิเอธิลีนไกลคอล (PEG) เพื่อใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ KNO_3 4 ระดับได้แก่ 1 2 3 และ 4% (w/w) ร่วมกับ PEG 4000, 6000 และ 8000 ความเข้มข้น 3% (w/w) จากนั้นเก็บรักษาเมล็ดไว้ 4 เดือนโดยสุ่มตัวอย่างทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบทุก 2 เดือน ได้แก่ ดัชนีการงอก อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า อัตราการเจริญเติบโตของยอดอ่อนและรากอ่อน ทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ ผลการทดลองพบว่าการเคลือบเมล็ดด้วย1% (w/w) KNO_3 ร่วมกับ 3% (w/w) PEG 4000 สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เมื่อเก็บรักษาไว้ 4 เดือนโดยมีดัชนีการงอกและอัตราการเจริญเติบโตของยอดอ่อนสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบสารเคมี

อรพันธ์ ชัยมงคล และคณะ (2554) ได้ศึกษาผลของการเคลือบเมล็ดด้วยสารผสมระหว่างยูเรียและพอลิเอธิลีนไกลคอล (PEG) ที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยยูเรีย 0.1 กรัมของไนโตรเจนร่วมกับ 3% โดยมวล PEG 4000 6000 8000 และ 10000 ต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิในการเตรียมสารผสมที่ 40 60 และ 80°C และเคลือบเมล็ดทิ้งไว้ 5 วัน ทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ โดยวัดเปอร์เซ็นต์ความงอกดัชนีการงอกและการจำแนกความแข็งแรงของต้นกล้าผลการทดลองพบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยยูเรียและพอลิเอธิลีนไกลคอลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญโดยสารผสมระหว่างยูเรียร่วมกับ PEG 4000

และ PEG 6000 ที่อุณหภูมิ 40°C ให้ผลที่ใกล้เคียงกันซึ่งทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าที่แข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ

จักรมาส เลาหวณิช และคณะ (2553) ได้ศึกษาผลของการอบแห้งข้าวโพดด้วยเทคนิคการใช้ลมร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการใช้รังสีอินฟราเรดที่ระดับความยาวคลื่นสูงสุดของแหล่งกำเนิดรังสี 2.97 2.70 และ 2.47 ไมครอน โดยใช้ข้าวโพดที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 20, 25 และ 30 มาตรฐานเปียก ผลการทดสอบพบว่าอัตราการอบแห้งของการใช้รังสีอินฟราเรดสูงกว่าการใช้ลมร้อนประมาณ 15 เท่า สำหรับการอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิของเมล็ดมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการอบแห้งจนกระทั่งเข้าสู่สมดุลความร้อนกับอุณหภูมิของลมร้อน อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของเมล็ดยังคงมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิของลมร้อนในขณะที่อุณหภูมิของเมล็ดที่อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อความชื้นเริ่มต้นและความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดรังสีเป็นร้อยละ 20 มาตรฐานเปียกและ 2.47 ไมครอน

รุ่งทิวา วิญญายอง และคณะ (2552) ได้ศึกษาหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) ร่วมกับสารโพลีเอธีลีนไกลคอล (Polyethylene glycol,PEG) เพื่อเพิ่มคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยทำการเคลือบด้วย KNO_3 4 ระดับ ได้แก่ 1 2 3 และ 4 % (w/w) ร่วมกับ PEG มวลโมเลกุล 4000 6000 และ 8000 ที่ความเข้มข้น 3% (w/w) ทำการทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ ได้แก่ การเพาะทดสอบความงอก ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ การวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า อัตราการเจริญเติบโตของยอดอ่อนและรากอ่อน และการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ ที่อายุการเก็บรักษา 0 และ 2 เดือน พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย 3% PEG 4000 (w/w) ร่วมกับ KNO_3 1% สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เมื่อทำการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 2 เดือน โดยมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าและอัตราการเจริญเติบโตของยอดอ่อน สูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบสารเคมี

จากที่กล่าวมาข้างต้น ข้าวโพดหวานเป็นพืชที่ให้ผลตอบแทนแก่เกษตรกรค่อนข้างสูง และมีแนวโน้มในการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศเป็นจำนวนมาก จากการศึกษาพบว่าการใช้รังสีอินฟราเรดและลมร้อนทำให้สามารถลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานได้ดี ดังนั้นก่อนนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาจัดเก็บ จึงควรมีการศึกษาสารเคมีที่ใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ก่อนที่จะนำมาจัดเก็บเพื่อให้ปลอดภัยจากแมลงและศัตรูพืช

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์ซุปเปอร์สวีทที่มีความชื้นประมาณ 59% มาตรฐานเปียกจะถูกนำมาทำความสะอาดเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน แมลงศัตรู รวมถึงเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่มีลักษณะลีบแบนไม่สมบูรณ์ออกหลังจากนั้นนำมาลดความชื้นด้วยวิธีการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดการอบแห้งด้วยลมร้อนเปียก ให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 14% มาตรฐานเปียก

3.1. ศึกษาเงื่อนไขในการทดสอบด้วยการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยวิธีการตากแดด การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสี 800°C โดยควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด 40°C และ การอบแห้งที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรดแตกต่างกันที่ ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างข้าวโพด 45 เซนติเมตร

วิธีทดลอง

นำข้าวโพดฝักสดมากะเทาะและหาความชื้นเริ่มต้นโดยนำมาชั่งน้ำหนักแล้วใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °C ตามมาตรฐาน ASAE Moisture Mesurement ; Grains and Seeds , Methods 352.2 และนำมาทดลอง 7 วิธี

1. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาตากแดด 7 วัน จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

2. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C โดยใช้เวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาตากแดด 7 วัน จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

3. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดโดยใช้อุณหภูมิ 800 °C ควบคุมอุณหภูมิระหว่างผิวเมล็ด 40°C หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาตากแดด 7 วัน จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

4. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

5. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอุณหภูมิ 700°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 45 เซนติเมตร โดยใช้เวลา 3 6 9 นาที หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

6. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอุณหภูมิ 800°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 45 เซนติเมตร โดยใช้เวลา 3 6 9 นาที หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

7. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอุณหภูมิ 900°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 45 เซนติเมตร โดยใช้เวลา 3 6 9 นาที หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

นำมาทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกและครั้งสุดท้าย

3.2 ศึกษาเงื่อนไขในการทดสอบที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรด 600°C 700°C และ800°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 30 45 และ 60 เซนติเมตร

วิธีทดลอง

นำข้าวโพดฟักสดมากะเทาะและหาความชื้นเริ่มต้นโดยนำมาชั่งน้ำหนักแล้วใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °C ตามมาตรฐาน ASAE Moisture Mesurement ; Grains and Seeds , Methods 352.2 และนำมาทดลอง 9 วิธี

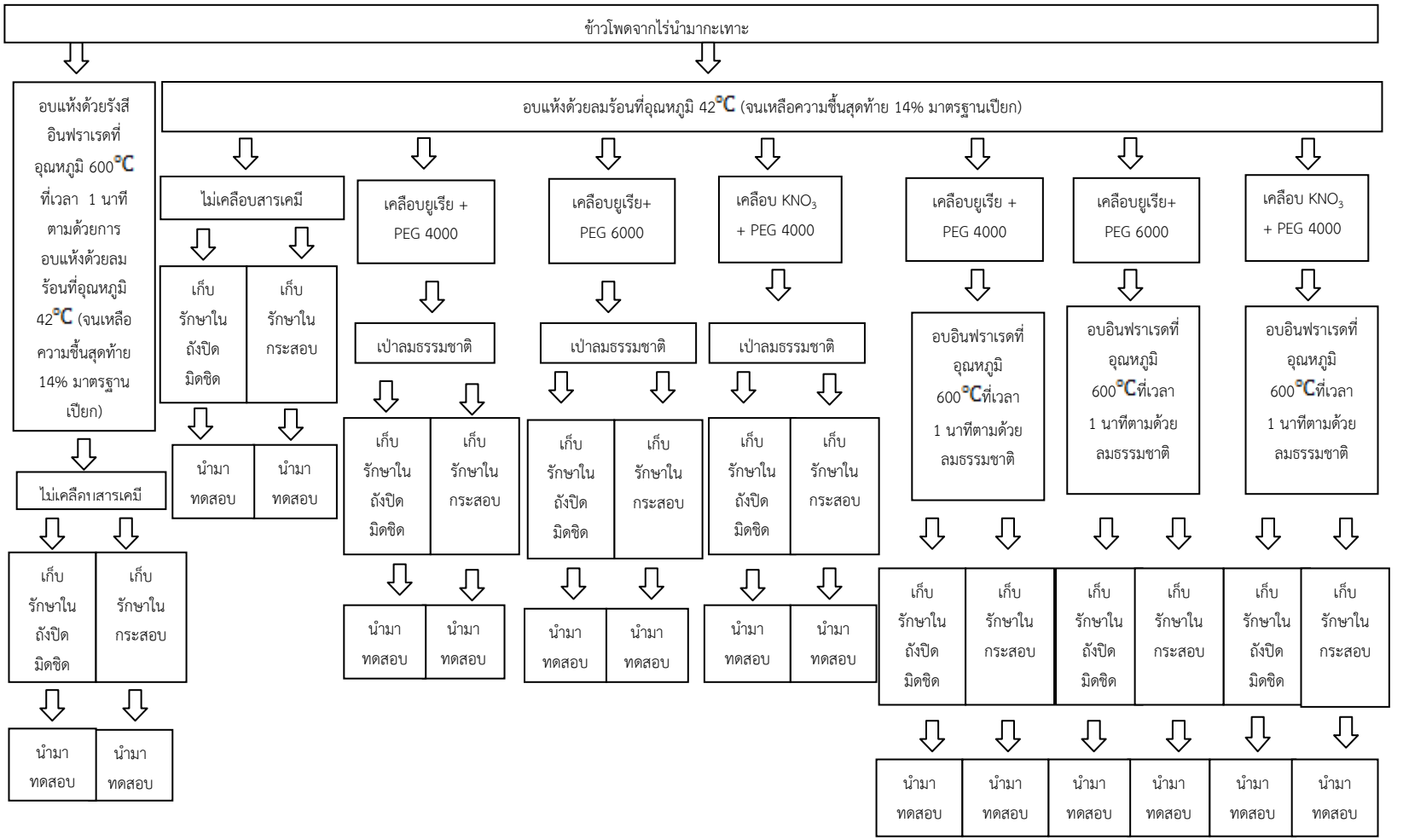
1. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอุณหภูมิ 600°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 30 เซนติเมตร สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทุกๆ 1 นาที โดยใช้เวลาทั้งหมด 5 นาที

2. ทำตามข้อ 1 โดยปรับเปลี่ยนระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ เป็น 45 และ 60 เซนติเมตร ตามลำดับ

3. ทำตามข้อ 1 และ ข้อ 2 โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดเป็น 700 °C และ 800 °C ตามลำดับ

นำมาทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกและครั้งสุดท้าย

3.3 วิธีการทดสอบดำเนินการผลของการเคลือบ ระยะเวลาการเก็บรักษา และวิธีการอบแห้งหลังการเคลือบ ที่ส่งผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์



ภาพประกอบ 3.1 การแสดงขั้นตอนการทดสอบตามหัวข้อ 3.3

3.3.1 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.1.1 CH_4N_2O (Urea)

3.3.1.2 KNO_3 (Potassium nitrate)

3.3.1.3 PEG (Polyethyleneglycol)

3.3.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

ข้าวโพดพันธุ์ซุปเปอร์สวีท ฝักสดแก่ จากจังหวัดนครราชสีมา นำมากะเทาะและหาความชื้นเริ่มต้น

3.3.3 วิธีทดลอง

นำข้าวโพดฝักสดอายุพร้อมเก็บเกี่ยวสำหรับทำเมล็ดพันธุ์มากะเทาะและหาความชื้นเริ่มต้นโดยนำมาชั่งน้ำหนักแล้วใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 $^{\circ}$C ตามมาตรฐาน ASAE Moisture Mesurement ; Grains and Seeds , Methods 352.2 และนำมาทดลอง 2 วิธี

3.3.4 การอบแห้งด้วยลมร้อน

3.3.4.1 นำข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้าย 14% มาตรฐานเปียก นำมาเก็บรักษาในถังเก็บที่ปิดมิดชิดและเก็บรักษาในกระสอบ 5 เดือน โดยไม่เคลือบสารเคมี

3.3.4.2 นำข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้าย 14% มาตรฐานเปียก นำมาเก็บรักษาในถังเก็บที่ปิดมิดชิดและเก็บรักษาในกระสอบ 5 เดือน โดยเคลือบสารเคมี

1) เคลือบด้วยยูเรีย0.1 กรัมของไนโตรเจน ร่วมกับ 3% โดยมวลPEG 4,000 และ 6,000

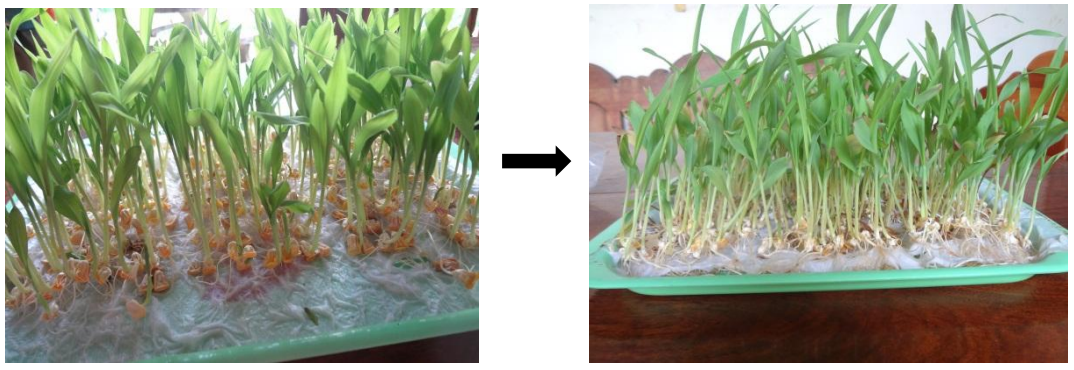
2) เคลือบด้วย 1% (w/w) KNO_3 ร่วมกับ 3% (w/w) PEG 4,000 นำมาเป่าด้วยลมธรรมชาติจนเหลือความชื้นสุดท้าย 14% มาตรฐานเปียก และอีกหนึ่งวิธีคือนำมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดและตามด้วยการเป่าลมธรรมชาติจนเหลือความชื้นสุดท้าย 14% มาตรฐานเปียก

3.3.5 วิธีอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด

นำข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 600°C โดยที่เวลาใช้ในการอบแห้งนาน 1 นาที ตามด้วยการอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้าย 14% มาตรฐานเปียก นำมาเก็บรักษาในถังเก็บที่ปิดมิดชิดและเก็บรักษาในกระสอบปุ๋ย 5 เดือน โดยไม่เคลือบสารเคมี

3.3.6 ทดสอบค่าชี้ผลทุก ๆ 1 เดือนเป็นเวลา 5 เดือน

ทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ครั้งแรกตามวิธีการมาตรฐานของสมาคมผู้ตรวจสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (ISTA, 2006) โดยวิธี Between Paper นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมาทำการเพาะระหว่างกระดาษชื้นในกระดาษสำหรับเพาะเมล็ด ทำจำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด จากนั้น ตรวจนับความงอกในวันที่ 7 หลังเพาะ และทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ครั้งสุดท้ายตามวิธีการมาตรฐานของกฎการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์สากล 1999 (อ้างอิงจากเมล็ดพันธุ์ข้าว) จากนั้น ตรวจนับความงอกในวันที่ 14 หลังเพาะ คำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกโดยประเมินผลต้นที่ปกติ (Normal seedling)



ภาพประกอบ 3.2 ลักษณะการงอกของต้นข้าวโพดของการนับครั้งแรก 7 วัน และการนับครั้งสุดท้าย 14 วัน

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1 เครื่องอบแห้งแบบใช้รังสีอินฟราเรด (Gas-Fired Infrared Dryer, GID) เครื่องอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดมีส่วนประกอบ คือ ห้องอบที่ติดตั้งถาดตะแกรงรองวัสดุอบแห้งด้านบนห้องอบจะติดตั้งหลอดกำเนิดความร้อนรังสีอินฟราเรด ฐานด้านล่างของห้องอบจะรองรับด้วยสปริงทั้งสี่ด้าน และติดตั้งมอเตอร์สั่นสะเทือน ซึ่งทำให้กับถาดรองวัสดุเกิดการสั่นสะเทือนเพื่อให้วัสดุที่อยู่ในถาดเกิดการพลิกตัวแล้วได้รับความร้อนสม่ำเสมอ

หลอดอินฟราเรดและมอเตอร์สั่นสะเทือนจะถูกควบคุมการทำงานจากตู้ควบคุมที่ติดตั้งด้านข้างของเครื่อง โดยขั้นตอนการทำงานของเครื่องมีดังต่อไปนี้

1. เปิดเครื่องอบแห้งโดยกดปุ่ม Start ที่ตู้ควบคุม
2. เลือกโหมดการทำงานของเครื่องอบ เป็นการตั้งเวลา เปิด-ปิด หลอดอินฟราเรด หรือ เปิด-ปิด หลอดอินฟราเรดโดยใช้อุณหภูมิเป็นตัวกำหนด
3. เปิดหลอดอินฟราเรดโดยการกดปุ่ม Start ของแต่ละโหมดที่ตู้ควบคุม
4. เปิดมอเตอร์สั่นสะเทือนโดยกดปุ่ม Start vibrating motor ที่ตู้ควบคุม
5. ใส่วัสดุที่จะทำการอบแห้งที่ถาดตะแกรง
6. ปิดการทำงานเครื่องอบแห้งหลังจากอบแห้งเสร็จโดยกดปุ่ม Stop ที่ตู้ควบคุม

เครื่องอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดสามารถปรับการทำงานได้ 2 โหมด ดังนี้

1. การตั้งเวลาเพื่อ เปิด – ปิด หลอดอินฟราเรด

หลักการทำงานคือ จะใช้อุปกรณ์ Timer 2 เป็นตัวกำหนดเวลาการทำงานของหลอดอินฟราเรดโดย Time ตัวแรกเป็นตัวตั้งเวลาในการเปิดหลอดอินฟราเรด Timer ตัวที่ 2 เป็นตัวตั้งเวลาการปิดการทำงานของหลอดอินฟราเรด การตั้งเวลาการ เปิด-ปิด นั้นสามารถตั้งได้ตั้งแต่ 1วินาที ถึง 30 นาที การทำงานของหลอดอินฟราเรดนั้นจะ เปิด-ปิด ตามเวลาที่ตั้งไว้ใน Time 1 และ 2 สลับกันไปเรื่อยๆ จนกว่าจะปิดการทำงานของหลอดอินฟราเรดโดยการกดปิดที่ปุ่ม Stop ที่ตู้ควบคุม

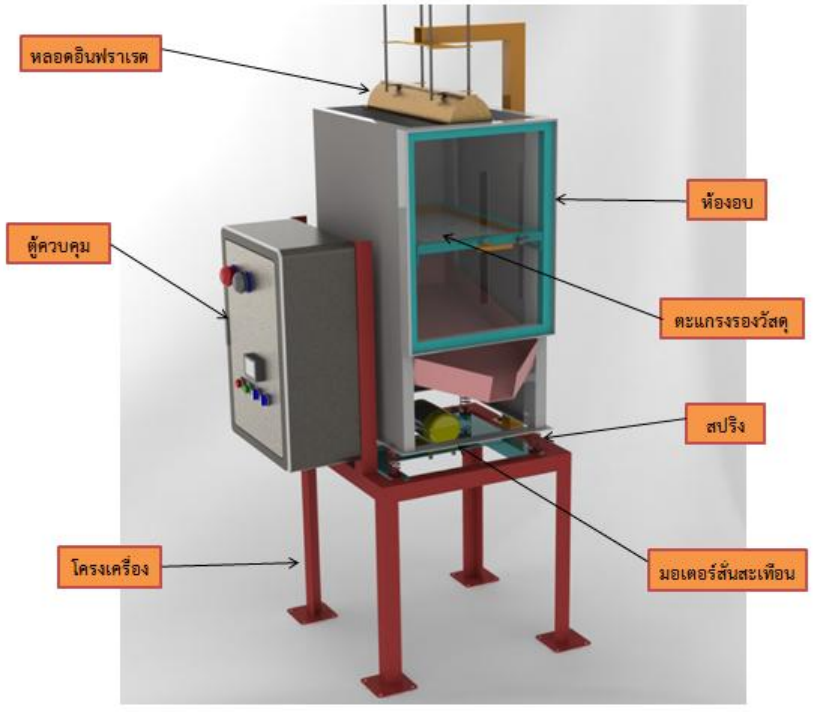
2. การตั้งอุณหภูมิพื้นผิวเหนือตะแกรงรองวัสดุเพื่อควบคุมการทำงานของหลอดอินฟราเรด

หลักการทำงานคือ จะติดตั้งหัววัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิลเหนือตะแกรงหรือที่ระนาบเดียวกันกับผิวด้านบนของวัสดุเพื่อวัดอุณหภูมิที่วัสดุได้รับจากการแผ่รังสีของหลอด หัววัดที่ติดตั้งจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature control) ที่ติดตั้งในตู้ควบคุมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตั้งค่าและอ่านค่าอุณหภูมิของหัววัดและเป็นตัวควบคุมการทำงานของหลอดอินฟราเรด โดยหลอดอินฟราเรดจะถูกปิดเมื่ออุณหภูมิของหัววัดสูงกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ใน temperature control และหลอดอินฟราเรดจะเปิดเมื่ออุณหภูมิของหัววัดต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ใน temperature control

3.4.2 เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน (Batch Type Hot Air Dryer, BHD) แบบใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิงมีตู้อบขนาด 0.75x0.90x1.2 ม. สามารถใส่ถาดอบได้ 10 ถาดควบคุมอุณหภูมิลมร้อนด้วย Temperature Controller ติดตั้งพัดลมใช้มอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้าอากาศร้อน

3.4.3 ตู้อบไฟฟ้า

3.4.4 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล



ภาพประกอบ 3.3 ชุดอุปกรณ์ในการทดสอบการอบให้ความร้อนข้าวโพดโดยใช้รังสีอินฟราเรด

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS

บทที่ 4

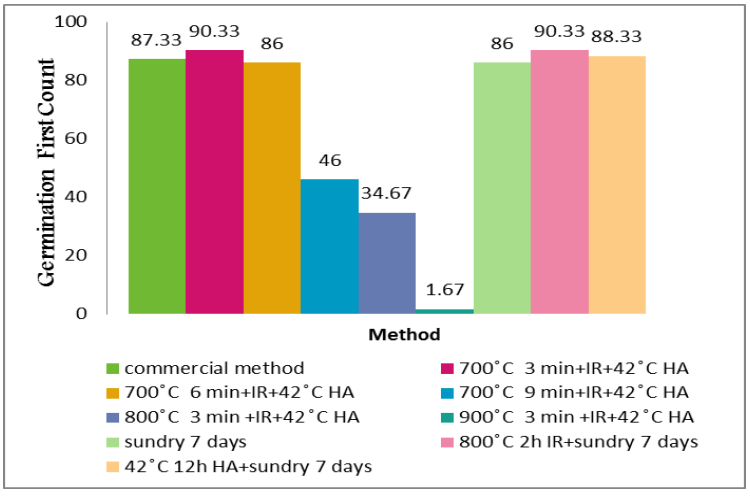
ผลการวิจัยและการอภิปราย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์ซุปเปอร์สวีท เมื่อนำมาอบแห้งภายใต้การแผ่รังสีอินฟราเรด และลมร้อนจากความชื้นเริ่มต้นอยู่ในช่วงร้อยละ 59 % มาตรฐานเปียก ให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 14 % มาตรฐานเปียก โดยมีค่าชี้ผลคือ เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกและเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิในการอบแห้งที่แตกต่างกัน

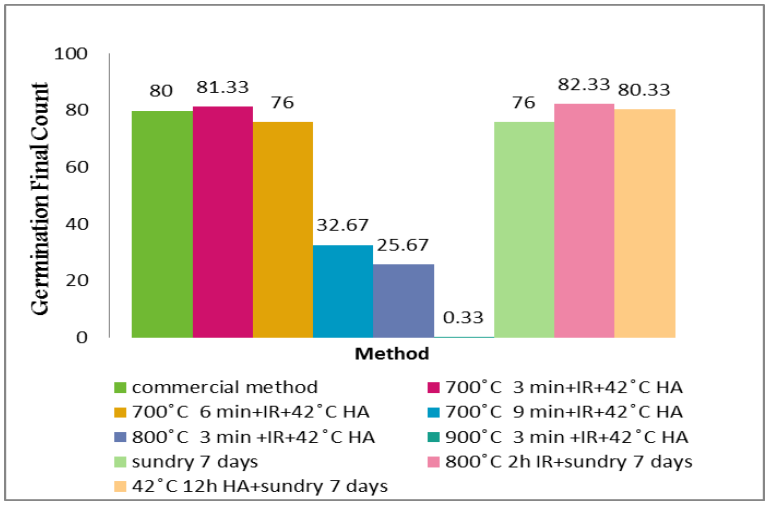
คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการอบแห้งเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเป็นค่าชี้ผลถึงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ค่าหนึ่ง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำข้าวโพดที่ผ่านการอบแห้งด้วยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน มาวัดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด เพื่อศึกษาอุณหภูมิในการอบแห้งและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อคุณภาพหลังการอบแห้งของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้

4.1 การทดสอบเพื่อหาเงื่อนไขการแผ่รังสีอินฟราเรดที่ง่ายต่อการปฏิบัติในเชิงพานิชย์

4.1.1 ศึกษาเงื่อนไขในการทดสอบด้วยการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยวิธีการตากแดด การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสี 800°C โดยควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด 40°C และ การอบแห้งที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรดแตกต่างกันที่ ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 45 เซนติเมตร



ภาพประกอบ 4.1 การทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกครั้งแรกเมื่อการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน



ภาพประกอบ 4.2 การทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกครั้งสุดท้ายเมื่อการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

จากภาพประกอบที่ 4.1 และ 4.2 จากการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในรูปแบบที่แตกต่างกันทั้ง 7 รูปแบบ ดังนี้

1. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาตากแดด 7 วัน จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

2. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C โดยใช้เวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาตากแดด 7 วัน จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

3. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดโดยใช้อุณหภูมิ 800 °C โดยควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด 40°C หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาตากแดด 7 วัน จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

4. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

5. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอุณหภูมิ 700°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 45 เซนติเมตร โดยใช้เวลา 3 6 และ 9 นาที หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

6. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอุณหภูมิ 800°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 45 เซนติเมตร โดยใช้เวลา 3 6 และ 9 นาที หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

7. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอุณหภูมิ 900°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 45 เซนติเมตร โดยใช้เวลา 3 6 และ 9 นาที หลังจากนั้น

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 14% มาตรฐานเปียก

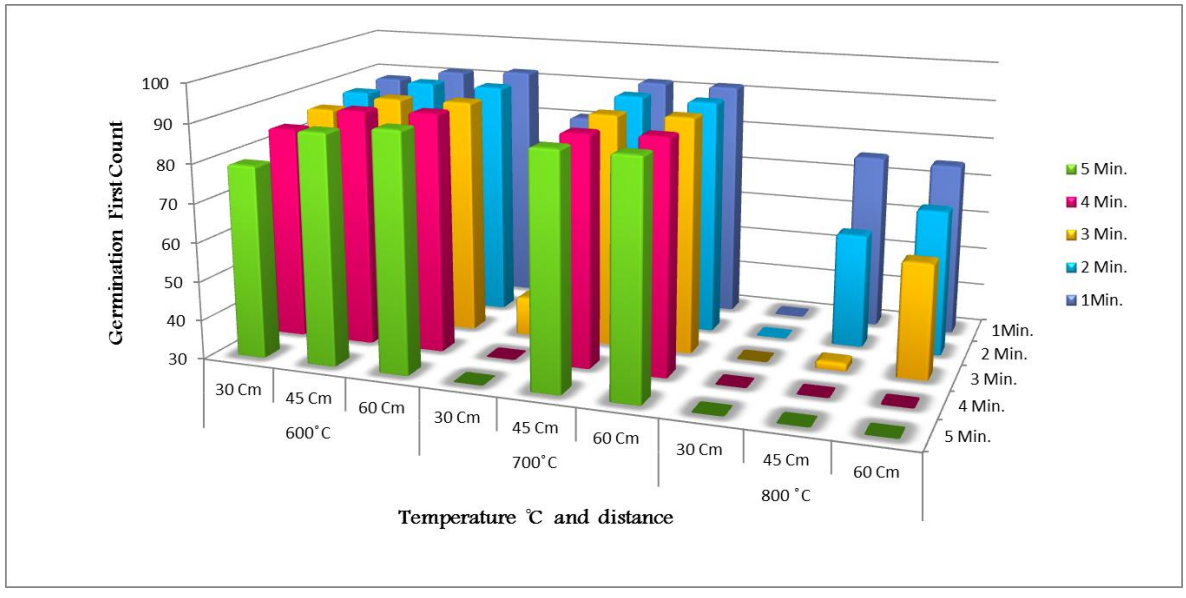
พบว่า การอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดภายใต้การแผ่รังสีอินฟราเรดโดยใช้อุณหภูมิ 800 °C โดยควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด 40°C หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาตากแดด 7 วัน มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกและครั้งสุดท้าย (90.33% และ 82.33%) มากกว่าวิธีการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C โดยใช้เวลา 12 ชั่วโมง ตามด้วยการตากแดด 7 วัน (88.33% และ 80.33%) และมากกว่าการตากแดดอย่างเดียว 7 วัน (86% และ 76%) ตามลำดับ

สำหรับชุดทดลองอีก 1 ชุด ประกอบด้วย การอบแห้งโดยการแผ่รังสีอินฟราเรด ที่อุณหภูมิหลอดอินฟราเรด 700°C นาน 3 6 และ 9 นาที ที่อุณหภูมิหลอดอินฟราเรด 800°C นาน 3 นาที และที่อุณหภูมิหลอดอินฟราเรด 900°C นาน 3 นาที โดยไม่ต้องควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด ตามด้วยการอบแห้งด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 42°C ตามลำดับ

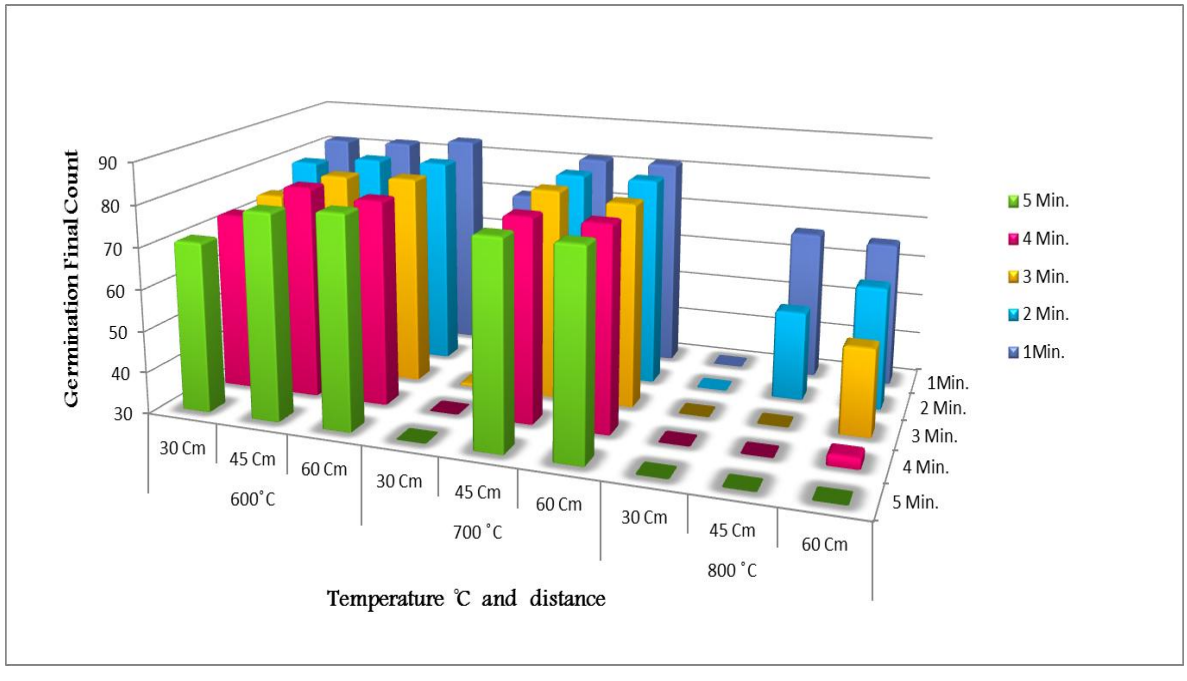
พบว่าการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิหลอด 700°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 45 เซนติเมตร โดยใช้เวลา 3 นาที ตามด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 42°C มีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้ายเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 90.33% และ 81.33% ส่วนอุณหภูมิ ฮ และ 900°C ใช้เวลา 3 นาที มีการงอกที่ต่ำมาก และเมื่อเพิ่มเวลาในการอบแห้งโดยการแผ่รังสีอินฟราเรดเป็น 6 นาที และ 9 นาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกเป็น 0% สรุปได้ว่าวิธีการที่ดีที่สุดในชุดการทดสอบนี้คือการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ที่อุณหภูมิหลอด 700°C นาน 3 นาที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Angela *et al* (2003: 471-475) ซึ่งอุณหภูมิในการอบแห้งมีอิทธิต่อร้อยละการงอกของเมล็ดพันธุ์ Cherries พันธุ์ Cerejeira, Cerejeira-Do-Mato, Cerejeira-Da-Terra and Cerejeira-Do-Rio-Grande ประเทศ Brazil c

จากการอบแห้งที่แตกต่างกันระหว่างการอบแห้งแบบควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด กับไม่ไม่ควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด พบว่า การควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ดทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 45 °C ซึ่งถือว่าเป็นช่วงที่ปลอดภัย สำหรับเมล็ดพันธุ์พืชไร่ ซึ่งแตกต่างกันกับการอบแห้งแบบไม่ควบคุมอุณหภูมิอย่างเห็นได้ชัด คือการอบแห้งแบบไม่ควบคุมอุณหภูมิ ถ้าหากใช้อุณหภูมิสูงๆ และเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้เมล็ดพันธุ์เกิดความเสียหาย แต่ถ้าอบแห้งในช่วงเวลาสั้นๆ พบว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกันกับการอบแห้งแบบควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด ดังนั้นจากการทดลองนี้จึงเลือกที่จะนำเอาวิธีการอบแห้งแบบไม่ควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด มาใช้ในการอบแห้ง แต่จะใช้ช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายต่อการปฏิบัติในเชิงพาณิชย์ อีกทั้งการควบคุมอุณหภูมิผิวระหว่างเมล็ด ทำให้ช่วงเวลาของการเปิดและปิดหลอดอินฟราเรดตลอดเวลา ซึ่งพบว่าช่วงเวลาที่เปิดหลอดอินฟราเรดเป็นเวลาสั้น ๆ อาจจะส่งผลต่ออายุการใช้งานของหลอดอินฟราเรดสั้นลง ดังนั้นในหัวข้อถัดไป จะเป็นการอบแห้งโดยการแผ่รังสีอินฟราเรด ที่อุณหภูมิหลอด 600°C 700°C และ 800°C ระยะห่างระหว่างหลอดอินฟราเรดและตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 30 45 และ 60 เซนติเมตร และเวลาในการแผ่รังสีนาน 1 2 3 4 และ 5 นาที ตามด้วยการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C ตามลำดับ

4.1.2 ศึกษาเงื่อนไขในการทดสอบที่ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรดที่แตกต่างกัน



ภาพประกอบ 4.3 เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรดและระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน



ภาพประกอบ 4.4 เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรดและระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกัน

จากภาพประกอบ 4.3 และ 4.4 อุณหภูมิที่ใช้อบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีความแตกต่างกันใน 3 ระดับ คือ อุณหภูมิ 600°C 700°C 800°Cระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 30 45 และ 60 เซนติเมตร โดยใช้เวลาอบแห้งข้าวโพดที่แตกต่างกันคือ 1 2 3 4 และ 5 นาที

ผลการทดลองพบว่าการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมาอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดอุณหภูมิ 600°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับถาด 60 เซนติเมตร โดยใช้เวลาในการอบข้าวโพด 1 นาที มีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกและครั้งสุดท้ายมากที่สุดคือ (92.33% และ 83.67%) ตามลำดับ

ดังนั้นจากการทดสอบนี้ จึงเลือกใช้อุณหภูมิ 600°C ระยะห่างถาด 60 เซนติเมตร เวลา 1 นาที ตามด้วยการอบแห้งด้วยลมร้อนที่ 42 °C เป็นเงื่อนไขที่ดีที่สุดที่จะนำไปใช้ในการทดสอบในหัวข้อถัดไป

อย่างไรก็ตามในหัวข้อนี้ จะเห็นว่าอุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีที่สูงกว่า 600°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างที่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และเวลาในการอบแห้งโดยการแผ่รังสีอินฟราเรดมากกว่า 1 นาที ล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อการลดลงของเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก และนับครั้งสุดท้าย เนื่องจากอุณหภูมิเมล็ดสูงเกิน 42 °C ขึ้นไปทำให้การงอกลดลง

4.2 การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเมื่อผ่านการอบแห้งหลังการเคลือบและการเก็บรักษา

สำหรับผลของวิธีการอบแห้งหลังการเคลือบ วิธีการเคลือบ วิธีการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ส่งผลต่อการงอก มีทั้งหมด 16 วิธีการ เปรียบเทียบกันดังต่อไปนี้

(1) การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1นาที + ลมร้อน 42 °C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด

(2) การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ

(3) อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด

(4) อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ

(5) อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

(6) อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

(7) อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

(8) อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

(9) อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

(10) อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

(11) อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

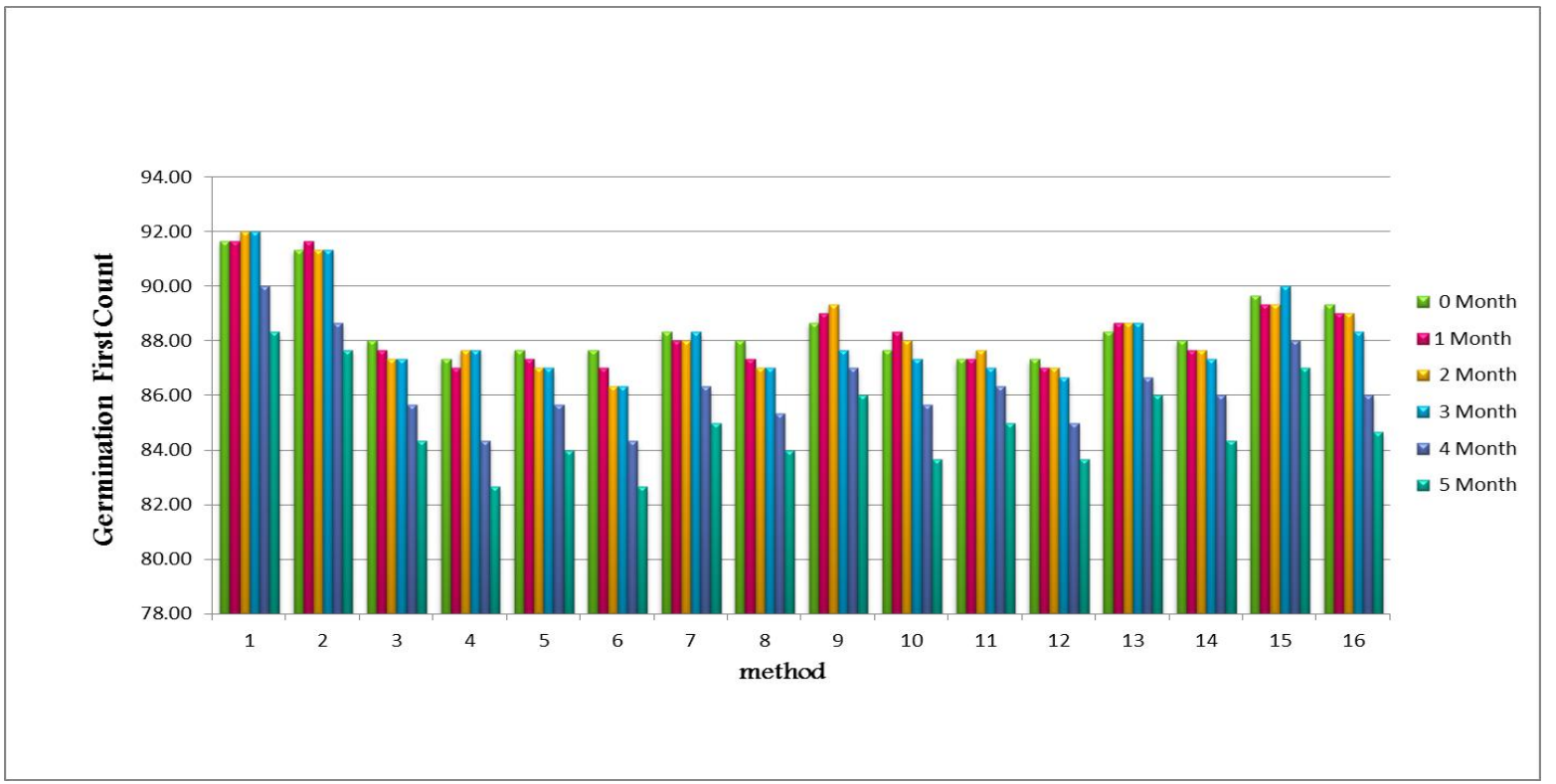
(12) อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

(13) อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

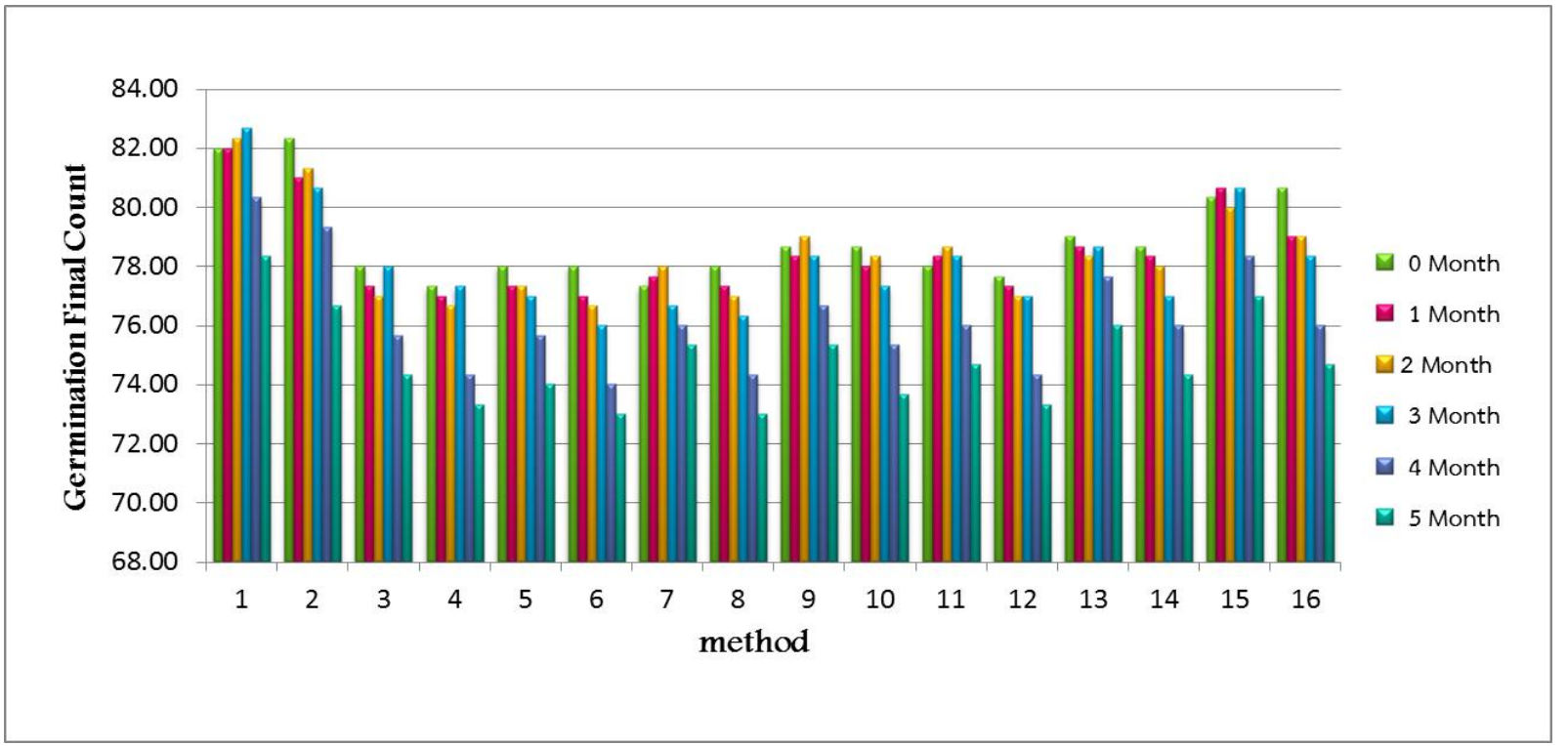
(14) อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1นาที+ เป่าลมธรรมชาติเก็บในกระสอบ

(15) อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

(16) อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ



ภาพประกอบ 4.5 เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของทุกกรรมวิธีระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ 5 เดือน



ภาพประกอบ 4.6 เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของทุกกรรมวิธีระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ 5 เดือน

Mahasarakham University

จากภาพประกอบ 4.5 พบว่าวิธีการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกสูงที่สุดคือ การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 600°C นาน 1 นาที ตามด้วยการอบแห้งแบบลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb ซึ่งก็คือ วิธีการที่ 1 และวิธีการที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกที่สูงที่สุด ส่วนกรรมวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์นั้น พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่เคลือบด้วย 1% (w/w) KNO_3 ร่วมกับ 3% (w/w) PEG 4,000 มีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสารเคมี ซึ่งการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยปุ๋ยนั้นทำให้พืชได้รับธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตในขณะเกิดขบวนการงอกของพืชได้ (Smid and Bates, 1971; Asano, 1996; Wertz *et al.,* 2005; Wertz *et al.,* 2005;ภาณี ทองพำนัก และคณะ, 2540) จะช่วยให้พืชได้รับปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการในการเจริญเติบโต เนื่องจากปุ๋ยละลายอยู่ในรัศมีของราก พืชจึงสามารถนำปุ๋ยไปใช้ได้ทันที

ได้ทำการทดลองเคลือบปุ๋ยที่มีการปลดปล่อยออกมาอย่างช้ากับเมล็ดพันธุ์ ด้วย Urea, Nitroform, Nutrelene และ Urea formaldehyde powder พบว่า การเคลือบด้วย UF ทำให้พืชได้รับปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการ โดยพืชสามารถใช้ปุ๋ยนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ดี สอดคล้องกับงานทดลองของ Hathcock *et al*. (1984) ที่พบว่าการใช้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเคลือบเมล็ดพันธุ์ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำการเคลือบปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยยูเรีย 0.1 กรัมของไนโตรเจน ร่วมกับ 3%(w/w) PEG 4,000 และ 6,000 มีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง เนื่องจากความเข้มข้นของยูเรียทำให้เกิดความเป็นพิษกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด สอดคล้องกับการทดลองของ Bay *et al.* (2007) ซึ่งได้เคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ BRS153 ด้วยธาตุอาหารอัตรา 1, 2 และ 4 มิลลิลิตรต่อ 1 กิโลกรัมเมล็ด โดยใช้ พอลิเมอร์ Laborsan Red Solid Pam Bril® และใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมด้วย ซึ่งการเคลือบเมล็ดพันธุ์ทำให้ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดที่ดีขึ้นและการเคลือบด้วยธาตุอาหารอัตรา 2 มิลลิลิตรต่อ 1 กิโลกรัมเมล็ดไม่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ แต่เมื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยธาตุอาหารอัตรา 4 มิลลิลิตรต่อ 1 กิโลกรัม พบว่าเกิดการเป็นพิษกับเมล็ดพันธุ์ ซึ่งความเป็นพิษดังกล่าวเกิดจากการเพิ่มธาตุอาหารที่สูงกว่าระดับความต้องการในการเจริญเติบโตจนมากเกินไป จนจำกัดการเจริญเติบโตของพืชเกิดอาการเป็นพิษ (Toxicity) เนื่องจากธาตุอาหารที่มีมากเกินไปการเจริญของพืชจึงหยุดชะงักและพืชอาจตายได้ และพบว่าการใช้รังสีอินฟราเรดเข้ามาช่วยลดความชื้น หลังจากการเคลือบสารเคมี มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติส

ภาพประกอบ 4.6 พบว่าวิธีการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้ายคือการอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 600°C นาน 1 นาที ตามด้วยการอบแห้งแบบลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb ซึ่งก็คือ วิธีการที่ 1 และวิธีการที่ 2 ส่วนกรรมวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์นั้น พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่เคลือบด้วย 1% (w/w) KNO_3 ร่วมกับ 3% (w/w) PEG 4,000 มีเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสารเคมี ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยยูเรีย 0.1 กรัมของไนโตรเจน ร่วมกับ 3% (w/w) PEG 4,000 และ 6,000 มีเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายลดลง เนื่องจากความเข้มข้นของยูเรียทำให้เกิดความเป็นพิษกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด และพบว่าการใช้รังสีอินฟราเรดเข้ามาช่วยลดความชื้น หลังจากการเคลือบสารเคมี มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการนับครั้งแรก

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มลดลง เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Beardmore และคณะ (2008 : 171–185) ที่พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ Black Spruce, Lodgepole Pineและเมล็ด White Spruce อุณหภูมิในการอบแห้งที่สูงส่งผลให้เมล็ดการเกิดความเสียหาย ทำให้มีในเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้ายที่ต่ำ

วิธีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนั้น แบ่งเก็บเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การเก็บรักษาในสภาพเปิด (opened storage) เมล็ดพันธุ์สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศรอบๆ ได้ และการเก็บรักษาในสภาพปิด (closed storage, hermetic storage, air tight storage) เมล็ดพันธุ์ไม่สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นและออกซิเจนกับบรรยากาศนอกภาชนะบรรจุ ซึ่งเป็นการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาแบบหนึ่ง เนื่องจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตทั้งเมล็ดพันธุ์และแมลง ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นพิษต่อแมลง จึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดความเสียหายจากแมลงในโรงเก็บโดยไม่ใช้สารเคมี (Villers, *et al.*, 2008) ซึ่งการหายใจภายในเมล็ดพืชเกิดขึ้นจากทั้งเมล็ดและเชื้อจุลินทรีย์ ผลของการหายใจทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียน้ำหนัก และยังเพิ่มความชื้นในเมล็ด เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิภายในเมล็ดเพิ่มสูงขึ้น จากงานวิจัยนี้ได้ผลสอดคล้องกัน คือ วิธีเก็บรักษาในถังปิดสนิท มีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก และครั้งสุดท้ายสูงกว่าการเก็บรักษาในกระสอบ

ตาราง 4.1 เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษาเวลา 0 – 5 เดือน

กรรมวิธีการอบแห้ง	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5
1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb) เก็บในถังปิดมิดชิด	91.67±1.53^{Eb}	91.67±1.53^{Db}	92.00±1.00^{Db}	92.00±1.00^{Cb}	90.00±1.00^{Fab}	88.33±0.58^{Ea}
2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	91.33±0.58^{DEb}	91.67±0.58^{Db}	91.33±1.53^{Db}	91.33±0.58^{Cb}	88.67±1.15^{EFa}	87.67±1.53^{DEa}
3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	88.00±1.00^{ABCc}	87.67±1.53^{ABCbc}	87.33±1.53^{ABCbc}	87.33±1.15^{Abc}	85.67±0.58^{Aa}	84.33±0.58^{Aa}
4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	87.33±1.15^{ABb}	87.00±1.00^{Ac}	87.67±0.58^{ABCc}	87.67±0.58^{Ac}	84.33±0.58^{Ab}	82.67±1.15^{Aa}
5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	87.67±0.58^{ABb}	87.33±1.15^{ABb}	87.00±2.00^{ABb}	87.00±1.73^{Ab}	85.67±1.53^{ABCa}	84.00±1.00^{ABa}
6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	87.67±1.53^{ABb}	87.00±1.00^{Ab}	86.33±0.58^{Ab}	86.33±0.58^{Ab}	84.33±0.58^{Aa}	82.67±1.15^{Aa}
7. อบแห้งด้วยลมร้อน42 °C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	88.33±0.58^{Ab}	88.00±1.00^{ABCb}	88.00±1.00^{ABCb}	88.33±0.58^{ABb}	86.33±0.58B^{CDa}	85.00±1.00^{BCa}

Mahasarakham University

ตาราง 4.1 (ต่อ)

กรรมวิธีการอบแห้ง	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5
8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	88.00±1.00^{ABCc}	87.33±1.15^{ABbc}	87.00±1.00^{ABbc}	87.00±1.73^{Abc}	85.33±0.58^{ABCab}	84.00±1.00^{ABa}
9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	88.67±1.15^{ABCab}	89.00±1.00^{BCab}	89.33±0.58^{Cab}	87.67±2.52^{Ab}	87.00±1.00^{CDab}	86.00±1.00^{CDa}
10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	87.67±1.53^{ABc}	88.33±0.58^{ABCc}	88.00±1.00^{ABCc}	87.33±1.15^{Abc}	85.67±0.58^{ABCba}	83.67±0.58^{AB}
11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	87.33±0.58^{Ab}	87.33±1.15^{ABb}	87.67±0.58^{ABCb}	87.00±1.00^{Ab}	86.33±0.58^{BCDab}	85.00±1.00^{BCa}
12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	87.33±0.58^{Abc}	87.00±1.00^{Ac}	87.00±1.00^{ABc}	86.67±1.53^{Ac}	85.00±1.00^{ABab}	83.67±0.58^{ABa}
13. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	88.33±0.58^{ABCb}	88.67±0.58^{ABCb}	88.67±0.58^{BCb}	88.67±0.58^{ABb}	86.67±1.53^{BCDa}	86.00±1.00^{CDa}

Mahasarakham University

ตาราง 4.1 (ต่อ)

กรรมวิธีการอบแห้ง	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5
14. อบแห้งด้วยลมร้อน42 °C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600oC 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติเก็บในกระสอบ	88.00±1.00^{ABCc}	87.67±0.58^{ABCbc}	87.67±1.53^{ABCbc}	87.33±1.15^{Abc}	86.00±1.00^{ABCac}	84.33±0.58^{ABCa}
15. อบแห้งด้วยลมร้อน42 °C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600oC 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	89.67±0.58^{CDc}	89.33±0.58^{BCbc}	89.33±0.58^{Bbc}	90.00±1.00^{BCc}	88.00±1.00D^{Eab}	87.00±1.00^{DEa}
16. อบแห้งด้วยลมร้อน42 °C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600oC 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	89.33±1.15^{BCb}	89.00±1.00^{BCb}	89.00±1.00^{BCb}	88.33±0.58^{ABb}	86.00±1.00^{ABCa}	84.67±0.58^{BCa}

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกันในคอลัมพ์เดียวกันให้ความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % *(p>0.05)*ตัวอักษรพิมพ์เล็กต่างกันในแถวเดียวกันให้ความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % *(p>0.05)*

Mahasarakham University

ตาราง 4.2 เปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษาเวลา 0-5เดือน

กรรมวิธีการอบแห้ง	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5
1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	82.00±1.00^{Ebc}	82.00±1.00^{Dbc}	82.33±1.53^{Dc}	82.67±1.15^{Dc}	80.33±0.58^{Fb}	78.33±0.58^{Ea}
2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	82.33±1.53^{DEc}	81.00±1.00^{CDbc}	81.33±1.53^{CDbc}	80.67±1.15^{CDbc}	79.33±0.58^{EFb}	76.67±0.58^{Da}
3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	78.00±1.00^{Ac}	77.33±1.15^{Abc}	77.00±1.00^{Abc}	78.00±1.00^{ABc}	75.67±1.53^{ABCab}	74.33±0.58^{ABCa}
4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	77.33±1.15^{Ab}	77.00±1.00^{Ab}	76.67±1.53^{Ab}	77.33±1.53^{ABb}	74.33±1.53^{Aa}	73.33±0.58^{Aa}
5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78.00±1.00^{Ab}	77.33±1.15^{Ab}	77.33±1.15^{Ab}	77.00±1.73^{ABb}	75.67±1.53^{Aa}	74.00±1.00^{ABa}
6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78.00±1.00^{Ac}	77.00±1.00^{Abc}	76.67±0.58^{Abc}	76.00±1.00^{Ab}	74.00±1.00^{Aa}	73.00±1.00^{Aa}
7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	77.33±1.15^{Aab}	77.67±0.58^{Ab}	78.00±1.00^{ABb}	76.67±2.08^{ABab}	76.00±1.00^{ABCab}	75.33±0.58^{BCDa}

Mahasarakham University

ตาราง 4.2 (ต่อ)

กรรมวิธีการอบแห้ง	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5
8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78.00±1.00^{Ab}	77.33±1.15^{Ab}	77.00±1.00^{Ab}	76.33±1.15^{ABb}	74.33±0.58^{Aa}	73.00±1.00^{Aa}
9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78.67±0.58^{ABbc}	78.33±1.53^{Abc}	79.00±1.00^{ABc}	78.33±1.53^{ABCbc}	76.67±1.15^{BCDab}	75.33±0.58^{BCDa}
10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78.67±0.58^{ABb}	78.00±1.00^{Ab}	78.33±1.53^{ABb}	77.33±1.15^{ABb}	75.33±0.58^{ABa}	73.67±1.15^{ABa}
11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78.00±1.00^{Ab}	78.33±1.53^{Ab}	78.67±0.58^{ABb}	78.33±1.53^{ABCb}	76.00±1.00^{ABCa}	74.67±0.58^{ABCa}
12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	77.67±0.58^{Ab}	77.33±1.1^{5Ab}	77.00±1.00^{Ab}	77.00±1.73A^{Bb}	74.33±1.53^{Aa}	73.33±0.58^{Aa}
13. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	79.00±1.00^{ABCb}	78.67±0.58^{ABb}	78.33±1.53^{ABb}	78.67±0.58^{BCb}	77.67±0.58^{CDEa}	76.00±1.00^{CDa}

Mahasarakham University

ตาราง 4.2 (ต่อ)

กรรมวิธีการอบแห้ง	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5
14. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติเก็บในกระสอบ	78.67±0.58^{ABc}	78.33±1.53^{Ac}	78.00±1.00^{ABbc}	77.00±1.00^{ABbc}	76.00±1.00^{ABCab}	74.33±1.53^{ABCa}
15. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	80.33±1.15^{BCDb}	80.67±1.53^{BCDb}	80.00±1.73^{BCDb}	80.67±1.15^{CDb}	78.33±1.53^{DEa}	77.00±1.73^{DEa}
16. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	80.67±1.53^{CDEb}	79.00±1.73^{ABCb}	79.00±1.00^{ABb}	78.33±1.53^{ABCb}	76.00±1.00A^{BCa}	74.67±0.58^{ABCa}

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ต่างกันในคอลัมพ์เดียวกันให้ความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % *(p>0.05)* ตัวอักษรพิมพ์เล็กต่างกันในแถวเดียวกันให้ความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % *(p>0.05)*

Mahasarakham University

4.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

4.3.1 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

ตาราง 4.3 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษาที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	80.306(b)	11	7.301	5.840	.000	.728	64.244	.999
Intercept	295754.694	1	295754.694	236603.756	.000	1.000	236603.756	1.000
S method	3.361	1	3.361	2.689	.114	.101	2.689	.350
month	75.472	5	15.094	12.076	.000	.716	60.378	1.000
S method * month	1.472	5	.294	.236	.943	.047	1.178	.096
Error	30.000	24	1.250					
Total	295865.000	36						
Corrected Total	110.306	35						

a Computed using alpha = .05 , b R Squared = .728 (Adjusted R Squared = .603)

4.3.2 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

ตาราง 4.4 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	110.750(b)	11	10.068	8.630	.000	.798	94.929	1.000
Intercept	234740.250	1	234740.250	201205.929	.000	1.000	201205.929	1.000
S method	10.028	1	10.028	8.595	.007	.264	8.595	.803
month	95.917	5	19.183	16.443	.000	.774	82.214	1.000
S method * month	4.806	5	.961	.824	.545	.146	4.119	.244
Error	28.000	24	1.167					
Total	234879.000	36						
Corrected Total	138.750	35						

a Computed using alpha = .05, b R Squared = .798 (Adjusted R Squared = .706)

จากตาราง 4.3 และ 4.4 เมื่อพิจารณาที่วิธีการเก็บรักษาพบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนับครั้งแรกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนับครั้งสุดท้ายพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระยะเวลาเก็บรักษาพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ และอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและวิธีการอบแห้งพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3.3 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด หลังการเป่าลมธรรมชาติและเก็บรักษาในถังปิดมิดชิด ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

ตาราง 4.5 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการเป่าลมธรรมชาติและเก็บรักษาในถังปิดมิดชิด ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	135.778(b)	23	5.903	4.087	.000	.662	94.000	1.000
Intercept	546360.889	1	546360.889	378249.846	.000	1.000	378249.846	1.000
C method	24.111	3	8.037	5.564	.002	.258	16.692	.924
month	106.278	5	21.256	14.715	.000	.605	73.577	1.000
C method * month	5.389	15	.359	.249	.998	.072	3.731	.139
Error	69.333	48	1.444					
Total	546566.000	72						
Corrected Total	205.111	71						

a Computed using alpha = .05, b R Squared = .662 (Adjusted R Squared = .500)

3.3.4 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด หลังการเป่าลมธรรมชาติและเก็บรักษาในถังปิดมิดชิด ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

ตาราง 4.6 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการเป่าลมธรรมชาติและเก็บรักษาในถังปิดมิดชิด ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	124.875(b)	23	5.429	3.949	.000	.654	90.818	1.000
Intercept	426426.125	1	426426.125	310128.091	.000	1.000	310128.091	1.000
C method	14.708	3	4.903	3.566	.021	.182	10.697	.754
month	101.292	5	20.258	14.733	.000	.605	73.667	1.000
C method * month	8.875	15	.592	.430	.962	.119	6.455	.227
Error	66.000	48	1.375					
Total	426617.000	72						
Corrected Total	190.875	71						

a Computed using alpha = .05, b R Squared = .654 (Adjusted R Squared = .489)

จากตาราง 4.5 และ 4.6 เมื่อพิจารณาที่วิธีการเคลือบสารเคมีและไม่เคลือบสารเคมีพบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้าย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระยะเวลาเก็บรักษาก็พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและวิธีการเคลือบพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3.5 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด หลังการเป่าลมธรรมชาติ และเก็บรักษาในกระสอบ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

ตาราง 4.7 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการเป่าลมธรรมชาติและเก็บรักษาในกระสอบ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	210.653(b)	23	9.159	9.288	.000	.817	213.620	1.000
Intercept	535785.014	1	535785.014	543331.282	.000	1.000	543331.282	1.000
C method	11.042	3	3.681	3.732	.017	.189	11.197	.775
month	190.069	5	38.014	38.549	.000	.801	192.746	1.000
C method * month	9.542	15	.636	.645	.822	.168	9.676	.346
Error	47.333	48	.986					
Total	536043.000	72						
Corrected Total	257.986	71						

a Computed using alpha = .05, b R Squared = .817 (Adjusted R Squared = .729)

4.3.6 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด หลังการเป่าลมธรรมชาติ และเก็บรักษาในกระสอบ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

ตาราง 4.8 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการเป่าลมธรรมชาติและเก็บรักษาในกระสอบ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	226.667(b)	23	9.855	8.549	.000	.804	196.627	1.000
Intercept	417698.000	1	417698.000	362340.434	.000	1.000	362340.434	1.000
C method	13.111	3	4.370	3.791	.016	.192	11.373	.783
month	208.167	5	41.633	36.116	.000	.790	180.578	1.000
C method * month	5.389	15	.359	.312	.992	.089	4.675	.167
Error	55.333	48	1.153					
Total	417980.000	72						
Corrected Total	282.000	71						

a Computed using alpha = .05, b R Squared = .804 (Adjusted R Squared = .710)

จากตาราง 4.7 และ 4.8 เมื่อพิจารณาที่วิธีการเคลือบสารเคมีและไม่เคลือบสารเคมีพบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้าย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระยะเวลาเก็บรักษาก็พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาและวิธีการเคลือบพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3.7 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังจากลดความชื้นหลังการเคลือบสารเคมีด้วยรังสีอินฟราเรด ตามด้วยการเป่าลมธรรมชาติ และเก็บรักษาในถังปิดมิดชิด ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

ตาราง 4.9 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด หลังจากลดความชื้นหลังการเคลือบสารเคมีด้วยรังสีอินฟราเรด ตามด้วยการเป่าลมธรรมชาติ และเก็บรักษาในถังปิดมิดชิด ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	142.444(b)	23	6.193	7.192	.000	.775	165.419	1.000
Intercept	551950.222	1	551950.222	640974.452	.000	1.000	640974.452	1.000
C + IR method	56.778	3	18.926	21.978	.000	.579	65.935	1.000
month	80.778	5	16.156	18.761	.000	.662	93.806	1.000
C + IR method * month	4.889	15	.326	.378	.979	.106	5.677	.200
Error	41.333	48	.861					
Total	552134.000	72						
Corrected Total	183.778	71						

a Computed using alpha = .05, b R Squared = .775 (Adjusted R Squared = .667)

4.3.8 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังจากลดความชื้นหลังการเคลือบสารเคมีด้วยรังสีอินฟราเรด ตามด้วยการเป่าลมธรรมชาติ และเก็บรักษาในถังปิดมิดชิด ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

ตาราง 4.10 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด หลังจากลดความชื้นหลังการเคลือบสารเคมีด้วยรังสีอินฟราเรด ตามด้วยการเป่าลมธรรมชาติ และเก็บรักษาในถังปิดมิดชิด ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	200.319(b)	23	8.710	6.334	.000	.752	145.687	1.000
Intercept	436956.681	1	436956.681	317786.677	.000	1.000	317786.677	1.000
C + IR method	77.264	3	25.755	18.731	.000	.539	56.192	1.000
month	116.569	5	23.314	16.956	.000	.638	84.778	1.000
C + IR method * month	6.486	15	.432	.314	.991	.089	4.717	.169
Error	66.000	48	1.375					
Total	437223.000	72						
Corrected Total	266.319	71						

a Computed using alpha = .05, b R Squared = .752 (Adjusted R Squared = .633)

จากตาราง 4.9 และ 4.10 เมื่อพิจารณาที่วิธีการลดความชื้นด้วยรังสีอินฟราเรดหลังเคลือบสารเคมี พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้าย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาเก็บรักษาก็พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและวิธีการอบแห้งหลังการเคลือบพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3.9 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังจากลดความชื้นหลังการเคลือบสารเคมีด้วยรังสีอินฟราเรด ตามด้วยการเป่าลมธรรมชาติ และเก็บรักษาในกระสอบ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

ตาราง 4.11 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด หลังจากลดความชื้นหลังการเคลือบสารเคมีด้วยรังสีอินฟราเรด ตามด้วยการเป่าลมธรรมชาติ และเก็บรักษาในกระสอบ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	215.278(b)	23	9.360	10.211	.000	.830	234.848	1.000
Intercept	541146.722	1	541146.722	590341.879	.000	1.000	590341.879	1.000
C + IR method	31.611	3	10.537	11.495	.000	.418	34.485	.999
month	175.611	5	35.122	38.315	.000	.800	191.576	1.000
C + IR method * month	8.056	15	.537	.586	.871	.155	8.788	.312
Error	44.000	48	.917					
Total	541406.000	72						
Corrected Total	259.278	71						

a Computed using alpha = .05, b R Squared = .830 (Adjusted R Squared = .749)

4.3.10 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังจากลดความชื้นหลังการเคลือบสารเคมีด้วยรังสีอินฟราเรด ตามด้วยการเป่าลมธรรมชาติ และเก็บรักษาในกระสอบ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

ตาราง 4.12 การวิเคราะห์ผลของวิธีการเคลือบและระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังจากลดความชื้นหลังการเคลือบสารเคมีด้วยรังสีอินฟราเรด ตามด้วยการเป่าลมธรรมชาติ
. และเก็บรักษาในกระสอบ ที่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งสุดท้าย

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	252.444(b)	23	10.976	7.317	.000	.778	168.296	1.000
Intercept	424427.556	1	424427.556	282951.704	.000	1.000	282951.704	1.000
C + IR method	44.778	3	14.926	9.951	.000	.383	29.852	.997
month	198.444	5	39.689	26.459	.000	.734	132.296	1.000
C + IR method * month	9.222	15	.615	.410	.969	.114	6.148	.216
Error	72.000	48	1.500					
Total	424752.000	72						
Corrected Total	324.444	71						

a Computed using alpha = .05, b R Squared = .778 (Adjusted R Squared = .672)

จากตาราง 4.11 และ 4.12 เมื่อพิจารณาที่วิธีการลดความชื้นด้วยรังสีอินฟราเรดหลังเคลือบสารเคมี โดยเก็บในกระสอบพบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้าย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาเก็บรักษาก็พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและวิธีการอบแห้งหลังการเคลือบพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์ซุปเปอร์สวีท เมื่อนำมาอบแห้งภายใต้การแผ่รังสีอินฟราเรด และลมร้อน โดยเคลือบสารเคมีและไม่เคลือบสารเคมี และมีการจัดเก็บในรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยเก็บรักษาด้วยระยะเวลาในการเก็บรักษา 5 เดือน โดยมีค่าชี้ผลคือเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก และนับครั้งสุดท้าย ซึ่งได้ทำการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจากความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 59 มาตรฐานเปียก ให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 14 มาตรฐานเปียก ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 การอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดในรูปแบบที่แตกต่างกันพบว่า การอบแห้งเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดภายใต้การแผ่รังสีอินฟราเรด มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรก และนับครั้งสุดท้ายสูงที่สุดที่อุณหภูมิหลอด 600 $^{\circ}$C นาน 1 นาที ตามด้วยการอบแห้งแบบลมร้อน 42 $^{\circ}$C

5.1.2 การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังจากการอบแห้งพบว่า การเคลือบด้วย 1% (w/w) KNO_3 ร่วมกับ 3% (w/w) PEG 4,000 มีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้าย มากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสารเคมี

5.1.3 เมื่อพิจารณาด้านเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกและครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ 3 เดือนแรก มีเปอร์เซ็นต์ทั้งสองลดลงเล็กน้อย ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ 4-5 เดือน มีเปอร์เซ็นต์การงอกทั้งสองลดลงอย่างมาก

5.1.4 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถังปิดมิดชิดทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด มีเปอร์เซ็นต์การงอกนับครั้งแรกและนับครั้งสุดท้าย มากกว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในกระสอบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาระยะในการเก็บรักษาที่ช่วงในการเก็บรักษาที่กว้างขึ้นเพื่อตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นต่อการงอก

5.2.2 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้น ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียกควรมีการเคลือบสารเคมีเพื่อลดการทำลายของโรคและแมลง เพื่อรักษาความงอกของเมล็ดพันธุ์

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร (ม.ป.ป.) *การปลูกข้าวโพดหวานเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์มีฤดูปลูกที่เหมาะสม*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.doa.go.th/th/index.php [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2556].

กฤษฎา สัมพันธารักษ์ (2530) *การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน*. ม.ป.ท.: ภาควิชาพืชไร่นา

จักรมาส เลาหวณิช และ สุพรรณ ยั่งยืน (2553) การเปรียบเทียบความชื้นและอุณหภูมิของเมล็ดข้าวโพดระหว่างการอบแห้งด้วยอินฟราเรดและลมร้อน. *ว. วิทย์. กษ.*, 41(3/1)(พิเศษ), 185-188.

เฉลิมพล แซมเพชร (2542) *สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่*. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทักษอร บุญชู และทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย (2550) การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 5 ภายหลังการทำ Hydropriming. *ว. วิทย์. กษ.*, 38(5 พิเศษ), 152-155.

บุญมี ศิริ (2546) *วิทยาการเมล็ดพันธุ์*. ขอนแก่น, ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

———— (2552) ผลของสารเคลือบเมล็ดที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพิเศษ. ใน *เอกสารประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์แห่งชาติ ครั้งที่ 6*. 13-15 พฤษภาคม 2552, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น: ม.ป.พ. หน้า 13.

บุญมี ศิริธี, ระวัช สุวรรณนวล และพจนา สีขาว (2550) การประเมินศักยภาพในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสม 3 พันธุ์โดยการเร่งอายุ. *ว. วิทย. กษ.*, 38(5 พิเศษ), 148-151.

ปิยะนุช เทียงดีฤทธิ์ และบุญมี ศิริ (2551) ผลของสารเคลือบเมล็ดต่อคุณภาพและการป้องกันโรคราน้ำค้างของข้าวโพดหวานพิเศษ. *ว. วิทย์. กษ.*, 39(3 พิเศษ), 425-428.

ผดุงขวัญ จิตโรภาส ชิราวุธ ปทุมธนทรัพย์ และบุญมี ศิริ (2551) การพัฒนาสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดโดยใช้พอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำเป็นสารก่อฟิล์ม. *ว. วิทย์. กษ.*, 39(3 พิเศษ), 370-372.

ภาณี ทองพำนัก, วุฒิชัย ทองดอนแอ, ประภาส ประเสริฐสูงเนิน, กนิษฐา สังคะหะ และญาณี มั่นอ้น (2540) *การเคลือบและการพอกเมล็ดพันธุ์พืช และการใช้ประโยชน์*. รายงานผลการวิจัยประจำปี ทุนอุดหนุนวิจัยปี 2540. นครปฐม, ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

มุกดา สุขสวัสดิ์ (2544) *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. กรุงเทพฯ, โอเดียนสโตร์.

ราเชนทร์ ถิรพร (2529) ข้าวโพด. กรุงเทพฯ, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุ่งทิวา วิญญายอง, สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์, และหลิน ชิง หยู (2552) *การเพิ่มคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยการเคลือบสารโพแทสเซียมไนเตรทร่วมกับสารโพลีเอธีลีนไกลคอล*. รวบรวมผลงานโรงการที่ได้รับทุนโครงการ IRPUS ประจำปี 2552. กรุงเทพฯ, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ (2542) *เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่*. กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์, จิตรกานต์ ภควัฒนะ, อรพันธ์ชัย มงคล, เพ็ญศิริศรีบุรี และสุชาดา เวียรศิลป์ (2554) ผลของการเคลือบเมล็ดด้วยโพแทสเซียมไนเตรตร่วมกับสารพอลิเอธิลีนไกลคอลที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. *ว. วิทย์. กษ.*, 42(1 พิเศษ), 429-432.

อรพันธ์ชัย มงคลจรรยา, สมพมิตร ชมนาดสวาสดิ์มิตร, สุชาดา เวียรศิลป์ และสงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ (2554) ผลของการเคลือบเมล็ดด้วยสารผสมระหว่างยูเรียและพอลิเอธิลีนไกลคอลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. *ว. วิทย์. กษ.*, 42(1 พิเศษ), 433-436.

Adhikarinayakea TB, Palipaneb KB and Müllerc J (2006) Quality change and mass loss of paddy during airtight storage in a ferro-cement bin in Sri Lanka. *Journal of Stored Products Research*, 42(2), 337-390.

Afazl TM and Abe T. (2000). Simulation of moisture change in barley during far infrared radiation drying. *Comput Electron Agr*, 26(2), 137-145.

American Society of Agriculturl Engineers (ASAE) (1996) *Moisture measuremen–grains and seeds, method Standard 96*. USA: American Society of Agriculturl Engineers, St. Joesph MI.

Barratt BIP, Lowther WL and Ferguson M (1995) Seed coating with insecticide to improve over sown white clover (*Trifolium repen* L.) establishment in tussock grassland New Zealand. *Journal of Agriculture Research*, 38, 511-518.

Bays R, Baudet L, Henning AA and Lucca FO (2007) Soybean seed coating with micronutrients, fungicide and polymer. *Revista Brasileira de Sementes*, 29, 60-67.

Bruggink GT (2005) *Flower seed priming, pregermination, pelleting and coating*. n.p.: n.p.

Chompukeaw W (1996) *The Effect of Nitrogen,Fugicide,Time and Method of Harvest or Seed Quality in Super Sweetcorn.(Zeamay.L.)cv.ILLINI Gold*. Thesis Master of Agricultural Science. Massey University.

Chu KJ and Chou SK (2003) Low-cost drying Method for Developing Country. *Trend in Food Science & Technology*, 14, 519-529.

Copeland OL and McDonald MB (1995) *Principles of Seed Science and Technology*. 3rd edition. New York, Chapmam & hall. pp. 249-262.

Coşkun MB, Yalçın İ and Özarslan C (2005) Physical properties of sweet corn seed (Zea mays saccharataSturt.) *Journal of Food Engineering*, 74(4), 523–528.

Garwood W and Vanderslice SF (1988) Carbohydrate composition of alleles at the surary locus in maize. *Crop Science*, 22, 367-371.

Hebber HU and Rostogi NK (2004) Mass Transfer during Infrared Drying of Cashew Kernal. *Journal of Food Engineering*, 47(1), 557-563.

Isengard HD (1995) Rapid Water Determination in Foodstuffs. *Trends in Food Science & Technology*, 6(5), 155-162.

Manjunatha SN (2007) Effect of seed coating with polymer, fungicide and insecticide on seed quality in cotton storage. *Agronomy Journal*, 20(1), 137-139.

Marshall K (1979) *Solid oral dosage forms*. New York: Modern pharmaceutics. Marcel Dekker.

McDonald MB and Kwong FY (n.d.) *Flower seed biology and technology*. USA.: CABI publishing.

Pamuk SG (2004) *Controlling water dynamic in Scots pine (Pinus sylvertris L.) seed before and during seedling emergence*. Doctoral thesis Department of Silviculture Umea. Swedish university of agriculture sciences.

Petch GM, Maude RB and White JG (1991) Effect of film-coating layering of metalaxyl on the germination of carrot seeds their emergence and the control of cavity spot. *Crop Protection*, 10(2), 117-120.

Qiu J, Renmin YJ and Jin H (2005) Seed film coating with uniconazole improves rape seedling growth in relation to physiological changes under water logging stress. *Plant Growth Regulation*, 47, 75-81.

Siri B, Sutthi N. and Wongkae S. (2003) Drying Methods on Groundnut Seed Quality. Agricultural Science Journal, 34(4-6), 187-189.

Smid AE and Bates TE (1971) Response of corn to small amounts of fertilizer placed with the seed: V. Seed coating compared with banding. *Agronomy Journal*, 63, 380-384.

Taylor AG and Harman GE (1990) Concepts and technologies of selected seed treatments. *Annual Review of Phytopathology*, 28, 321-339.

The International Seed Testing Association (ISTA) (2006*) International Rules for Seed Testing, Seed Science and Technology*. Bassersdorf, Switzerland, The International Seed Testing Association.

Adhikarinayakea TB, Palipaneb KB and Müllerc J (2006) Quality change and mass loss of paddy during airtight storage in a ferro-cement bin in Sri Lanka. *Journal of Stored Products Research*, 42(2), 337-390.

Velu V, Nagender A, Prabhakara-Rao P.G. and Rao DG (2005) Dry milling characteristics of microwave dried maize grains (Zea mays L.). *Journal of Food Engineering*, 74, 30–36.

Villers P, Navarro S and Bruin TD (2008) Development of hermetic storage technology in sealed flexible storage structures. in *Controlled Atmosphere and Fumigation (CAF) Conference*, September 2008, Chengdu, China.

Wertz SL, Gabrielson K, Wright J, Baxter P, Knight J and Davis CR (2005) *Slow release nitrogen seed coat*. U.S.A.: U.S. Patent.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การทดสอบเพื่อหาเงื่อนไขของการกระจายรังสีอินฟราเรดที่เหมาะสม

ผลการศึกษาเงื่อนไขในการทดสอบด้วยการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยวิธีการตากแดด อบแห้งด้วยลมร้อน และอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสี 800°C อุณหภูมิระหว่างผิวเมล็ด 40°C

ตาราง ก.1 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์

วัสดุ	วิธีการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด			
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
เมล็ดข้าวโพดสด	ตากแดด 7 วัน	85	86	87	86
	อบแห้งด้วยลมร้อน และอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสี 800°C อุณหภูมิระหว่างผิวเมล็ด 40°Cเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปตากแดดอีก 7 วัน	90	89	92	90.33
	อบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 42°C เวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำไปตากแดดอีก 7วัน	88	90	87	88.33

ตาราง ก.2 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์

วัสดุ	วิธีการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด			
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
เมล็ดข้าวโพดสด	ตากแดด 7 วัน	76	75	77	76
	อบแห้งด้วยลมร้อน และอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสี 800°C อุณหภูมิระหว่างผิวเมล็ด 40°Cเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปตากแดดอีก 7 วัน	82	84	81	82.33
	อบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 42°C เวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำไปตากแดดอีก 7วัน	80	80	81	80.33

ผลการศึกษาเงื่อนไขในการทดสอบที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรด 700°C 800°C 900°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 45 เซนติเมตร

ตาราง ก.3 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์

ลำดับ	วิธีการทดลอง	เวลา (นาที)	อัตราการงอก			เฉลี่ย
			1	2	3	
1	วิธีมาตรฐาน	-	89	88	87	87.33
2	อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 700°C	3	89	90	92	90.33
		6	87	85	86	86
		9	48	46	43	46
3	อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 800°C	3	38	32	34	34.67
		6	0	0	0	0
		9	0	0	0	0
4	อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 900°C	3	4	1	0	1.67
		6	0	0	0	0
		9	0	0	0	0

ตาราง ก.4 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์

ลำดับ	วิธีการทดลอง	เวลา (นาที)	อัตราการงอก			เฉลี่ย
			1	2	3	
1	วิธีมาตรฐาน	-	80	79	81	80
2	อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 700°C	3	81	82	81	81.33
		6	76	74	78	76
		9	38	31	29	32.67
3	อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 800°C	3	29	23	25	25.67
		6	0	0	0	0
		9	0	0	0	0
4	อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 900°C	3	0	1	0	0.33
		6	0	0	0	0
		9	0	0	0	0

ผลการศึกษาเงื่อนไขในการทดสอบที่อุณหภูมิหลอดกำเนิดรังสีอินฟราเรด 600°C 700°C 800°C ระยะห่างระหว่างหลอดกำเนิดรังสีกับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ 30 45 และ 60 เซนติเมตร

ตาราง ก.5 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์

ลำดับ	ระยะห่างระหว่างหลอด-ตัวอย่างเมล็ด (ซม.)	อุณหภูมิหลอด	เวลา (นาที)	อุณหภูมิระหว่างผิวเมล็ด	อัตราการงอก			เฉลี่ย
					1	2	3	
1	30	600	1	59	89	90	86	88.33
			2	59	90	88	85	87.67
			3	61	88	87	84	86.33
			4	64	86	85	83	84.67
			5	71	80	82	76	79.33
		700	1	69	81	83	78	80.67
			2	69	72	70	69	70.33
			3	71	41	37	42	40
			4	75	22	20	15	19
			5	80	0	0	0	0
		800	1	74	0	0	0	0
			2	76	0	0	0	0
			3	79	0	0	0	0
			4	85	0	0	0	0
			5	94	0	0	0	0
2	45	600	1	54	92	92	90	91.33
			2	55	91	93	90	91.33
			3	57	90	92	89	90.33
			4	59	92	91	89	90.67
			5	62	89	80	88	89
		700	1	57	92	92	91	91.67
			2	56	90	92	92	91.33
			3	58	91	90	89	90
			4	60	88	90	89	89
			5	62	89	89	90	89.33
		800	1	62	76	77	73	75.33
			2	66	62	59	57	59.33
			3	67	31	36	29	32
			4	73	0	0	0	0
			5	82	0	0	0	0
3	60	600	1	45	92	93	92	92.33
			2	47	93	90	91	91.33
			3	52	92	91	89	90.67
			4	54	91	90	93	91.33
			5	55	92	90	91	91
		700	1	53	92	91	92	91.67
			2	55	91	92	90	91
			3	56	90	92	90	90.67
			4	59	90	89	90	89.67
			5	60	89	89	90	89.33
		800	1	62	75	76	73	74.67
			2	64	70	65	67	67.33
			3	67	61	60	57	59.33
			4	69	40	42	37	39.67
			5	74	1	0	0	0.33

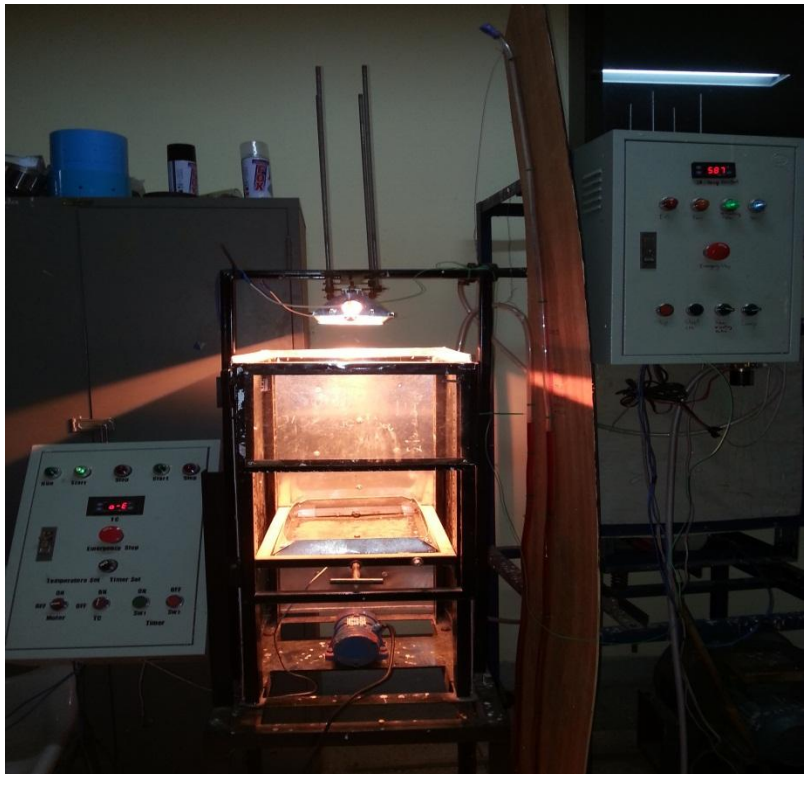
ตาราง ก.6 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์

ลำดับ	ระยะห่างระหว่าง หลอด-ตัวอย่างเมล็ด (ซม.)	อุณหภูมิหลอด	เวลา (นาที)	อุณหภูมิระหว่างผิวเมล็ด	อัตราการงอก			เฉลี่ย
					1	2	3	
1	30	600	1	59	79	81	75	81.67
			2	59	81	79	77	79
			3	61	76	74	72	74
			4	64	75	73	71	73
			5	71	71	74	68	71
		700	1	69	70	72	69	70.33
			2	69	60	59	58	59
			3	71	32	29	31	30.67
			4	75	11	9	7	9
			5	80	0	0	0	0
		800	1	74	0	0	0	0
			2	76	0	0	0	0
			3	79	0	0	0	0
			4	85	0	0	0	0
			5	94	0	0	0	0
2	45	600	1	54	81	83	82	82
			2	55	82	81	80	81
			3	57	80	82	79	80.33
			4	59	82	83	79	81.33
			5	62	78	81	80	79.67
		700	1	57	83	81	80	81.33
			2	56	82	80	81	81
			3	58	80	82	81	81
			4	60	79	80	78	79
			5	62	80	78	79	79
		800	1	62	67	68	64	66.33
			2	66	54	51	50	51.67
			3	67	22	24	20	22
			4	73	0	0	0	0
			5	82	0	0	0	0
3	60	600	1	45	84	85	82	83.67
			2	47	82	80	82	81.33
			3	52	81	82	80	81
			4	54	80	79	80	79.67
			5	55	80	81	82	81
		700	1	53	80	83	81	81.33
			2	55	80	83	80	81
			3	56	80	80	78	79.33
			4	59	80	78	79	79
			5	60	80	77	80	79
		800	1	62	67	67	62	65.33
			2	64	62	58	59	59.67
			3	67	53	51	49	51
			4	69	32	35	31	32.67
			5	74	0	0	0	0

ภาคผนวก ข

ภาพแสดงชุดอุปกรณ์ทดสอบ อุปกรณ์วัดและเก็บข้อมูลสำคัญ

ภาพประกอบ ข.1 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง



ภาพประกอบ ข.2 เครื่องอบแห้งแบบใช้รังสีอินฟราเรด

ภาพประกอบ ข.3 เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

ภาพประกอบ ข.4 ตู้อบไฟฟ้า

ภาพประกอบ ข.5 ขวดโหลปิดมิดชิดสำหรับใส่ข้าวโพด

ภาพประกอบ ข.6 กระสอบสำหรับใส่ข้าวโพด

ภาคผนวก ค
ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรก และเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้าย

ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 เดือน

ตาราง ค.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 0 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
0	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb (เก็บในถังปิดมิดชิด)	93	90	92	91.67
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb (เก็บในกระสอบ)	92	91	91	91.33
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb (เก็บในถังปิดมิดชิด)	89	87	88	88.00
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb (เก็บในกระสอบ)	88	86	88	87.33
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในถังปิดมิดชิด)	87	88	88	87.67
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในกระสอบ)	88	86	89	87.67
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในถังปิดมิดชิด)	88	89	88	88.33
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในกระสอบ)	88	87	89	88.00
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในถังปิดมิดชิด)	88	90	88	88.67
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในกระสอบ)	88	86	89	87.67
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในถังปิดมิดชิด)	87	88	87	87.33

ตาราง ค.1 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
0	12.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในกระสอบ)	88	87	87	87.33
	13.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในถังปิดมิดชิด)	89	88	88	88.33
	14.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในกระสอบ)	89	87	88	88.00
	15.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในถังปิดมิดชิด)	90	90	89	89.67
	16.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในกระสอบ)	90	88	90	89.33

ตาราง ค.2 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 1 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
1	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	92	93	90	91.67
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	91	92	92	91.67
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	88	89	86	87.67
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	87	88	86	87.00
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	86	88	88	87.33
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	87	88	86	87.00
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	87	89	88	88.00
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	88	86	88	87.33
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	88	89	90	89.00
	10.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	88	89	88	88.33
	11.. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	88	88	86	87.33

ตาราง ค.2 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
1	12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	86	88	87	87.00
	13. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	89	88	89	88.67
	14. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	87	88	88	87.67
	15. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	90	89	89	89.33
	16. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	90	88	89	89.00

ตาราง ค.3 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
2	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	93	91	92	92.00
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	90	93	91	91.33
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	89	87	86	87.33
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	87	88	88	87.67
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	87	85	89	87.00
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	87	86	86	86.33
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	88	89	87	88.00
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	87	86	88	87.00
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	89	89	90	89.33
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	87	88	89	88.00
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	88	88	87	87.67

ตาราง ค.3 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
2	12.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	87	86	88	87.00
	13.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	89	89	88	88.67
	14.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	88	86	89	87.67
	15.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	89	90	89	89.33
	16.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	88	90	89	89.00

ตาราง ค.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 3 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
3	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	92	93	91	92.00
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	92	91	91	91.33
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	86	88	88	87.33
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	88	88	87	87.67
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	85	88	88	87.00
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	86	86	87	86.33
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	88	88	89	88.33
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	88	85	88	87.00
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	85	88	90	87.67
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	86	88	88	87.33
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	87	88	86	87.00

ตาราง ค.4 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
3	12.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	85	87	88	86.67
	13.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	88	89	89	88.67
	14.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	88	86	88	87.33
	15.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	91	89	90	90.00
	16.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	89	88	88	88.33

ตาราง ค.5 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
4	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	91	89	90	90.00
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	88	90	88	88.67
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	86	85	86	85.67
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	85	84	84	84.33
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	84	87	86	85.67
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	84	84	85	84.33
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	86	87	86	86.33
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	86	85	85	85.33
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	86	87	88	87.00
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	86	86	85	85.67
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	87	86	86	86.33
	12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	85	84	86	85.00

ตาราง ค.5 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
4	13.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	87	85	88	86.67
	14.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	86	87	85	86.00
	15.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	89	87	88	88.00
	16.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	85	86	87	86.00

ตาราง ค.6 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 5 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
5	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	89	88	88	88.33
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	88	89	86	87.67
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	85	84	84	84.33
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	84	82	82	82.67
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	83	85	84	84.00
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	82	84	82	82.67
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	86	84	85	85.00
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	83	85	84	84.00
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	86	87	85	86.00
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	84	83	84	83.67
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ (เก็บในถังปิดมิดชิด	85	84	86	85.00

ตาราง ค.6 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
5	12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	84	83	84	83.67
	13.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	85	87	86	86.00
	14.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	84	84	85	84.33
	15.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	87	86	88	87.00
	16.อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	85	84	85	84.67

ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 เดือน

ตาราง ค.7 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 0 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
0	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	82	81	83	82.00
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	82	81	84	82.33
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	78	77	79	78.00
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	78	76	78	77.33
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	77	79	78	78.00
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	77	78	79	78.00
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	76	78	78	77.33
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	77	78	79	78.00
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78	79	79	78.67
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	79	78	79	78.67
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	77	79	78	78.00

ตาราง ค.7 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
0	12. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	77	78	77.67
	13. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	79	78	80	79.00
	14. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วยยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	79	79	78.67
	15. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	81	79	81	80.33
	16. อบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	79	81	82	80.67

ตาราง ค.8 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 1 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
1	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	83	82	81	82.00
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	80	81	82	81.00
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	78	78	76	77.33
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	78	76	77	77.00
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78	78	76	77.33
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	76	77	77.00
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78	78	77	77.67
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	78	76	77.33
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78	77	80	78.33
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	79	78	77	78.00
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	80	77	78	78.33
	12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	76	78	77.33

ตาราง ค.8 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
1	13. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	79	79	78	78.67
	14. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติเก็บในกระสอบ	78	77	80	78.33
	15. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	82	79	81	80.67
	16. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	78	81	79.00

ตาราง ค.9 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 2 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
2	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	84	82	81	82.33
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	81	83	80	81.33
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	78	76	77	77.00
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	75	77	78	76.67
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	76	78	78	77.33
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	76	77	77	76.67
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	77	79	78	78.00
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	77	76	78	77.00
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	79	78	80	79.00
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	77	80	78.33
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	79	79	78	78.67
	12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	76	77	77.00

ตาราง ค.9 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
2	13. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	80	78	77	78.33
	14. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติเก็บในกระสอบ	78	79	77	78.00
	15. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78	81	81	80.00
	16. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	79	80	79.00

ตาราง ค.10 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 3 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
3	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	82	84	82	82.67
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	82	80	80	80.67
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	79	78	77	78.00
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	77	79	76	77.33
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	76	76	79	77.00
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	76	77	75	76.00
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	76	79	75	76.67
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	77	75	77	76.33
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78	77	80	78.33
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	78	76	78	77.33
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	77	78	80	78.33
	12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	76	79	76	77.00

ตาราง ค.10 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
3	13. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	79	79	78	78.67
	14. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติเก็บในกระสอบ	76	77	78	77.00
	15. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	82	80	80	80.67
	16. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	80	77	78	78.33

ตาราง ค.11 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
4	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	80	81	80	80.33
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เก็บในกระสอบ	79	80	79	79.33
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด	74	76	77	75.67
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ	76	74	73	74.33
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	74	76	77	75.67
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	73	75	74	74.00
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	76	77	75	76.00
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	74	75	74	74.33
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78	76	76	76.67
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	75	75	76	75.33
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	77	76	75	76.00
	12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	76	74	73	74.33

ตาราง ค.11 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
4	13. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78	77	78	77.67
	14. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติเก็บในกระสอบ	75	77	76	76.00
	15. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	78	80	77	78.33
	16. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	76	77	75	76.00

ตาราง ค.12 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ระยะเวลาเก็บรักษา 5 เดือน

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
5	1. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เก็บในถังปิดมิดชิด	78	78	79	78.33
	2. การอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เก็บในกระสอบ	76	77	77	76.67
	3. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เก็บในถังปิดมิดชิด	74	75	74	74.33
	4. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เก็บในกระสอบ	73	73	74	73.33
	5. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	73	75	74	74.00
	6. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	73	74	72	73.00
	7. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	75	75	76	75.33
	8. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	74	73	72	73.00
	9. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	75	75	76	75.33
	10. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	73	75	73	73.67
	11. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	75	74	75	74.67
	12. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	73	73	74	73.33

ตาราง ค.12 (ต่อ)

ระยะการเก็บรักษา (เดือน)	การอบแห้งข้าวโพดด้วยวิธีการต่างๆ ที่แตกต่างกัน	ตัวอย่าง			ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	
5	13. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	77	75	76	76.00
	14. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติเก็บในกระสอบ	76	73	74	74.33
	15. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด	76	76	79	77.00
	16. อบแห้งด้วยลมร้อน42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % Wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ	75	74	75	74.67

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 เดือน

Time0

Duncan[a]

Method	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
4.00	3	87.3333				
11.00	3	87.3333				
12.00	3	87.3333				
5.00	3	87.6667	87.6667			
6.00	3	87.6667	87.6667			
10.00	3	87.6667	87.6667			
3.00	3	88.0000	88.0000	88.0000		
8.00	3	88.0000	88.0000	88.0000		
14.00	3	88.0000	88.0000	88.0000		
7.00	3	88.3333	88.3333	88.3333		
13.00	3	88.3333	88.3333	88.3333		
9.00	3	88.6667	88.6667	88.6667		
16.00	3		89.3333	89.3333		
15.00	3			89.6667	89.6667	
2.00	3				91.3333	91.3333
1.00	3					91.6667
Sig.		.182	.095	.090	.052	.689

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกระยะเวลา 0 เดือน

Time1

Duncan[a]

Method	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
4.00	3	87.0000			
6.00	3	87.0000			
12.00	3	87.0000			
5.00	3	87.3333	87.3333		
8.00	3	87.3333	87.3333		
11.00	3	87.3333	87.3333		
3.00	3	87.6667	87.6667	87.6667	
14.00	3	87.6667	87.6667	87.6667	
7.00	3	88.0000	88.0000	88.0000	
10.00	3	88.3333	88.3333	88.3333	
13.00	3	88.6667	88.6667	88.6667	
9.00	3		89.0000	89.0000	
16.00	3		89.0000	89.0000	
15.00	3			89.3333	
1.00	3				91.6667
2.00	3				91.6667
Sig.		.096	.095	.090	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกระยะเวลา 1 เดือน

Time2

Duncan[a]

Method	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
6.00	3	86.3333			
5.00	3	87.0000	87.0000		
8.00	3	87.0000	87.0000		
12.00	3	87.0000	87.0000		
3.00	3	87.3333	87.3333	87.3333	
4.00	3	87.6667	87.6667	87.6667	
11.00	3	87.6667	87.6667	87.6667	
14.00	3	87.6667	87.6667	87.6667	
7.00	3	88.0000	88.0000	88.0000	
10.00	3	88.0000	88.0000	88.0000	
13.00	3		88.6667	88.6667	
16.00	3		89.0000	89.0000	
9.00	3			89.3333	
15.00	3			89.3333	
2.00	3				91.3333
1.00	3				92.0000
Sig.		.121	.065	.064	.459

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกระยะเวลา 2 เดือน

Time3

Duncan[a]

Method	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
6.00	3	86.3333		
12.00	3	86.6667		
5.00	3	87.0000		
8.00	3	87.0000		
11.00	3	87.0000		
3.00	3	87.3333		
10.00	3	87.3333		
14.00	3	87.3333		
4.00	3	87.6667		
9.00	3	87.6667		
7.00	3	88.3333	88.3333	
16.00	3	88.3333	88.3333	
13.00	3	88.6667	88.6667	
15.00	3		90.0000	90.0000
2.00	3			91.3333
1.00	3			92.0000
Sig.		.056	.134	.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกระยะเวลา 3 เดือน

Time4

Duncan[a]

Method	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
4.00	3	84.3333					
6.00	3	84.3333					
12.00	3	85.0000	85.0000				
8.00	3	85.3333	85.3333	85.3333			
3.00	3	85.6667	85.6667	85.6667			
5.00	3	85.6667	85.6667	85.6667			
10.00	3	85.6667	85.6667	85.6667			
14.00	3	86.0000	86.0000	86.0000			
16.00	3	86.0000	86.0000	86.0000			
7.00	3		86.3333	86.3333	86.3333		
11.00	3		86.3333	86.3333	86.3333		
13.00	3		86.6667	86.6667	86.6667		
9.00	3			87.0000	87.0000		
15.00	3				88.0000	88.0000	
2.00	3					88.6667	88.6667
1.00	3						90.0000
Sig.		.073	.075	.075	.061	.395	.094

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกระยะเวลา 4 เดือน

Time5

Duncan[a]

Method	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
4.00	3	82.6667				
6.00	3	82.6667				
10.00	3	83.6667	83.6667			
12.00	3	83.6667	83.6667			
5.00	3	84.0000	84.0000			
8.00	3	84.0000	84.0000			
3.00	3	84.3333	84.3333	84.3333		
14.00	3	84.3333	84.3333	84.3333		
16.00	3		84.6667	84.6667		
7.00	3		85.0000	85.0000		
11.00	3		85.0000	85.0000		
9.00	3			86.0000	86.0000	
13.00	3			86.0000	86.0000	
15.00	3				87.0000	87.0000
2.00	3				87.6667	87.6667
1.00	3					88.3333
Sig.		.068	.145	.065	.053	.108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกระยะเวลา 5 เดือน

ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 เดือน

Time0

Duncan[a]

Methid	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
4.00	3	77.3333				
7.00	3	77.3333				
12.00	3	77.6667				
3.00	3	78.0000				
5.00	3	78.0000				
6.00	3	78.0000				
8.00	3	78.0000				
11.00	3	78.0000				
9.00	3	78.6667	78.6667			
10.00	3	78.6667	78.6667			
14.00	3	78.6667	78.6667			
13.00	3	79.0000	79.0000	79.0000		
15.00	3		80.3333	80.3333	80.3333	
16.00	3			80.6667	80.6667	80.6667
1.00	3				82.0000	82.0000
2.00	3					82.3333
Sig.		.104	.085	.069	.069	.069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายระยะเวลา 0 เดือน

Time1

Duncan[a]

Methid	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
4.00	3	77.0000			
6.00	3	77.0000			
3.00	3	77.3333			
5.00	3	77.3333			
8.00	3	77.3333			
12.00	3	77.3333			
7.00	3	77.6667			
10.00	3	78.0000			
9.00	3	78.3333			
11.00	3	78.3333			
14.00	3	78.3333			
13.00	3	78.6667	78.6667		
16.00	3	79.0000	79.0000	79.0000	
15.00	3		80.6667	80.6667	80.6667
2.00	3			81.0000	81.0000
1.00	3				82.0000
Sig.		.098	.063	.063	.211

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายระยะเวลา 1 เดือน

Time2

Duncan[a]

Methid	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
4.00	3	76.6667			
6.00	3	76.6667			
3.00	3	77.0000			
8.00	3	77.0000			
12.00	3	77.0000			
5.00	3	77.3333			
7.00	3	78.0000	78.0000		
14.00	3	78.0000	78.0000		
10.00	3	78.3333	78.3333		
11.00	3	78.3333	78.3333		
13.00	3	78.3333	78.3333		
9.00	3	79.0000	79.0000		
16.00	3	79.0000	79.0000		
15.00	3		80.0000	80.0000	
2.00	3			81.3333	81.3333
1.00	3				82.3333
Sig.		.066	.105	.207	.341

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายระยะเวลา 2 เดือน

Time3

Duncan[a]

Methid	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
6.00	3	76.0000			
7.00	3	76.6667	76.6667		
5.00	3	77.0000	77.0000		
8.00	3	77.0000	77.0000		
12.00	3	77.0000	77.0000		
14.00	3	77.0000	77.0000		
4.00	3	77.3333	77.3333		
10.00	3	77.3333	77.3333		
3.00	3	78.0000	78.0000		
9.00	3	78.3333	78.3333	78.3333	
11.00	3	78.3333	78.3333	78.3333	
16.00	3	78.3333	78.3333	78.3333	
13.00	3		78.6667	78.6667	
2.00	3			80.6667	80.6667
15.00	3			80.6667	80.6667
1.00	3				82.6667
Sig.		.079	.130	.066	.090

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายระยะเวลา 3 เดือน

Time4

Duncan[a]

Methid	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
6.00	3	74.0000					
4.00	3	74.3333					
5.00	3	74.3333					
8.00	3	74.3333					
12.00	3	74.3333					
10.00	3	75.3333	75.3333				
3.00	3	75.6667	75.6667	75.6667			
7.00	3	76.0000	76.0000	76.0000			
11.00	3	76.0000	76.0000	76.0000			
14.00	3	76.0000	76.0000	76.0000			
16.00	3	76.0000	76.0000	76.0000			
9.00	3		76.6667	76.6667	76.6667		
13.00	3			77.6667	77.6667	77.6667	
15.00	3				78.3333	78.3333	
2.00	3					79.3333	79.3333
1.00	3						80.3333
Sig.		.070	.211	.062	.090	.090	.278

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายระยะเวลา 4 เดือน

Time5

Duncan[a]

Methid	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
6.00	3	73.0000				
8.00	3	73.0000				
4.00	3	73.3333				
12.00	3	73.3333				
10.00	3	73.6667	73.6667			
5.00	3	74.0000	74.0000			
3.00	3	74.3333	74.3333	74.3333		
14.00	3	74.3333	74.3333	74.3333		
11.00	3	74.6667	74.6667	74.6667		
16.00	3	74.6667	74.6667	74.6667		
7.00	3		75.3333	75.3333	75.3333	
9.00	3		75.3333	75.3333	75.3333	
13.00	3			76.0000	76.0000	
2.00	3				76.6667	
15.00	3				77.0000	77.0000
1.00	3					78.3333
Sig.		.068	.065	.062	.055	.087

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายระยะเวลา 5 เดือน

ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 16 กรรมวิธี

VAR00001

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	88.3333	
4.00	3	90.0000	90.0000
.00	3		91.6667
1.00	3		91.6667
2.00	3		92.0000
3.00	3		92.0000
Sig.		.102	.076

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00002

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	87.6667	
4.00	3	88.6667	
.00	3		91.3333
2.00	3		91.3333
3.00	3		91.3333
1.00	3		91.6667
Sig.		.279	.732

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.14 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ

VAR00003

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	84.3333		
4.00	3	85.6667	85.6667	
2.00	3		87.3333	87.3333
3.00	3		87.3333	87.3333
1.00	3		87.6667	87.6667
.00	3			88.0000
Sig.		.174	.067	.516

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.15 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00004

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	82.6667		
4.00	3		84.3333	
1.00	3			87.0000
.00	3			87.3333
2.00	3			87.6667
3.00	3			87.6667
Sig.		1.000	1.000	.407

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.16 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ

VAR00005

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	84.0000	
4.00	3	85.6667	85.6667
2.00	3		87.0000
3.00	3		87.0000
1.00	3		87.3333
.00	3		87.6667
Sig.		.175	.140

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.17 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00006

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	82.6667	
4.00	3	84.3333	
2.00	3		86.3333
3.00	3		86.3333
1.00	3		87.0000
.00	3		87.6667
Sig.		.058	.145

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.18 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

VAR00007

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	85.0000	
4.00	3	86.3333	
1.00	3		88.0000
2.00	3		88.0000
.00	3		88.3333
3.00	3		88.3333
Sig.		.069	.651

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.19 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00008

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	84.0000		
4.00	3	85.3333	85.3333	
2.00	3		87.0000	87.0000
3.00	3		87.0000	87.0000
1.00	3		87.3333	87.3333
.00	3			88.0000
Sig.		.174	.067	.335

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.20 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

VAR00009

	TIME	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	5.00	3	86.0000	
	4.00	3	87.3333	87.3333
	.00	3	87.6667	87.6667
	1.00	3	88.0000	88.0000
	2.00	3	88.0000	88.0000
	3.00	3		89.0000
	Sig.		.055	.102

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.21 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00010

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	83.6667		
4.00	3		85.6667	
3.00	3		87.3333	87.3333
.00	3			87.6667
2.00	3			88.0000
1.00	3			88.3333
Sig.		1.000	.058	.265

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.22 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

VAR00011

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	85.0000	
4.00	3	86.3333	86.3333
3.00	3		87.0000
.00	3		87.3333
1.00	3		87.3333
2.00	3		87.6667
Sig.		.079	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.23 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00012

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	83.6667		
4.00	3	85.0000	85.0000	
3.00	3		86.6667	86.6667
1.00	3			87.0000
2.00	3			87.0000
.00	3			87.3333
Sig.		.128	.064	.464

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.24 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

VAR00013

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	86.0000	
4.00	3	86.6667	
.00	3		88.3333
1.00	3		88.6667
2.00	3		88.6667
3.00	3		88.6667
Sig.		.373	.675

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.25 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00014

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	84.3333		
4.00	3	86.0000	86.0000	
3.00	3		87.3333	87.3333
1.00	3		87.6667	87.6667
2.00	3		87.6667	87.6667
.00	3			88.0000
Sig.		.070	.090	.475

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.26 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติเก็บในกระสอบ

VAR00015

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	87.0000		
4.00	3	88.0000	88.0000	
1.00	3		89.3333	89.3333
2.00	3		89.3333	89.3333
.00	3			89.6667
3.00	3			90.0000
Sig.		.159	.081	.372

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.27 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00016

Duncan[a]

TIME	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	84.6667	
4.00	3	86.0000	
3.00	3		88.3333
1.00	3		89.0000
2.00	3		89.0000
.00	3		89.3333
Sig.		.099	.237

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.28 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งแรกของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 16 กรรมวิธี

VAR00001

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	78.3333		
4.00	3		80.3333	
.00	3		82.0000	82.0000
1.00	3		82.0000	82.0000
2.00	3			82.3333
3.00	3			82.6667
Sig.		1.000	.082	.475

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.29 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00002

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	76.6667		
4.00	3		79.3333	
3.00	3		80.6667	80.6667
1.00	3		81.0000	81.0000
2.00	3		81.3333	81.3333
.00	3			82.3333
Sig.		1.000	.067	.119

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.30 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งข้าวโพดด้วยรังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที + ลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ

VAR00003

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	74.3333		
4.00	3	75.6667	75.6667	
2.00	3		77.0000	77.0000
1.00	3		77.3333	77.3333
.00	3			78.0000
3.00	3			78.0000
Sig.		.156	.097	.314

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.31 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00004

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	73.3333	
4.00	3	74.3333	
2.00	3		76.6667
1.00	3		77.0000
.00	3		77.3333
3.00	3		77.3333
Sig.		.354	.562

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.32 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 4 2°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เก็บในกระสอบ

VAR00005

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	74.0000	
4.00	3	75.6667	75.6667
3.00	3		77.0000
1.00	3		77.3333
2.00	3		77.3333
.00	3		78.0000
Sig.		.140	.066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.33 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00006

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	73.0000		
4.00	3	74.0000		
3.00	3		76.0000	
2.00	3		76.6667	76.6667
1.00	3		77.0000	77.0000
.00	3			78.0000
Sig.		.218	.240	.125

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.34 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

VRA00007

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	75.3333	
4.00	3	76.0000	76.0000
3.00	3	76.6667	76.6667
.00	3	77.3333	77.3333
1.00	3		77.6667
2.00	3		78.0000
Sig.		.077	.082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.35 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00008

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	73.0000	
4.00	3	74.3333	
3.00	3		76.3333
2.00	3		77.0000
1.00	3		77.3333
.00	3		78.0000
Sig.		.128	.082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.36 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

VAR00009

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	75.3333		
4.00	3	76.6667	76.6667	
1.00	3		78.3333	78.3333
3.00	3		78.3333	78.3333
.00	3		78.6667	78.6667
2.00	3			79.0000
Sig.		.174	.067	.516

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.37 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00010

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	73.6667	
4.00	3	75.3333	
3.00	3		77.3333
1.00	3		78.0000
2.00	3		78.3333
.00	3		78.6667
Sig.		.077	.176

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.38 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 + เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

VAR00011

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	74.6667	
4.00	3	76.0000	
.00	3		78.0000
1.00	3		78.3333
3.00	3		78.3333
2.00	3		78.6667
Sig.		.165	.506

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.39 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00012

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	73.3333	
4.00	3	74.3333	
2.00	3		77.0000
3.00	3		77.0000
1.00	3		77.3333
.00	3		77.6667
Sig.		.319	.533

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.40 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

VAR00013

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	76.0000	
4.00	3	77.6667	77.6667
2.00	3		78.3333
1.00	3		78.6667
3.00	3		78.6667
.00	3		79.0000
Sig.		.051	.140

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.41 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00014

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
5.00	3	74.3333		
4.00	3	76.0000	76.0000	
3.00	3		77.0000	77.0000
2.00	3		78.0000	78.0000
1.00	3			78.3333
.00	3			78.6667
Sig.		.102	.066	.127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.42 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย ยูเรีย+ . PEG 6000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

VAR00015

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	77.0000	
4.00	3	78.3333	78.3333
2.00	3		80.0000
.00	3		80.3333
1.00	3		80.6667
3.00	3		80.6667
Sig.		.295	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.43 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในถังปิดมิดชิด

VAR00016

Duncan[a]

Time	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	3	74.6667	
4.00	3	76.0000	
3.00	3		78.3333
1.00	3		79.0000
2.00	3		79.0000
.00	3		80.6667
Sig.		.230	.062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาพประกอบ ง.44 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกครั้งสุดท้ายของการอบแห้งด้วยลมร้อน 42°C จนเหลือความชื้นมาตรฐาน 14 % wb เคลือบด้วย KNO_3+ PEG 4000 +รังสีอินฟราเรด อุณหภูมิ 600°C 1 นาที+ เป่าลมธรรมชาติ เก็บในกระสอบ

ภาคผนวก จ
กฎการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์สากล

Seed
Science
And
Technology

PROCEEDING OF THE INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION

Rules

กฎการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์สากล 1999

(International Rules for Seed Testing 1999)

Volume 27, Supplement, Rules 1999

Mahasarakham University

178

ตารางที่ 5A วิธีการทดสอบความงอก (Germination methods)

ตารางนี้ระบุถึงวัสดุเพาะที่ใช้, ระยะเวลาการทดสอบ, และคำแนะนำเพิ่มเติมวิธีการแก้การพักตัวของเมล็ดก่อนทำการ ทดสอบความงอก วิธีที่แนะนำนี้อธิบายใช้กับกลุ่มชนิดของพืช โดยครอบคลุมเฉพาะชนิดพืชที่มีปรากฏอยู่ในตารางที่ 2A

วัสดุเพาะ (Substrate)	ชนิดของวัสดุเพาะที่ปรากฏในตารางนี้อาจมีหลายชนิด เช่น TP,BP,S มีความหมายว่าให้เลือกใช้วัสดุเพาะชนิดใดก็ได้ ไม่ได้หมายความว่าวัสดุชนิดแรกที่ปรากฏ เช่น TP มีความเหมาะสมเป็นอันดับแรกมากกว่าวัสดุเพาะตัวอื่นแต่ประการใดวัสดุเพาะ BP ก็เช่นเดียวกับ TP ที่สามารถใช้ PP (กระดาษพลีทแทนได้)
อุณหภูมิ (Temperature)	ช่วงอุณหภูมิที่แนะนำไว้ในตารางก็เช่นเดียวกัน อาจระบุไว้ในตารางมากกว่า 1 ช่วง ให้เลือกช่วงใดก็ได้เหมือนกัน
การตรวจนับครั้งแรก (First count)	กำหนดเวลาการตรวจนับครั้งแรกที่ระบุอยู่ในตารางเป็นตัวเลขโดยประมาณ และมักจะหมายถึงระยะเวลาที่ใช้ตรวจนับต้นอ่อนในการทดสอบความงอกโดยใช้กระดาษเป็นวัสดุเพาะโดยให้อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงสุดที่ระบุไว้ในตาราง ดังนั้นถ้าเลือกใช้ช่วงอุณหภูมิต่ำที่ปรากฏอยู่ในตารางและเพาะในทราย ระยะเวลาการตรวจนับครั้งแรก อาจต้องเพิ่มจำนวนวันออกไป สำหรับการทดสอบความงอกในทรายโดยมีระยะเวลาการตรวจนับต้นอ่อนครั้งสุดท้ายมากกว่า 7-1- วัน (14วัน) อาจให้งดการตรวจนับครั้งแรกได้
แสง (Light)	โดยทั่วไปแนะนำให้มีแสงในการทดสอบความงอกทั้งนี้เพื่อให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตที่ดี แต่ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องใช้แสงเพื่อกระตุ้นเมล็ดที่มีการพักตัวให้งอก หรืออาจจะไม่ใช้แสงในการทดสอบความงอก โดยให้เพาะเมล็ดไว้ในที่มืดก็ได้ ซึ่งคำแนะนำเหล่านี้จะปรากฏอยู่ในคอลัมน์สุดท้ายของตาราง

คำอธิบายศัพท์ที่ใช้ในตาราง :

TP	top of paper หมายถึง การเพาะเมล็ดโดยวางเมล็ดบนกระดาษเพาะ
BP	between paper หมายถึง การเพาะระหว่างชั้นของกระดาษเพาะ
PP	pleated paper หมายถึง การเพาะเมล็ดลงในร่องกระดาษพลีท
S	sand หมายถึง การเพาะเมล็ดในทราย
TS	top of sand หมายถึง การเพาะเมล็ดบนผิวหน้าของทราย

KNO_3	หมายถึง การใช้สารละลายโปแตสเซียมไนเตรท 0.2% แทนการใช้น้ำ
GA_3	หมายถึง การใช้จิบเบอเรลลิคแอซิด แทนการใช้น้ำ
H_2SO_4	หมายถึง การนำเมล็ดไปแช่ในกรดซัลฟูริคเข้มข้น ก่อนเพาะเมล็ด
HNO_3	หมายถึง การแช่เมล็ดใน 1 N ไนตริกแอซิด ก่อนการเพาะเมล็ด
TT	หมายถึง การทดสอบความมีชีวิตโดยใช้สารเคที Tetrazolium
EEC	หมายถึง การแยกคัพภะออกจากเมล็ด

179

ส่วนที่ 1. เมล็ดพันธุ์พืชไร่และเมล็ดพันธุ์ผัก

ชนิดพืช	วัสดุเพาะ	อุณหภูมิ	จำนวนวันตรวจนับ ครั้งแรก	ครั้งสุดท้าย	วิธีเพิ่มเติมพิเศษ
1	2	3	4	5	6
Abelmoschus esculentus	TP; BP;S	20-30	4	21	-
Achillea milefolium	TP	20-30	5	14	-
Agropyon cristatum	TP	20-30;15-25	5	14	Prechill;KNO_3
Agrpyron desertorum	TP	20-30;15-25	5	14	Prechill;KNO_3
Agrotis canina	TP	20-30;15-25;10-30	7	21	Prechill;KNO_3
Agrotis capillaris	TP	20-30;15-25;10-30	7	28	Prechill;KNO_3
Agrotis gigantean	TP	20-30;15-25;10-30	5	10	Prechill;KNO_3
Agrotis stolonifera	TP	20-30;15-25;10-30	7	28	Prechill;KNO_3
Allium cepa	TP; BP;S	20;15	6	12	Prechill
Allium fistulosum	TP; BP;S	20;15	6	12	Prechill
Allium porrum	TP; BP;S	20;15	6	14	Prechill
Allium schoenopeasum	TP; BP;S	20;15	6	14	Prechill
Allium tuberlosum	TP	20-30; 20	6	14	Prechill
Allpecurus pratensis	TP	20-30;15-25;10-30	7	14	Prechill; KNO_3
Allysicarpus vaginalis	BP	35	4	21	แทงเปลือกหุ้มเมล็ดที่บวม เมื่อ 21 วันและปล่อยต่อไป จนถึงวันที่ 35 เมล็ดที่บวม นั้นอาจนำไปไว้ที่ 20 °C อีก 2 วันและต่อที่ 25 °C อีก 3 วัน
Adropogon gayanus	TP	20-35	7	14	แสง KNO_3
Andropogon geradii	TP	20-30	7	28	Prechill;KNO_3
Andropogon Hallii	TP	20-30	7	28	Prechill;KNO_3
Andropogon scoparius	TP	20-30	7	28	Prechill;KNO_3
Anethum graveolens	TP; BP	20-30;10;30	7	21	Prechill
Anthoxanthurm odoratum	TP	20-30	6	14	-
Anthriscus Cerefolium	TP; BP	20-30	7	21	Prechill
Anthyllis vulneraria	TP; BP	20	5	10	Prechill
Medicago Arabica	TP; BP	20	4	10	-
Medicago littoralis	TP	20	4	10	-
Medicago lupulin	TP; BP	20	4	10	Prechill
Medicago orbicularis	TP; BP	20	4	10	Prechill
Medicago polymorpha	TP; BP	20	4	14	-
Medicago rugosa	TP; BP	20	4	14	-
Medicago sativa	TP; BP	20	4	10	Prechill
Medicago scutellata	TP; BP	20	4	14	-

186

1	2	3	4	5	6
Medicago tomata	TP; BP	20;15	4	14	-
Medicago truncatula	TP;BP	20	4	10	-
Melilotus albus	TP;BP	20	4	7	Prechill
Melilotus indicus	TP;BP	20	3	14	-
Melilotus offcinalis	TP;BP	20	4	7	-
Melinis minutuflora	TP;BP	20	4	7	Prechill
Monordica charantia	TP	20-30	7	21	Prechill; KNO_3
Mucuna deeringana	TP;S	20-30; 30	3	14	ตัดเมล็ด
Nasturtium officinale	TP;BP	20-30	4	14	-
Nicotiana tabacum	TP	20-30	7	16	KNO_3
Ocimum basilicum	TP	20-30	4	14	KNO_3
Oenothera biennis	TP	20-30; 20	7	21	KNO_3
Onobrychis vicifolia	TP;BP;S	20-30; 20	4	14	KNO_3
Origanum majorana	TP;BP;S	20-30; 20	7	21	-
Origanum vulgare	TP;BP;S	20-30; 20	7	21	-
Omithopus compressus	TP	15	7	21	-
Omithpus sativas	TP;BP	20	7	14	-
Oryza sativa	TP;BP;S	20-30; 25	5	14	Prehert(50 $^{\circ}C$) แช่น้ำ หรือแช่ใน HNO_3 –24 ชั่งโมง

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นางสาวอรวรรณ ฤทธิวุธ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2530
จังหวัด และประเทศที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2553	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (การผลิต) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2556	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำแหน่ง สถานที่ทำงาน	-
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 1 หมู่ที่ 15 ตำบลนาเมือง อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120