5

# การอบแห้งถั่วลิสง (Arachis hypogaea) ด้วยลมร้อน

นางสาวจิรฐา ธรรมธวัชชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-141-4

012157 I15239610

# PEANUT (*Arachis hypogaea*) DRYING BY HOT AIR

Miss Chirata Tamtawatchai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การอบแห้งถั่วลิสง (Arachis hypogaea) ด้วยลมร้อน

โดย นางสาวจิรฐา ธรรมธวัชชัย

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การอบแห้งถั่วลิสง (Arachis hypogaea) ด้วยลมร้อน |
| ชื่อนิสิต | นางสาวจิรฐา ธรรมธวัชชัย |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ |
| ภาควิชา | เทคโนโลยีทางอาหาร |
| ปีการศึกษา | 2528 |

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทคัดย่อ

ถั่วลิสง (Arachis hypogaea) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งในประเทศไทย และมีแนวโน้มว่าจะมีการผลิตถั่วลิสงเพิ่มมากขึ้น ถั่วลิสงที่ผลิตได้ใช้บริโภคในประเทศในรูปแบบต่าง ๆ เป็นวัตถุดิบในโรงงานสกัดน้ำมันพืชและเป็นสินค้าออก ในแต่ละปีจะมีถั่วลิสงออกสู่ตลาด 2 ระยะ คือ ช่วงฤดูฝนเรียกว่าถั่วฝนหรือถั่วไร่ ซึ่งผลผลิตมีมากประมาณร้อยละ 60 - 70 ของการผลิตทั้งปี อีกระยะหนึ่งคือ ฤดูแล้งเรียกว่าถั่วแล้งหรือถั่วนา ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการผลิตถั่วฝนคือ ได้รับการปนเปื้อนด้วยสารพิษอะฟลาทอกซิน เนื่องจากสภาพภูมิอากาศไม่อำนวยต่อการลดความชื้นถั่วลิสง แต่เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญและผลิตสารพิษของเชื้อราที่ผลิตสารพิษอะฟลาทอกซินได้เป็นเหตุให้ถั่วฝนมีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะสมแก่การบริโภค ราคาต่ำ งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะหาทางป้องกันปัญหาดังกล่าวโดยมีวัตถุประสงค์คือ กำหนดสภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้นถั่วลิสงโดยใช้ลมร้อนเพื่อป้องกันการเกิดสารพิษอะฟลาทอกซิน ศึกษาสภาพการใช้งานของเครื่องอบแห้งถั่วลิสงที่ประกอบขึ้นโดยใช้วัสดุเนื้อเยื่อจากการเกษตรเป็นเชื้อเพลิง, ตลอดทั้งศึกษาภาชนะบรรจุและจุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม เพื่อรักษาคุณภาพถั่วลิสงที่ลดความชื้นแล้ว จากผลการทดลองพบว่า ระดับความชื้นที่กะเทาะแล้วเมล็ดได้รับความเสียหายและแตกหักน้อย คือที่เมล็ดมีความชื้นในช่วงร้อยละ 10 - 15 (น้ำหนักเปียก) เมื่ออบแห้งแบบแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิของลมร้อน 5 ระดับคือ 35, 40, 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส เมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้นมีผลทำให้เวลาการอบแห้งสั้นลง ค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ดมีค่าสูงขึ้น ร้อยละการแตกหักของเมล็ดเมื่อกะเทาะเพิ่มขึ้น แต่ระดับอุณหภูมิไม่มีผลต่อค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเปลือกและร้อยละการกะเทาะ การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ (35 องศาเซลเซียส) หรืออุณหภูมิสูง (55 องศาเซลเซียส) ทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิปานกลาง (40 45 และ 50 องศาเซลเซียส) ถั่วลิสงที่อบแห้งที่อุณหภูมิ

55 องศาเซลเซียส ค่าความงอกของเมล็ดต่ำสุด จึงสามารถอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิลมร้อน 50 หรือ 45 องศาเซลเซียสจนถึงระดับความชื้นที่เหมาะสมแก่การกะเทาะแล้วอบแห้งเฉพาะส่วนเมล็ดต่อที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนถึงระดับความชื้นที่เก็บได้อย่างปลอดภัย โดยที่ถั่วลิสงคงมีคุณภาพดี ในการอบแห้งแบบทิ้งช่วงผลของปัจจัย A (อุณหภูมิลมร้อนที่ 50 และ 55 องศาเซลเซียส) B (เวลาให้ลมร้อน 1 และ 3 ชั่วโมง) C (เวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็น 1 และ 3 ชั่วโมง) ต่อเวลาการอบแห้ง ค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ดและเปลือก ร้อยละการกะเทาะ ร้อยละการแตกหัก ปริมาณกรดไขมันอิสระ และความงอกของเมล็ดเป็นดังนี้คือ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาให้ลมร้อน เวลาการอบแห้งสั้นลง เมื่อเพิ่มเวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็น เวลาการอบแห้งเพิ่มขึ้น แต่ในอิทธิพลร่วม AC BC และ ABC ปัจจัย C แสดงผลเสริมต่อปัจจัย A และ B ทำให้เวลาการอบแห้งสั้นลง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมร้อน ค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ดสูงขึ้น เมื่อเพิ่มเวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็นค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ดและเปลือกลดลง แต่ในอิทธิพลร่วม BC มีผลทำให้ค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเปลือกสูงขึ้น อิทธิพลร่วม BC และ ABC มีผลทำให้ร้อยละการกะเทาะเพิ่มขึ้น ปัจจัย B และอิทธิพลร่วม AB มีผลทำให้ร้อยละการแตกหักเพิ่มขึ้น แต่ในอิทธิพลร่วม AC BC และ ABC ร้อยละการแตกหักลดลง การเพิ่มเวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็นมีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น และการเพิ่มเวลาให้ลมร้อนมีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระลดลง แต่แสดงผลเสริมต่อปัจจัย A และ C ในอิทธิพลร่วม AB BC และ ABC มีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ทั้ง 3 ปัจจัยหลักและอิทธิพลร่วมทั้งหมดมีผลทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง แต่ยังคงสูงกว่าร้อยละ 75 ขึ้นไป

ในการศึกษาภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุที่ทำการศึกษาคือถุงโพลีเอทธิลีนและโพลีโพรพิลีน จุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุ คือแบบธรรมดาและแบบสูญญากาศ พบว่าภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด และจุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุทั้ง 2 แบบไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันอิสระในช่วงเวลาการเก็บนาน 3 เดือน จุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุทั้งแบบธรรมดาและแบบสูญญากาศไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ด ถั่วลิสงที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนให้ค่าความงอกของเมล็ดสูงกว่าที่บรรจุในถุงโพลีโพรพิลีนเล็กน้อยในช่วงเวลาการเก็บนาน 3 เดือน ค่าความชื้นที่เพิ่มขึ้นของถั่วลิสงที่บรรจุในถุงโพลีโพรพิลีนน้อยกว่าที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีน ค่าความชื้นที่เพิ่มขึ้นของถั่วลิสงที่อยู่ในจุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุแบบสูญญากาศน้อยกว่าแบบธรรมดา แต่ความชื้นสุดท้ายหลังจากเก็บไว้นาน 3 เดือนยังไม่สูงเกินกว่าระดับที่จะเก็บได้อย่างปลอดภัย คือร้อยละ

6 - 7 และตรวจไม่พบสารพิษอะฟลาทอกซินในตัวอย่างถั่วลิสงที่เก็บ

ผลการศึกษาการทำงานของเครื่องอบแห้งถั่วลิสงที่ประกอบขึ้นในระดับห้องปฏิบัติการทดลองในระบบให้ความร้อนโดยอ้อม ประกอบด้วยเตาเผาเชื้อเพลิง, มอเตอร์, ปั๊มน้ำ, พัดลม และเรดิเอเตอร์ คือลมร้อนที่ได้มีคุณภาพดี (ความชื้นต่ำ) ถึงแม้ว่าการควบคุมอุณหภูมิจะไม่แม่นยำเท่ากับเครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้น แต่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้ โดยควบคุมการเติมเชื้อเพลิง (ถ่าน) ให้สม่ำเสมอ และโดยการปรับปริมาณลมที่ผ่านเรดิเอเตอร์

| | |
|---|---|
| Thesis Title | Peanut (Arachis hypogaea) Drying by Hot Air |
| Name | Miss Chirata Tamtawatchai |
| Thesis Advisor | Assistant Professor Surapong Navankasattusas, Ph.D. |
| Department | Food Technology |
| Academic Year | 1985 |

Abstract

Peanut (Arachis hypogaea) is one of the economic crops in Thailand with increasing trend of its production. The peanuts produced are consumed locally, in various forms such as raw material for edible oil industries, and also for export. The crops enter market twice annually, namely, "Tua Fon" or "Tua Rai" during the rainy season which constitutes 60 - 70 % of the annual production and "Tua Laeng" or "Tua Na" during the dry season. A serious problem of "Tua Fon" production is development of aflatoxin contamination due to poor weather for reducing the moisture content of the peanuts by conventional sun drying. The post harvest handling condition, however, may favour development of molds which produce aflatoxin and degrade the quality of "Tua Fon" such that it becomes unfit for consumption and commands less price in the markets. This research is directed to develop preventive measures against the aforementioned problems with following objectives, namely, establish appropriate hot air drying condition to prevent development of aflatoxin, investigate the functionality of a hot air drier designed to use waste biomass as fuel, and finally assess potentiality of packaging materials with appropriate microenvironment within the package to maintain the

moisture content and the quality of the peanuts. The experimental results from this research indicated that the moisture content of peanut kernels at 10 - 15 % wet basis would result in minimum breakage and blemish during dehulling. For continuous drying by hot air at 5 temperatures, namely, 35, 40, 45, 50 and 55°C, increasing the drying temperature would shorten the total drying period, increase the parameter of kernel drying rate, and increase the percentage breakage of kernels during dehulling. Drying temperatures, however, would not affect the parameter of hull drying rate and the percentage of dehulling. Drying at low temperature of 35°C or high temperature of 55°C enhanced development of higher quantity of free fatty acid than drying at medium temperatures, namely, 40, 45 and 50°C. Kernels which were dried at 55°C had the lowest germination of seed. Peanuts could be dried continuously by hot air at 50°C or 45°C. After dehulling, the kernels could be dried further at 45°C to reach the moisture content which is safe for storage. For intermittent drying, the effects of the main factors, namely, factor A (hot air temperature at 50°C and 55°C), factor B (heating time of 1 and 3 hours), factor C (intermittent cooling time of 1 and 3 hours) on total drying period, the parameter of kernel or hull drying rate, percentage of dehulling, percentate breakage of kernels, quantity of free fatty acid and germination of seed were as follows : the hot air temperature and heating time would shorten the total drying period; Increasing the intermittent cooling time would extend the total drying period, but its synergistic effect with factors A and B namely interactive effects AC, BC and ABC would shorten the total drying period. Increasing the hot air temperature would increase the parameters of

kernel drying rate and the hull drying rate. Increasing the intermittent cooling time would decrease the parameters of kernel drying rate and the hull drying rate, Interaction BC would increase the parameter of hull drying rate, interaction BC, ABC would increase percentage of dehulling. Increasing factor B and interaction AB would increase percentage breakage of kernels, but interaction AC, BC and ABC would decrease percentage breakage of kernels. Increasing the intermittent cooling time would enhance development of the quantity of free fatty acid. Increasing the heating time would decrease the content of free fatty acid but, its synergistic effects with factor A and C namely interactive effects AB, BC, and ABC resulted in higher content of free fatty acid. All of three factors and all interaction would decrease germination of seed, however, all germination of seed was higher than 75 %. Packaging materials considered were low density polyethylene and polypropylene, microenvironment within the package was either air packed or vacuum packed. They would not effect the quantity of free fatty acid during storage for 3 months. Both atmospheric packaging and packaging under vacuum as microenvironment within the package did not affect germination of seed. Polyethylene packed kernels had slightly higher germination than polypropylene packed kernels during storage for 3 months. Polypropylene packed kernels had less moistured gained than polyethylene packed kernels. The gained moisture of kernels packed under vacuum was less than those packed under atmosphere. However, the final moisture content of kernels were not higher than the safety level of 6 - 7 %, after they had been storaged for 3 months. The aflatoxin in storaged peanuts was nil. The laboratory scale peanut drier was designed and constructed. The drier consists of a stove, a motor, a hot water

centrifugal pump, a fan and a radiator. The hot air from the drier was clean and contained low moisture content. The temperature regulation was not as accurate as that of electrical tray drier. The temperature of hot air could be maintained within the required range by controlled fed charcoal and manually adjusted the flow of cold air through the radiator.

# กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถุศาสน์ ที่กรุณาให้การปรึกษาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ กราบขอบพระคุณ อาจารย์ประวัติ ตันบุญเอก แห่งกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ที่กรุณาแนะนำตลอดทั้งให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งเกี่ยวกับการวิเคราะห์สารพิษอะฟลาทอกซิน

กราบขอบพระคุณท่านผู้มีรายนามดังต่อไปนี้ คุณสุรเวทย์ กฤษณะเศรณี และ คุณไมตรี ทองสว่าง แห่งกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, รองศาสตราจารย์ ดร.วินิต ชินสุวรรณ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำลอง ลิ้มตระกูล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, คุณมานพ แก้วกำเนิด หัวหน้าฝ่ายวิจัยโรงงานยาสูบ, อาจารย์อำนาจ คอวนิชย์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, อาจารย์ฉัตรชัย บุณนาค วิทยาลัยอัยลัมชัญบริหารธุรกิจ และ บริษัท OMIC ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อมูลทางด้านวิชาการเป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อบิดา, มารดา ที่กรุณาให้ทุกอย่างตลอดมา, คุณน้ำเฉลิมชัย-ประไพพักตร์ วงศ์จริยกุล ที่กรุณาอุปการะตลอดระยะเวลาการเรียนปริญญาโท

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยบางส่วน

ขอบคุณเพื่อน, พี่ และน้อง ตลอดทั้งเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร และภาควิชาเคมีเทคนิค ที่ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทดลองเป็นอย่างดี

สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ญ

รายการตาราง ..... ฏ

รายการภาพ ..... ป

บทที่

1 บทนำ ..... 1

2 วารสารปริทัศน์ ..... 3

3 เครื่องมือ ..... 22

4 การทดลอง ..... 32

5 ผลการทดลอง ..... 39

6 วิจารณ์ผลการทดลอง ..... 113

7 สรุปและข้อเสนอแนะ ..... 130

เอกสารอ้างอิง ..... 134

ภาคผนวก ก ..... 148

ภาคผนวก ข ..... 156

ภาคผนวก ค ..... 200

ภาคผนวก ง ..... 210

ภาคผนวก จ ..... 223

ประวัติ ..... 242

# รายการตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2-1 | ค่าพารามิเตอร์ A และ B สำหรับสมการความยืนสมดุลย์ Smith สำหรับเมล็ดและเปลือกถั่วลิสงที่ 15 องศาเซลเซียส ..... | 10 |
| 3-1 | แสดงคุณสมบัติของถุงพลาสติค ..... | 31 |
| 5-1 | แสดงร้อยละการกะเทาะถั่วลิสงที่ระดับความยืนต่าง ๆ ..... | 40 |
| 5-2 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของร้อยละการกะเทาะที่ระดับความยืนต่าง ๆ ..... | 41 |
| 5-3 | แสดงร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่ระดับความยืนต่าง ๆ ..... | 42 |
| 5-4 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่ระดับความยืนต่าง ๆ ..... | 43 |
| 5-5 | แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่ระดับความยืนต่าง ๆ ..... | 43 |
| 5-6 | แสดงเวลาการอบแห้งฝักถั่วลิสงสดเมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ จนถึงระดับความยืนที่เหมาะสมแก่การกะเทาะ ... | 46 |
| 5-7 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเวลาการอบแห้งฝักถั่วลิสงสดเมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ จนถึงระดับความยืนที่เหมาะสมแก่การกะเทาะ ..... | 46 |
| 5-8 | แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาการอบแห้งฝักถั่วลิสงสดเมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ จนถึงระดับความยืนที่เหมาะสมแก่การกะเทาะ ..... | 47 |
| 5-9 | แสดงเวลาทั้งหมดในการอบแห้งถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 47 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5-10 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเวลาทั้งหมดในการอบแห้งถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ... | 48 |
| 5-11 | แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาทั้งหมดในการอบแห้งถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 48 |
| 5-12 | แสดงค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ด เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 50 |
| 5-13 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ดเมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ .. | 51 |
| 5-14 | แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ด เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 52 |
| 5-15 | แสดงค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเปลือกเมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 53 |
| 5-16 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเปลือก เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ .. | 54 |
| 5-17 | แสดงค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของทั้งฝัก เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 55 |
| 5-18 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของทั้งฝัก เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ .. | 56 |
| 5-19 | แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของทั้งฝัก เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 57 |
| 5-20 | แสดงร้อยละการกะเทาะฝักถั่วลิสงที่อบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 58 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5-21 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของร้อยละการกะเทาะฝักถั่วลิสงที่อบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 59 |
| 5-22 | แสดงร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่อบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 60 |
| 5-23 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่อบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 60 |
| 5-24 | แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่อบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 61 |
| 5-25 | แสดงเวลาการอบแห้งฝักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง จนถึงระดับความชื้นที่เหมาะสมแก่การกะเทาะ .. | 63 |
| 5-26 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเวลาการอบแห้งฝักถั่วลิสงเมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง จนถึงระดับความชื้นที่เหมาะสมแก่การกะเทาะ ..... | 64 |
| 5-27 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่า mean effect ของการทดลอง factorials $2^3$ เพื่อดู mean effect ของปัจจัย A, B, C และอิทธิพลร่วมของทุกปัจจัยต่อเวลาการอบแห้งฝักถั่วลิสงสด จนถึงระดับความชื้นที่เหมาะสมแก่การกะเทาะ เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 65 |
| 5-28 | แสดงผลเวลาทั้งหมดในการอบแห้งถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 66 |
| 5-29 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเวลาทั้งหมดในการอบแห้งถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 67 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5-30 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่า mean effect ของการทดลอง factorial $2^3$ เพื่อดู mean effect ของปัจจัย A, B, C และอิทธิพลร่วมของทุกปัจจัยต่อเวลาทั้งหมดในการอบแห้งถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 68 |
| 5-31 | แสดงค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 71 |
| 5-32 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง .. | 72 |
| 5-33 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่า mean effect ของการทดลอง factorial $2^3$ เพื่อดู mean effect ของปัจจัย A, B, C และอิทธิพลร่วมของทุกปัจจัยต่อค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเมล็ด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 73 |
| 5-34 | แสดงค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเปลือก เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 74 |
| 5-35 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเปลือก เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง .. | 75 |
| 5-36 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่า mean effect ของการทดลอง factorial $2^3$ เพื่อดู mean effect ของปัจจัย A, B, C และอิทธิพลร่วมของทุกปัจจัยต่อค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของเปลือก เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 76 |
| 5-37 | แสดงค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของทั้งฝัก เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 77 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5-38 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของทั้งฝัก เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง .. | 78 |
| 5-39 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่า mean effect ของการทดลอง factorial $2^3$ เพื่อดู mean effect ของปัจจัย A, B, C และอิทธิพลร่วมของทุกปัจจัย ต่อค่าพารามิเตอร์การอบแห้งของทั้งฝัก เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 79 |
| 5-40 | แสดงร้อยละการกะเทาะฝักถั่วลิสงที่ผ่านการอบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 82 |
| 5-41 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของร้อยละการกะเทาะฝักถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 83 |
| 5-42 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่า mean effect ของการทดลอง factorial $2^3$ เพื่อดู mean effect ของปัจจัย A, B, C และอิทธิพลร่วมของทุกปัจจัย ต่อค่าร้อยละการกะเทาะฝักถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 84 |
| 5-43 | แสดงร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่ผ่านการอบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 85 |
| 5-44 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของร้อยละการแตกหักของเมล็ดถั่วลิสง เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 86 |
| 5-45 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่า mean effect ของการทดลอง factorial $2^3$ เพื่อดู mean effect ของปัจจัย A, B, C และอิทธิพลร่วมของทุกปัจจัย ต่อร้อยละการแตกหักของเมล็ดที่ผ่านการอบแห้งแบบทิ้งช่วง 8 สภาพการทดลอง ..... | 87 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5-46 | แสดงปริมาณกรดไขมันอิสระของถั่วลิสง ภายหลังการเก็บถั่วลิสงที่ผ่านการอบแห้งด้วยวิธีการอบแห้งแบบต่าง ๆ แล้วบรรจุในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือ ถุงโพลีเอทธิลีน และถุงโพลีโพรพิลีน, จุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุ 2 แบบ คือ แบบธรรมดา และแบบสูญญากาศ ที่สภาวะการเก็บคือ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 เดือน .... | 90 |
| 5-47 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดไขมันอิสระตามแผนงานทดลองแบบ factorial RCBD เพื่อดูผลของภาชนะบรรจุและจุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุต่อปริมาณกรดไขมันอิสระ ..... | 91 |
| 5-48 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดไขมันอิสระตามแผนงานทดลองแบบ CRD เพื่อดูผลของวิธีการอบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ต่อปริมาณกรดไขมันอิสระ .... | 92 |
| 5-49 | แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดไขมันอิสระที่ผ่านการอบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 93 |
| 5-50 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่า mean effect ของการทดลอง factorial $2^5$ โดย Yate's method เพื่อดู mean effect ของปัจจัย A (อุณหภูมิลมร้อน), B (เวลาให้ลมร้อน), C (เวลาทิ้งช่วงให้ลมเย็น), D (ชนิดของภาชนะบรรจุ), และ E (จุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุ) ต่อปริมาณกรดไขมันอิสระ ... | 94 |
| 5-51 | แสดงความชื้นของเมล็ดก่อนและหลังการเก็บภายในภาชนะบรรจุถุงโพลีเอทธิลีน และโพลีโพรพิลีน จุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุแบบธรรมดาและแบบสูญญากาศ สภาวะการเก็บที่อุณหภูมิห้องความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 เป็นเวลา 3 เดือน ..... | 97 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5-52 | แสดงความชื้นที่เพิ่มขึ้นของถั่วลิสงภายหลังการเก็บถั่วลิสงที่ผ่านการอบแห้งด้วยวิธีการอบแห้งแบบต่าง ๆ แล้วบรรจุในภาชนะบรรจุถุงโพลีเอทธิลีนและโพลีโพรพิลีน จุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุแบบธรรมดาและแบบสูญญากาศที่สภาวะการเก็บคือความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน .... | 98 |
| 5-53 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความชื้นที่เพิ่มขึ้นตามแผนงานทดลองแบบ factorial RCBD เพื่อดูผลของภาชนะบรรจุ และจุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุต่อความชื้นที่เพิ่มขึ้นของถั่วลิสง ..... | 99 |
| 5-54 | แสดงผลของภาชนะบรรจุต่อระดับความชื้นที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบที่จุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุเดียวกัน และผลของจุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุต่อระดับความชื้นที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบที่ภาชนะบรรจุเดียวกัน โดยไม่คำนึงถึงวิธีการอบแห้ง ..... | 100 |
| 5-55 | แสดงความงอกของเมล็ดภายหลังการเก็บถั่วลิสงที่ผ่านการอบแห้งด้วยวิธีการอบแห้งแบบต่าง ๆ แล้วบรรจุในภาชนะบรรจุถุงโพลีเอทธิลีน และถุงโพลีโพรพิลีน, จุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุแบบธรรมดาและแบบสูญญากาศ ที่สภาวะการเก็บคือความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 เดือน ... | 102 |
| 5-56 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความงอกของเมล็ดตามแผนงานทดลองแบบ factorial RCBD เพื่อดูผลของภาชนะบรรจุและจุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุต่อความงอกของเมล็ด .. | 103 |
| 5-57 | แสดงผลของภาชนะบรรจุต่อความงอกของเมล็ดโดยไม่คำนึงถึงจุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุและวิธีการอบแห้ง ..... | 104 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5-58 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความงอกของเมล็ดตามแผนงานทดลองแบบ RCBD เพื่อดูผลของวิธีการอบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ต่อความงอกของเมล็ด ..... | 104 |
| 5-59 | แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความงอกของเมล็ดที่ผ่านการอบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ..... | 105 |
| 5-60 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่า mean effect ของการทดลอง $2^5$ โดย Yate's method เพื่อดู mean effect ของปัจจัยต่าง ๆ คือ A (อุณหภูมิลมร้อน), B (เวลาที่ให้ลมร้อน), C (เวลาที่ช่วงให้ลมเย็น), D (ชนิดของภาชนะบรรจุ), E (จุลสภาวะภายในภาชนะบรรจุ) ต่อความงอกของเมล็ด .. | 106 |
| 5-61 | เปรียบเทียบระดับอุณหภูมิของน้ำร้อนในหม้อต้ม และหลังจากผ่านเรดิเอเตอร์, อุณหภูมิลมร้อนของเครื่องอบแห้งถั่วลิสง และอุณหภูมิลมร้อนของเครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้น ที่เวลาต่าง ๆ ... | 109 |
| ก-1 | สถิติเกี่ยวกับถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 เปรียบเทียบกับพันธุ์สุโขทัย 38 และลำปาง ..... | 148 |
| ก-2 | ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคอะฟลาทอกซิน กับอัตราการเกิดโรคมะเร็งของตับแบบปฐมภูมิ ..... | 149 |
| ก-3 | แสดงขนาดเฉลี่ย 100 ฝักของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ..... | 150 |
| ก-4 | แสดงการเปรียบเทียบค่าความร้อน (heating value) ของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ..... | 151 |
| ข-1 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 1 ..... | 156 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ข-2 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 2 ..... | 157 |
| ข-3 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 1 ..... | 158 |
| ข-4 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 2 ..... | 159 |
| ข-5 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 1 ..... | 160 |
| ข-6 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 2 ..... | 161 |
| ข-7 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 1 ..... | 162 |
| ข-8 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 2 ..... | 163 |
| ข-9 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 1 ..... | 164 |
| ข-10 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ซ้ำที่ 2 ..... | 165 |
| ข-11 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงหยุดพักมิได้ให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ..... | 166 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ข-12 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1 ..... | 167 |
| ข-13 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2 ..... | 168 |
| ข-14 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1 ..... | 169 |
| ข-15 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2 ..... | 170 |
| ข-16 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1 ..... | 171 |
| ข-17 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2 ..... | 172 |
| ข-18 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ให้ลมร้อนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งช่วงให้ลมเย็น 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1 ..... | 173 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ข-19 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 3 ..... | 174 |
| ข-20 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1 ..... | 175 |
| ข-21 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2 ..... | 176 |
| ข-22 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1 ..... | 177 |
| ข-23 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2 ..... | 178 |
| ข-24 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1 ..... | 179 |
| ข-25 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2 ..... | 180 |
| ข-26 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 1 ..... | 181 |

รายการตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ข-27 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ซ้ำที่ 2 ..... | 182 |
| ข-28 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงด้วยเครื่องอบแห้งถั่วลิสง ซ้ำที่ 1 .. | 183 |
| ข-29 | ข้อมูลการอบแห้งถั่วลิสงด้วยเครื่องอบแห้งถั่วลิสง ซ้ำที่ 2 .. | 184 |
| ค-2.1.1 | แสดงปริมาณกรดไขมันอิสระที่สกัดด้วยเครื่องเขย่าและเครื่องสกัด ..... | 203 |
| ค-2.1.2 | แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนเมื่อรีเกรชชั่นผ่านจุดกำเนิด ..... | 205 |
| ง-6 | แสดงพลังงานที่ใช้อบแห้งถั่วลิสงเมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วงและอบแห้งแบบต่อเนื่อง ..... | 222 |
| จ-4.1 | แสดงเวลาการอบแห้งรวม 2 ซ้ำของ treatment combination ต่าง ๆ ..... | 232 |

# รายการภาพ


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2-1 | ข้อมูล desorption และ sorption ของเมล็ดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ..... | 5 |
| 2-2 | ข้อมูล desorption และ sorption ของเปลือกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ..... | 5 |
| 2-3 | ข้อมูล desorption และ sorption ของเมล็ดที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ..... | 6 |
| 2-4 | ข้อมูล desorption และ sorption ของเปลือกที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ..... | 6 |
| 2-5 | ข้อมูล desorption และ sorption ของเมล็ดที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ..... | 7 |
| 2-6 | ข้อมูล desorption และ sorption ของเปลือกที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ..... | 7 |
| 2-7 | การอบแห้งในแผนภูมิความชื้นอากาศ (psychrometric chart) .. | 12 |
| 2-8 | ข้อมูลการอบแห้งสำหรับข้าว ..... | 16 |
| 2-9 | Tropical crop drier ..... | 18 |
| 2-10.1 | เครื่องอบเมล็ดพืชของกองเกษตรวิศวกรรม ..... | 19 |
| 2-10.2 | ผังแสดงการไหลเวียนของลมร้อนในเครื่องอบเมล็ดพืชของกองเกษตร-วิศวกรรม ..... | 20 |
| 2-11 | ผังแสดงการทำงานของระบบลดความชื้นถั่วลิสงด้วยความร้อนจากน้ำซึ่งรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ ..... | 21 |
| 3-1 | ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งถั่วลิสง ..... | 22 |

รายการภาพ (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-2 | เครื่องกะเทาะเปลือกถั่วลิสง ..... | 24 |
| 3-3 | เครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้น ..... | 25 |
| 3-4 | เครื่องเซ็นตริฟิวก์ ..... | 26 |
| 3-5 | เครื่องปิดผนึกถุงบรรจุ ..... | 27 |
| 3-6 | เครื่องวัดอุณหภูมิ ..... | 28 |
| 4-1.1 | เครื่องอบแห้งถั่วลิสง (ด้านบน) ..... | 36 |
| 4-1.2 | เครื่องอบแห้งถั่วลิสง (ด้านข้าง) ..... | 36 |
| 5-1 | เปรียบเทียบระดับอุณหภูมิของน้ำร้อนในหม้อต้ม, อุณหภูมิน้ำร้อนที่เกิดจากเรดิเอเตอร์, อุณหภูมิลมร้อนจากเครื่องอบแห้งถั่วลิสง และอุณหภูมิลมร้อนจากเครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้น ของการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งถั่วลิสง ..... | 112 |
| ก-1 | แสดงลักษณะเมล็ดที่ถือว่าแตกหัก เมื่อเมล็ดถั่วลิสงมีความชื้นสูง (ร้อยละ 20.33 น้ำหนักเปียก) ..... | 152 |
| ก-2 | แสดงลักษณะเมล็ดที่ถือว่าแตกหัก เมื่อเมล็ดถั่วลิสงมีความชื้นต่ำ (ร้อยละ 5.89 น้ำหนักเปียก) ..... | 153 |
| ก-3 | ลักษณะเมล็ดที่ถือว่าไม่กะเทาะ ..... | 154 |
| ก-4 | ลักษณะเมล็ดที่งอก ..... | 154 |
| ก-5 | ลักษณะถั่วชั้นราบริเวณผิวถลอก และ radicle ..... | 155 |
| ข-1 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของฝักถั่วลิสงเมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศา เซลเซียส ..... | 185 |

รายการภาพ (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ข-2 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ..... | 186 |
| ข-3 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ..... | 187 |
| ข-4 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ..... | 188 |
| ข-5 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่ระดับอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ..... | 189 |
| ข-6 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงหยุดพักมิได้ให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป | 190 |
| ข-7 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ..... | 191 |
| ข-8 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ..... | 192 |
| ข-9 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ..... | 193 |
| ข-10 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง, ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ.50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ..... | 194 |

รายการภาพ (ต่อ)


รูปที่ หน้า

ข-11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง, ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ..... 195

ข-12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ..... 196

ข-13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สลับกันไป ..... 197

ข-14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้งของผักถั่วลิสงสด เมื่ออบแห้งแบบทิ้งช่วง ให้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, ทิ้งช่วงให้ลมเย็น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สลับกันไป ..... 198

ข-15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการอบแห้ง เมื่ออบแห้งแบบต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องอบแห้งถั่วลิสง ....199