

สารนิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60

SEED DEVELOPMENT IN SOYBEAN [*Glycine max* (L.) Merrill]

CV. CHIANGMAI 60



โดย

นายสุรชัย วัฒนจักร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาเทคโนโลยีการเกษตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

พ.ศ. 2538



บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้
เทคโนโลยีการเกษตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)
ปริญญาก

พืชไร่
สาขาวิชา

พืชไร่
ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60
Seed Development in Soybean [Glycine max (L.) Merrill]
cv. Chiangmai 60

นามผู้วิจัย นายสุรชัย วัฒนจักร
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิตย ศกุนรักษ์)

วันที่..... 26 เดือน..... 10 พ.ศ. 2538

กรรมการ.....

(อาจารย์ ดร. ศิริชัย อุ่นศรีสง)

วันที่..... 27 เดือน..... 10 พ.ศ. 2538

กรรมการ.....

(นางศรีสมวงศ์ มานิตย์)

วันที่..... 26 เดือน..... 10 พ.ศ. 2538

หัวหน้าภาควิชา.....

(อาจารย์อภิชชาติ สอนคำทอง)

วันที่..... 26 เดือน..... 10 พ.ศ. 2538

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. อานนท์ เทียงตรง)

ประธานคณะกรรมการบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... 28 เดือน..... 10 พ.ศ. 2538

คำนิยม

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาในการให้คำปรึกษา แนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิตย์ ศกุนรักษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ศิริชัย อุ่นศรีสง และอาจารย์ ศรีสมวงศ์ มานิตย์ กรรมการที่ปรึกษาการฝึกความเชี่ยวชาญอาชีพ ซึ่งได้กรุณาแก้ไขสารนิพนธ์ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สุรศักดิ์ ศรีธัญญา และอาจารย์เรืองชัย จูวัฒน-
สำราญ ที่ได้ให้คำปรึกษา

ขอขอบพระคุณ คุณวิโรจน์ วจนานวัช ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ดำเนินงาน และให้ความ
ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกทุกอย่าง

ขอขอบพระคุณ เพื่อนนักศึกษาปริญญาโทพืชไร่ รุ่น 1 รุ่น 2 และรุ่น 3 ที่ได้
ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุรนัย ร่มมะนิต

กรกฎาคม 2538

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญภาพ	(6)
สารบัญตารางภาคผนวก	(7)
บทคัดย่อ	(9)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	16
วิจารณ์ผลการทดลอง	51
สรุปผลการทดลอง	59
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	69

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. เปอร์เซนต์ เมล็ดเหลืองและเมล็ดเขียวของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	18
2. ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิตและความสูงของต้นถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	21
3. ค่าเฉลี่ยผลผลิตและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ ถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	24
4. ความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	30
5. ความงอกของเมล็ดสด และเมล็ดแห้งของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	35
6. ความแข็งแรงของเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง โดยวิธีการ ทดสอบแบบ vigor index(VI.)ของถั่วเหลือง ที่อายุ เก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	40
7. เปอร์เซนต์ความงอกของเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุ ที่อุณหภูมิ 41 ± 1 องศาเซลเซียส และ 100 % ความชื้นสัมพัทธ์ของ ถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	43
8. ความงอกภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส นาน 3 เดือน ของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	44
9. เปอร์เซนต์เมล็ดเขียว ความงอกและความชื้นในเมล็ด ของถั่วเหลือง ที่อายุพักต่าง ๆ ภายหลังดักบ้าน	47

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. จำนวนดอกต่อต้นของถั่วเหลืองที่อายุต่าง ๆ ภายหลังปลูก	17
2. เปอร์เซนต์เมล็ดเขียวของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	19
3. ผลผลิตที่ความชื้น 12 % ของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	23
4. จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	26
5. น้ำหนักสด 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	27
6. น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	28
7. ความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	32
8. ความงอกของเมล็ดสด (เพาะเมล็ดทันทีหลังเก็บเกี่ยว)ของ ถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	34
9. ความงอกของเมล็ดแห้ง (ตากเมล็ด 2 วันแล้วเพาะ)ของ ถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	37
10. ความแข็งแรงของเมล็ดสด (เพาะเมล็ดทันทีหลังเก็บเกี่ยว) โดยวิธี vigor index (VI.)ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	38
11. ความแข็งแรงของเมล็ดแห้ง (ตากเมล็ด 2 วันแล้วเพาะ) โดยวิธี vigor index (VI.)ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	42
12. เปอร์เซนต์เมล็ดเขียวของถั่วเหลืองที่อายุฝักต่าง ๆ ภายหลังดอกบาน	48
13. ความงอกของถั่วเหลืองที่อายุฝักต่าง ๆ ภายหลังดอกบาน	49
14. ความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุฝักต่าง ๆ ภายหลังดอกบาน	50

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับเมล็ดเขียวของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	70
2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับผลผลิตของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	70
3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	71
4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับน้ำหนักสด 100 เมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	71
5. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	72
6. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	72
7. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับความสูงของต้นถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	73
8. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	73
9. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับความงอกของเมล็ดสดของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	74

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางผนวก

หน้า

10.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับความงอกของเมล็ดแห้งของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	74
11.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับความแข็งแรงของเมล็ดสด โดยวิธี VI. ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	75
12.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยวกับความแข็งแรงของเมล็ดแห้ง โดยวิธี VI. ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก	75
13.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุฝักกับเมล็ดเขียวของถั่วเหลืองที่อายุฝักต่าง ๆ ภายหลังดอกลาน	76
14.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุฝักกับความงอกของถั่วเหลืองที่อายุฝักต่าง ๆ ภายหลังดอกลาน	76
15.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสัมพันธ์ระหว่างอายุฝักกับความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุฝักต่าง ๆ ภายหลังดอกลาน	77
16.	ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เดือนธันวาคม 2535 และเดือนมกราคม-เมษายน 2536	78

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60

โดย : นายสุรชัย ร่มมะจันทร์

ชื่อปริญญา : เทคโนโลยีการเกษตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

สาขาวิชาเอก : พืชไร่

ประธานกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์ :

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตย ศุภนรักษ์)

26 / 10 / 2538

อายุเก็บเกี่ยวมักมีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ จากการศึกษาการพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เพื่อหาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและเมล็ดมีคุณภาพดี ดำเนินการเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษารูปแบบของการพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลือง โดยบันทึกจำนวนดอกบานในแต่ละวัน ตลอดช่วงการออกดอก หลังจากถั่วเหลืองออกดอกสูงสุด 15 วัน (77 วันหลังปลูก) ไปจนถึงระยะ R8+10 วัน (อายุ 129 วัน) สุ่มเก็บถั่วเหลืองทั้งต้นทุกๆ 2 วัน บันทึกความสูง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก สีของเมล็ด ความชื้น ความงอกมาตรฐาน ความงอกภายหลังเก็บรักษานาน 3 เดือน ความแข็งแรงของเมล็ด ซึ่งทดสอบโดยวิธี vigor index (VI.) การทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ของอายุฝักถั่วเหลืองกับปริมาณเมล็ดเขียว ความงอกและความชื้นของเมล็ด โดยเก็บเกี่ยวเมล็ดทุก 5 วัน ตั้งแต่ฝักอายุ 45 ถึง 75 วัน หลังดอกบาน

ถั่วเหลืองเริ่มออกดอกเมื่ออายุ 56 วันหลังปลูก โดยมีช่วงระยะการออกดอกเฉลี่ยนาน 24 วัน สีของเมล็ดเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นเหลือง เมื่ออายุ 101 วัน โดยมีปริมาณเมล็ดเหลืองเริ่มแรกเพียง 0.64 % ปริมาณเมล็ดเหลืองเพิ่มขึ้น เมื่ออายุเก็บเกี่ยวมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงอายุ 111-115 วัน ปริมาณเมล็ดเหลืองเพิ่มขึ้นเร็วมาก คืออยู่ที่ระดับ 70 % จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะในรูปสมการยกกำลังสอง (quadratic equation) พบว่าอายุเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้งกับเมล็ดเขียว ผลผลิต จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ด แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนเมล็ดต่อฝัก และความสูงของต้น จากการพยากรณ์ค่าผลผลิต โดยสมการกำลังสองพบว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองที่อายุ 121 วันหลังปลูก จะได้ผลผลิตสูงสุดคือ 599.7 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดมีความงอกสูงคือ 98.5 % และมีความแข็งแรงสูง (39.4) เมื่อนำเมล็ดดังกล่าวไป

เก็บรักษาไว้นาน 3 เดือน เปอร์เซ็นต์ความงอกยังคงสูงในระดับ 95 % อายุเก็บเกี่ยวที่นับจากอายุผักก็มีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้ง กับปริมาณเมล็ดเขียว ความงอกและความขึ้นของเมล็ด โดยที่เมื่อผักมีอายุเพิ่มขึ้น ปริมาณเมล็ดเขียวและความขึ้นของเมล็ดลดลงแต่ความงอกเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามแม่ผักที่อายุ 75 วัน มีปริมาณเมล็ดเขียวและความขึ้นในเมล็ดต่ำสุด (2.37 และ 7.5 % ตามลำดับ) ก็ตาม เมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง (>90 %) และความขึ้นต่ำกว่าระดับที่ยอมรับ (7.5-10 %) กลับเป็นเมล็ดที่เก็บเกี่ยวเมื่อผักอายุเพียง 55 และ 45 วัน ตามลำดับเท่านั้น ผลการทดลองครั้งนี้นอกจากจะเน้นให้เห็นถึงความสำคัญของอายุเก็บเกี่ยวแล้ว ยังแสดงให้เห็นว่า แม้ว่าการกำลังสองจะสามารถใช้พยากรณ์ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดจากอายุเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองพันธุ์นี้ได้ แต่การกำหนดวันเก็บเกี่ยวที่แน่นอนควรมีการทดลองเปรียบเทียบเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำต่อไป



ABSTRACT

Title : Seed Development in Soybean [Glycine max (L.) Merrill]
cv. Chiangmai 60

By : Suranai Rammachat

Degree : Master of Agricultural Technology (Agronomy)

Major Field : Agronomy

Chairman, Professional Internship Report

Advisory Board : *Nit Sakunnarak*

(Assistant Professor Dr. Nit Sakunnarak)

26 July 1995
...../...../.....

Harvest date often affects seed yield and quality. The study on seed development to determine an optimum harvest date to obtain high seed yield and quality was conducted in two experiments. Firstly, number of flower was recorded daily during the flowering period. The plant samples were harvested at two days interval starting at 15 days after peak flowering and continuing until R8+10 d. (or 77 - 129 days after planting (DAP)). The plant height, number of pod per plant, number of seed per pod, seed colour, standard germination, seed vigor (by vigor index, germination after 3 months in store) and seed moisture content were evaluated. In the second experiments, seed were sampled 5 days interval during 45-75 days after flowering and assessed for germinability, green seed and moisture content.

The flowering stage began at 56 DAP and ended within 24 days. The colour of seedcoat began to turn from green to yellow at 101 DAP with only 0.64 % of yellow seed. The yellow seed increased as harvest date was delayed but in different rate. The

rapid rate of the increase was during 111-115 DAP with 70 % green seed. A quadratic equation fitted the data of green seed, seed yield, pod number per plant and seed weight but did not fit those of the number of seed per pod and plant height. The highest seed yield (599.7 kg/rai), standard germination (98.5 %) and seed vigor ($VI.= 39.4$) as predicted by the equation was observed at 121 DAP. After 3 months in store the germination of these seeds remained acceptable high (95.0 %). The relationship between seed maturity determined by number of day after flowering (DAF) and quality was also significant. Although the lowest number of green seedcoat (2.37 %) and the lowest seed moisture content (7.5 %) were observed at 75 DAF, the highest germinability (>90 %) and acceptable low seed moisture contents (7.5-10 %) were be able to obtained earlier (at 55 and 45 DAF, respectively). The results emphasize the importance of date of harvest and suggest that although quadratic equation can be used to predict seed yield and quality of the cultivar studied, the certain optimum harvest dates are needed to be determined accurately.

การพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60

Seed Development in Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]

cv. Chiangmai 60

คำนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ถั่วเหลืองเป็นผลิตผลที่สำคัญจากการสะกิดน้ำมันถั่วเหลือง เป็นองค์ประกอบสำคัญของอาหารสัตว์ จากการขยายตัวอย่างรวดเร็วด้านการเลี้ยงสัตว์ ทำให้ความต้องการด้านอาหารสัตว์ในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้น (จรรยา, 2537)

ในประเทศไทยถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่ง ปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายปรับปรุงการผลิตให้เพิ่มขึ้น โดยคาดว่าจะการผลิตถั่วเหลืองในปี 2537/2538 จะมีพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 17,505 ไร่ จะได้รับผลผลิตเฉลี่ยไร่ละ 202 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตรวมเท่ากับ 535,058 ตัน (จันทร์ธิดา, 2537) /

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตถั่วเหลือง เมล็ดที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงจะให้อัตราประชากรของต้นถั่วเหลืองตามที่ต้องการ และได้ผลผลิตสูง ในทางตรงกันข้าม ถ้าเมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่ำ อัตราประชากรของต้นจะต่ำกว่าอัตราที่ต้องการและให้ผลผลิตต่ำตามไปด้วย (ศรีสมวงศ์ และคณะ, 2537)

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นพันธุ์มาตรฐานของไทยพันธุ์หนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากในภาคเหนือ โดยเฉพาะเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ (จรรยา, 2531) ถั่วเหลืองพันธุ์นี้มีลักษณะเด่น คือ ต้านทานต่อโรคราสนิม โรคราน้ำค้าง และโรคแอนแทรกโนส มีอายุเก็บเกี่ยวปานกลาง คือ ประมาณ 97 วันหลังงอกเมื่อปลูกปลายฤดูฝน การออกดอกเป็นแบบทะยอยออก (กรมวิชาการเกษตร, 2532) จึงทำให้ผลผลิตเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้มีการสุกแก่ไม่สม่ำเสมอ และมีปัญหาเรื่องการมีเมล็ดเขียวปะปน ทำให้เมล็ดมีราคาต่ำ และพ่อค้าใช้เป็นข้ออ้างเพื่อลดราคาในการรับซื้อ ยิ่งกว่านั้นเมล็ดเขียวยังสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็ว เมื่อนำไปเก็บรักษาอีกด้วย (พูนพันธ์และคณะ, 2531) ปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ชัดว่า อะไรเป็นสาเหตุ

ของการเกิดเมล็ดเขียวและยังไม่มีรายงานว่า ได้มีการศึกษาในเรื่องการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาของเมล็ดในแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ว่าระยะใดเป็นระยะเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดจากเมล็ดเขียวเป็นเมล็ดเหลือง และระยะใดน่าจะเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง และเมล็ดมีคุณภาพดี

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงน่าจะมีการติดตามดูพัฒนาการของเมล็ดแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แน่ชัดว่ารูปแบบ (pattern) ของการพัฒนาของเมล็ดเป็นอย่างไร มีระยะการออกดอก ติดฝัก และเกิดเมล็ดอยู่ในช่วงใด รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของอายุเก็บเกี่ยว ที่มีต่อผลผลิต ปริมาณเมล็ดเขียว และคุณภาพเมล็ดพันธุ์



วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ

1. เพื่อศึกษารูปแบบ (pattern) ของการพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ตั้งแต่ระยะออกดอก จนถึงเก็บเกี่ยว
2. เพื่อศึกษาหาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลผลิตเมล็ดสูง เมล็ดมี
คุณภาพการงอกดี มีความแข็งแรงสูง และเก็บรักษาได้นาน

การตรวจเอกสาร

การเจริญเติบโตของพืชทั่ว ๆ ไป แบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่มีการเจริญเติบโตของลำต้น กิ่ง ใบ และราก (vegetative growth) และระยะที่มีการเจริญเติบโตของดอก ผล และเมล็ด หรือระยะเจริญพันธุ์ (reproductive growth) ในถั่วเหลืองการเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่ง ใบ และรากจะลดลงช้า ๆ เมื่อถั่วเหลืองเริ่มออกดอก และหยุดการเจริญเติบโตเมื่อการออกดอกสิ้นสุดลง ในขณะเดียวกันการเจริญเติบโตของฝัก และเมล็ดจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้ในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ ก็จะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ฝัก (ขวัญใจ และอัญญะ, 2530) จากการติดตามการพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลือง 2 พันธุ์คือ Matara และ Amsoy วันชัย (2534) ได้ สรุปว่า การเจริญเติบโตของดอก ฝัก และเมล็ดในถั่วเหลือง ขึ้นอยู่กับปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญคือ ความสามารถของต้นในการสร้าง และลำเลียงอาหารไปสู่เมล็ด (source strength) ซึ่งการลำเลียงอาหารสู่เมล็ดจะสิ้นสุด เมื่อถึงระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีระ (physiological maturity) หรือระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีระ เดิมเชื่อว่าหมายถึงระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด (Delouche, 1982) แต่เมื่อปี 1991 Pieta Filho และ Ellis (อ้างโดย Coolbear, 1994) อธิบายว่าระยะดังกล่าวเมล็ดพืชบางชนิด การเปลี่ยนแปลงทางสรีระยังคงดำเนินอยู่ จึงเรียกระยะนี้ว่า ระยะที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด (mass maturity) แทน ส่วนระยะที่เมล็ดมีความแข็งแรงสูงสุดจัดเป็นระยะสุกแก่ทางสรีระ ซึ่งในรายงานนี้จะใช้ความหมายตาม Delouche เพราะเป็นที่ยอมรับมานาน อภิพรณ (2533) รายงานว่า ถั่วเหลืองบางพันธุ์มีการสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็วในระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งทำให้ฝักแตกง่าย และถ้าเก็บเกี่ยวล่าช้า เมล็ดที่ผ่านสภาพกระทบแดดและฝนหลาย ๆ ครั้งจะเก็บรักษาไว้ได้ไม่นาน นั่นคือความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดลดลง ซึ่งจะทำให้เมล็ดมีคุณภาพไม่ดี ไม่เหมาะที่จะใช้เป็นเมล็ดพันธุ์

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาการพัฒนาของเมล็ด โดยเริ่มจากระยะออกดอก การตรวจเอกสารจึงครอบคลุมเนื้อหาที่แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อใหญ่ คือ

1. การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะเจริญพันธุ์ (reproductive stage)
2. องค์ประกอบผลผลิต (yield component)
3. การเกิดและคุณภาพของเมล็ดเขียวในถั่วเหลือง
4. ความสัมพันธ์ของอายุเก็บเกี่ยวกับผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

1. การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะเจริญพันธุ์

ระยะเจริญพันธุ์ (reproductive stage หรือ R-stage) ของถั่วเหลืองเริ่มจากระยะออกดอก ติดฝัก จนถึงการสุกแก่ของฝักและเมล็ด

Fehr และ Caviness (1977) ได้แบ่ง R-stage ของถั่วเหลืองออกเป็น 8 ระยะคือ

- R₁ เริ่มออกดอก (beginning bloom) เป็นระยะที่มีดอกบานหนึ่งดอกบนข้อใด ๆ ก็ตามบนลำต้น
- R₂ ออกดอกเต็มที่ (full bloom) จะมีดอกบานที่ข้อใดข้อหนึ่งในสองข้อบนสุดบนลำต้นที่มีใบคลี่กางเต็มที่
- R₃ เริ่มติดฝัก (beginning pod) ฝักยาวขนาด 5.0 มิลลิเมตร ปรากฏขึ้นที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุด บนลำต้นที่มีใบคลี่กางเต็มที่
- R₄ ติดฝักเต็มที่ (full pod) ระยะที่ฝักยาวขนาด 2.0 เซนติเมตร ปรากฏอยู่ที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุด บนลำต้นที่มีใบคลี่กางเต็มที่
- R₅ เริ่มติดเมล็ด (beginning seed) เมล็ดยาวขนาด 3.0 มิลลิเมตร ในฝักที่ติดอยู่ที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุด บนลำต้นที่มีใบคลี่กางเต็มที่
- R₆ เมล็ดพัฒนาเต็มที่ (full seed) เป็นระยะที่ฝักซึ่งมีเมล็ดเป็นสีเขียวเจริญเติบโตจนเต็มช่องว่างของฝักปรากฏให้เห็นในข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุด บนลำต้นที่มีใบคลี่กางเต็มที่
- R₇ เริ่มสุกแก่ (beginning maturity) ฝักใดฝักหนึ่งบนลำต้นเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล
- R₈ สุกแก่เต็มที่ (full maturity) ระยะที่ฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มได้ 95 % ถ้าหากเก็บเกี่ยวประมาณ 10 วัน หลังจากนั้นโดยที่ไม่มีฝนตก และอุณหภูมิในเวลากลางวันสูงพอสมควร เมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้จะมีความชื้นน้อยกว่า 15 %

อย่างไรก็ตามช่วงอายุของแต่ละระยะจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์และสภาพแวดล้อม จากการศึกษาในแก้วเหืองพันธุ์มาตรฐานของไทย และสายพันธุ์ก๊าวหน้ำ วีระศักดิ์ และคณะ (2534) พบว่าพันธุ์นครสวรรค์ 1 ใช้เวลา 42 วัน จากระยะ R_1 ถึง R_8 ส่วนพันธุ์อื่น ๆ เช่นพันธุ์ สจ.1 สจ.2 สจ.5 สุโขทัย 1 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 ใช้เวลามากกว่า 50 วัน และได้รายงานอีกว่า ฤดูกาลซึ่งรวมถึงอุณหภูมิของอากาศ สภาพแวดล้อมอื่น ๆ มีผลต่อ ลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก้วเหืองซึ่งมีผลมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ใช้ปลูก ซึ่งก่อนหน้านี้ ทรงขาวและคณะ (2530) ได้ทดลองหาผลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่มีต่อ ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดแก้วเหืองพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ของพันธุ์ สจ.1 สจ.2 สจ.4 และ สจ.5 คือ ช่วง 8-9 สัปดาห์หลังจากที่แก้วเหืองออก ดอกเต็มที่ (R_2) สำหรับพันธุ์ สจ.5 Prakobboon และ Naglor (1987) ก็รายงานผล ในทำนองเดียวกันว่าช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 55 วัน หลังจากออก ดอกเต็มที่ ส่วนอภิพรหม และคณะ (2535) ซึ่งศึกษาความแตกต่างของผลผลิตและการ เจริญเติบโตของแก้วเหืองพันธุ์ สจ.4 ที่ปลูกต่างท้องถิ่น พบว่าแก้วเหืองที่ปลูกที่จังหวัด ขอนแก่นจะออกดอกเร็วกว่าที่ปลูกที่กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และอายุการเก็บเกี่ยวที่ ขอนแก่นก็สั้นกว่าปลูกที่กำแพงแสน ผู้ทดลองอธิบายว่า สาเหตุเกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิ ในแหล่งปลูก คือที่ขอนแก่นมีอุณหภูมิสูงกว่าปลูกที่กำแพงแสน

2. องค์ประกอบผลผลิต (yield component)

ผลผลิตของพืชตระกูลถั่วประกอบด้วยองค์ประกอบหลายส่วน โดยทั่ว ๆ ไปองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญได้แก่ จำนวนต้นต่อพื้นที่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และ น้ำหนักเมล็ดหรือขนาดเมล็ด องค์ประกอบเหล่านี้ สามารถนำมาคำนวณหาผลผลิตเมล็ดต่อพื้นที่ได้ อย่างไรก็ตามอภิพรหม (2533) มีความเห็นว่า องค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญของพืชตระกูลถั่ว ประกอบด้วย 3 ปัจจัยหลัก คือ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดหรือขนาดเมล็ด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ของ แอนนา และพีระศักดิ์ (2529) ที่รายงานว่าผลผลิตของแก้วเหืองประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนนี้เท่านั้น แต่ขัดแย้งกับ รายงานของ Board (1985) ที่เชื่อว่าแก้วเหืองที่ให้ผลผลิตสูง ควรมีความสัมพันธ์กับ จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนข้อต่อต้น ความยาวข้อ จำนวนข้อที่ติดฝัก จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และขนาดของเมล็ด ซึ่งสนธิและคณะ (2535) ก็เสนอแนะในทำนองเดียวกัน และกล่าวว่า จำนวนต้นต่อพื้นที่ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและมีผลกระทบต่อผลผลิตด้วยเช่นกัน

ในการตรวจสอบเอกสารครั้งนี้จะรายงานเฉพาะองค์ประกอบ 4 ส่วนที่นักวิจัยนิยมศึกษากันมากคือ จำนวนต้นต่อพื้นที่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดหรือขนาดเมล็ด

2.1 จำนวนต้นต่อพื้นที่

Balyan และ Mohta (1985) ได้ทดลองในถั่วเหลือง 2 พันธุ์ คือพันธุ์ Ankur และ Bragg พบว่า ผลผลิตเพิ่มเมื่อเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ โดยผลผลิตจะเพิ่มขึ้น จาก 2.31 เป็น 2.45 และ 2.55 ต้นต่อเฮกตาร์ เมื่อเพิ่มจำนวนต้นถั่วเหลืองจาก 0.2 เป็น 0.4 และ 0.6 ล้านต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน Hernandez และคณะ (1986) พบว่าการเพิ่มจำนวนต้นถั่วเหลืองพันธุ์ Cristalina จาก 251,428 ต้น เป็น 588,571 ต้นต่อ 1 เฮกตาร์ ผลผลิตจะเพิ่มจาก 1.98 ตัน เป็น 2.40 ตันต่อเฮกตาร์ แต่ Nakagawa และคณะ (1987) กลับพบว่า การเพิ่มจำนวนต้นถั่วเหลืองจาก 10 เป็น 20 ต้นต่อแถวยาว 1 เมตร ผลผลิตจะไม่แตกต่างกัน แม้ว่าเมื่อจำนวนต้นเพิ่มเป็น 30 ต้น จะให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อปลูก 10 หรือ 20 ต้นก็ตาม และก่อนหน้านี้ Rosolem และคณะ (1983) ได้ศึกษาผลของจำนวนต้นถั่วเหลืองพันธุ์ UFV-1 ที่ปลูก 8 และ 40 ต้นต่อแถว พบว่า การใช้จำนวนต้น 40 ต้นต่อแถว ให้ผลผลิตต่อต้น (1.2 กรัม) น้อยกว่า 8 ต้น (8.2 กรัม) ต่อแถว เนื่องจากจำนวนฝักต่อต้นลดลง

2.2 จำนวนฝักต่อต้น

สมศักดิ์และคณะ (2535) ได้ศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วเหลือง เสนอแนะว่าถั่วเหลืองที่ให้ผลผลิตสูงควรมีจำนวนฝักต่อต้นมาก และจากรายงานของ Chang และ Dong (1982) ที่พบว่า ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มจำนวนฝักต่อพื้นที่ โดยการเพิ่มจำนวนแถว และระยะระหว่างต้นเป็นการจัดการวิธีหนึ่งที่ช่วยเพิ่มจำนวนฝักต่อพื้นที่ จากการศึกษาหาระยะปลูกที่เหมาะสมของถั่วเหลืองพันธุ์ Hamptom - 266A โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวที่อัตราต่างๆ กัน Rajput และคณะ (1984) พบว่า การใช้ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร และระหว่างแถว 40 เซนติเมตร จะให้จำนวนฝักต่อต้นสูงที่สุด แต่เพ็ญแขและคณะ (2529) พบว่าระยะปลูกระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ระหว่างแถว 50 เซนติเมตร พันธุ์เชียงใหม่ 60 จะให้จำนวนฝักต่อต้นสูงที่สุด ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อัตราปลูกที่เหมาะสม ซึ่งจะให้จำนวนฝักต่อต้นสูงนั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ใช้ปลูก นอกจากนั้นระยะเวลาที่เกิดดอกก็เกี่ยวข้องกับการติดฝักด้วย Heitholt และคณะ (1986) ได้ทดลองใน

ถั่วเหลืองพันธุ์ Mccall และพันธุ์ Kent พบว่า ดอกถั่วเหลืองที่เกิดในระยะ $R_1 - R_2$ ติดฝักได้ดีกว่าดอกที่เกิดในระยะ $R_4 - R_5$ ซึ่งธนะภูมินทร์และวันชัย (2535) ก็รายงานผลในทำนองเดียวกัน เมื่อทดลองกับถั่วเหลืองพันธุ์มาตรฐานของไทย 5 พันธุ์ (สจ.4 สจ.5 สุโขทัย 1 นครสวรรค์ 1 และเชียงใหม่ 60)

2.3 จำนวนเมล็ดต่อฝัก

จำนวนเมล็ดต่อฝัก ส่วนใหญ่มักจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ ผลการทดลองของ สนิทและคณะ (2535) สนับสนุนข้อความข้างต้นคือเขาพบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ KKU159-1-2-2 ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุด (432 กิโลกรัมต่อไร่) นั้น เนื่องจากมีจำนวนเมล็ดต่อฝักมาก และสายพันธุ์ KKU232-2-4-1-2 ให้ผลผลิตต่ำสุด (364 กิโลกรัมต่อไร่) เกิดจากมีจำนวนเมล็ดต่อฝักต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับอดิศักดิ์ (2535) ที่พบว่าจำนวนเมล็ดต่อฝักเป็นองค์ประกอบของผลผลิตที่ควบคุมโดยพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อม ดังนั้นแม้สภาพแวดล้อมจะผันแปรไปก็จะมีผลกระทบต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับการประเมินผลผลิตของถั่วเหลืองก่อนการเก็บเกี่ยวนั้น Fehr และคณะ (1981) แนะนำว่าควรจะทำตั้งแต่ระยะ R_6 เป็นต้นไป เพราะระยะนี้เป็นระยะที่ถั่วเหลืองติดเมล็ดแล้วและเมล็ดกำลังเจริญเติบโต ซึ่งจำนวนเมล็ดต่อฝักจะไม่เปลี่ยนแปลงอีกแล้ว เว้นแต่จะมีการร่วงหล่นของเมล็ดเกิดขึ้นก่อนเก็บเกี่ยว

2.4 น้ำหนักเมล็ดหรือขนาดเมล็ด

น้ำหนักเมล็ด หรือขนาดเมล็ดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนในการเพิ่มหรือลดผลผลิต เพราะผลผลิตโดยทั่วไปของถั่วเหลืองจะใช้น้ำหนักเมล็ดเป็นเกณฑ์ตัดสิน นอกจากนั้นขนาดเมล็ดยังเกี่ยวข้องกับคุณภาพการงอกอีกด้วย วันชัย (2525) พบว่าในถั่วเหลืองพันธุ์เดียวกัน เมล็ดขนาดใหญ่ และขนาดกลางมีความงอก อัตราเร็วในการงอก และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดขนาดเล็ก ในทำนองเดียวกัน Longer และคณะ (1986) ซึ่งศึกษาอิทธิพลของขนาดเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ Mack และพันธุ์ Hill ที่มีผลต่อการงอก พบว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่มีขนาดใหญ่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงและให้ต้นกล้าสดที่มีน้ำหนักดีกว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามรายงานนี้ขัดแย้งกับงานทดลองก่อนหน้านี้ของ Salehuzzaman และคณะ (1983) ที่พบว่า ขนาดของเมล็ดไม่มีผลต่อความงอก แต่เมล็ดที่มีขนาดใหญ่จะให้ต้นกล้าที่มีความแข็งแรงสูงกว่าต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดที่มีขนาดเล็ก ขณะที่ Teixeira และ

Costa (1989) ซึ่งศึกษาขนาดของเมล็ดที่มีต่อผลผลิตและความแข็งแรงของถั่วเหลืองพันธุ์ Decada และพันธุ์ Ivora พบว่า ถั่วเหลืองที่มีเมล็ดขนาดใหญ่จะให้ผลผลิตสูง ส่วนความแข็งแรง ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อประเมินจากความยาวของต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดที่มีขนาดใหญ่และขนาดเล็ก

3. การเกิดและคุณภาพของเมล็ดเขียวในถั่วเหลือง

การเกิดเมล็ดเขียวในถั่วเหลืองอาจมีปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่นอายุเก็บเกี่ยว น้ำ และอุณหภูมิ จากการทดลองเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 ที่ระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ กัน สุมิตรรา และคณะ (2531ก) พบว่า ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในวันที่ 5-9 ของระยะ R₈ มีเมล็ดเขียวน้อย (3.5-6.5 %) เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อเก็บเกี่ยวในวันที่ 5 ของระยะ R₇ ซึ่งมีจำนวนเมล็ดเขียวสูงถึง 30.6 % ในทำนองเดียวกัน Minamide และ Hata (1992) ก็พบว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ Otsuru, Tamahomare และพันธุ์ Ide-chozairai เมื่ออายุ 50-63 วันหลังดอกบาน จะมีเมล็ดเขียวน้อย สุมิตรราและคณะ (2531ข) รายงานว่า การขาดน้ำก็มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนสีของเมล็ดถั่วเหลืองเช่นกัน จากการทดลองในถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 พบว่า ถ้าขาดน้ำในระยะ R₂ จะมีเมล็ดเขียวมาก (4.6%) แต่ถ้าขาดน้ำในระยะ R₆ เมล็ดเขียวจะมีน้อย (2.6%) ผู้วิจัยจึงแนะนำว่า ไม่ควรปล่อยให้ถั่วเหลืองขาดน้ำในระยะ R₂-R₆ เพราะจะทำให้มีเมล็ดเขียวมากกว่าขาดน้ำในระยะอื่น ๆ

จากการศึกษาผลของการบ่มต้นถั่วเหลืองที่มีต่อจำนวนเมล็ดเขียว และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ในถั่วเหลืองพันธุ์มาตรฐาน 6 พันธุ์ พูนพันธ์และคณะ (2531) พบว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเมื่อฝักแก่ 50 % แล้วบ่มต้นถั่วเหลืองในที่ร่มนาน 2 วัน ก่อนนำไปตากแห้งและนวด เมล็ดที่ได้มีจำนวนเมล็ดเขียวต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวแบบปกติ (เก็บเกี่ยวเมื่อฝักแห้งทั้งต้น) ประมาณ 50 % จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การปฏิบัติและสภาพลมฟ้าอากาศน่าจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนสีของเมล็ดถั่วเหลือง ซึ่งรายงานของวีระศักดิ์และคณะ (2535) ที่ทดลองกับพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของอุณหภูมิและการขาดน้ำต่อการเกิดเมล็ดเขียว โดยเขาพบว่าถั่วที่ปลูกในช่วงเดือนมกราคม มีเมล็ดเขียวมากกว่าเมื่อปลูกในช่วงเดือนธันวาคม ทั้งนี้เขาอธิบายว่าอาจเกิดจากในระยะเจริญพันธุ์ โดยเฉพาะในช่วง R₆-R₈ ของถั่วที่ปลูกในเดือนมกราคม อุณหภูมิของอากาศ (39-42 องศาเซลเซียส) สูงกว่าที่ปลูกในช่วงเดือนธันวาคม (36-37 องศาเซลเซียส) และการที่ถั่วเหลืองขาดน้ำในช่วง R₅-R₆ ก็จะทำให้เมล็ดไม่เปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลือง

จากการศึกษาคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลือง ที่จะใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ ศรีสมวงศ์และคณะ (2529) พบว่า คุณภาพการงอกของเมล็ดที่มีสีเหลือง และเมล็ดเขียว ไม่แตกต่างกันเมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จใหม่ ๆ แต่เมล็ดสีเขียวจะสูญเสียความสามารถในการงอกอย่างรวดเร็วระหว่างเก็บรักษา โดยความงอกของเมล็ดเขียวลดลงเหลือเพียง 28-38 % และ 12-18 % เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ 3 เดือน และ 6 เดือน ตามลำดับ ในขณะที่เมล็ดสีเหลืองยังมีความงอกสูงถึง 84-90 % เมื่อเก็บรักษานาน 3 เดือน เมล็ดดังกล่าวเป็นเมล็ดที่ผลิตขึ้นในकुแล้งของจังหวัดเชียงใหม่

4. ความสัมพันธ์ของอายุเก็บเกี่ยวกับผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

อายุเก็บเกี่ยวจะมีผลทั้งต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ด การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองควรเก็บเกี่ยวเมื่อถั่วเหลืองสุกแก่ทางสรีระ เพราะจะทำให้ได้ผลผลิตสูงสุด และเมล็ดมีความแข็งแรงสูงสุด (Delouche, 1982) Tekrony และคณะ (1981) ได้พยายามศึกษาเพื่อหาวันที่จะใช้เป็นตัวบ่งชี้ระยะสุกแก่ทางสรีระของถั่วเหลือง โดยทดลองกับพันธุ์ William, Kent และพันธุ์ Essex พบว่า ระยะสุกแก่ทางสรีระจะพบเมื่อฝักถั่วเหลืองเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เขาจึงแนะนำให้เก็บเกี่ยวในระยะนั้น แต่ในทางปฏิบัติการเก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ทางสรีระมักไม่ค่อยกระทำกัน เพราะความชื้นของเมล็ดยังสูงมาก การเก็บเกี่ยวโดยทั่วไปจึงมักรอให้ความชื้นลดลงก่อน (รายงานในหัวข้อ 4.2.1) ซึ่งเป็นไปตามนองเดียวกันกับที่ Iglesias และ คณะ (1984) ได้ศึกษาอิทธิพลของวันเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ Varilov63-7, G-7-R-315 และพันธุ์ Inifat382 พบว่าการเก็บเกี่ยวที่ 10 วัน หลังจากฝักแห้ง 95 % จะได้เมล็ดที่มีคุณภาพดี เช่นเดียวกับ สุมิตรรา และคณะ (2531ก) ที่ทดลองในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 และแนะนำว่าควรเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์นี้ในระยะที่ฝักแห้งและสีฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 95 % หรือเก็บเกี่ยวที่ระยะ R_8+7 วัน เพราะทำให้ได้ผลผลิตสูง จากการศึกษาผลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่มีต่อผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ 5 พันธุ์ ทรงเชาว์และคณะ (2530) ได้อธิบายความสำคัญของอายุเก็บเกี่ยวว่า ถ้าเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเร็วเกินไปจะทำให้น้ำหนักเมล็ดลดลง เพราะเมล็ดยังไม่สุกแก่ เนื่องจากมีปริมาณฝักอ่อน (immatured pod) สูง เมล็ดยังสะสมน้ำหนักแห้งได้ไม่เต็มที่ แต่ถ้าเก็บเกี่ยวช้าเกินไปจะมีผลทำให้จำนวนผลผลิตและคุณภาพเมล็ดลดลง เนื่องจากฝักแตกร่วงและเมล็ดที่สุกแก่ร่วงหล่นเสียหาย ในทำนองเดียวกัน Philbrook และ Oplinger (1989) กล่าวว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองที่ล่าช้า

เกินไปนอกจากทำให้ต้นหักล้ม ผักแตกเมล็ดร่วงหล่นเสียหายแล้วเมล็ดยังมีคุณภาพไม่ดีอีกด้วย ยิ่งกว่านั้นอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความชื้นในเมล็ดด้วย (Danuso และ Mosca, 1983)

4.1 อายุเก็บเกี่ยวกับผลผลิต

การเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่เหมาะสมจะมีผลให้ได้ผลผลิตสูง จากการศึกษาผลของระยะเวลาเก็บเกี่ยว Lin และ Severo (1982) พบว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ Prata และพันธุ์ Bragg เมื่อ 14 วันหลังจากเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ทำให้ได้ผลผลิตเมล็ดสูงถึง 2.61 และ 1.9 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ แต่การเก็บเกี่ยวที่ล่าช้าไปกว่านี้ ผลผลิตกลับลดลง ในทำนองเดียวกัน Philbrook (1989) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองที่ล่าช้าเกินไปจากระยะ R_8 มีผลทำให้ผลผลิตลดลงในอัตราสูงถึง 11 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อวัน ซึ่งนับว่าเป็นอัตราที่สูงมาก ซึ่งสาเหตุเกิดจากต้นถั่วเหลืองที่แก่มาแล้วถูกปล่อยทิ้งให้อยู่ในแปลงนานเกินไป ทำให้ต้นถั่วเน่าเสียหาย เนื่องจากเชื้อราเข้าทำลาย ซึ่งมีผลกระทบไปถึงผลผลิต

4.2 อายุการเก็บเกี่ยวกับคุณภาพของเมล็ด

การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระยะเวลาที่ต่างกันจะมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองหลายประการ เช่น คุณภาพความชื้น ความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษา

4.2.1 ความชื้น

ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวมีผลอย่างมากต่อความชื้นของเมล็ด จากการศึกษาหาระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของถั่วเหลืองพันธุ์ Tamahikari Inoue และคณะ (1982) พบว่า เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 10-15 วันก่อนที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด เมล็ดจะมีความชื้นสูงถึง 60-65 % แต่ถ้าเก็บเกี่ยวที่ระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ความชื้นอยู่ที่ระดับ 35-40 % เมื่อปี 2533 รัชนิและคณะ รายงานว่าความชื้นในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในฤดูแล้ง เมื่อเก็บเกี่ยวครั้งแรกในระยะที่ผักเริ่มแก่ (R_7) เมล็ดยังมีความชื้นสูงถึง 32 % และเมื่อเก็บเกี่ยวที่ระยะ R_8+10 วัน ความชื้นในเมล็ดอยู่ที่ 17 % โดยมีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด แต่ศรีสมวงศ์และคณะ รายงานเมื่อปี 2531 และ 2533ก ว่าการผลิตเมล็ดพันธุ์หลักถั่วเหลือง ถ้าเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่

ปลูกในฤดูแล้ง เมื่อความชื้นในเมล็ด 13 % จะได้ผลผลิตเมล็ดสูงสุด และมีความงอกสูงคือ ตั้งแต่ 88 % ขึ้นไป

4.2.2 ความงอกและความแข็งแรง

อิทธิพลของอายุเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองต่อความงอก และความแข็งแรงของเมล็ด เป็นหัวข้อที่นักวิจัยให้ความสนใจกันมาก แต่เนื่องจากมีพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ใหม่ ๆ เกิดขึ้นเรื่อย ๆ การศึกษาเพื่อหาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของแต่ละพันธุ์ จึงยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการต่อไป Singh และ Gupta (1982) กล่าวว่า ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด เมล็ดจะมีความงอกดี และให้ต้นกล้าที่แข็งแรง ขณะที่ ศรีสมวงศ์และคณะ (2533) พบว่าการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ TVB 4 ที่ระยะ R_8 และระยะ R_8+5 วัน จะได้เมล็ดที่มีความงอกและความแข็งแรงสูง

4.2.3 ความสามารถในการเก็บรักษา

อนงค์และสุนันทา (2531) ได้ศึกษาอิทธิพลของเวลาเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษาถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 พบว่า เมล็ดที่เก็บเกี่ยวที่ระยะ 10 วัน ภายหลังจากน้ำหนักแห้งสูงสุด จะเก็บรักษาได้นาน 3 เดือน โดยมีความงอกลดลงไม่มากนัก คืออยู่ในระดับ 77 % แต่ถ้าเก็บรักษานานกว่านี้ความงอกจะลดต่ำลงเรื่อย ๆ ในทำนองเดียวกัน วันชัย (2535) กล่าวว่าถ้าเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระยะที่สีของฝักเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งต้น สายพันธุ์ที่มีความงอกสูงจะยังคงมีความงอกสูงอยู่ได้นานถึง 3 เดือน ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ รัชนิและคณะ (2533) ที่พบว่าการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8+10 วันนั้น แม้เมื่อเก็บรักษาไว้นานถึง 3-4 เดือน เปอร์เซนต์ความงอกก็ยังไม่ลดลง คือคงมีเปอร์เซนต์ความงอกอยู่ที่ระดับ 80 %

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการทดลองกับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่มีความงอกไม่ต่ำกว่า 80 % เริ่มปลูกวันที่ 22 ธันวาคม 2535 และสิ้นสุดการทดลอง วันที่ 30 เมษายน 2536 ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ โดยปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่ 400 ตารางเมตร ใช้ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร ปลูกเป็นหลุม ๆ ละ 6 เมล็ด ให้น้ำก่อนปลูก เมื่อปลูกเสร็จพ่นสารป้องกันวัชพืชก่อนงอก Lasso ปลูกซ่อมภายใน 7 วัน และหลังปลูก 14 วัน ถอนแยกให้เหลือ 4 ต้นต่อหลุม (64,000 ต้นต่อไร่) หลังจากนั้นใส่ปุ๋ย 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีโรยข้างแถว เมื่อต้นถั่วเหลืองอายุได้ 3 สัปดาห์ พรวนดินกลบพูนโคน จากนั้นดูแลตามปกติ พ่นสารเคมีป้องกันโรคและกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น ให้น้ำชลประทาน 5 ครั้ง ตลอดฤดูปลูก พืชตัวอย่างใช้ศึกษาสำหรับ 2 การทดลองคือ

การทดลองที่ 1 ศึกษารูปแบบของการพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลืองตั้งแต่ระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว

เมื่อต้นถั่วเหลืองเริ่มมีดอกบาน (R_1) เก็บตัวอย่างโดยใช้วิธี simple random sampling (สุรินทร์, 2526) นับจำนวนดอกบานในแต่ละวันจากต้นที่ขึ้นอยู่ในแถวยาว 1 เมตร (จำนวนต้นที่อยู่ในแถวยาว 1 เมตร มีประมาณ 20 ต้น) โดยสุ่ม 4 แห่งในพื้นที่ปลูกนับทุก ๆ วัน จนถึงวันที่ไม่มีดอกบาน หลังจากวันที่ออกดอกสูงสุด 15 วัน เริ่มสุ่มเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองทั้งต้นจาก 4 แห่ง ของพื้นที่ปลูกแห่งละ 5 ต้น ทุก ๆ 2 วัน นำไปวัดความสูง นับจำนวนฝัก บันทึกสีของเมล็ด นับจำนวนเมล็ดต่อฝัก โดยนับจากตัวอย่างทั้งหมด นำเมล็ดไปหาความชื้น โดยคำนวณจากมาตรฐานน้ำหนักสดตาม ISTA (1993) โดยทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด เข้าอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง (อุณหภูมิที่ใช้ อาจสูงเกินไปสำหรับถั่วเหลือง แต่เนื่องจากตู้อบที่มีอยู่จำกัด ต้องใช้เพื่อการทดลองอื่นด้วย จึงจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าที่ ISTA (1993) กำหนด คือ 105 องศาเซลเซียส นาน 17 ชั่วโมง)

การทดสอบคุณภาพเมล็ด

1. ทดสอบความงอกมาตรฐาน (standard germination test) ตามวิธีของ ISTA (1993) ทำ 2 วิธีการคือ เพาะเมล็ดสด (เพาะทันทีเมื่อแกะเมล็ดออกจากฝัก) และ เพาะเมล็ดแห้ง (ทำให้แห้งโดยวิธีการตากเมล็ดที่แกะเปลือกออกแล้วในแดด 2 ครั้ง) ทดสอบวิธีละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด โดยเพาะเมล็ดระหว่างชั้นของกระดาษ (between paper: BP) ที่อุ่มน้ำ เก็บเมล็ดไว้ในตู้เพาะที่มีแสง โดยใช้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ในตู้เพาะไม่ต่ำกว่า 95 % นับความงอกของเมล็ด

2. ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ด โดยวิธี vigor index (VI.) ของเมล็ดสด และเมล็ดแห้งที่มีความชื้นประมาณ 10-12 % นับความงอก 2 ครั้ง หลังจากเพาะ 5 วัน และ 8 วัน ตาม ISTA 1993 แล้วคำนวณค่า VI. จากสูตร

$$VI. = \frac{\text{จำนวนต้นที่งอกเมื่อนับครั้งที่ 1}}{\text{จำนวนวันที่ยอกครั้งที่ 1 (5 วัน)}} + \frac{\text{จำนวนต้นที่งอกเมื่อนับครั้งที่ 2}}{\text{จำนวนวันที่ยอกครั้งที่ 2 (8 วัน)}}$$

(จวงจันทร์, 2529)

การทดสอบความสามารถในการเก็บรักษา

1. ทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ (Accelerated Aging หรือ AA Test) ตามวิธีการของ Baskin (1987) โดยนำเมล็ดที่อายุเก็บเกี่ยว 105 112 119 127 และ 129 วันภายหลังปลูก มาทดสอบอย่างละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด โดยนำเมล็ดใส่ไว้บนกระดาษทรายขนาด 4 x 4 x 3.5 เซนติเมตร จากนั้นนำกระดาษไปใส่กล่องพลาสติกขนาด 8 x 12 เซนติเมตร ที่บรรจุน้ำสูงจากก้นกล่อง 1 เซนติเมตร โดยให้เมล็ดสูงกว่าระดับน้ำ 2 เซนติเมตร นำกล่องที่บรรจุเมล็ดอยู่เหนือน้ำไปเก็บไว้ในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 41 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำเมล็ดไปเพาะเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ความงอกกับเมล็ดที่ไม่ได้ทดสอบ AA Test

2. ทดสอบความงอกภายหลังเก็บรักษานาน 3 เดือน นำเมล็ดถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวทุกอายุไปเก็บรักษาโดยใส่ในถุงพลาสติกปิดผนึก นำไปเก็บไว้ในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ประมาณ 8-10 องศาเซลเซียส ภายหลังเก็บรักษาไว้นาน 3 เดือน นำเมล็ดมาเพาะความงอก โดยทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด

การทดลองที่ 2 ศึกษาอายุผักถั่วเหลือง

สุ่มต้นถั่วเหลืองเพื่อใช้เก็บตัวอย่างจำนวน 80 ต้น เมื่อถั่วเหลืองออกดอก (R_1) ติดป้าย (tag) ที่โคนก้านดอก ทำทุกวันจนกระทั่งการออกดอกสิ้นสุดลง เก็บเกี่ยวผักถั่วเหลือง ตั้งแต่อายุ 45-75 วันภายหลังดอกบาน โดยให้อายุห่างกันช่วงละ 5 วัน นำไปศึกษาหาปริมาณ เมล็ดเขียว ความงอกและความชื้นในเมล็ด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลของลักษณะต่าง ๆ นำไปวิเคราะห์โดยวิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ ในรูปสมการยกกำลังสอง (quadratic equation) (Steel และ Torrie, 1980)

การบันทึกข้อมูล

ผลผลิตต่อไร่คำนวณจากจำนวนต้นถั่วเหลืองต่อพื้นที่ปลูก (64,000 ต้นต่อไร่)

ผลผลิตที่ความชื้นมาตรฐาน (12 %) (กัลยา, 2534) คำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{ผลผลิตความชื้นมาตรฐาน} = \frac{100 - \text{ความชื้นของตัวอย่างที่วัดได้}}{100 - \text{ความชื้นมาตรฐานของพืช}} \times \text{น้ำหนักตัวอย่างที่วัดได้}$$

บันทึกสภาพอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ ตลอดช่วง เวลาที่ทำการทดลอง

ผลการทดลอง

การรายงานผลการทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดลองที่ 1 เกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาของเมล็ด ตั้งแต่ระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว โดยรายงานการเปลี่ยนแปลงของลักษณะต่าง ๆ อันได้แก่อัตราการเปลี่ยนสีของเมล็ด น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต คุณภาพการงอก ความแข็งแรง และคุณภาพการเก็บรักษาที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก ส่วนการทดลองที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของเมล็ดที่เก็บเกี่ยว เมื่ออายุฝักต่าง ๆ กัน ภายหลังดอกบาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ลดปัญหาเรื่องความแปรปรวนที่เกิดจากการออกดอกที่ไม่พร้อมกันของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ใช้ทดลอง

การทดลองที่ 1 รูปแบบของการพัฒนาของเมล็ด ตั้งแต่ระยะออกดอก จนถึงเก็บเกี่ยว

การออกดอก

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เริ่มออกดอก (ระยะ R_1) เมื่ออายุ 56 วันหลังปลูก ลักษณะการออกดอกเป็นแบบทยอยออกโดยมีช่วงระยะการออกดอก (flowering period) เฉลี่ย 24 ± 3.21 วัน และอายุที่ออกดอกมากที่สุดคือ 62 และ 68 วัน ภายหลังปลูก (ภาพที่ 1)

อัตราการเกิดเมล็ดเขียว

จากผลการทดลอง ซึ่งแสดงในตารางที่ 1 เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยว และอัตราการเกิดเมล็ดเขียว พบว่าลักษณะทั้งสองมีความสัมพันธ์กันจริง ($P \leq 0.01$) ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงในตารางภาคผนวกที่ 1 โดยที่ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเป็นลักษณะเส้นโค้ง ซึ่งแสดงโดยสมการกำลังสองคือ

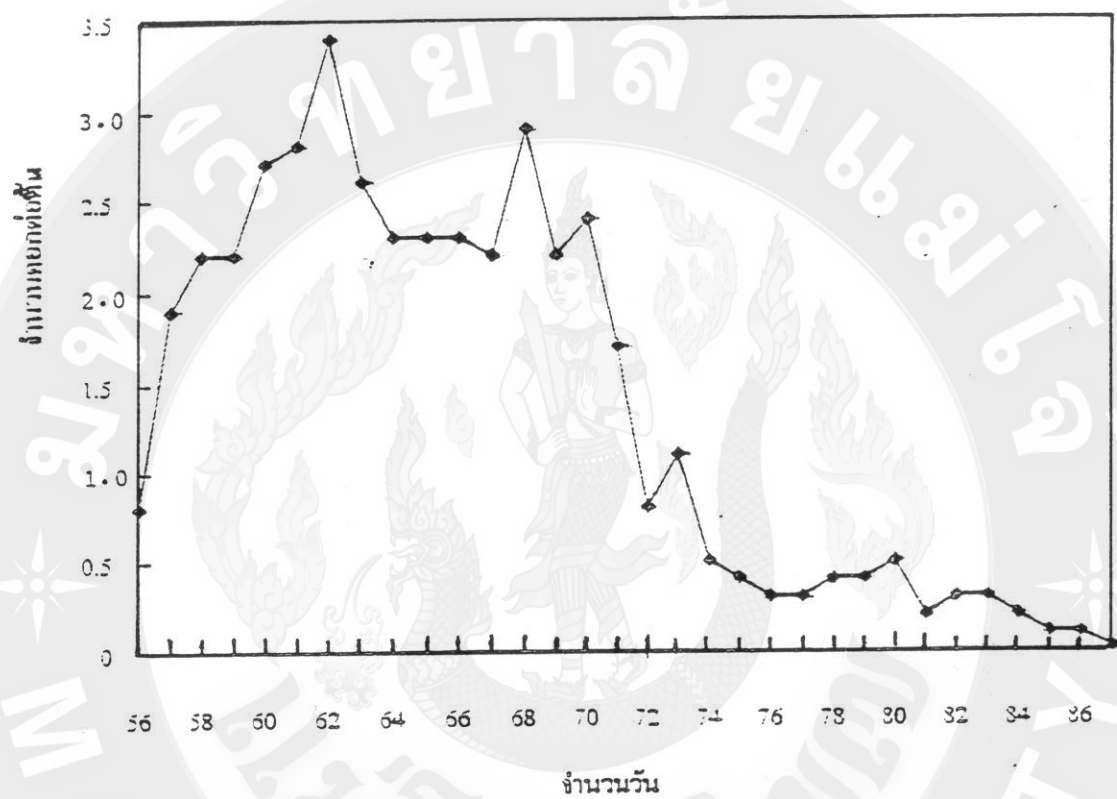
$$y = -331.67 + 10.42x - 0.06x^2$$

โดยที่ y = อัตราการเกิดเมล็ดเขียว (เปอร์เซ็นต์)

x = อายุเก็บเกี่ยว (วัน).

จากผลการวิเคราะห์แสดงค่า coefficient of determination (r^2) = 0.88 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่าที่ได้จากการคำนวณ และค่าที่เป็นจริง ซึ่งแสดงในภาพที่ 2

เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุสำคัญที่ทำให้ ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองเป็นเส้นโค้งนั้นสืบเนื่องจาก อัตราการเปลี่ยนสีของเมล็ดถั่วเหลือง จากสีเขียวเป็นสีเหลือง มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุของการเก็บเกี่ยว กล่าวคือถ้าเริ่มนับอายุถั่วเหลือง จาก

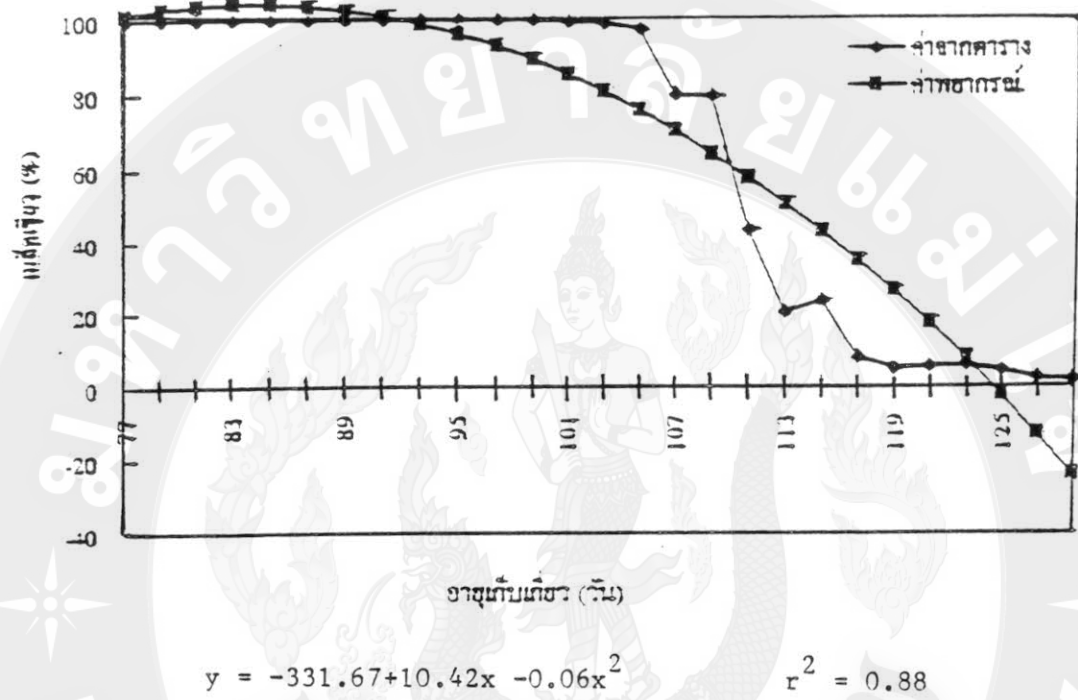


ภาพที่ 1

จำนวนดอกต่อต้นของต้นเหียงที่อายุต่าง ๆ ภายหลังปลูก

ตารางที่ 1 เปอร์เซนต์เมล็ดเหลืองและเมล็ดเขียวของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ
ภายหลังปลูก

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	เมล็ดเหลือง (%)	เมล็ดเขียว (%)
101	0.64	99.35
103	1.21	98.75
105	2.64	97.35
107	20.27	79.72
109	20.58	79.41
111	56.53	43.44
113	79.93	20.26
115	76.23	23.75
117	92.37	7.62
119	95.33	4.65
121	94.75	5.24
123	94.34	5.65
125	95.79	4.20
127	97.93	2.06
129	98.23	1.76



วันที่เริ่มมีการเปลี่ยนสี เมื่ออายุได้ 101 วันนั้น จะแยกได้เป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	เปอร์เซ็นต์เมล็ดเหลือง (เฉลี่ย)
1	101-109	9
2	111-115	70
3	117-129	95

ในระยะที่ 1 นั้น ถั่วเหลืองจะมีการเปลี่ยนสี อย่างค่อนข้างช้า คือ 9 % ต่อมาในระยะที่ 2 การเปลี่ยนสีจะเพิ่มขึ้นเร็วมาก และจะลดลงในระยะที่ 3

จากข้อสรุปเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนสีของเปลือกหุ้มเมล็ดที่แตกต่างกันนี้เอง ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดเมล็ดเขียว และอายุเก็บเกี่ยว แสดงออกในลักษณะเส้นโค้ง

ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและความสูง

ตารางที่ 2 แสดงผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและความสูงของต้นถั่วเหลือง ภาพที่ 3-6 แสดงให้เห็นว่าลักษณะส่วนใหญ่ มีความสัมพันธ์กับอายุเก็บเกี่ยว แบบเส้นโค้ง ทั้งนี้ยกเว้นจำนวนเมล็ดต่อฝัก และความสูง ซึ่งไม่แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าว

ข้อมูลของผลผลิตที่ความชื้นมาตรฐาน 12 % ของเมล็ด มีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งกับอายุเก็บเกี่ยว ($P < 0.01$) โดยมีสมการ $y = -4237.24 + 79.42x - 0.32x^2$ (ตารางภาคผนวกที่ 2) และมีค่า $r^2 = 0.90$ (ภาพที่ 3) จะเห็นได้ว่าผลผลิตเพิ่มขึ้นเร็วมาก ในระยะแรกของการเก็บเกี่ยว ค่าผลผลิตที่คำนวณจากสมการของช่วงอายุ 77-89 วัน ภายหลังปลูก เพิ่มขึ้น 246.5 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อมาอัตราการเพิ่มขึ้นช้าลง คือเพิ่ม 168.3 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ช่วงอายุ 91-101 วัน และที่ช่วงอายุ 103-115 วัน เพิ่มขึ้นเพียง 115.1 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตสูงสุด (599.7 กิโลกรัมต่อไร่) พบเมื่ออายุ 121 วันภายหลังปลูก

จากการแบ่งช่วงอายุเก็บเกี่ยว เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตในตารางที่ 3 จะเห็นว่า ผลผลิตในช่วงอายุ 91-101 วัน ให้ผลผลิตสูงกว่าในช่วงแรก (77-89 วัน) 248.9 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อเก็บเกี่ยวช้าไปอีก คือที่อายุ 103-129 วัน ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นอีกถึง 188.8 กิโลกรัมต่อไร่

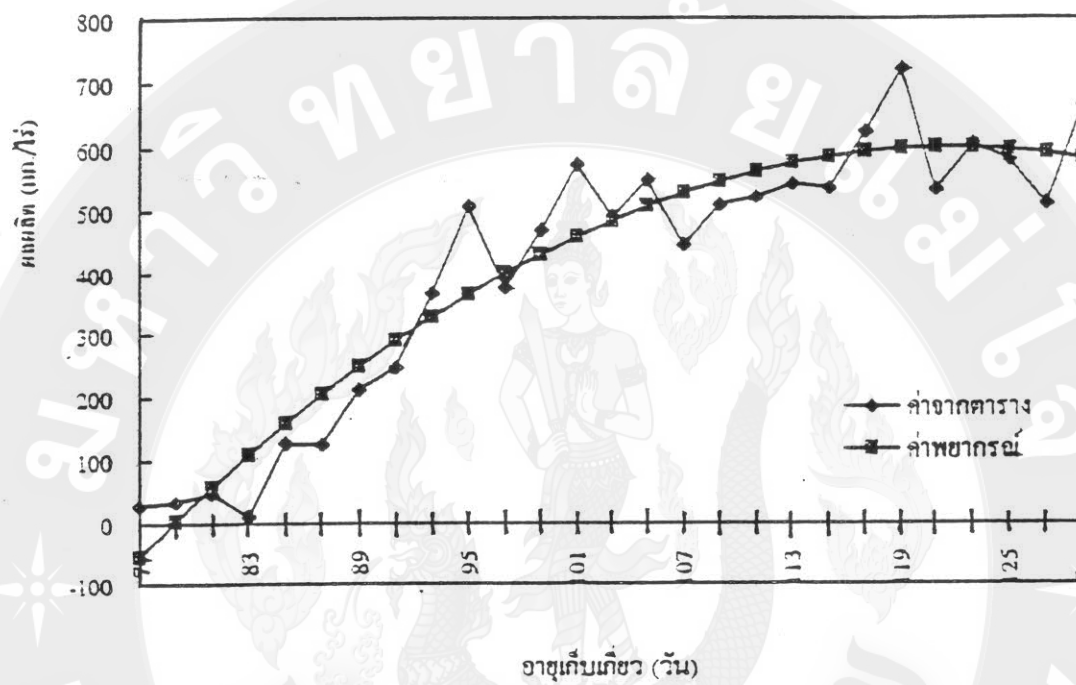
แม้ว่าผลผลิตจะมีความสัมพันธ์กับอายุเก็บเกี่ยว แต่องค์ประกอบผลผลิตไม่ได้มีความสัมพันธ์ในทำนองเดียวกันในทุกลักษณะ องค์ประกอบผลผลิตที่แสดงความสัมพันธ์แบบ

ตารางที่ 2 ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิตและความสูงของต้นข้าวเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยว
ต่าง ๆ ภายหลังปลูก

อายุ (วัน)	เมล็ด/ฝัก	ฝัก/ต้น	นน.สด 100 เมล็ด (กรัม)	นน.แห้ง 100 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)
77	2.4	18.3	4.7	1.1	26.8	43.3
79	1.9	17.5	5.1	1.2	32.3	45.5
81	1.8	21.8	6.4	1.5	46.4	39.5
83	2.0	27.6	8.4	2.4	100.7	44.5
85	2.0	23.3	11.6	3.3	126.9	49.2
87	2.3	21.0	11.8	3.4	124.1	40.3
89	2.5	26.9	13.3	4.2	212.1	42.9
91	2.2	24.6	19.3	6.1	246.2	48.7
93	2.3	24.1	23.5	8.8	366.7	41.4
95	2.2	30.3	26.6	10.0	507.3	46.8
97	2.2	23.8	26.0	9.8	375.3	47.7
99	2.2	26.3	28.3	10.9	468.9	47.3
101	2.6	26.2	29.1	11.2	572.9	52.0
103	2.0	23.7	32.8	13.7	490.2	45.9
105	1.9	26.5	34.0	14.8	549.7	52.4
107	1.8	23.4	30.9	13.7	444.8	40.2
109	2.1	21.4	33.3	15.1	509.6	40.3
111	2.0	24.8	27.1	13.9	522.1	47.4
113	2.0	23.3	23.4	15.4	542.2	43.3

ตารางที่ 2 (ต่อ)

อายุ (วัน)	เมล็ด/ฝัก	ฝัก/ต้น	นน.สด 100 เมล็ด (กรัม)	นน.แห้ง 100 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)	ความสูง (ซม.)
115	1.9	24.6	22.1	15.4	535.8	44.5
117	2.0	27.0	19.0	15.5	623.9	45.1
119	2.0	31.0	17.7	15.6	720.8	46.5
121	2.1	23.5	16.9	14.5	533.3	47.8
123	2.1	26.3	17.3	14.7	605.7	46.2
125	2.1	24.1	17.6	15.2	580.3	45.3
127	2.1	22.8	16.9	14.5	510.3	51.2
129	2.0	29.8	16.5	14.6	664.3	47.5



ภาพที่ 3 ผลผลิตที่ความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยผลผลิตและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของถั่วเหลือง
ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

อายุ (วัน)	ค่าเฉลี่ยผลผลิต (กก./ไร่)
77-89	130.0 ± 37.6
91-101	378.9 ± 25.7
103-129	567.7 ± 9.9

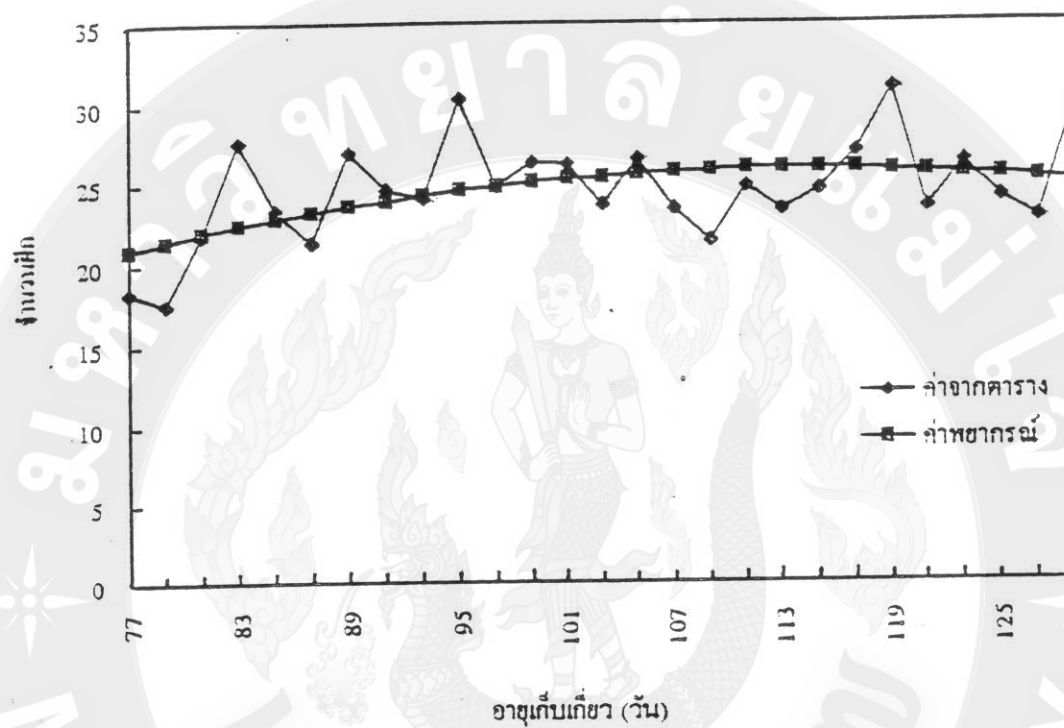
เส้นโค้งกับอายุเก็บเกี่ยวในทำนองเดียวกับผลผลิต คือ จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ดสด และ น้ำหนักเมล็ดแห้ง ส่วนจำนวนเมล็ดต่อฝักและความสูงไม่แสดงความสัมพันธ์กับอายุเก็บเกี่ยว (ภาพที่ 4-6)

จำนวนฝักต่อต้น มีความสัมพันธ์กับอายุเก็บเกี่ยวที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ก็จริง (ตารางภาคผนวกที่ 3) แต่มีค่า r^2 ต่ำเพียง 0.22 (ภาพที่ 4) แสดงว่าอายุเก็บเกี่ยวจากช่วง 77-129 วันที่ทดลอง มีอิทธิพลต่อจำนวนฝักต่อต้นไม่มากนัก จากการคำนวณค่าจำนวนฝักต่อต้นจากสมการจะเห็นว่า ช่วงอายุจาก 77 ถึง 97 วัน จำนวนฝักต่อต้นเพิ่มจาก 21 เป็น 25 หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามข้อมูลจากค่าจริงที่แสดงในตารางที่ 2 มีความแปรปรวนสูงมาก และมีแนวโน้มว่า จำนวนฝักต่อต้นจะเริ่มคงที่ตั้งแต่ 83 วัน ภายหลังปลูก

น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ที่คำนวณจากเมล็ด 100 เมล็ด มีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งกับอายุเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ภาคผนวกที่ 4 และ 5)

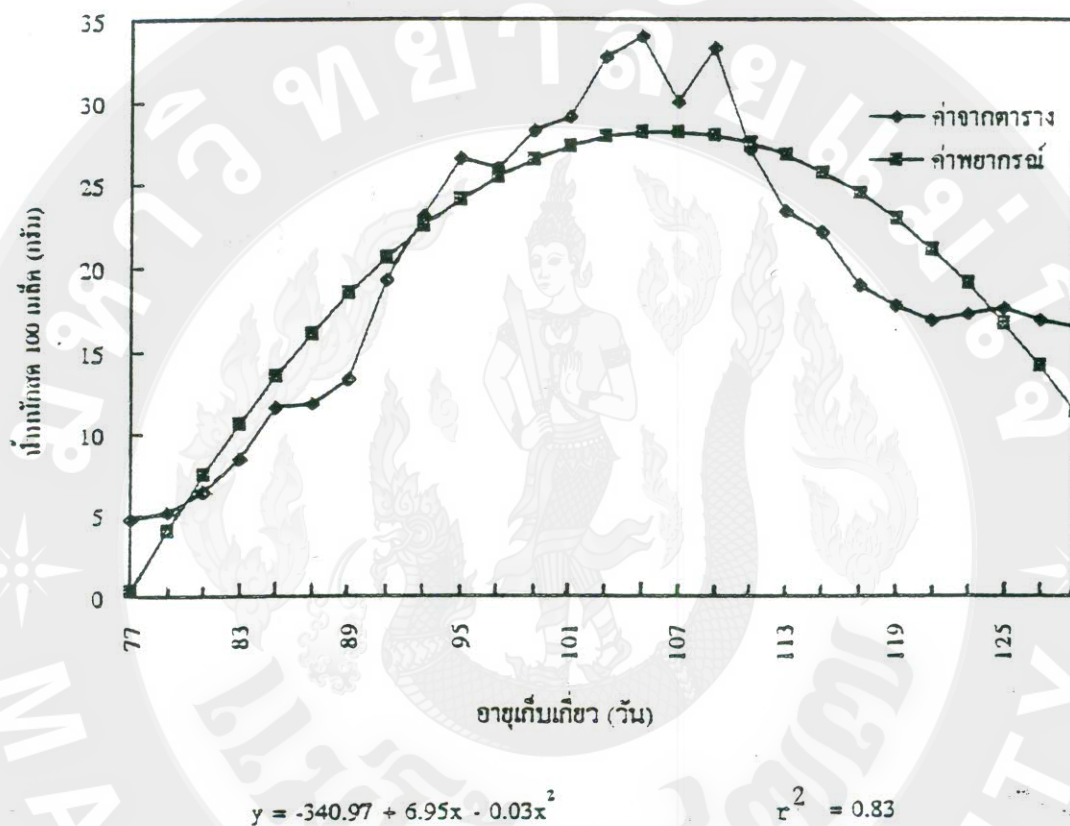
การสะสมน้ำหนักสดของเมล็ด เริ่มที่อายุ 77 วัน ภายหลังปลูก โดยมีน้ำหนักเพียง 0.3 กรัม (จากค่าคำนวณในภาพที่ 5) แต่ข้อมูลที่บันทึกในตารางที่ 2 น้ำหนักเริ่มต้นที่ 4.7 กรัม จากการแบ่งช่วงอายุเก็บเกี่ยวตามการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักสด จากค่าพยากรณ์ในภาพที่ 5 เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนยิ่งขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของการเก็บเกี่ยว คือ ช่วงอายุ 77-87 วัน น้ำหนักสดอยู่ที่ระดับ 0.3-16.1 กรัม โดยเพิ่มขึ้นในอัตรา 1.58 กรัมต่อวัน การสะสมน้ำหนักสด จากอายุ 89 ถึง 97 วัน เพิ่มจาก 18.5 เป็น 25.5 กรัม โดยมีอัตราการเพิ่มต่ำกว่าช่วงแรก คือ เพียง 0.82 กรัมต่อวัน น้ำหนักสดสูงสุดพบที่อายุ 107 วัน (28.2 กรัม) เมื่อพ้นจากช่วงนี้ไปน้ำหนักสดลดลง จนเมื่อเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายน้ำหนักสดเหลือเพียง 11.3 กรัม

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้ง ก็เป็นในทำนองเดียวกันกับน้ำหนักสดจากค่าคำนวณในภาพที่ 6 จะเห็นว่าในช่วง 12 วันแรก (อายุ 77 - 91 วัน) น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นในอัตรา 0.54 กรัมต่อวัน (จาก 0 เป็น 7.5 กรัม) และจากช่วงอายุ 93 - 107 วัน น้ำหนักแห้งเพิ่มจาก 8 เป็น 14 กรัม ซึ่งมีอัตราการเพิ่มต่ำกว่าช่วงแรก น้ำหนักแห้งเริ่มคงที่เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุมากกว่า 109 วัน เป็นต้นไป โดยน้ำหนักแห้งสูงสุด (15.3 กรัม) พบที่อายุ 121 วัน ถ้าเลยระยะนี้ไป กราฟเริ่มโค้งลง ซึ่งหมายถึง การเก็บเกี่ยวที่ล่าช้าออกไป น้ำหนักแห้งของเมล็ดน่าจะลดลงตามค่าพยากรณ์ แต่ในความเป็นจริงน้ำหนักแห้งของเมล็ดจะคงที่หรือลดลงไม่มากนักถ้าไม่เกิดความเสียหายจากเมล็ดร่วงหรือต้นหักล้ม

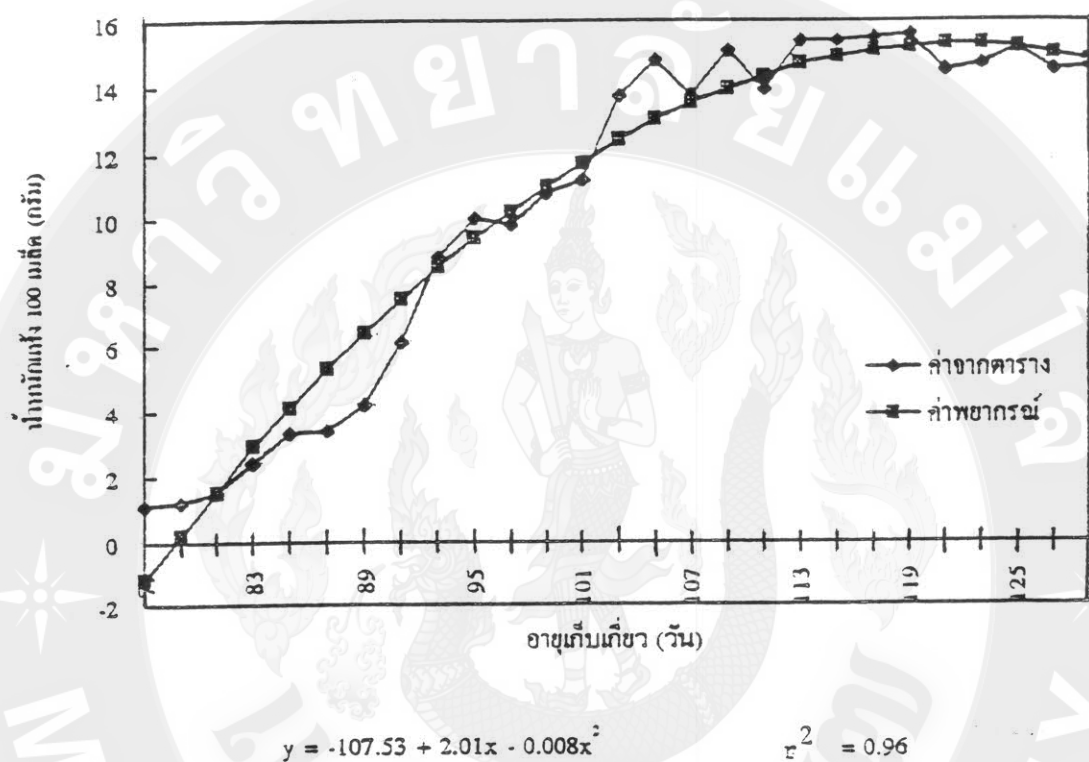


ภาพที่ 4

จำนวนฟักต่อต้านของตัวเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก



ภาพที่ 5 น้ำหนักสด 100 เมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก



ภาพที่ 6

น้ำหนักแห้ง 100 กรัมของตัวเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

จากค่าพยากรณ์ (ภาพที่ 5 และ 6) แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาในการสะสมน้ำ-
หนักแห้งของเมล็ดถั่วเหลืองเมื่อเก็บเกี่ยวครั้งแรก จนถึงจุดที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้ง
สูงสุด ใช้เวลายาวนานกว่าการสะสมน้ำหนักสด (นับจากวันเก็บเกี่ยวครั้งแรกถึงจุดที่มีน้ำหนัก
สดสูงสุด) ถึง 14 วัน

จำนวนเมล็ดต่อฝัก เป็นองค์ประกอบผลผลิตที่ไม่มีความสัมพันธ์ใด ๆ กับอายุเก็บ
เกี่ยว (ตารางภาคผนวกที่ 6) ในการทดลองครั้งนี้จำนวนเมล็ดต่อฝักมีค่าเฉลี่ย 2.10 ± 0.19 เมล็ด มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 1.8 - 2.6 เมล็ด (ตารางที่ 2)

ความสูง ข้อมูลของลักษณะความสูงของต้นถั่วเหลืองขณะเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 2)
จากช่วงอายุ 77 ถึง 129 วัน มีความแปรปรวนอยู่ระหว่าง 40.2-52.4 เซนติเมตร
และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 45.6 ± 3.5 เซนติเมตร โดยไม่มีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้งกับ
อายุเก็บเกี่ยว (ตารางภาคผนวกที่ 7)

คุณภาพของเมล็ด

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ด ซึ่งประกอบด้วยความชื้นของเมล็ด ความมอด
มาตรฐาน ความแข็งแรงที่ทดสอบโดยวิธี vigor index และวิธีเร่งอายุ และอายุการ
เก็บรักษา ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4-8

ผลการทดสอบความชื้นของเมล็ด ปรากฏว่าเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองที่อายุ 77 วัน
เมล็ดมีความชื้นสูงถึง 76.1 % (ตารางที่ 4) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าพยากรณ์จากสมการ
(ภาพที่ 7) คือ 75.7 % ข้อมูลจากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า เมล็ดถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยว
เมื่ออายุมากขึ้น มีความชื้นต่ำลง คือในช่วงอายุเก็บเกี่ยว 77-97 วัน เมล็ดมีความชื้นอยู่ใน
ช่วง 76.1-62.2 % และเมื่ออายุ 99-113 วัน ความชื้นลดลงไปอยู่ระหว่าง 61.7-34.2 %
ส่วนช่วงอายุ 115-129 วัน ความชื้นของเมล็ดเหลือเพียง 30.2-11.3 % เมื่อพิจารณา
ถึงความชื้นที่ลดลง ปรากฏว่าในช่วงอายุ 111-113 วัน ความชื้นของเมล็ดลดลงในอัตรา
สูงที่สุด (14.6 % ต่อ 2 วัน) จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอายุเก็บเกี่ยว
กับความชื้นในเมล็ด พบว่า มีความสัมพันธ์กันจริง ($P \leq 0.01$) โดยมีค่า $y = -44.45 +$
 $3.33x - 0.02x^2$ (ตารางภาคผนวกที่ 8) และมีค่า $r^2 = 0.94$ (ภาพที่ 7)

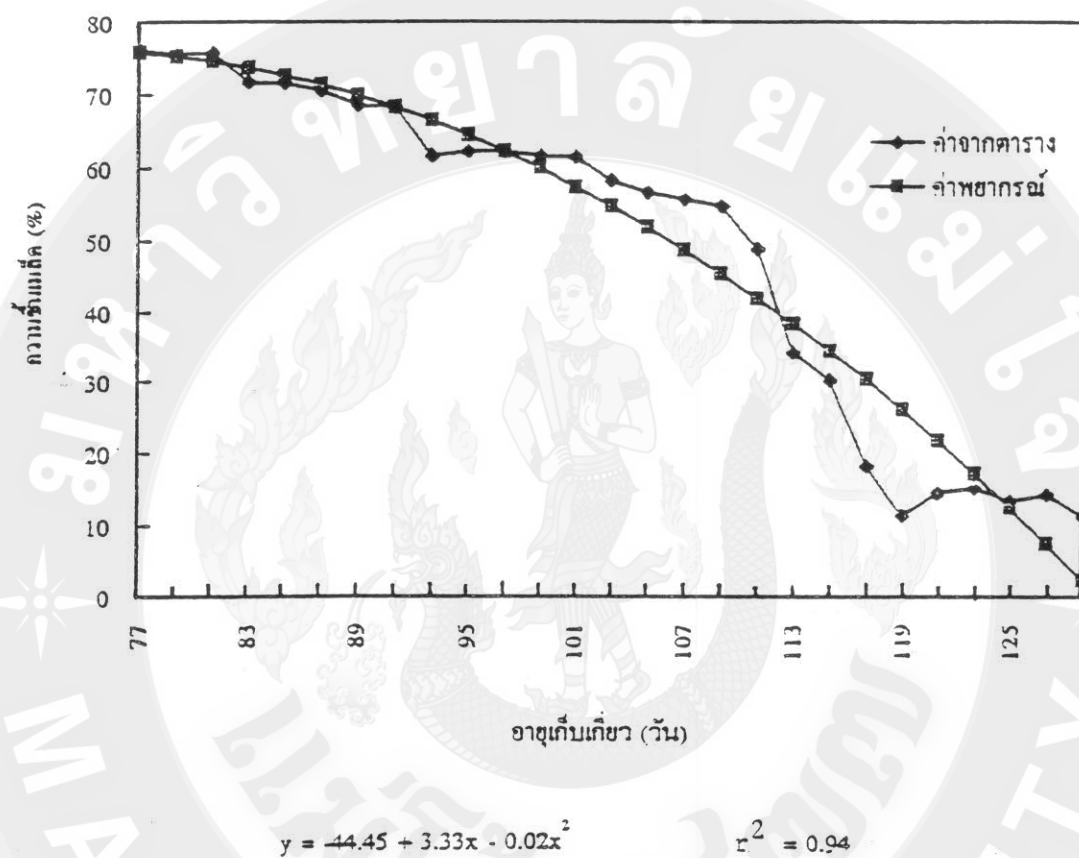
เมล็ดถั่วเหลืองที่นำมาทดสอบคุณภาพความมอด ทดสอบจากเมล็ดสดและเมล็ดที่
ตากแห้งนาน 2 วัน จากการทดสอบทั้ง 2 วิธี ปรากฏว่าอายุเก็บเกี่ยว มีความสัมพันธ์ใน
ลักษณะเส้นโค้งกับเปอร์เซ็นต์ความมอดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และมีค่าสมการ $y = -546.33$
 $+ 10.26x - 0.04x^2$ และ $y = -2722.68 + 45.80x - 0.18x^2$ เมื่อเพาะเมล็ด
สดและเพาะเมล็ดแห้ง ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 9 และ 10) โดยมีค่า $r^2 = 0.92$
เท่ากัน (ภาพที่ 8 และ 9)

ตารางที่ 4 ความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลือง ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความชื้นในเมล็ด (%)
77	76.1
79	75.4
81	75.7
83	71.6
85	71.5
87	70.5
89	68.4
91	68.1
93	61.6
95	62.2
97	62.2
99	61.7
101	61.5
103	59.2
105	56.4
107	55.5
109	54.6
111	48.8
113	34.2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความชื้นในเมล็ด (%)
115	30.2
117	18.2
119	11.4
121	14.5
123	15.2
125	13.4
127	14.3
129	11.3



ภาพที่ 7

ความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

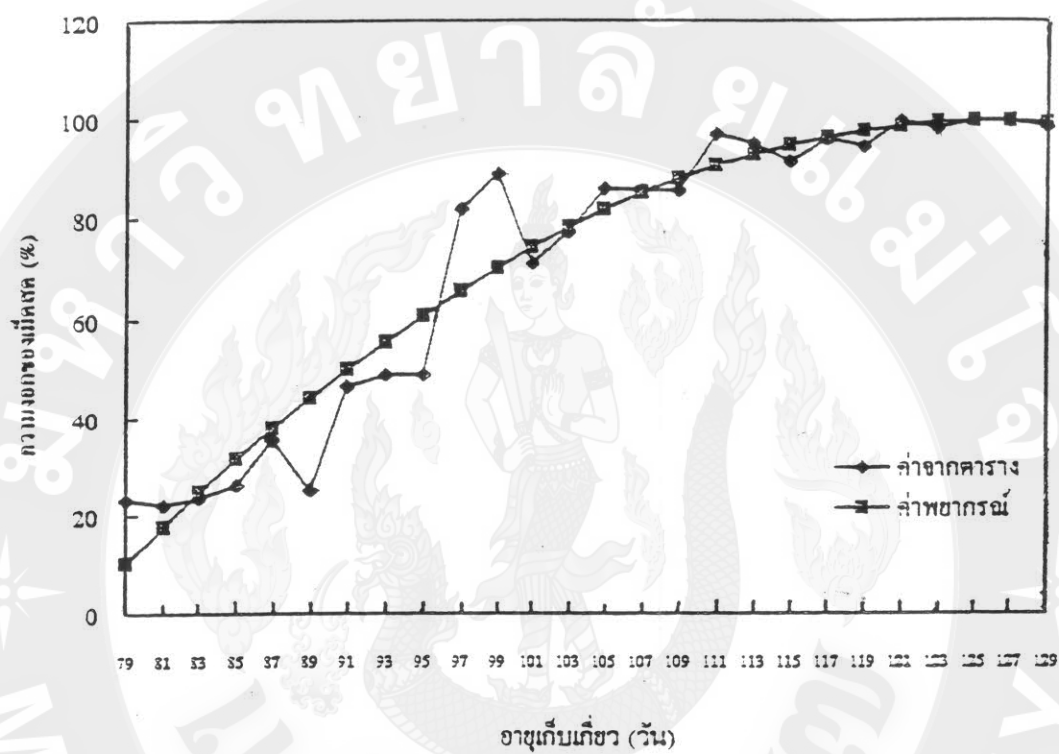
เมื่อเพาะเมล็ดสด เพอร์เซ็นต์ความงอกเริ่มบันทึกได้ครั้งแรกเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 79 วัน ภายหลังปลูก โดยมีความงอกเป็น 10.1 % (ค่าคำนวณในภาพที่ 8) และจากค่าเป็นจริง = 2.3 % (ตารางที่ 5) จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงความงอกจากค่าพยากรณ์ พบว่าในช่วงแรก (อายุ 79 - 93 วัน) ความงอกอยู่ในช่วง 10.1- 55.6 % จะเห็นว่าความงอกเพิ่มขึ้นเร็วมาก คือเพิ่มขึ้น 45.5 % ส่วนจากช่วงอายุ 95-109 วัน ความงอกเพิ่มขึ้นช้าลง คือ เพียง 27.2 % (จาก 60.8 เป็น 88.0 %) และจากอายุ 111 วันไปแล้วจนถึงจุดที่เมล็ดมีความงอกสูงสุด (ที่อายุ 125 วัน) ความงอกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย คือ 9.0 % โดยความงอกอยู่ในช่วง 90.6-99.6 % โดยเฉพาะจากช่วงอายุ 121-129 วัน ความงอกมีค่าค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 8)

สำหรับเพอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่เพาะ ภายหลังตากแห้ง 2 วันนั้น ปรากฏว่าสามารถงอกได้ช้ากว่าการเพาะเมล็ดสด ถึง 20 วัน โดยบันทึกเพอร์เซ็นต์เมล็ดงอกครั้งแรกได้ที่อายุ 99 วัน ซึ่งงอกเพียง 1.0 % (ตารางที่ 5) แต่สมการเริ่มพยากรณ์ได้เมื่ออายุ 101 วัน (ภาพที่ 9) โดยระยะแรก ๆ (อายุ 101-107 วัน) เพอร์เซ็นต์ความงอกจะเพิ่มขึ้นเร็วมาก จาก 8.8 % ไปเป็น 51.9 % ส่วนช่วงอายุ 109-115 วัน เพิ่มขึ้นเพียง 25.2 % ต่อ 6 วัน หรือ 4.2 % ต่อวัน และจากช่วงอายุ 117 วัน ไปจนถึงจุดที่มีความงอกสูงสุด (อายุ 123 วัน) ความงอกเพิ่มอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (จาก 97 เป็น 100 %) โดยที่ช่วงอายุ 121-125 วัน มีค่าเกือบเท่ากัน (ภาพที่ 9)

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการงอก ระหว่างเมล็ดสด และเมล็ดแห้ง จากค่าที่คำนวณจากสมการ จะเห็นว่าในช่วงอายุ 101-107 วัน เมล็ดสดสามารถงอกได้ดีกว่าเมล็ดแห้งอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตามอายุเก็บเกี่ยวที่ให้เพอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด และเพอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดที่ได้จากการเพาะเมล็ดสด และเมล็ดแห้งไม่แตกต่างกันนัก (ภาพที่ 8, 9 และตาราง ที่ 5)

จากการหาค่าความแข็งแรงของเมล็ด โดยพิจารณาจากความงอกของเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง ผลการทดลองในภาพที่ 10 และ 11 แสดงให้เห็นว่า เมล็ดที่ทดสอบ ทั้ง 2 วิธียังมีค่าความแข็งแรงสูงสุดอยู่ที่จุดเดียวกัน คือที่อายุ 123 วันภายหลังปลูก แม้ว่าค่าความแข็งแรงของเมล็ดแห้ง จะเริ่มบันทึกได้ช้ากว่าของเมล็ดสดถึง 20 วัน ก็ตาม

ความแข็งแรงของเมล็ดสด ที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 79 วัน มีค่าต่ำมากเพียง 1.6 (ค่าพยากรณ์ที่แสดงในภาพที่ 10) และเพิ่มขึ้นเร็วมากเมื่ออายุเพิ่มขึ้น คือที่อายุ 95 วัน เมล็ดมีความแข็งแรงสูงถึง 24 แต่จากอายุ 97-109 วัน ค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้นไม่มากนัก (จาก 25.9 - 35.4) ส่วนช่วงสุดท้าย (อายุ 111 - 123 วัน) เพิ่มอีกเพียง 3.2 เท่านั้น



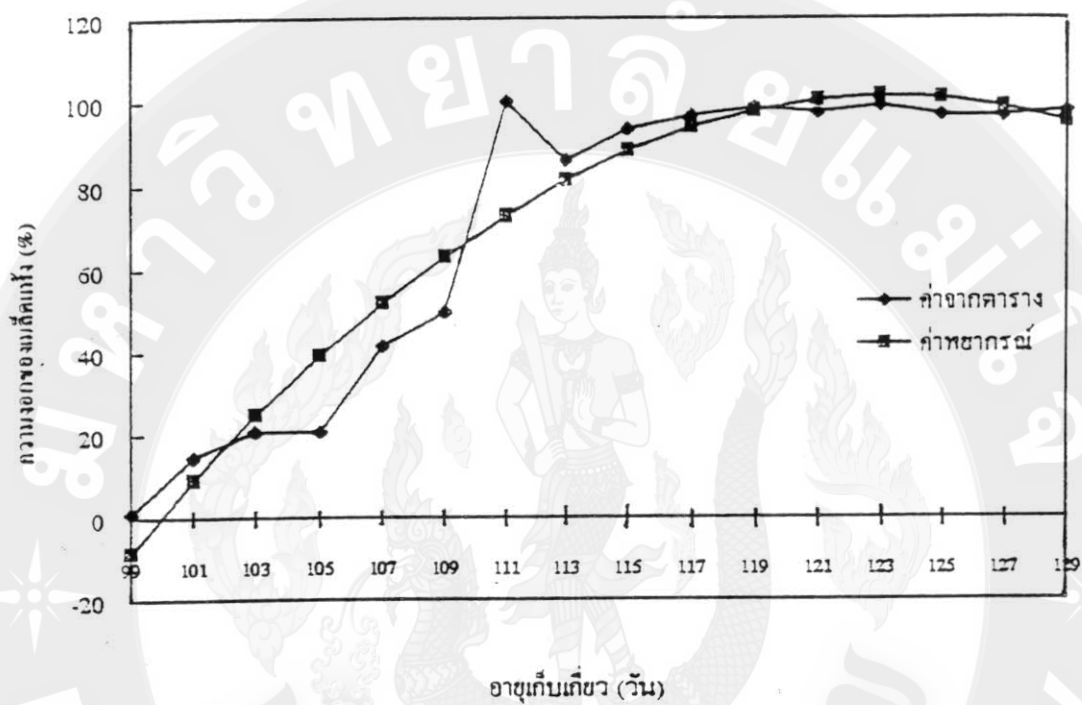
ภาพที่ 3 ความงอกของเมสส์สด (เพาะเมสส์ทันทีหลังเก็บเกี่ยว) ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

ตารางที่ 5 ความมอกของเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ
ภายหลังปลูก

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความมอก (%)	
	เมล็ดสด	เมล็ดแห้ง
77	0	0
79	23.0	0
81	22.0	0
83	23.5	0
85	26.0	0
87	35.5	0
89	25.0	0
91	46.5	0
93	49.0	0
95	49.0	0
97	82.0	0
99	89.5	1.0
101	71.5	14.5
103	77.5	20.5
105	86.0	20.5
107	85.5	41.5
109	85.5	50.5
111	97.0	100.0
113	95.0	86.0

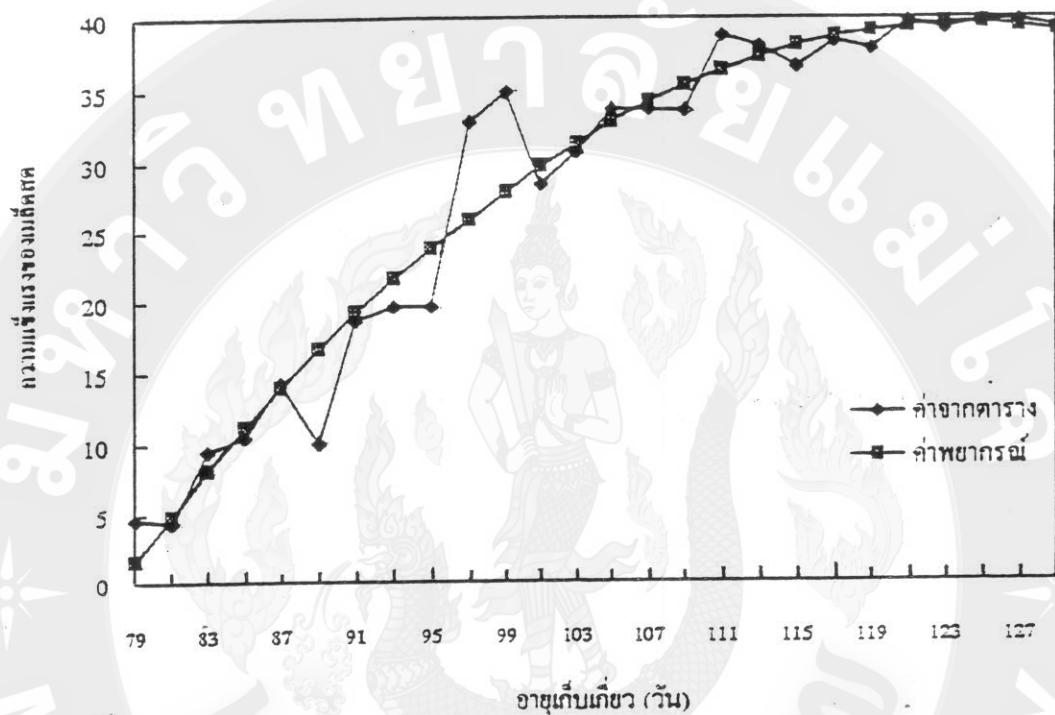
ตารางที่ 5 (ต่อ)

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความมุงอก (%)	
	เมล็ดสด	เมล็ดแห้ง
115	91.5	93.5
117	96.0	96.5
119	94.5	98.5
121	99.5	97.5
123	98.0	99.0
125	99.5	97.5
127	99.5	96.5
129	98.5	98.0



ภาพที่ 9

ความงอกของเมสันต์แห้ง (ตามเมสันต์ 2 วันแล้วเพาะ) ของถั่วเหลืองที่อายุ
เก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก



$$y = -248.53 + 4.64x - 0.01x^2 \quad r^2 = 0.95$$

ภาพที่ 10

ความแข็งแรงของเมล็ดสด (เพาะเมล็ดทันทีหลังเก็บเกี่ยว) โดยวิธี Vigor index (VI.) ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก.

เมล็ดมีค่าความแข็งแรงสูงสุด อยู่ที่ช่วงอายุ 121 - 127 วัน เป็นที่น่าสังเกตจากข้อมูลในตารางที่ 6 ว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 97 วัน ค่าความแข็งแรงเพิ่มอย่างกระทันหัน คือเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัว ของเมล็ดที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 95 วัน โดยเพิ่มจาก 19.6 เป็น 32.8

ความแข็งแรงของเมล็ดแห้งที่คำนวณจากสมการ (ภาพที่ 11) ชี้ให้เห็นว่าเมล็ดมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (เพิ่ม 21.8) ในช่วงอายุ 101-109 วัน ส่วนช่วงอายุ 111-119 วัน ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นน้อยกว่าช่วงแรกคือเพิ่มเพียง 9.9 (ค่าความแข็งแรงอยู่ระหว่าง 29.2-39.1) และที่อายุ 121-125 วัน เป็นช่วงที่เมล็ดแห้งมีค่าความแข็งแรงสูงสุดอยู่ที่ 40 ส่วนข้อมูลในตารางที่ 6 ปรากฏว่า ที่อายุ 109 - 111 วัน ค่าความแข็งแรงสูงขึ้นเร็วมากอย่างผิดปกติ คือเพียง 2 วัน เพิ่มถึง 20 (โดยเพิ่มจาก 20.0 เป็น 40.0)

จากการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์พบว่าอายุเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้งกับความแข็งแรงของเมล็ดทั้งของเมล็ดสด และเมล็ดแห้ง โดยมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ระดับเดียวกัน คือ 99 % (ตารางภาคผนวกที่ 11 และ 12) และยังมีค่า r^2 สูงทั้งสองกรณี คือ 0.95 และ 0.92 ของเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 10 และ 11)

สำหรับการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดโดยวิธีเร่งอายุ (AA Test) เนื่องจากเมล็ดที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 113 วัน มีจำนวนไม่เพียงพอที่จะใช้ทดสอบ ผลการทดลองในตารางที่ 7 จึงขาดข้อมูลส่วนนั้นไป จากตารางจะเห็นว่าเมล็ดที่ผ่านการเก็บรักษาในสภาวะที่มีความชื้น และอุณหภูมิสูง เมื่อนำไปเพาะปรากฏว่า เมล็ดที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 105 วัน ภายหลังปลูก ดายทั้งหมด ส่วนเมล็ดที่เก็บเกี่ยว เมื่ออายุ 119 127 และ 129 วัน ยังสามารถงอกได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน โดยความงอกลดลงจากเดิม 22.5 % 24.0 % และ 26.5 % ตามลำดับ

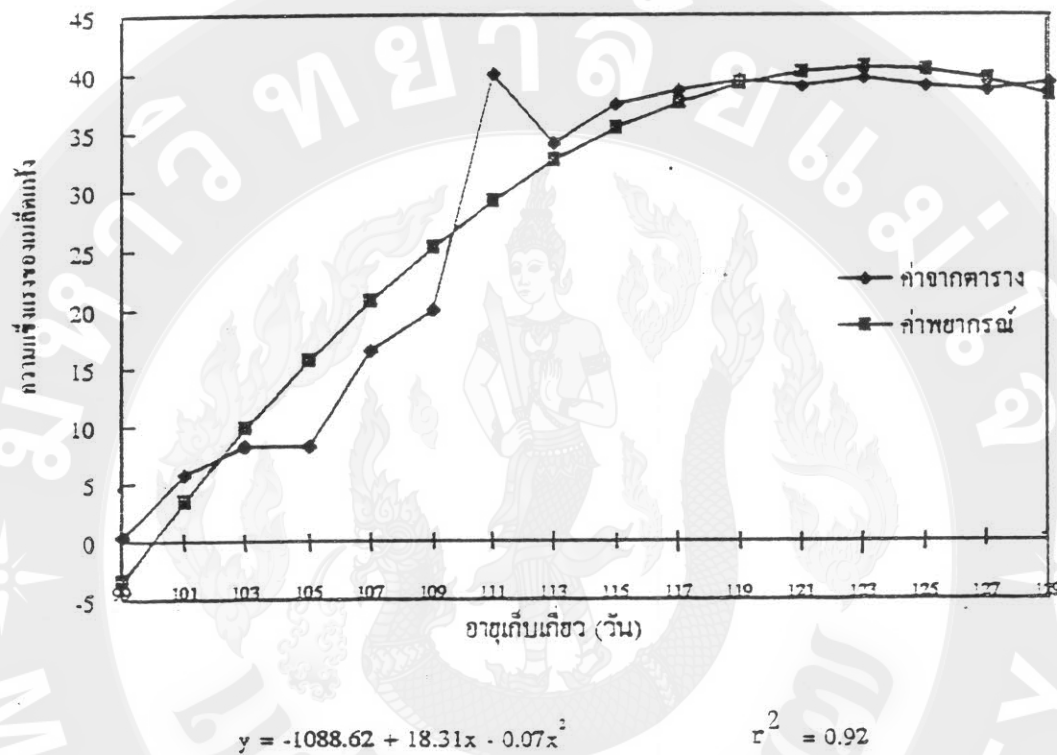
สำหรับเมล็ดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อประเมินความงอก ภายหลังการเก็บรักษานาน 3 เดือน พบว่า เมล็ดที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 99-109 วัน ความงอกเหลือเพียง 1.2-30.0 % ส่วนเมล็ดที่เก็บเกี่ยวที่อายุอยู่ในช่วง 111-115 วัน เปอร์เซนต์ความงอก คงอยู่ที่ระดับ 61.5-90 % สำหรับเมล็ดที่เก็บเกี่ยวหลังจากนั้นความงอกภายหลังเก็บรักษาไม่เปลี่ยนแปลง คงอยู่ที่ 95 % (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 6 ความแข็งแรงของเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง โดยวิธีการทดสอบแบบ vigor index (VI.) ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความแข็งแรงของเมล็ดสด	ความแข็งแรงของเมล็ดแห้ง
77	0	0
79	4.6	0
81	4.4	0
83	9.4	0
85	10.4	0
87	14.2	0
89	10.0	0
91	18.6	0
93	19.6	0
95	19.6	0
97	32.8	0
99	34.9	0.4
101	28.4	5.8
103	30.7	8.2
105	33.7	8.2
107	33.7	16.5
109	33.6	20.0
111	38.8	40.0
113	38.0	34.0

ตารางที่ 6 (ต่อ)

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความแข็งแรงของเมล็ดสด	ความแข็งแรงของเมล็ดแห้ง
115	36.6	37.4
117	38.4	38.6
119	37.8	39.4
121	39.8	39.0
123	39.2	39.6
125	39.8	39.0
127	39.8	38.6
129	39.4	39.2



ภาพที่ 11 ความแข็งแรงของเมล็ดแห้ง (จากเมล็ด 2 วันแล้วเพาะ) โดยวิธี Vigor index (VI.)

ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

ตารางที่ 7 เปรูเซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 41 ± 1 องศาเซลเซียส และ 100 % ความชื้นสัมพัทธ์ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

	ความงอกก่อน AA Test (%)	ความงอกหลัง AA Test (%)
อายุเก็บเกี่ยว 105 วัน	20.5	0
อายุเก็บเกี่ยว 113 วัน	86.0	-
อายุเก็บเกี่ยว 119 วัน	98.5	76.0
อายุเก็บเกี่ยว 127 วัน	96.5	72.5
อายุเก็บเกี่ยว 129 วัน	98.0	71.5

ตารางที่ 8 ความงอกภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส นาน 3 เดือน
ของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความงอกภายหลังการเก็บรักษา นาน 3 เดือน (%)
77	0
79	0
81	0
83	0
85	0
87	0
89	0
91	0
93	0
95	0
97	0
99	1.2
101	1.3
103	1.3
105	1.3
107	30.0
109	20.2
111	61.5
113	85.0

ตารางที่ 8 (ต่อ)

อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ความงอกหลังเก็บรักษา นาน 3 เดือน (%)
115	90.0
117	95.0
119	95.0
121	95.0
123	95.0
125	95.0
127	-
129	95.0

การทดลองที่ 2 ความสัมพันธ์ของอายุผัก กับปริมาณเมล็ดเขียว ความงอก และความขึ้น ของเมล็ด

เนื่องจากยังไม่เคยมีรายงาน ในเรื่องความสัมพันธ์อายุผักของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 กับคุณภาพของเมล็ด จึงได้ทำการศึกษาผักอายุ 45 50 55 60 65 70
และ 75 วัน ภายหลังดอกบาน เพื่อเป็นข้อมูลที่ช่วยลดปัญหาเรื่องความแปรปรวน ของการ
ออกดอกไม่พร้อมกันของถั่วเหลืองพันธุ์นี้

คุณภาพเมล็ดที่ศึกษาจากการเปลี่ยนสีของเมล็ด ความงอก (เพาะทันทีหลังเก็บเกี่ยว)
และความขึ้นของเมล็ดแสดงในตารางที่ 9 เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุผักกับลักษณะทั้ง
3 ปรากฏว่า มีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้ง ($P \leq 0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ 13 14 และ
15) โดยมีค่า r และ y แสดงในภาพที่ 12 13 และ 14

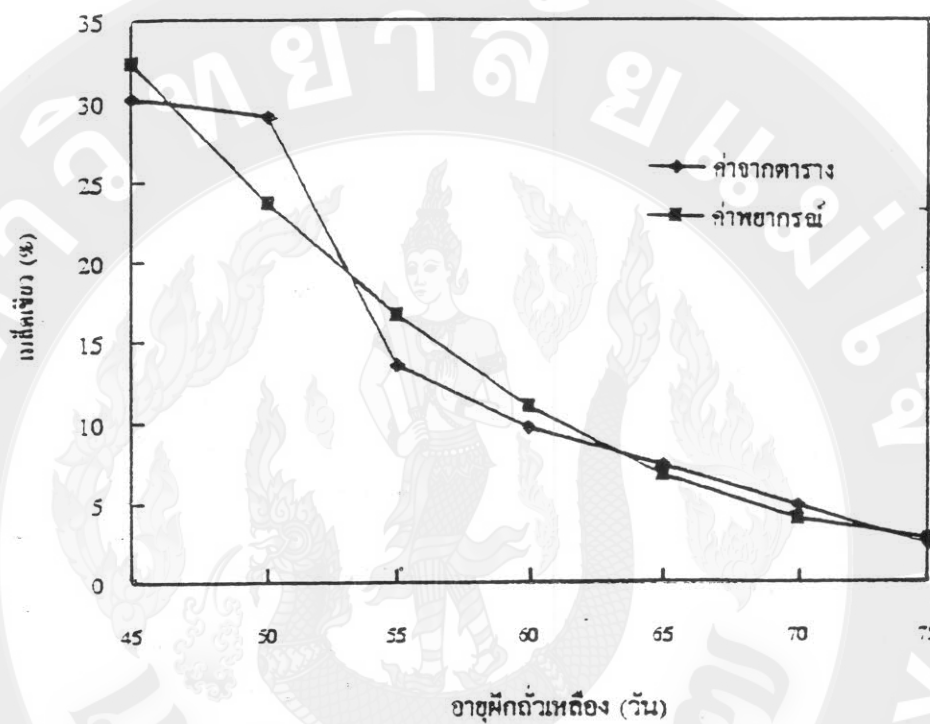
การเกิดเมล็ดเขียว ในตารางที่ 9 จะเห็นว่าผักที่อายุ 45 และ 50 วัน ปริมาณ
เมล็ดเขียวยังอยู่ในระดับสูง คือ 30.2 และ 29.0 % หลังจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว
คือลดลงมาเหลือเพียง 13.5 % เมื่อผักอายุ 55 วัน และเมื่อผักมีอายุเพิ่มขึ้น ปริมาณ
เมล็ดเขียวยังคงลดลงต่อไป จนอยู่ที่ระดับ 2.3 % เมื่อผักอายุ 75 วัน จะเห็นได้ว่าจาก
เมื่อเก็บผักครั้งแรก จนถึงเก็บผักครั้งสุดท้าย ซึ่งมีช่วงระยะเวลาห่างกัน 30 วัน ปริมาณ
เมล็ดเขียวลดลงถึง 27.9 % จากค่าพยากรณ์ (ภาพที่ 12) ปริมาณเมล็ดเขียวลดลงจาก
32 % ไปเป็น 2.5 % เมื่ออายุผักเพิ่มจาก 45 เป็น 75 วัน โดยช่วงที่ลดลงเร็วที่สุด คือ
จากอายุ 50-60 วัน (จาก 23-12 %)

ความงอกของเมล็ด เมื่อเก็บผักที่อายุ 45 และ 50 วัน เมล็ดสามารถงอกได้เท่ากัน
คือ 84.0 % จากนั้นความงอกจะเพิ่มขึ้น และค่อนข้างคงที่อยู่ระหว่าง 96.0 - 98.0 %
(ตารางที่ 9) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าพยากรณ์ คือ 92.7-98.4 % (ภาพที่ 13) เมื่อผักอายุตั้งแต่
55 ถึง 75 วัน

ความขึ้นของเมล็ด เมื่อเก็บผักที่อายุ 45 วัน ความขึ้นที่พยากรณ์ได้จากสมการมีค่า
9.7 % (ภาพที่ 14) และจากตารางที่ 9 มีค่า 10.0 % ความขึ้นลดลงเมื่อผักมีอายุเพิ่มขึ้น
โดยลดลงอยู่ในช่วง 8.7-8.1 % เมื่อผักอายุ 50 - 65 วัน สำหรับผักที่อายุ 70 และ 75 วัน
ความขึ้นลดลงอีกเพียงเล็กน้อย คือ จาก 7.8 เป็น 7.5 % ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าพยากรณ์มาก

ตารางที่ 9 เปอร์เซนต์เมล็ดเขียว ความงอก และความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลือง
ที่อายุฝักต่าง ๆ ภายหลังดอกบาน

อายุฝัก (วัน)	เมล็ดเขียว (%)	ความงอก (%)	ความชื้นในเมล็ด (%)
45	30.23	84.0	10.0
50	29.01	84.0	8.7
55	13.56	96.0	8.5
60	9.69	96.5	8.5
65	7.36	97.0	8.1
70	4.88	98.0	7.8
75	2.37	98.0	7.5

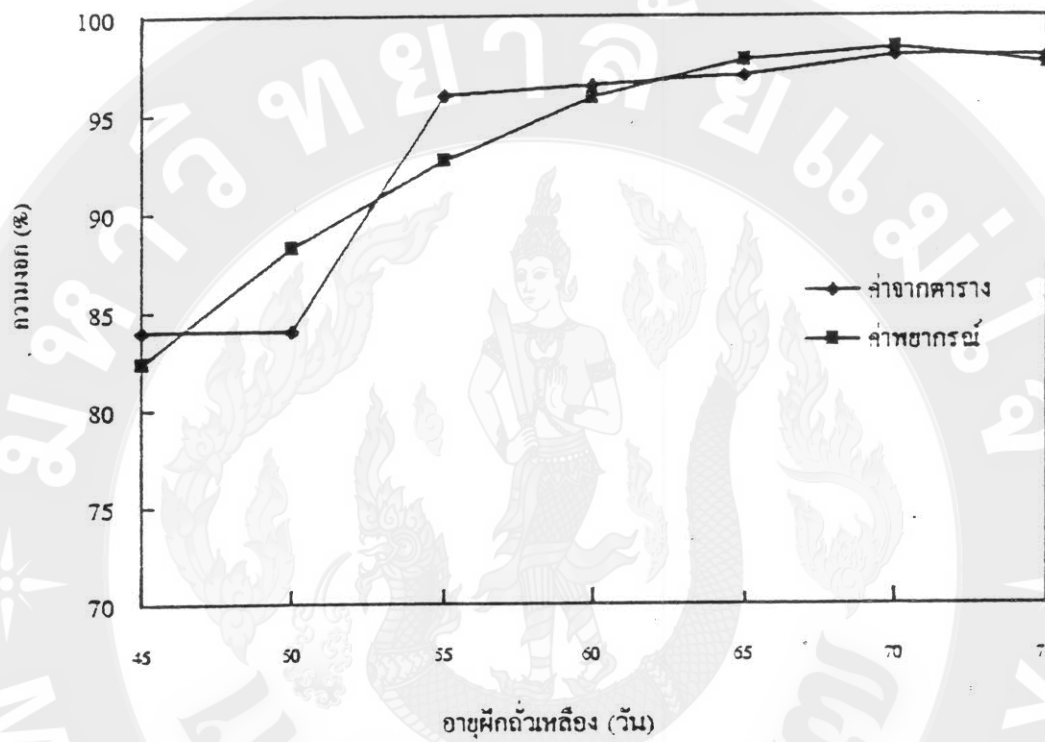


$$y = 175.49 - 4.49x + 0.02x^2$$

$$r^2 = 0.94$$

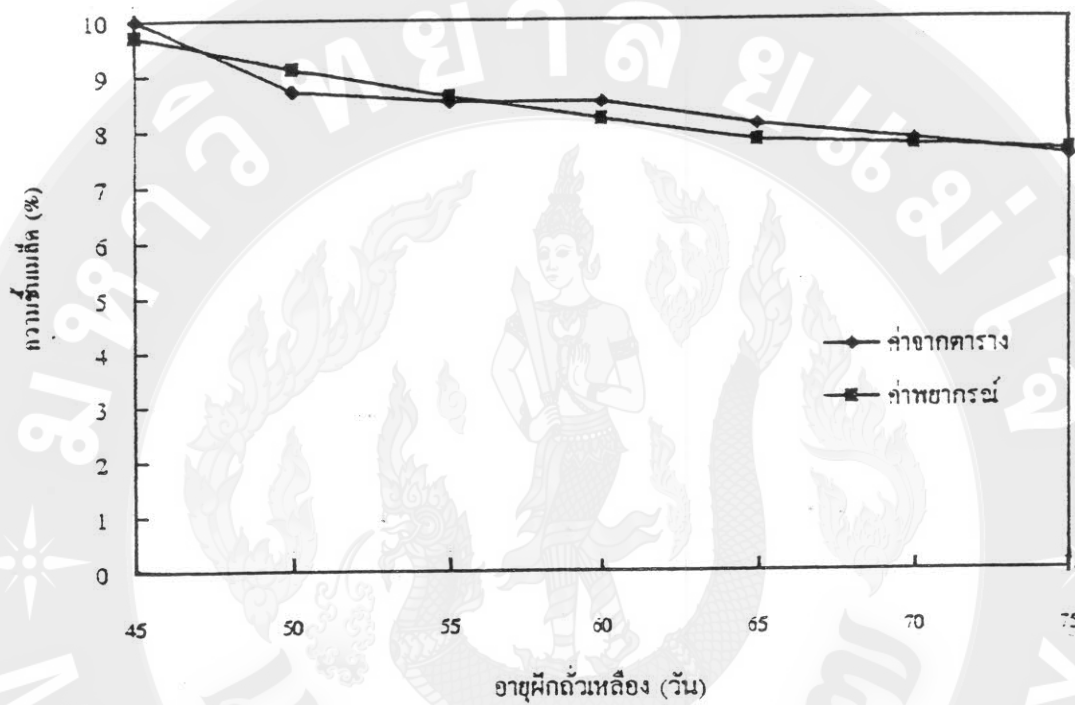
ภาพที่ 12

เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของตัวเหลืองที่อายุปลากัวต่าง ๆ ภาพดังกล่าว



ภาพที่ 13

ความงอกของตัวเหลืองที่อายุฟักต่าง ๆ ภายหลังคอกบาน



$$y = 18.66 - 0.27x + 0.001x^2$$

$$r^2 = 0.90$$

ภาพที่ 14

ความสัมพันธ์ของตัวเหลืองที่อายุฟักต่าง ๆ ภายหลังคอกบาน

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 รูปแบบของการพัฒนาของเมล็ด ตั้งแต่ระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว

จากการติดตามการพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ตั้งแต่ระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว เพื่อหาความสัมพันธ์ของอายุเก็บเกี่ยวกับผลผลิตและคุณภาพของเมล็ด (ตารางที่ 1-8 และภาพที่ 1-11) นั้น จะเห็นว่าลักษณะการทยอยออกดอกของถั่วเหลือง พันธุ์นี้ห่างกันถึง 24 วัน (ภาพที่ 1) อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เมล็ดสุกแก่ไม่พร้อมกัน จึงยังมีเมล็ดเขียวหลงเหลืออยู่ เช่นเดียวกับที่กัลยาและธวัชชัย อ้างไว้ตั้งแต่ปี 2532 การที่เมล็ดยังคงมีสีเขียวเมื่อเก็บเกี่ยว อาจเกิดจากปัจจัยหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่น มณฑา และคณะ (2533) รายงานในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ว่าถ้าไม่พ่นสารกำจัดโรคชนิดใด ๆ เลย ปริมาณเมล็ดเขียวจะสูงกว่าเมล็ดที่ผ่านการพ่นด้วยสารกำจัดโรค เนื่องจากการเป็นโรคบางชนิดทำให้ใบร่วง ซึ่งมีผลทำให้ถั่วเหลืองแก่ก่อนวัย สีของเมล็ดจึงยังไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส่วนสุมิตราและคณะ (2533) ซึ่งรายงานในถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 แนะนำว่าควรมีการกำจัดวัชพืชตลอดฤดูปลูกอย่างน้อย 1 ครั้ง เพื่อลดปริมาณเมล็ดเขียว เพราะถ้าไม่มีการกำจัดวัชพืชเลย วัชพืชจะไปแย่งน้ำจากถั่วเหลือง ทำให้ต้นถั่วเหลืองขาดน้ำ ซึ่งการขาดน้ำในช่วงระยะ R₄ จะทำให้มีเมล็ดเขียวสูง ยิ่งกว่านั้นธวัชชัย (2533) อธิบายว่าเมล็ดยังคงมีสีเขียว เพราะเมล็ดยังไม่สุกแก่ทางสรีรวิทยา (immature) เนื่องจากสภาพอากาศร้อนและแห้งใน ระยะ R₇ ทำให้ต้นถั่วเหลืองคายน้ำมาก ผักจึงแห้งอย่างรวดเร็ว หรือการมีโรคและแมลงบางชนิดระบาด ทำให้ผักแต่ละผักเจริญถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาไม่พร้อมกัน ในทำนองเดียวกัน ศรีสมวงศ์และกัลยา (2538) ชี้แจงว่าสาเหตุของการเกิดเมล็ดเขียวมีสี่ปัจจัย (ซึ่งบางปัจจัยก็คล้ายคลึงกับของธวัชชัย (2533)) ได้แก่ 1) การออกดอกและติดฝักที่ไม่พร้อมกัน อันเนื่องมาจากมีพันธุ์ปนหรือเมล็ดงอกไม่พร้อมกัน ทำให้ระยะเวลาสำหรับการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่ง ใบ และราก (vegetative growth) ไม่เท่ากัน 2) ระยะเวลาของช่วงออกดอกกว้าง อันเนื่องมาจากต้นถั่วขาดน้ำในระยะออกดอก หรือผู้ปลูกทิ้งช่วงการให้น้ำในระยะออกดอกเป็นเวลานาน จึงทำให้ช่วงระยะเวลาของการออกดอกยาวกว่าปกติ 3) ในระยะที่ฝักเริ่มแก่ (R₇) จนถึงระยะฝักแห้งเกือบทั้งต้น (R₈) นั้น เมล็ดมีการสูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ และแสงแดด) เป็นปัจจัยที่ทำให้

เมล็ดแห้งเร็วกว่ากำหนด ซึ่งรายงานผลงานทดลองของวีระศักดิ์และคณะ (2535) สนับสนุนว่า ถ้าในระยะที่ฝักเริ่มแก่ตรงกับช่วงที่อุณหภูมิ 39 - 42 องศาเซลเซียส จำนวนเมล็ดเขียวจะสูงกว่าที่ระดับอุณหภูมิระหว่าง 36-37 องศาเซลเซียส 4) การขาดน้ำในช่วงใดช่วงหนึ่งทำให้นั้ ถั่วชะงักการเจริญเติบโต

สำหรับผลการทดลองครั้งนี้ เมล็ดเริ่มเปลี่ยนสีเมื่ออายุ 101 วัน ภายหลังปลูก (ตารางที่ 1) และเมื่ออายุเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น เมล็ดสีเหลืองมีปริมาณเพิ่มขึ้น หรือเมล็ดสีเขียว น้อยลงเหลือเพียง 1.7 % ที่อายุเก็บเกี่ยว 129 วัน ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของอายุเก็บเกี่ยว ที่มีต่อปริมาณเมล็ดเขียว อย่างไรก็ตามที่ระยะสุกแก่ทางสรีระหรืออายุเก็บเกี่ยวที่ให้ผลผลิต สูงสุดเมล็ดมีความงอก และความแข็งแรงสูงสุด (อายุ 121-123 วัน) ปริมาณเมล็ดเขียวมี อยู่ประมาณ 5 % (ตารางที่ 1) แสดงว่าสาเหตุที่ยังมีเมล็ดเขียวน่าจะเกิดจากการสุกแก่ที่ไม่ พร้อมกันของเมล็ดที่เก็บเกี่ยว ซึ่งข้อมูลจากภาพที่ 1 แสดงถึงระยะเวลาการออกดอกที่ห่าง กันถึง 24 วัน สนับสนุนผลการทดลองดังกล่าว ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ ธนะภูมิินทร์ (2535) และรัชนิและคณะ (2533) Bernard และ Weiss (1973) อธิบาย ขบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีของเมล็ดว่า เมล็ดอ่อนมีสีเขียว เพราะมีคลอโรฟิลล์มาก เมื่อเมล็ดเริ่มแก่คลอโรฟิลล์จะค่อย ๆ สลายตัวไป อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติต้องคำนึงถึง คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วย โดยเฉพาะคุณภาพการงอกและความแข็งแรงของเมล็ด เพราะถ้า เก็บเกี่ยวล่าช้าเกินไป แม้ปริมาณเมล็ดเขียวลดน้อยลงก็จริง แต่คุณภาพของเมล็ดพันธุ์อาจต่ำ ลงได้ ซึ่งรายงานของนงลักษณ์ และสุรัตน์ (2531) ที่พบว่า การเก็บเกี่ยวล่าช้าทำให้ได้เมล็ด พันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ และมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่า สนับสนุนข้อคิดดังกล่าว

เมื่อเร็ว ๆ นี้ ศรีสมวงศ์ (ติดต่อส่วนตัว) ให้ข้อสังเกตว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในฤดูแล้งปี 2538 ที่อำเภอพร้าวจังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณเมล็ดเขียว สูงถึง 50 % เนื่องจากช่วงระยะสุกแก่ของอุณหภูมิของอากาศสูงถึง 43 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจึง น่าจะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเกิดเมล็ดเขียวมากกว่าอายุเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะถ้าเก็บ เกียวเมล็ดที่ระยะสุกแก่ ทั้งนี้อุณหภูมิสูงอาจมีบทบาทในการขัดขวางการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยไปทำให้เซลล์อย่างรวดเร็ว เอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ไม่สามารถ ทำหน้าที่ได้ หรือเอนไซม์อาจเสื่อมสภาพ (denature) (Salisbury และ Ross, 1992) คลอโรฟิลล์จึงยังคงมีปริมาณสูง ในการทดลองครั้งนี้การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองระยะที่ให้ผลผลิตสูงสุด

มีปริมาณเมล็ดเขียวไม่มากคือประมาณ 5 % และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิในช่วงที่ฟักเริ่มแก่ คือที่อายุ 101 วัน ถึงวันเก็บเกี่ยวที่อายุ 121 วัน (จากวันที่ 2-22 เมษายน 2536) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 32.4-39.5 องศาเซลเซียส (ตารางภาคผนวกที่ 16) ซึ่งน่าจะเป็นข้อมูลที่สนับสนุนความสำคัญของอุณหภูมิต่อการเกิดเมล็ดเขียว ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าผลผลิตของถั่วเหลืองจะสูงหรือต่ำ ขึ้นตรงกับองค์ประกอบของผลผลิต โดยทั่วไปส่วนประกอบที่ใช้ประโยชน์ในด้านเกษตรกรรมของพืชตระกูลถั่ว มักได้แก่ ฟักและเมล็ด ดังนั้นจำนวนฟักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฟัก และขนาดของเมล็ด จึงมีส่วนอย่างมากที่จะทำให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลง (อภิพรหม, 2533) ในการทดลองครั้งนี้ผลผลิต จำนวนฟักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ด (ทั้งน้ำหนักสด-น้ำหนักแห้ง) มีความสัมพันธ์กับอายุเก็บเกี่ยว ในลักษณะเส้นโค้ง แสดงว่าสมการกำลังสองสามารถใช้พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของลักษณะเหล่านี้โดยดูจากอายุเก็บเกี่ยวได้

ผลการทดลองในภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า เมื่อเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในระยะแรกๆ ภายหลังปลูก ผลผลิตมักต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดเพิ่งเริ่มมีการสะสมอาหาร ซึ่งการสะสมอาหารยังคงดำเนินต่อไป จนถึงอายุ 121 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ผลผลิตสูงสุดและเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดด้วย (ภาพที่ 6) แสดงว่าการสะสมอาหารน่าจะสิ้นสุดลงที่ระยะนี้

สำหรับจำนวนฟักต่อต้น ซึ่งนับว่าเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญนั้น แม้ว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติกับอายุเก็บเกี่ยวก็จริง แต่ค่า coefficient of determination ต่ำมาก น่าจะมีปัจจัยอื่นที่มากเกี่ยวข้อง เช่น จำนวนต้นต่อพื้นที่ จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น ซึ่งการทดลองครั้งนี้มิได้นำลักษณะเหล่านี้มาพิจารณา

การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง (ภาพที่ 5 และ 6) ในระยะแรกๆ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่เมื่อถึงจุดที่เมล็ดมีน้ำหนักสดสูงสุด (107 วัน) แล้ว น้ำหนักสดลดลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่น้ำหนักแห้งไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก Mullet (1981) อธิบายว่าระยะแรกของการพัฒนาของเมล็ด เป็นระยะที่มีการเคลื่อนย้ายถ่ายเทอาหารจากต้นแม่ไปสะสมไว้ในเมล็ด ซึ่งจะทำให้ให้น้ำหนักของเมล็ด (ทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง) เพิ่มขึ้น เมื่อการ

ถ่ายเทอาหาร จากต้นแม่ไปยังเมล็ดล้นสุดลง น้ำหนักสลดจะลดลงเนื่องจากเมล็ดเริ่มแห้ง แต่ น้ำหนักแห้งของเมล็ดค่อนข้างคงที่ ในการทดลองครั้งนี้ เมล็ดมีน้ำหนักสลดสูงสุดเร็วกว่าน้ำหนักแห้งถึง 14 วัน (น้ำหนักสลดสูงสุดที่อายุ 107 วัน และน้ำหนักแห้งสูงสุดที่อายุ 121 วัน) ซึ่ง ขัดแย้งกับข้อความที่สุเทวี (2530) กล่าวว่าน้ำหนักสลดและน้ำหนักแห้งสูงสุดในพืชทั่ว ๆ ไป ควรจะเป็นวันเดียวกัน หรือถึงแม้จะไม่ใช่วันเดียวกัน ก็ไม่ควรห่างกันมากนัก อาจเป็นไปได้ ว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวและนำมาตรวจสอบในการทดลองนี้ มีข้อผิดพลาด ในการสุ่มตัวอย่าง และที่ อายุเก็บเกี่ยวดังกล่าว เป็นอายุที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้สมการกำลังสอง ค่าที่ได้อาจยังไม่แม่นยำพอ

ในการทดลองครั้งนี้ ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อฝักกับอายุเก็บเกี่ยว (ตารางภาคผนวกที่ 6) นั้น นับว่าเป็นเรื่องปกติ เพราะลักษณะของจำนวนเมล็ดต่อฝักของ ถั่วเหลืองขึ้นกับพันธุกรรมมากกว่าการจัดการ Crosby และคณะ (1981) พบว่าถั่วเหลือง พันธุ์ Shore มีจำนวน 2 เมล็ดต่อฝัก พันธุ์ Williams และพันธุ์ Essex มี 3 เมล็ดต่อฝัก ส่วนพันธุ์ SRF-400 มี 4 เมล็ดต่อฝัก การทดลองครั้งนี้ทดลองกับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 (ตารางที่ 2) ซึ่งมี 2 เมล็ดต่อฝัก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานข้างต้น

การที่ความสูงของต้นถั่วเหลืองไม่มีความสัมพันธ์กับอายุเก็บเกี่ยว (ตารางภาคผนวกที่ 7) อาจเป็นเพราะถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอด (determinate) (กรมวิชาการเกษตร, 2532) ซึ่งการเจริญเติบโตแบบนี้ ความสูงของต้นจะไม่เพิ่มขึ้น หรืออาจเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ถ้านับจากวันออกดอกสูงสุดจนถึงวันสุกแก่ (กรมวิชาการเกษตร, 2532 และอภิพรณ, 2533)

คุณภาพของเมล็ด

ข้อมูลความชื้นของเมล็ดในตารางที่ 4 ชี้ให้เห็นว่า เมล็ดที่เก็บเกี่ยวในระยะแรก ๆ มีความชื้นสูง และลดลงเมื่ออายุเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ถ้าเก็บเกี่ยวที่อายุตั้งแต่ 117 วัน ขึ้นไป เมล็ดมีความชื้นใกล้เคียงระดับมาตรฐาน (12 %) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ รัชนิและคณะ (2533) ที่ทดลองในถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ว่า เมื่ออายุเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ความชื้นในเมล็ดจะลดลง ในทำนองเดียวกัน ศิริชัย (2536) อธิบายว่า ในระยะ 2-3 วัน

แรกหลังจากการปฏิสนธิแล้ว ความชื้นของเมล็ดจะสูงขึ้น ต่อจากนั้นจะลดลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ความชื้นของเมล็ดจะลดลงเร็วจนถึงจุดสมดุล (equilibrium) กับความชื้นของอากาศที่อยู่รอบ ๆ ในการทดลองครั้งนี้มีข้อสังเกตว่า อายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 111 วัน กับ 113 วัน และ 115 วัน กับ 117 วัน ความชื้นลดลงเร็วมากผิดปกติ สาเหตุอาจเกิดจากความผิดพลาดในการลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ เพราะเมื่อพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ในตารางภาคผนวกที่ 16 แล้วจะเห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

การประเมินคุณภาพของเมล็ด จากความงอกมาตรฐาน ของเมล็ดสด (ภาพที่ 8) ชี้ให้เห็นว่า เมล็ดจะสามารถงอกได้ต่อเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 79 วัน ภายหลังปลูก เมล็ดที่เก็บเกี่ยวก่อนหน้านี้ไม่สามารถงอกได้ หรือแม้งอกได้ก็ไม่สามารถเจริญเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ได้ เพราะเมล็ดยังอ่อนเกินไป ต้นอ่อน (embryo) ยังพัฒนาไม่เต็มที่ ถึงแม้ว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 79 วัน สามารถงอกเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ได้ ต้นกล้าก็ยังอ่อนแอ (ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 6 ว่า เมล็ดมีความแข็งแรงน้อยมากคือเพียง 4.6 เท่านั้น) เมื่อเมล็ดมีการพัฒนามากขึ้นความสามารถในการงอกก็เพิ่มขึ้น โดยความงอกเพิ่มขึ้นเร็วมาก ในช่วงแรก ๆ ของการเก็บเกี่ยว (อายุ 79-93 วัน) และมีความงอกสูงสุดเมื่อเมล็ดพัฒนาเต็มที่ (อายุ 121 วันขึ้นไป) ซึ่งความแข็งแรงของเมล็ดก็จะสูงตามไปด้วย

สำหรับเมล็ด ที่ตากแห้งนาน 2 วันนั้น เริ่มงอกที่อายุ 99 วัน ภายหลังปลูก ถ้าเก็บเกี่ยวก่อนหน้านี้ (อายุ 77-97 วัน) ไม่สามารถงอกได้ทั้ง ๆ ที่เมล็ดสดสามารถงอกได้ (ตารางที่ 5) อาจเป็นไปได้ว่าเมล็ดที่ยังอ่อนอยู่มีความชื้นสูงมาก คือสูงกว่า 62 % (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาตากแห้งด้วยแสงแดด (ในการทดลองครั้งนี้ เมล็ดถูกแกะออกจากเปลือกก่อนแล้วนำไปตากแดด 2 วัน) ความร้อนอาจทำให้เนื้อเยื่อที่สดตายได้ เมล็ดที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 101 วันขึ้นไป มีการพัฒนามากขึ้น ความชื้นลดต่ำลง ความสามารถทนทานต่ออันตรายของความร้อนจากแสงแดดเพิ่มขึ้น จึงสามารถงอกได้ดีและมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ จะเห็นว่า ความสามารถในการงอกของเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง มีความคล้ายคลึงกัน ตรงที่ความงอกเพิ่มขึ้นเร็วมากในระยะแรก ๆ และช้าลงเมื่อใกล้ถึงจุดที่เมล็ดมีความงอกสูงสุด โดยปกติเมล็ดพืชทุกชนิดสามารถงอกได้ ภายหลังจากการปฏิสนธิ เพียงไม่กี่วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และเมื่ออายุภายหลังการปฏิสนธิเพิ่มขึ้น เมล็ดจะมีความงอกสูงขึ้น จนกระทั่งเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา ความงอกจะสูงสุด และจะคงที่อยู่ช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้ว

จึงค่อยๆ ลดลง (จวงจันทร, 2529) เป็นที่น่าสังเกตว่า ในช่วงอายุ 113-129 วัน (จากค่าพยากรณ์) (หรือ 115-129 วัน จากข้อมูลในตารางที่ 5) ความมอกของเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง ไม่ต่างกันนัก คือมีเปอร์เซ็นต์ความมอกสูงทั้ง 2 วิธี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทนทานต่อการตากแห้งของเมล็ดที่มีความชื้นต่ำและมีน้ำหนักแห้งมาก

ความแข็งแรงทั้งของเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง (ภาพที่ 10 และ 11) ให้ผลในทำนองเดียวกับเปอร์เซ็นต์ความมอก กล่าวคือเมล็ดมีความแข็งแรงสูงขึ้นเร็วมากในระยะแรกของการเก็บเกี่ยว เมื่อใกล้ถึงระยะที่เมล็ดมีความแข็งแรงสูงสุด ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นช้าลงแล้วคงที่หรือค่อนข้างคงที่ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของการพัฒนาของเมล็ดโดยทั่วไป จากตารางที่ 6 ในช่วงอายุ 95-97 วัน ของเมล็ดสดและที่อายุ 109-111 วัน ของเมล็ดแห้ง ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นกะทันหัน แม้ว่าช่วงอายุดังกล่าวเป็นระยะที่ความแข็งแรงของเมล็ดเพิ่มอย่างรวดเร็วก็ตาม อาจมีข้อผิดพลาดในการสุ่มเก็บตัวอย่างเกิดขึ้นด้วย

จากการทดสอบโดยวิธีเร่งอายุ (ตารางที่ 7) จะเห็นว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 105 วัน หลังปลูก ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นสูง เมล็ดตายทั้งหมด อาจเนื่องมาจากก่อนการทดสอบเมล็ดมีความมอกต่ำ (ตารางที่ 5) และความแข็งแรงต่ำ (ตารางที่ 6) เมื่อนำมาเก็บไว้ภายใต้สภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิสูง เมล็ดไม่อาจทนต่อสภาวะเช่นนั้นได้ สำหรับเมล็ดที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 119, 127 และ 129 วัน นั้น เมื่อก่อนนำเข้าไปเก็บไว้ในสภาวะดังกล่าว มีความสามารถในการงอก และความแข็งแรงสูงอยู่ก่อนแล้ว และเมื่อผ่านการเร่งอายุความมอกยังคงสูงอยู่ แสดงว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวที่อายุดังกล่าว มีความแข็งแรงสูง และสามารถทนทานต่อสภาวะที่ใช้ในการทดสอบได้

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลของความมอกมาตรฐาน และความแข็งแรง ซึ่งทดสอบโดยวิธี vigor index ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมล็ดมีความสามารถในการงอกสูงสุด และมีความแข็งแรงสูงสุด เกิดขึ้นตั้งแต่อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 111 วันขึ้นไป (ตารางที่ 5 และ 6) จึงเป็นที่น่าเสียดายว่า เมล็ดที่อายุเก็บเกี่ยวดังกล่าว มิได้นำเข้าทดสอบความสามารถในการเก็บรักษาโดยการเร่งอายุ (เนื่องจากมีจำนวนไม่เพียงพอ) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบความแข็งแรงอีกวิธีหนึ่ง จึงทำให้พลาดโอกาสที่จะได้ข้อมูลในระยะวิกฤติไป แม้กระนั้นก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับความมอกภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (ตารางที่ 8 เปรียบเทียบกับตารางที่ 5) สนับสนุนว่า เมล็ดที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 113 วันขึ้นไป มีความแข็งแรงสูงพอที่จะใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีได้ ส่วน

เมล็ดอ่อน (อายุ 77-99 วัน) นอกจากสูญเสียความงอกเนื่องจาก การตากแห้ง ตั้งแต่ก่อน นำเข้าเก็บรักษาแล้ว (ตารางที่ 5) ภายหลังเก็บรักษานาน 3 เดือนแล้ว เมล็ดยังตายทั้งหมดอีกด้วย (ตารางที่ 8) สำหรับเมล็ดที่อายุ 101-111 วัน แม้ว่าสามารถทนทานต่อการตากแห้ง ได้ดีขึ้น แต่เมื่อนำเข้าเก็บรักษา กลับสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็ว ทั้ง ๆ ที่สภาพการ เก็บรักษาถูกควบคุมไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าเมล็ดในช่วงอายุดังกล่าว มีการพัฒนา ไปถึงระดับที่สามารถงอกได้ แต่ยังไม่ถึงจุดที่มีความแข็งแรงสูงสุด หรือยังไม่ถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยานั้นเอง

ในการทดลองครั้งนี้ ค่าที่กล่าวถึงเป็นค่าที่ได้จากการพยากรณ์และค่าสังเกตจาก ข้อมูลที่เก็บได้ โดยไม่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนได้ เพราะไม่มีซ้ำ ดังนั้น การวางแผนการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่แน่นอน ควรที่จะดำเนินการต่อไป

การทดลองที่ 2 ความสัมพันธ์ของอายุฝัก กับปริมาณเมล็ดเขียว ความงอก และความชื้นของ เมล็ด

ความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้งระหว่างอายุฝักกับปริมาณเมล็ดเขียว ความงอก หรือความชื้นของเมล็ด ชี้ให้เห็นว่า สมการกำลังสองสามารถใช้พยากรณ์ปริมาณเมล็ดเขียว ความงอกและความชื้น โดยดูจากอายุของฝักได้ ถั่วเหลืองพันธุ์เขียวใหม่ 60 ในช่วงอายุ 45-75 วัน ภายหลังดอกบานได้ ถ้าเก็บเกี่ยวฝักถั่วเหลืองเมื่ออายุ 45 วัน ปริมาณเมล็ดเขียวยัง สูงถึง 32 % แต่เมื่ออายุเพิ่มขึ้น ปริมาณเมล็ดเขียวลดลง (ภาพที่ 12) การเก็บฝักครั้งสุดท้าย ที่อายุ 75 วัน มีเมล็ดเขียวเพียง 2.5 % เหตุผลสำหรับเรื่องนี้ น่าจะเป็นทำนองเดียวกับที่ อธิบายไว้ใน การทดลองที่ 1

เปอร์เซ็นต์ความงอก โดยทั่วไปเมล็ดจะสามารถงอกได้ หลังจากปฏิสนธิแล้ว เพียงไม่กี่วัน โดยเปอร์เซ็นต์ความงอกจะเพิ่มขึ้น จนเมล็ดเริ่มสุกแก่ทางสรีรวิทยา ความงอก ก็ยังคงสูงอยู่ และจะคงที่อยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่งแล้วจะลดลง (จางจันท์, 2529) ในการทดลองครั้งนี้ เมล็ดมีความงอกสูงกว่า 90 % เมื่อเก็บเกี่ยวฝักที่อายุตั้งแต่ 55 วันขึ้นไป แสดงว่า ช่วงอายุดังกล่าว เมล็ดเจริญเติบโตจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับจาง-จันท์ (2529) และผลการทดลองที่ 1 ที่แสดงว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่อายุ 113 วันขึ้นไป

สามารถงอกได้ดี ทั้งนี้เพราะช่วงที่ถั่วเหลืองออกดอกสูงสุดคือช่วงอายุ 60-70 วัน ภายหลังปลูก (ภาพที่ 1) ถ้าเมล็ดใช้เวลาสำหรับการพัฒนา 55 วัน อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 115-125 วัน ภายหลังปลูก

ความชื้นเมล็ด แม่เมื่อเก็บฝักครั้งแรก (อายุ 45 วัน) เมล็ดก็มีความชื้นต่ำแล้ว (10 %) ดังนั้นเมื่อเก็บฝักในครั้งต่อ ๆ ไป ความชื้นจึงลดลงอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น คืออายุฝักห่างกันถึง 30 วัน (จาก 45 ถึง 75 วัน) ความชื้นลดลงเพียง 2.5 % (จาก 10 เหลือ 7.5 %) ผลการทดลองนี้ ชี้ให้เห็นว่า การกำหนดวันเริ่มเก็บเกี่ยวอาจล่าช้าเกินไป แต่เมื่อพิจารณาลักษณะการออกดอกในภาพที่ 1 จะเห็นว่าช่วงที่ถั่วเหลืองออกดอกมากคือช่วงอายุ 60-70 วัน ภายหลังปลูก ถ้าอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 113-121 วัน ภายหลังปลูก แสดงว่าการพัฒนาทางเมล็ดใช้เวลา ประมาณ 50 วัน ภายหลังดอกบาน ดังนั้นการที่ฝักอายุ 45 วัน มีความชื้นของเมล็ดต่ำน่าจะเกิดจากสาเหตุอื่น เช่น ในขณะที่เริ่มเก็บเกี่ยวฝักชุดแรก ต้นถั่วเหลืองในแปลงบางส่วนได้ถูกเก็บเกี่ยวไปบ้างแล้ว อาจทำให้สภาพแวดล้อมรอบ ๆ ต้น (microclimate) ที่ใช้เป็นตัวอย่าง ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนไปจากเดิม ดังนั้นจึงควรมีการทดลองซ้ำอีก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แน่นอนต่อไป โดยต้องไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ต้นตัวอย่างถูกรบกวน และมีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมด้วย

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาแบบของการพัฒนาของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ตั้งแต่ระยะออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว ผลปรากฏว่า

1. การออกดอกเริ่มเมื่ออายุ 56 วัน ภายหลังปลูก โดยมีช่วงระยะการออกดอกเฉลี่ย 24 วัน โดยมีช่วงออกดอกสูงสุด 2 ช่วงคือ ที่อายุ 62 และ 68 วัน
2. เมล็ดเริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลือง เมื่ออายุ 101 วัน ปริมาณเมล็ดสีเขียวลดลง เมื่ออายุเก็บเกี่ยวมากขึ้น และที่อายุ 129 วัน ปริมาณเมล็ดเขียวต่ำสุด 1.76 % ซึ่งเป็นไปได้ว่า ลักษณะการทยอยออกดอกของถั่วเหลือง อาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการมีเมล็ดเขียวปะปนเมื่อเก็บเกี่ยว
3. เมล็ดสามารถงอกได้ครั้งแรก เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 79 วัน เมื่อเพาะเมล็ดสดและ 99 วัน เมื่อเพาะเมล็ดแห้ง ความงอกสูงสุดพบที่อายุ 125 วันและ 123 วัน ตามลำดับ โดยมีความแข็งแรงสูงสุดที่อายุ 123 วันเท่ากัน
4. การสะสมน้ำในเมล็ดและน้ำในหัก เริ่มบันทึกได้เมื่ออายุ 77 และ 79 วัน ภายหลังปลูก หรือ 15 และ 17 วันภายหลังดอกบานสูงสุดช่วงแรก น้ำในเมล็ดและน้ำในหักสูงสุดพบที่อายุ 107 และ 121 วัน ตามลำดับ
5. อายุเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้งกับผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดที่ประเมินจากความงอก ความแข็งแรง และความชื้นของเมล็ด จากการใช้สมการกำลังสองพยากรณ์พบว่า ที่อายุเก็บเกี่ยว 121 วัน จะให้ผลผลิตสูงสุด (599.7 กิโลกรัมต่อไร่) เมล็ดมีความงอกสูงทั้งเพาะเมล็ดสดและเมล็ดแห้งคือ 98.5 % และ 100 % ตามลำดับ มีความแข็งแรงสูง 39.4 เมื่อเพาะเมล็ดสดและ 40.1 เมื่อเพาะเมล็ดแห้ง โดยความชื้นของเมล็ดอยู่ในระดับ 14.5 %
6. เมล็ดที่อายุตั้งแต่ 117 วันเป็นต้นไป มีความสามารถในการเก็บรักษาได้นาน เมื่อประเมินจากการเร่งอายุ และภายหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนาน 3 เดือน
7. อายุฝักถั่วเหลืองมีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นโค้งกับปริมาณเมล็ดเขียว ความงอกและความชื้นในเมล็ด เมื่ออายุฝักเพิ่มขึ้นปริมาณเมล็ดเขียว และความชื้นในเมล็ดลดลง แต่ความงอกเพิ่มขึ้น ปริมาณเมล็ดเขียวต่ำสุด 2.5 % เมื่อฝักอายุ 75 วันภายหลังดอกบาน ความงอกเพิ่มขึ้นถึงระดับที่สูงกว่า 90 % ตั้งแต่อายุ 55 วัน และสูงสุดที่อายุ 70 วัน (98%) เมล็ดที่เก็บเกี่ยวตั้งแต่ฝักมีอายุ 45 วัน ถึง 75 วัน มีความชื้นอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน และมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย คือลดจาก 10 % ไปเป็น 7.5 %

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2532. แนะนำพันธุ์ถั่วเหลือง. สถาบันวิจัยพืชไร่, กรุงเทพมหานคร.
น. 23-24.
- กัลยา รัตนถาวร และธวัชชัย ทิมชุมเห็ดเยียร. 2532. ปัญหาเมล็ดสีเขียวในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง. กสิกร 62(1):75-77.
- กัลยา รัตนถาวร. 2534. การผลิตเมล็ดพันธุ์หลักถั่วเหลือง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองอุตสาหกรรม, ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 229-237.
- ขวัญใจ จินะปริวัติอาภรณ์ และอัญญะ เตชะศิลป์พิทักษ์. 2530. พันธุ์กรรมกับการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง. เอกสารประกอบการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์พืชชั้นสูง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 179 น.
- จันทร์ธิดา ปิยสุนทรวงษ์. 2537. ถั่วเหลือง. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร ปีที่ 40 ฉบับที่ 457. น. 22-23.
- จรัญ สมหวัง. 2531. สำนวนสถานการณ์การผลิตถั่วเหลือง ปี 2531/2532. รายงานประจำปีศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 26-27.
- จรรยา อารีย์. 2537. สถานการณ์การผลิตและการตลาดถั่วเหลือง. รายงานประจำปีศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 12-13.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 210 น.
- ทรงเชาว์ อินสมพันธุ์, วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์, วิเชียร เฮงสัวส์ดี และศุภชัย ลิปิธิ. 2530. ผลของระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในฤดูฝน. รายงานสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเหลืองครั้งที่ 2, โรงแรมไพลิน, จังหวัดพิษณุโลก. น. 189-202.
- ธนะภูมิินทร์ สาครเศ. 2535. อิทธิพลของวันดอกบานที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และลักษณะที่สำคัญทางการเกษตรบางลักษณะของถั่วเหลืองพันธุ์ส่งเสริม 6 พันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ธนะภูมิินทร์ สาครเศ และวันชัย จันทน์ประเสริฐ. 2535. อิทธิพลของวันออกดอกที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและลักษณะที่สำคัญทางการเกษตรบางลักษณะของถั่วเหลือง 6 พันธุ์. รายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 30. สาขาพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์และกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. น. 459-468.
- ธวัชชัย ทิมชุมเหิธร. 2533. ความก้าวหน้าวิทยาการเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง. รายงานสัมมนาเชิงปฏิบัติการ งานวิจัยถั่วเหลืองครั้งที่ 3, จังหวัดเชียงใหม่. น. 29-34.
- นงลักษณ์ ประกอบบุญ และสุรัตน์ นักร้อง. 2531. ผลของอายุเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ. รายงานการสัมมนาความก้าวหน้าของงานวิจัยและพัฒนาวิทยาการเมล็ดพันธุ์ครั้งที่ 3, โรงแรมลิตเติ้ลดิก, จังหวัดเชียงใหม่. น. 73.
- พูนพันธ์ สมบัตินันท์, ศรีสมวงศ์ มานิตย์, รัชนิ คงคำ, กัลยา รัตนาวาร, คงศักดิ์ กำแหงสงคราม และจัญญ์ สมหวัง. 2531. ศึกษาผลของการบ่มต้นถั่วเหลืองที่มีต่อจำนวนเมล็ดเขียวและคุณภาพเมล็ดพันธุ์. รายงานผลงานวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 779-785.
- เพ็ญแข นาดไตรภพ. สุมิตรรา ปิ่นทองคำ, วัฒนศักดิ์ ชมพูนิช, อินทรรัตน์ เสราติ, จุฑาอารีย์ และพรศิริ มณีโชติ. 2529. การศึกษาหาระยะและอัตราปลูกที่เหมาะสมของถั่วเหลืองสายพันธุ์ 7508-50-10. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 273-279.
- มณฑา นันทะพันธ์, เสวต เจริญภาค, และปรีชา สุรินทร์. 2533. ความสัมพันธ์ของโรคถั่วเหลืองบางชนิดต่อการเกิดเมล็ดเขียว. รายงานผลงานวิจัยศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 632-636.
- รัชนิ คงคำ, พูนพันธ์ สมบัตินันท์, ศรีสมวงศ์ มานิตย์, กัลยา รัตนาวาร, ธนินาถ สมบัติศิริ, คงศักดิ์ กำแหงสงคราม และจัญญ์ สมหวัง, 2533. การศึกษาผลของอายุเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเชียงใหม่ 60. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 674-680.
- วันชัย จันทน์ประเสริฐ. 2525. อิทธิพลของขนาดเมล็ดที่มีต่อลักษณะบางประการของเมล็ดพันธุ์และผลผลิตของถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2534. การหลุดร่วงของดอกและฝักกับการพัฒนาองค์ประกอบผลผลิตในถั่วเหลือง. วารสารเกษตร 7(3) : 330-345.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2535. การศึกษาความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 18 สายพันธุ์. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 24:261-267.

วีระศักดิ์ เทพจันทร์, เพ็ญแข นางไตรภพ, แดน พูแสง, จริญญา อารีย์ และนพพร ทองเปลว. 2534. อิทธิพลของภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่มีต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของถั่วเหลืองพันธุ์มาตรฐานและสายพันธุ์ก้าวหน้า. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 567-579.

วีระศักดิ์ เทพจันทร์, เพ็ญแข นางไตรภพ, นริรัตน์ วรรณกิจมงคล, มาลี พึ่งเจริญ, แดน พูแสง และนพพร ทองเปลว. 2535. อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการเกิดเมล็ดเขียวและผลผลิตของถั่วเหลือง. รายงานการสัมมนาวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติครั้งที่ 4, โรงแรมโมโหะ, จังหวัดขอนแก่น. 14 น.

ศรีสมวงศ์ มานิตย์, พูนพันธ์ สมบัตินันท์, ประยูร สายคำ, กัลยา รัตนาวาร, คงศักดิ์ กำแพงสงคราม และวิจิตร ขจรมาลี. 2529. ศึกษาคุณภาพเมล็ดเขียวของถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูแล้ง. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 670-677.

ศรีสมวงศ์ มานิตย์, พูนพันธ์ สมบัตินันท์, รัชนี้ คงคำคำ, กัลยา รัตนาวาร, คงศักดิ์ กำแพงสงคราม, จริญญา สมหวัง และวิจิตร ขจรมาลี. 2531. การผลิตเมล็ดพันธุ์หลักของถั่วเหลือง. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 742-750.

ศรีสมวงศ์ มานิตย์, รัชนี้ คงคำคำ, กัลยา รัตนาวาร, คงศักดิ์ กำแพงสงคราม, จริญญา สมหวัง และเสวต เจริญภาค. 2533ก. การผลิตเมล็ดพันธุ์หลักของถั่วเหลือง. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 704-718.

ศรีสมวงศ์ มานิตย์, รัชนี้ คงคำคำ, คงศักดิ์ กำแพงสงคราม, จริญญา สมหวัง และเสวต เจริญภาค. 2533ข. ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 689-694.

- ศรีสมวงศ์ มานิตย์, กัลยา รัตนถาวร, พิมพ์ โชติญาณวงษ์, คงศักดิ์ กำแพงสงคราม, เสวต เจริญภาส และจรัญ สมหวัง. 2537. การศึกษาความงอก ความแข็งแรง และความสามารถในการเก็บรักษาของถั่วเหลือง 182 สายพันธุ์. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 672-678.
- ศรีสมวงศ์ มานิตย์ และกัลยา รัตนถาวร. 2538. แก่ปัญหาเมล็ดเขียวของถั่วเหลืองได้อย่างไร. กสิกร 68(1):46-50.
- ศิริชัย อุ่นศรีสง. 2536. วิทยาการเมล็ดพันธุ์. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาพืชไร่, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, จังหวัดเชียงใหม่. น. 38-39.
- สนิท ลวดทอง, บุญเหลือ ศรีมิ่งคุณ และขจรวิทย์ พันธุ์ยางน้อย. 2535. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการสัมมนาวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติครั้งที่ 4, โรงแรมโรสชะ, จังหวัดขอนแก่น. 13 น.
- สมศักดิ์ ศรีสมบัติ, อลงกรณ์ กรณ์ทอง, ศุภชัย แก้วมีชัย และสิทธิ แดงประดับ. 2535. ลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วเหลือง. รายงานการสัมมนาวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 4, โรงแรมโรสชะ, จังหวัดขอนแก่น. 12 น.
- สุเทวี สุขปรการ. 2530. การพัฒนาของเมล็ด. เอกสารประกอบการฝึกอบรมวิทยาการเมล็ดพันธุ์. สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. 6 น.
- สุมิตรา ปันทองคำ, ธนิต โสภโณตร, เพ็ญแข นาดไตรภพ, อลงกรณ์ กรณ์ทอง, คำวิ ศรีสุข, อินทรัตน์ เสราดี และวัฒนศักดิ์ ชมพูนิช. 2531ก. ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดเมล็ดเขียว. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 480-488.
- สุมิตรา ปันทองคำ, วัฒนศักดิ์ ชมพูนิช, อินทรัตน์ เสราดี, เพ็ญแข นาดไตรภพ, แดน พุแสง, พงศ์พันธ์ จึงอยู่สุข และวิจิตร ขจรมาลี. 2531ข. ศึกษาผลการขาดน้ำที่มีต่อการเกิดเมล็ดเขียวและผลผลิตของถั่วเหลือง, รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 489-496.
- สุมิตรา ปันทองคำ, สุวิทย์ ปันทองคำ และแดน พุแสง. 2533. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณพืชกับการเกิดเมล็ดเขียวของถั่วเหลือง. รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร. น. 367-372.
- สุรินทร์ เพยกัลน. 2526. เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง. ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 230.

- อดิศักดิ์ สุวิทวัส. 2535. การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกในวันปลูกและอัตราปลูกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อนงค์ รัตนอุบล และสุนันทา จันทกุล. 2531. การศึกษาอิทธิพลของการเก็บเกี่ยวล่าช้า วิธีการนวดและการเก็บรักษาในสภาพต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง. รายงานการสัมมนาความก้าวหน้าของงานวิจัยและพัฒนาวิทยาการเมล็ดพันธุ์ ครั้งที่ 3, โรงแรมเลิศเลอ, จังหวัดเชียงใหม่. น.56-70.
- อภิพรหม พุกภักดี. 2533. วิทยาศาสตร์การผลิตพืชตระกูลถั่ว. ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 538 น.
- อภิพรหม พุกภักดี, ทฤษฎี ภัทรติลก, สุวิทย์ เลหาศิริวงศ์ และอดิศักดิ์ สุวิทวัส. 2535. ศึกษาความแตกต่างของผลผลิต การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 เมื่อปลูกในพื้นที่ปลูกขนกันและกำแพงแสน โดยให้มีคู่ปลูกและอัตราปลูกต่างกัน. รายงานการสัมมนาทางวิชาการถั่วเหลืองครั้งที่ 4, โรงแรมโมชะ, จังหวัดขอนแก่น. 20 น.
- แอนนา สายมนรัตน์ และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2529. ความดีเด่นในถั่วเหลืองลูกผสมชั่วที่ 2. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 20:134-143.
- Balyan, J.S. and K.N. Mohta. 1985. Effect of plant population on promising varieties of soybean. *Indian Journal of Agronomy* 30(3):370-373 ; *Field Crop Abst.* 39(11):981. No.8542.
- Baskin, C.C. 1987. Accelerated aging test. In : *Handbook of Vigor Test Methods*. 2nd Edn., F. Fiala (Ed.), pp. 43-48. The International Seed Testing Association. Zurich.
- Bernard, R.L. and M.G.Weiss. 1973. Qualitative Genetics. In : *Soybean Improvement, Production and Uses*. B.E. Caldwell (Ed.), pp.136-144. American Society of Agronomy, Inc, Pub. Madison, Wisconsin, USA.
- Board, J.E. 1985. Yield components related to seed yield in determinate soybean. *Crop Sci.* 27:1296-1297.
- Chang, Y.Z. and L.H. Dong. 1982. The principles of high yielding soyabeans and culture techniques. *Acta Agronomica Sinica* 8(1): 41-48; *Field Crop Abst.* 35(10):815. No.8108.

- Coolbear, P. 1994. Seed development. Flower and Vegetable Seed Production Symposium Proceeding, Maejo University. 12 pp.(in press)
- Crosby, K.E., L.H. Aung and G.R. Buss. 1981. Plant characteristics as determinants of yield in soybean, Glycine max (L.) Merrill. In Agronomy Abstracts. 73rd Annual Meeting, American Society of Agronomy ; Field Crop Abst. 35(9):742. No.7330.
- Danuso, F. and G. Mosca. 1983. The influence of climate early maturing varieties and sowing date on the seed moisture of soyabean (Glycine max (L.) Merr.) seeds during ripening. Rivista di Agronomia 17(4):465-471 ; Field Crop Abst.38(9): 555. No.4860.
- Delouche, J.C. 1982. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In : Soybean Seed Quality and Stand Establishment. Proc. of the Conference for Scientists of Asia. International Agriculture Publication, INSOY Series, No.22, pp. 56-57.
- Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stage of soybean development. Iowa State A.E.S. Special Report 80. 11 pp.
- Fehr, W.R., P.N. Hinz and J.D. Hruskoci. 1981. Preharvest yield estimation for soybeans. In Agronomy Abstracts. 73rd Annual Meeting, American Society of Agronomy;Field Crop Abst. 35(9): 744. No.7354.
- Heitholt, J.J., D.B. Egli and J.E. Leggett. 1986. Characteristics of reproductive abortion in soybean. Crop Sci. 26:589-595.
- Hernandez, G., D.P. Velasquez and J.M. Silva. 1986. Evaluation of population density in soybean cv. Cristalina. In Informe de las Labores de la Seccion de Agronomia, Centro Nacional Experimental del Algodon ; Field Crop Abst. 43(10):929. No. 7212.

Iglesias, A., F.S. Abreu, D. Acosta, G.I. Alvarez and M.J.

Gonzalez. 1984. Determination of the optimal harvest date in relation to the quality of soybean seeds from crops sown on 3 different dates. Reporte de Investigacion del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical No.22, 6 pp. ; Field Crop Abst. 38(9):555. No.4859.

Inoue, T., Y. Kutsuna, T. Izawa, K. Aoki, H. Kojima, M. Fukunaga and M., Taniguchi. 1982. Studies on the mechanical cultivation of soybeans in rotational paddy field. II, optimum reaping time of soybeans with a reaper and binder. Research Bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center No.14, pp. 65-70 ; Field Crop Abst. 36(12) 1058. No.10536.

ISTA, 1993. International Rule for Seed Testing. Seed Sci. & Technol. 13:299-335.

Lin, S.S. and J.L. Severo. 1982. Effect of delayed harvest on seed quality and yield of soyabean [Glycine max (L.) Merrill] Agronomia Sulriograndense 18(1):47-59 ; Field Crop Abst. 36(5):368. No.3683.

Longer, D.E., E.J. Lorenz and J.T. Cothren. 1986. The influence of seed size on soybean [Glycine max (L.) Merrill] emergence under simulated soil crust conditions. Field Crops Research (Netherlands) 14(4):371-375 ; Abst. Tropic. Agric. 12(12):94. No.61132.

Minamide, T. and A. Hata. 1992. The effect of harvest date and storage temperature on the quality of green soyabean seeds. Scientific Reports of the Kyoto Prefectural University, Natural Science and Living Science No.41, pp.23-28 ; Field Crop Abst. 45(10):900. No.7111.

- Mullet, J.H. 1981. Seed development and seed production. Aust. Hort. 78(8):52-61.
- Nakagawa, J., J.R. Machado and C.A. Rosolem 1987. The effect of plant density on the performance of soyabean cultivars. Cientifica 15(1-2):23-36 ; Field Crop Abst. 42(41):639. No.5282.
- Philbrook, B.D. 1989. Harvest date tillage and other agronomic management effects on yield and seed quality of solid-seeded soybean. Dissertation Abstracts International 49(11):4615 ; Field Crop Abst. 42(10):970. No.7929.
- Philbrook, B.D. and E.S. Oplinger. 1989. Soybean field losses as influenced by harvest delays. Agron. J. 81(2):251-258.
- Prakobboon, N. and S. Naglor. 1987. Harvesting time and post harvest handling on quality of soybean seed produced by farmers. Thai J. Agric. Sci. 20(1):11-16.
- Rajput, M.J., S. Tunio, M.A. Rajput and F.K. Rajput. 1984. Effect of row and plant spacings on yield and yield components in soybean. Pakistan Journal of Agricultural Research. 5(2): 83-87 ; Field Crop Abst. 38(7):400. No.3593.
- Rosolem, C.A., J.C.O. Silverio and J. Nakagawa. 1983. Effects of plant density in soyabean crops. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 18(9):977-984 ; Field Crop Abst. 37(8):676. No.6167.
- Salehuzzaman, M., M.S. Alam and M.K. Pasha. 1983. Influence of seed size on soyabean. Bangladesh-Acta Agronomica (Hungary) 32(1-2):162-165 ; Abst. Tropic. Agric. 9(11):89. No.48859.
- Salisbury, Frank B. and Cleon W. Ross. 1992. Plant Physiology. International Student Edition, Wadsworth Pub. Co., Belmont, California. USA. 682 pp.

- Singh, B.B. and D.P. Gupta. 1982. Seed quality in relation to harvesting at physiological maturity in soybeans. (Glycine max) Seed Sci. & Technol. 10(3):469-474.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principle and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach. 2nd Edn., McGraw-Hill Book Co., pp. 452-462.
- Teixeira, M.C.C. and J.A. Costa. 1989. The effect of seed size of soybean on the vigor and proportion on the tegument, embryonic axis and cotyledons. Brazil-Lavoura Arrozeira (Brazil) 42(385):12-15 ; Abst. Tropic. Agric. 15(7):89. No. 71447.
- Tekrony, D.M., D.B. Egli and G. Henson. 1981. A visual indicator of physiological maturity in soybean plants. Agron. J. 73(3):553-556.



ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับเมล็ดข้าวของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ
ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	43004.026686	21502.01334	96.8698**
Residuals	24	5327.237606	221.96823	
Total	26	48331.264292		

$$r^2 = 0.88 \quad y = -331.6758 + 10.4201 x - 0.0622 x^2$$

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับผลผลิตของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภาย
หลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	1120004.820763	560002.41038	117.83336**
Residuals	24	114059.621295	4752.48422	
Total	26	1234064.442058		

$$r^2 = 0.90 \quad y = -4237.2415 + 79.4240 x - 0.3260 x^2$$

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับจำนวนผักตบชวาของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ
ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	59.744700	29.87235	3.5390*
Residuals	24	202.581584	8.44090	
Total	26	262.326284		

$$r^2 = 0.22 \quad y = -21.0420 + 0.8222 x - 0.0035 x^2$$

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับน้ำหนักสด 100 เมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยว
ต่าง ๆ ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	1650.147860	825.07393	61.6986**
Residuals	24	320.943605	13.37265	
Total	26	1971.09146		

$$r^2 = 0.83 \quad y = -340.9742 + 6.9517 x - 0.0327 x^2$$

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยว
ต่าง ๆ ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	716.983923	358.49196	308.3307**
Residuals	24	27.904481	1.16269	
Total	26	744.888404		

$$r^2 = 0.96 \quad y = -107.5398 + 2.0195 x - 0.0082 x^2$$

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่างๆ
ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	0.066084	0.03304	0.9222 ^{ns}
Residuals	24	0.859879	0.03583	
Total	26	0.925963		

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับความสูงของต้นข้าวเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่างๆ ภาย
หลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	24.434335	12.21717	0.9891 ^{ns}
Residuals	24	296.429960	12.35125	
Total	26	320.864295		

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับความชื้นในเมล็ดของข้าวเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยวต่างๆ
ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	13717.270896	6858.63545	192.5644 ^{**}
Residuals	24	854.816700	35.61736	
Total	26	14572.807596		

$$r^2 = 0.94 \quad y = -44.4566 + 3.3351 x - 0.0230 x^2$$

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับความงอกของเมล็ดสดของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยว
ต่าง ๆ ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	20322.025336	10161.01267	152.6002**
Residuals	23	1531.474664	66.58585	
Total	25	21853.500000		

$$r^2 = 0.92 \quad y = -546.3303 + 10.2661 x - 0.0407 x^2$$

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับความงอกของเมล็ดแห้งของถั่วเหลืองที่อายุเก็บเกี่ยว
ต่าง ๆ ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	19435.938410	9717.96921	80.1864**
Residuals	13	1575.499090	121.19224	
Total	15	21011.437500		

$$r^2 = 0.92 \quad y = -2722.6801 + 45.8011 x - 0.1857 x^2$$

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับความแข็งแรงของเมล็ดสด โดยวิธี VI. ของถั่วเหลือง
ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	3657.7231163	1828.86158	221.0053**
Residuals	23	190.329437	8.27519	
Total	25	3848.052600		

$$r^2 = 0.95 \quad y = -248.5340 + 4.6479 x - 0.0187 x^2$$

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุ
เก็บเกี่ยวกับความแข็งแรงของเมล็ดแห้ง โดยวิธี VI. ของถั่วเหลือง
ที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ ภายหลังปลูก

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	3111.153566	1555.57678	79.9558**
Residuals	13	252.920815	19.45545	
Total	15	3364.074382		

$$r^2 = 0.92 \quad y = -1088.6284 + 18.3119 x - 0.0742 x^2$$

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุผัก
กับเมล็ดเขียวของถั่วเหลืองที่อายุผักต่างๆ ภายหลังดอกบาน

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	725.534696	362.76735	32.7162**
Residuals	4	44.353184	11.08830	
Total	6	769.887880		

$$r^2 = 0.94 \quad y = 175.4980 - 4.4991 x + 0.0292 x^2$$

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุผัก
กับความงอกของถั่วเหลืองที่อายุผักต่างๆ ภายหลังดอกบาน

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	216.047619	108.02381	13.3736**
Residuals	4	32.309524	8.07738	
Total	6	248.357143		

$$r^2 = 0.86 \quad y = -28.7380 + 3.6500 x - 0.0261 x^2$$

ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุผัก
กับความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลืองที่อายุผักต่างๆ ภายหลังดอกบาน

SV	DF	SS	MS	F
Regression	2	3.476648	1.73832	18.9208**
Residuals	4	0.367495	0.09187	
Total	6	3.844143		

$$r^2 = 0.90 \quad y = 18.6609 - 0.2768 x + 0.0017 x^2$$

ตารางผนวกที่ 16 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เดือนธันวาคม 2535 และเดือนมกราคม-เมษายน 2536

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)					อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)															ความชื้นสัมพัทธ์ (%)				
	จ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	จ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
						จ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.															
1	-	-	-	-	-	25.4	11.2	18.3	28.4	12.3	20.4	28.0	9.4	18.7	34.3	13.8	24.0	37.6	17.9	27.8	69	72	65	63	65
2	-	-	-	-	-	25.2	10.6	17.9	28.9	15.2	22.0	27.6	10.2	18.9	33.2	16.4	24.8	38.5	18.3	27.9	68	70	65	68	61
3	-	-	-	T	-	25.7	11.0	18.3	28.8	13.3	21.0	28.0	9.9	18.9	34.0	18.0	26.0	36.8	18.2	27.5	67	68	66	62	64
4	-	-	-	-	-	27.5	10.3	18.9	28.8	12.6	20.7	28.3	10.4	19.3	35.5	16.6	25.8	36.3	17.9	27.1	66	66	65	63	68
5	-	-	-	-	-	28.3	12.8	20.6	28.5	12.6	20.6	28.7	10.7	19.7	35.4	16.3	25.8	38.0	19.7	28.8	72	67	64	64	61
6	-	-	-	-	-	29.0	13.8	21.4	28.8	13.4	21.1	29.0	10.9	20.0	36.0	16.6	26.3	38.1	19.0	28.6	70	68	66	62	63
7	-	-	-	-	-	28.3	14.1	21.2	28.6	13.6	21.1	30.2	11.8	21.0	35.7	17.5	26.6	36.1	19.3	27.7	62	68	65	64	68
8	-	-	-	T	T	29.0	13.3	21.2	26.6	15.3	21.0	30.0	11.5	20.8	33.2	19.3	26.2	34.3	20.8	27.6	64	75	65	67	76
9	-	-	-	-	-	28.7	12.8	20.8	28.4	16.3	22.4	31.0	11.9	21.4	32.5	21.1	26.8	33.1	18.8	26.0	65	73	64	69	71
10	-	-	-	-	-	28.4	12.2	20.3	28.1	15.2	21.6	29.8	12.5	21.2	33.8	21.7	27.8	34.8	22.2	28.5	65	76	68	67	70

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ)

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)					อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)															ความชื้นสัมพัทธ์ (%)				
	จ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	จ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
						จ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.															
11	-	-	-	-	1.6	28.6	12.1	20.4	28.0	16.4	22.2	31.0	15.0	23.0	30.3	20.1	25.2	36.0	19.5	27.8	64	70	66	71	64
12	-	-	-	T	-	29.0	12.2	20.6	29.8	13.5	21.6	31.1	15.7	23.4	24.6	19.9	22.2	37.4	20.2	28.8	67	71	65	80	62
13	-	-	-	-	0.2	29.0	12.8	20.9	30.2	15.1	22.6	31.1	14.3	22.7	32.1	16.9	24.5	34.1	19.5	26.8	67	68	65	66	68
14	-	-	-	-	-	29.1	12.4	20.4	29.8	13.8	21.8	31.3	13.0	22.2	34.4	16.3	24.8	35.3	19.2	27.2	69	67	64	64	64
15	-	-	-	-	0.5	29.5	12.9	21.2	29.9	13.2	21.6	31.2	12.9	22.0	35.0	17.1	26.0	35.6	20.0	28.0	69	67	64	63	68
16	-	-	-	-	-	29.4	15.8	22.6	28.9	13.0	21.0	31.4	12.6	22.0	36.6	17.8	27.2	37.2	20.4	28.8	67	66	63	58	64
17	-	-	-	-	-	29.4	14.8	22.1	28.9	12.7	20.8	32.0	12.9	22.4	36.0	16.4	26.2	37.6	20.6	29.1	66	66	65	61	62
18	-	-	-	-	-	29.4	14.4	21.9	27.5	11.5	19.5	32.7	12.8	22.8	35.9	17.0	26.4	38.0	20.4	29.2	69	71	64	63	64
19	-	-	-	-	-	28.9	14.2	21.6	27.3	12.0	19.6	32.3	12.9	22.6	35.7	16.7	26.2	38.8	20.7	29.8	68	66	62	63	62
20	-	-	-	-	-	29.0	14.8	21.9	26.9	11.4	19.2	32.0	12.5	22.2	35.5	15.8	25.6	38.4	21.3	29.8	66	65	61	64	62

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ)

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)					อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)															ความชื้นสัมพัทธ์ (%)									
	จ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	จ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.					
						จ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.																				
21	-	-	-	-	11.5	29.1	13.5	20.8	28.8	12.3	20.5	32.5	13.2	22.8	34.8	18.4	26.6	39.5	22.4	31.0	69	71	62	67	62					
22	-	-	-	-	10.0	29.3	14.3	21.8	31.2	15.7	23.4	32.1	14.3	23.2	34.6	17.7	26.2	32.4	21.1	26.8	72	65	62	65	66					
23	45.8	-	-	-	T	29.5	18.0	23.7	30.3	12.7	21.5	32.7	13.3	23.0	34.2	18.4	26.3	34.5	19.0	26.8	98	63	61	66	66					
24	62.8	-	-	-	-	18.5	18.2	18.4	28.9	9.7	19.3	33.0	14.0	23.5	35.0	18.2	26.6	35.4	23.2	29.3	71	64	61	66	67					
25	-	-	-	-	-	22.5	12.2	17.4	27.8	9.3	18.5	32.6	14.0	23.3	35.2	18.2	26.7	36.8	22.0	29.4	68	64	63	67	63					
26	-	-	-	-	T	24.0	11.1	17.6	27.0	9.1	18.0	34.0	13.2	23.6	36.6	19.2	27.9	38.2	22.2	30.2	70	66	63	65	62					
27	-	-	-	-	2.9	25.7	10.0	17.8	26.0	12.5	19.2	33.8	12.6	23.2	37.1	19.3	28.2	36.8	24.1	30.4	68	73	61	66	64					
28	-	-	-	-	T	27.0	11.8	19.4	23.2	15.9	19.5	34.0	13.5	23.7	37.8	19.4	28.6	36.6	22.8	29.7	68	71	62	65	64					
29	-	-	-	-	-	27.1	11.3	19.2	20.5	13.4	16.9	-	-	-	38.3	19.2	28.8	35.5	22.6	29.0	66	-	-	63	66					
30	-	-	-	-	0.4	28.0	10.8	19.4	25.6	9.0	17.3	-	-	-	37.8	19.1	28.4	37.3	23.8	30.6	68	-	-	59	66					
31	-	-	-	-	-	28.0	11.8	20.2	26.5	9.3	17.9	-	-	-	37.6	18.3	28.0	-	-	-	70	-	-	63	-					
รวม	108.6	0	0	0.2	27.1	855.7	401.5	628.2	866.6	401.3	634.1	871.4	351.9	611.5	1077.7	556.7	816.7	109.5	617.1	856.0	2128	1917	1789	2014	1953					
เฉลี่ย	54.3	0	0	0.2	3.8	27.6	12.9	20.2	27.9	12.9	20.4	31.1	12.5	21.8	34.7	17.9	26.3	36.5	20.5	28.5	68	61	63	64	65					