



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชไร่นา

พืชไร่นา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลกระทบของวิธีเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อการผลิตถั่วงอก

Effect of Harvesting Method on Mungbean Seed Quality for Bean Sprout Production

นามผู้วิจัย นางสาวนุจรี ดวงลัดดา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์วันชัย จันทร์ประเสริฐ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สุนันทา จันทกุล, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์รังสฤษฎ์ กาวิตะ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบของวิธีเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อการผลิตถั่วงอก

Effect of Harvesting Method on Mungbean Seed Quality for Bean Sprout Production

โดย

นางสาวนุจรี ดวงลัดดา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อขอความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2552

นุจรี ดวงลัดดา 2552 ผลกระทบของวิธีเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว
เพื่อการผลิตถั่วงอก ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชไร่
ภาควิชาพืชไร่ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์วันชัย
จันทร์ประเสริฐ, Ph.D. 90 หน้า

ศึกษาผลกระทบของวิธีเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชัชวาท 72 เพื่อการ
ผลิตถั่วงอก ทดลองในปี 2548 และ 2549 วางแผนการทดลองแบบ **Randomized complete block
design** ทั้งหมด 4 ซ้ำ โดยเปรียบเทียบวิธีทยอยเก็บเกี่ยวฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก 70
และ 77 วันหลังปลูก 63 70 และ 77 วันหลังปลูก การเก็บเกี่ยวแบบปลิดฝักครั้งเดียวและการตัดต้น
ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก พบว่า การเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บ 3 ครั้ง ที่อายุ 63 70 และ 77 วัน
หลังปลูก ให้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอก ความมีชีวิตสูงและพบเมล็ดเสียหายที่ตรวจสอบด้วยวิธี **fast
green** ต่ำ การเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บฝักแก่มีแนวโน้มที่ให้เมล็ดที่มีความงอกจำเพาะสูงและนำไป
เพาะถั่วงอกแล้วได้ผลผลิตสูง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพและ
ลักษณะทางคุณภาพ โดยใช้สมการถดถอย พบว่า ความงอกจำเพาะของเมล็ดมีความสัมพันธ์กับ
การให้ผลผลิตถั่วงอก คือเมล็ดที่มีความงอกจำเพาะสูงจะให้ผลผลิตถั่วงอกสูง ความเสียหายของ
เมล็ดจากการตรวจสอบด้วยวิธี **fast green** มีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลผลิตของถั่วงอกและ
ความมีชีวิตของเมล็ดและมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับเมล็ดคัดทิ้ง นอกจากนี้การตรวจสอบ
ความเสียหายด้วยวิธี **Chlorox test** และเมล็ดยังมีสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตถั่วงอก จาก
การศึกษาสามารถกล่าวได้ว่า การทยอยเก็บเกี่ยวฝักแก่ 3 ครั้ง ที่ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก เป็นวิธี
เก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดเพื่อใช้ในการอุตสาหกรรมการเพาะถั่วงอก

Nujaree Duangladda 2009. Effect of Harvesting Method on Mungbean Seed Quality for Bean Sprout Production. Master of Science (Agriculture), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Wanchai Chanprasert, Ph.D. 90 pages.

A study on effect of harvesting method on seed quality of mungbean cv. Chainat 72 for bean sprout production was carried out in late rainy season 2005 and 2006. Randomized complete block design with 4 replications was used. Twice and three times of harvest sequence by mature pod picking at 63 and 70 DAP, 70 and 77 DAP, 63, 70 and 77 DAP were compared with harvesting once by mature pod picking and whole plant cutting at 63, 70 and 77 DAP. The results revealed that harvest sequence at 63, 70 and 77 resulted in high seed germination and viability and a lower percentage of damaged seed detected by fast green test. The harvest sequence method tended to give seed with high specific gravity. Regression analysis showed that there were linear relationships between specific gravity of seed versus bean sprout yield, seed damage detected by fast green test versus bean sprout yield, seed viability and rejected seed by oversoak test. Seed damage detected by chlorox test and percentage of seed wrinkle were related with bean sprout yield. It can be concluded that mature pod picking three times at 63, 70 and 77 DAP is appropriate for mungbean seed harvesting for bean sprout production.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วันชัย จันทรประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
หลัก รศ.ดร.สุรนันทา จันทกุล และรศ.ดร.สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
ที่ให้คำปรึกษาด้านการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไป
ด้วยดี รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.จินดารัฐ วีระวุฒิ ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย
และรศ.ดร.สุพจน์ เฟื่องฟูพงศ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะที่มีส่วนสำคัญจนทำ
ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาพืชไร่นาทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้
อันเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในการทำวิจัยและในการประกอบอาชีพในอนาคต ขอขอบคุณ
เจ้าหน้าที่โครงการวิจัยถั่วเขียวทุกท่านที่มีส่วนสำคัญในการเกษตรกรรมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการวิจัย
ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชไร่นา วิทยาเขตบางเขนและวิทยา
เขตกำแพงแสนที่ให้ความเอื้อเฟื้อด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนๆ
ภาควิชาพืชสวน วิทยาเขตกำแพงแสนซึ่งให้ความเอื้อเฟื้อด้านการเดินทางและที่พักระหว่างที่ทำการ
วิจัยที่วิทยาเขตกำแพงแสน และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้อง ภาควิชาพืชไร่นา วิทยาเขตบางเขนและ
วิทยาเขตกำแพงแสนทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ กำลังใจ และคำแนะนำที่ดีจนวิทยานิพนธ์สำเร็จ
ลุล่วงด้วยดี

ด้วยประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่ครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้
ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และบุคคลในครอบครัวทุกคนที่ให้กำลังใจและสนับสนุนด้าน
การศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา

นุจรี ดวงลัดดา

มีนาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	14
อุปกรณ์	14
วิธีการ	15
ผลและวิจารณ์	21
ผล	21
วิจารณ์	68
สรุปและข้อเสนอแนะ	77
สรุป	77
ข้อเสนอแนะ	78
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	79
ภาคผนวก	86
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	90

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	22
2	จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	24
3	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	27
4	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	29
5	ความถ่วงจำเพาะของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	32
6	ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	34
7	ความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบด้วยวิธี TZ test ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	37
8	ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ภายหลังจากการเร่งอายุของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	39
9	อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้นกล้า) ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	42
10	ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัมเมล็ด) ของสารละลายแช่เมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี fast green test ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	47
12	ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี Chlorox test ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	49
13	เมล็ดช่น (เปอร์เซ็นต์) ที่พบจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	51
14	เมล็ดเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) โดยสังเกตจากลักษณะภายนอกของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	53
15	เมล็ดบวมน้ำ (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี oversoak test ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	57
16	ผลผลิตถั่วออก (กิโลกรัมถั่วออกต่อกิโลกรัมเมล็ด) ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	59
17	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับลักษณะทางคุณภาพ ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี	61

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	23
2	จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	25
3	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	28
4	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	30
5	ความถ่วงจำเพาะของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	33
6	ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	35
7	ความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบด้วยวิธี TZ test ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	38
8	ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ภายหลังจากการเร่งอายุของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	40
9	อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (มีลติกรัมต่อต้นกล้า) ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	43
10	ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัมเมล็ด) ของสารละลายแช่เมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	45

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี fast green test ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	48
12	ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี Chlorox test ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	50
13	เมล็ดช่น (เปอร์เซ็นต์) ที่พบจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	52
14	เมล็ดเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) โดยสังเกตจากลักษณะภายนอกของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	54
15	เมล็ดบวมน้ำ (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี oversoak test ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	15
16	ผลผลิตถั่วงอก (กิโกรัมถั่วงอกต่อกิโกรัมเมล็ด) ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549	60
17	ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) จากการทดสอบด้วยวิธี Fast green test กับความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี	62
18	ความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดช่นที่พบ (เปอร์เซ็นต์) กับอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (มิลลิกรัม/ต้นกล้า) ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี	63
19	ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Fast green test กับเมล็ดคัดทิ้ง (เปอร์เซ็นต์) ในขั้นตอนการทดสอบเมล็ดบวมน้ำของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี	64

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	ความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดค่น (เปอร์เซ็นต์) ที่พบกับผลผลิตถั่วงอก (กิโลกรัม ถั่วงอก/กิโลกรัมเมล็ด) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี	65
21	ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Chlorox test กับผลผลิตถั่วงอก (กิโลกรัมถั่วงอก/กิโลกรัมเมล็ด) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี	66
22	ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Fast green test กับผลผลิตถั่วงอก (กิโลกรัมถั่วงอก/กิโลกรัมเมล็ด) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี	67
ภาพผนวกที่		
1	ปริมาณน้ำฝนระหว่างวันที่ 1 สิงหาคมถึงวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2548 และ 2549 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	87
2	อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคมถึง 31 ตุลาคม 2548 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	88
3	อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคมถึง 31 ตุลาคม 2549 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	89

ผลกระทบของวิธีเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อการผลิตถั่วงอก

Effect of Harvesting Method on Mungbean Seed Quality for Bean Sprout Production

คำนำ

ถั่วเขียว (*Vigna radiata* L) เป็นพืชตระกูลถั่วที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากเป็นพืชอายุสั้น ใช้น้ำน้อยและทนแล้งได้ดี เกษตรกรนิยมปลูกเป็นพืชหมุนเวียนหลังการเก็บเกี่ยวพืชหลัก ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้เพื่อการบริโภคโดยตรงและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเพาะถั่วงอก วุ้นเส้น การผลิตแป้งถั่วเขียว และขนมหวาน เป็นต้น (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2550; สุมนา, 2551) ความต้องการใช้ถั่วเขียวเพื่อการบริโภคและอุตสาหกรรมภายในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมเพาะถั่วงอกมีความต้องการใช้เมล็ดถึง 26,000 ตันต่อปี (ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย, 2551) แต่ปริมาณการผลิตในประเทศกลับลดลงจาก 178,000 ตันในปี 2546 เหลือเพียง 122,000 ตันในปี 2550 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

แม้ว่าความต้องการใช้ถั่วเขียวสำหรับอุตสาหกรรมเพาะถั่วงอกจะเพิ่มขึ้น แต่เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวที่ใช้ในอุตสาหกรรมเพาะถั่วงอกโดยทั่วไปยังมีคุณภาพและความแข็งแรงต่ำ เกิดเมล็ดคัดทิ้งในขั้นตอนการเพาะถั่วงอกสูง จากการศึกษาของบุญยา (2547) พบว่าเมล็ดบวมน้ำที่ต้องคัดทิ้งในขั้นตอนการเพาะถั่วงอก 2-22 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมล็ดคัดทิ้งเหล่านี้เป็นเมล็ดที่คุดน้ำเร็ว ปริมาตรเมล็ดมากกว่าเมล็ดไม่บวมน้ำ แต่มีน้ำหนักแห้งและความถ่วงจำเพาะของเมล็ดต่ำกว่าเมล็ดไม่บวมน้ำ สาเหตุอาจเนื่องมาจากการที่ถั่วเขียวมีการเจริญเติบโตแบบทอดยอด (*indeterminate growth*) ระยะเวลาออกดอกจะอยู่ในช่วง 14-21 วัน (บัวกัน, 2533; วันชัยและคณะ, 2538) การออกดอกที่เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน ทำให้การสุกแก่เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน โดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวในฤดูฝน หากปล่อยเมล็ดสุกแก่ทั้งต้นก่อนการเก็บเกี่ยว เมล็ดจะเผชิญกับสภาพฟ้าอากาศ (*weathering effect*) ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพในเมล็ดพันธุ์ขึ้นได้ และเมล็ดพันธุ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำ (สุนันทา, 2543) Williams *et al.* (1995b) รายงานว่า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ดมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวที่ได้รับ ความเสียหายจากสภาพฟ้าอากาศในช่วงที่เมล็ดสุกแก่ โดยเมล็ดที่ได้รับ ความเสียหายจากสภาพฟ้าอากาศเป็นเวลานาน ความแข็งแรง

ของเมล็ดจะลดลงมากกว่าเมล็ดที่เผชิญกับสภาพฟ้าอากาศเพียงช่วงเวลาสั้นๆ ดังนั้น จึงศึกษาผลกระทบของวิธีเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และปริมาณเมล็ดคั่วทิ้งเพื่อเป็นแนวทางการผลิตเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีในอุตสาหกรรมเพาะถั่วงอกและลดต้นทุนการเพาะถั่วงอก

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอิทธิพลของวิธีเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวในอุตสาหกรรมการเพาะถั่วงอก
2. ศึกษาผลของวิธีเก็บเกี่ยวที่มีต่อปริมาณเมล็ดบวมน้ำที่คั้ดทิ้งในขั้นตอนการเพาะถั่วงอก

การตรวจเอกสาร

ถั่วเขียวผิวมัน (mungbean หรือ green gram) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Vigna radiata* (L.) Wilczek จัดอยู่ในวงศ์ Fabaceae เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตแบบ indeterminate growth เช่นเดียวกับ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และถั่วชนิดอื่นๆ ถั่วเขียวเป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น เกษตรกรสามารถปลูกได้ 3 ฤดู คือ ต้นฤดูฝน (กลางเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม) ปลายฤดูฝน (เดือนสิงหาคมถึงกันยายน) และฤดูแล้ง (เดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) โดยเฉพาะการปลูกฤดูปลายฝน ถั่วเขียวจะสุกแก่และสามารถเก็บเกี่ยวได้ในเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีฝนแล้ว การเก็บเกี่ยวช่วงนี้จะได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี จึงถือเป็นฤดูหลักของการผลิตถั่วเขียวในประเทศไทย (พีระศักดิ์, 2542)

การเจริญเติบโตของถั่วเขียว

การเจริญเติบโตของถั่วเขียว สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative stages; V.) และระยะเจริญพันธุ์ (Reproductive stages; R.) โดยระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น จะเริ่มพิจารณาตั้งแต่ถั่วเขียวงอกโผล่พื้นดิน (VE) เริ่มมีใบเลี้ยงคู่แรกปรากฏขึ้น (VC) จากนั้นจะใช้จำนวนข้อบนลำต้นหลักตั้งแต่ใบจริงคู่แรกแผ่กว้างเป็นเกณฑ์กำหนดระยะการเจริญเติบโต การเจริญเติบโตทางลำต้นจะสิ้นสุดลงเมื่อถั่วเขียวเริ่มออกดอก ส่วนระยะเจริญพันธุ์จะเริ่มจาก ระยะ R1 (ระยะเริ่มออกดอก) คือ ระยะที่ดอกแรกบานบนข้อใดข้อหนึ่งบนลำต้นหลัก ระยะ R2 (ระยะเริ่มติดฝัก) คือ เริ่มมีฝักอ่อนเกิดขึ้นบนข้อใดข้อหนึ่งของลำต้นหลัก ระยะ R3 (ระยะเริ่มติดเมล็ด) คือ มีฝักใดฝักหนึ่งขนาดยาว 3 เซนติเมตร เกิดขึ้นบนข้อใดข้อหนึ่งของ 3 ข้อบนสุด ระยะ R4 (ระยะเมล็ดพัฒนาเต็มที่) ซึ่งเมล็ดภายในฝักใดฝักหนึ่งบน 3 ข้อบนสุดเริ่มงอกขึ้นเห็นได้ชัด ระยะ R5 (ระยะเริ่มสุกแก่) ในระยะนี้จะมีฝักใดฝักหนึ่งบนลำต้นเริ่มสุกแก่ โดยฝักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลไหม้หรือสีดำ ระยะ R6 (ระยะเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1) ระยะนี้ฝักในลำต้นจะสุกแก่ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และระยะ R7 (ระยะเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2) เป็นระยะที่ฝักในลำต้นสุกแก่ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถั่วเขียวบางพันธุ์อาจพบว่าพืชจะเจริญเติบโตจากระยะ R5 ถึง R6 หรือ จากระยะ R6 ถึง R7 ต้องใช้ระยะเวลาเพิ่มขึ้น (วิไลวรรณ และคณะ, 2531; อภิพรธม และจุฑานาฏ, 2531; อภิพรธม, 2533; จุฑานาฏ, 2534)

ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชยานา 72

อานัติ และคณะ (2543); สถาบันวิจัยพืชไร่ (ม.ป.ป.) ได้รายงานลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชยานา 72 ว่าเป็นสายพันธุ์กลายของพันธุ์กำแพงแสน 2 โดยนำพันธุ์กำแพงแสน 2 ไปฉายรังสีแกมมา อัตรา 600 เกรย์ ผ่านการคัดเลือกภายใต้สภาพที่มีการระบาดของหนอนแมลงเจาะลำต้น และไม่มีการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดหนอนแมลงวันเจาะลำต้น มีลักษณะเด่นคือ มีความต้านทานต่อหนอนแมลงวันเจาะลำต้นปานกลาง (ในสภาพธรรมชาติที่เป็นแหล่งระบาด) โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 212 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ชัชยานา 36 ร้อยละ 44 ส่วนในฤดูแล้ง ต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน ให้ผลผลิต 222, 240 และ 187 กิโลกรัมต่อไร่ มีเสถียรภาพในลักษณะการให้ผลผลิต และลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ดดีกว่าพันธุ์ชัชยานา 36 สามารถปลูกได้ในทุกสภาพแวดล้อม

ลักษณะประจำพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชัชยานา 72

อายุดอกแรกบาน	32	วัน
อายุฝักแรกแก่	50	วัน
อายุเก็บเกี่ยว	63	วัน
ความสูงต้น	65-70	เซนติเมตร
จำนวนฝักต่อต้น	15	ฝัก
จำนวนเมล็ดต่อฝัก	11	เมล็ด
น้ำหนัก 1,000 เมล็ด	66	กรัม
สีฝักอ่อน	สีเขียวอ่อน	
สีฝักแก่	สีดำ มีรูปร่างกลม	
สีเมล็ด	สีเขียว มีรูปร่างค่อนข้างกลม	

การสุกแก่และการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์

การออกดอกของถั่วเขียวมีการทยอยออก ซึ่งจะอยู่ในช่วง 14-24 วัน ระยะเวลาการบานของดอกถั่วเขียวที่เกิดขึ้นเป็นช่วงเวลายาวนาน แม้บางครั้งฝักถั่วเขียวสุกแก่แล้ว ยังสามารถสร้างดอกขึ้นได้อีก ทำให้การสุกแก่ (maturity) เกิดไม่พร้อมกัน (อภิพรธ, 2529) ซึ่งการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของถั่วเขียวจะแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ เช่น ถั่วเขียวพันธุ์ VM-26 จะสุกแก่ที่ 22 วัน

หลังดอกบาน (พิชัย, 2524) พันธุ์กำแพงแสน 1 สุกแก่ที่ 18 วันหลังดอกบาน พันธุ์กำแพงแสน 2 สุกแก่ที่ 20 วันหลังดอกบาน (บัวกัน, 2533) พันธุ์มทส 1 สุกแก่ที่ 16 วันหลังดอกบาน พันธุ์ชัยนาท 36 สุกแก่ที่ 17 วันหลังดอกบาน พันธุ์ชัยนาท 72 สุกแก่ที่ 16 วันหลังดอกบาน (พัฒน์พงศ์, 2547) และพันธุ์ Berken จะเข้าสู่ระยะสุกแก่ที่ 20 วันหลังดอกบาน (Perdomo, 1985) เป็นต้น

สิ่งที่ระบุว่าเมล็ดมีการสุกแก่นั้น จวงจันท์ (2529 ข) กล่าวว่า เมื่อถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (*physiological maturity*) เมล็ดจะมีขนาดและน้ำหนักแห้งของเมล็ดสูงที่สุด ขณะที่ความงอกของเมล็ดจะสูงสุดก่อนที่เมล็ดจะสุกแก่ทางสรีรวิทยา นอกจากนี้ ความแข็งแรงของเมล็ดจะสูงสุดขณะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาด้วย ส่วนความชื้นในเมล็ดจะลดลงอย่างรวดเร็วจนมีความชื้นประมาณ 14-20 เปอร์เซ็นต์ในขณะเก็บเกี่ยว (*harvesting maturity* หรือ *field maturity*) ซึ่งแม้ว่าการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ระยะเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาจะได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่โดยทั่วไปเมล็ดยังคงมีความชื้นสูงอยู่ ประมาณ 30-60 เปอร์เซ็นต์ การปล่อยให้เมล็ดอยู่บนดินต่อไป เมล็ดอาจได้รับความเสียหายได้ เช่น ต้นหักล้ม (*lodging*) การแตกของฝัก (*shattering*) เกิดการสูญเสียผลผลิต (อภิพรรณ, 2533; Philbrook and Oplinger, 1989) เกิดเมล็ดงอกคาคัน การทำลายของโรค แมลง และสัตว์ศัตรู และเมล็ดเผชิญกับสภาพดินฟ้าอากาศแปรปรวนที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ (วันชัย, 2542) ซึ่งผลจากสภาพอากาศเลวร้าย อาจทำให้เกิดความเสียหายของ *membrane* และเนื้อเยื่อของเมล็ดได้ ทำให้อัตราการรั่วไหลของสารภายในเมล็ดเพิ่มขึ้นเมื่อตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดที่แช่น้ำ (Williams *et al.*, 1995 b)

Delouche (1980) กล่าวว่า หากสภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยวมีความชื้นและอุณหภูมิสูงแล้ว จะทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว สภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยวจึงมีอิทธิพลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ สอดคล้องกับถั่วเขียว คือ หากเมล็ดถั่วเขียวได้รับความชื้นในระยะเวลาที่ฝักสุกแก่ทางสรีรวิทยา จะทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ลดลง และมีแนวโน้มทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงด้วย (พัฒน์พงศ์, 2547) บัวกัน (2533) กล่าวว่า ผลของความชื้นจากน้ำค้างในเวลากลางคืน ความร้อนจากแสงแดดร้อนจัดในเวลากลางวันและอุณหภูมิสูง ทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ของถั่วเขียวพันธุ์ กำแพงแสน 1 และกำแพงแสน 2 ที่เก็บเกี่ยวครั้งเดียวเมื่ออายุ 79 วันหลังปลูก มีค่าลดลง ซึ่งผลสอดคล้องกับ อนงค์ (2531) คือ การเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 2 และ สจ. 4 ล่าช้ากว่า 30 วันหลังสุกแก่ทางสรีรวิทยานั้นคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะอื่น นอกจากนี้หากนวดโดยใช้ไม้ทุบเมล็ดที่เก็บเกี่ยวล่าช้ากว่า 30 วันหลังสุกแก่ทางสรีรวิทยา หรือเมล็ดที่มีความชื้นของเมล็ดสูงเนื่องมาจากถูกฝนก่อนการเก็บเกี่ยว นั้น จะเพิ่มความเสียหายแก่เมล็ด

มากขึ้น อภิพวรรณ และ จุฑานาฎ (2531) จึงได้แนะนำระยะเวลาการเก็บเกี่ยวถั่วเขียวที่เหมาะสม คือ การเก็บเกี่ยวถั่วเขียวครั้งที่ 1 (first harvest) ควรเริ่มที่ระยะการเจริญเติบโต R_6 นั่นคือ ฝักบนลำต้น จะสุกแก่ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2 (second harvest) หรือระยะ R_7 นั้นควรเก็บเกี่ยว เมื่อฝักที่เหลืออยู่บนต้นสุกแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ Lassim *et al* (1984) แนะนำว่า ควรเก็บเกี่ยวเมล็ด พันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์อุทอง 1 เมื่ออายุ 62-65 วันหลังปลูก เนื่องจากว่าที่ระยะนี้น้ำหนักแห้งของเมล็ด และเปอร์เซ็นต์การกะเทาะเปลือกดีที่สุด ซึ่งเป็นระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

การเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพดี จวงจันทร์ (2529) กล่าวว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ความชื้นของเมล็ดสามารถบ่งชี้ถึงความสุกแก่ของเมล็ดว่ามีมากน้อยเพียงใด เป็นตัวกำหนด เวลาเก็บเกี่ยวได้ การเก็บเกี่ยวโดยแรงคนหรือการเกี่ยวด้วยมือ (hand harvest) สามารถเลือกเก็บ เมล็ดที่สุกแก่เต็มที่ และลดอันตรายที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์เสียหายหรือมีคุณภาพต่ำได้ ในขณะที่การ เก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกล (machine harvest) สามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในแต่ละครั้งได้ปริมาณ มาก เป็นการประหยัดเวลาและแรงงาน แต่เมล็ดพันธุ์อาจได้รับความเสียหายจากเครื่องจักรกลซึ่งมี ผลทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ลดลงได้ การเก็บเกี่ยวถั่วเขียวนั้นหากต้องการเก็บเกี่ยวให้ได้ผลผลิต ทั้งหมด ต้องเก็บเกี่ยวหลายครั้ง ทำให้ต้นทุนของแรงงานในการเก็บเกี่ยวสูงขึ้น อีกทั้งตำแหน่งของ ฝักถั่วเขียวที่ทำให้เครื่องเก็บเกี่ยวเข้าไปปฏิบัติได้ยาก การเก็บเกี่ยวถั่วเขียวส่วนใหญ่จะนิยมทยอย เก็บเฉพาะฝักที่แก่ ประมาณ 2-3 ครั้ง ในกรณีที่ต้องการประหยัดแรงงานจะเก็บเกี่ยวครั้งเดียว โดย ต้องกะระยะเวลาที่เมล็ดส่วนใหญ่สุกแก่เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์สูงที่สุด (วันชัย, 2542)

สุวิมลและคณะ (2532) ได้เปรียบเทียบการเก็บเกี่ยวครั้งเดียวในถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 และกำแพงแสน 2 ที่อายุ 60, 67, 74 และ 81 วันหลังปลูก พบว่า การเก็บเกี่ยวที่ 81 วันหลังปลูกจะ ได้ผลผลิตสูงที่สุดแต่เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่ำที่สุด การเก็บเกี่ยวที่ 60 วันหลังปลูกเมล็ดพันธุ์ที่ได้มี ความงอกสูงที่สุด ส่วนการเก็บเกี่ยวที่ 67 และ 74 วันหลังปลูกมีความงอกใกล้เคียงกับการเก็บ เกี่ยวที่ 60 วันหลังปลูก นอกจากนี้ ยังได้เปรียบเทียบการเก็บเกี่ยวทั้งต้นและการปลิดฝักของถั่ว เขียวพันธุ์ชัยนาท 60 และอุทอง 1 พบว่า การเก็บเกี่ยวทั้งต้นจะได้ผลผลิตสูงกว่าและเสียค่าแรงต่ำ กว่ากรปลิดฝัก แต่การเก็บแบบปลิดฝักจะได้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าการ เก็บเกี่ยวทั้งต้น นอกจากนี้ การทยอยเก็บเกี่ยวถั่วเขียวพันธุ์มทส 1 กำแพงแสน 1 และชัยนาท 36 ที่ ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาทุกวันให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงกว่าการทยอยเก็บ 2 ครั้งและการเก็บเกี่ยว

ครั้งเดียวและมีแนวโน้มว่าเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาทุกวันจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุด (พัฒนพงศ์, 2547)

อายุการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

โดยทั่วไป ที่ระยะ **physiological maturity** เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด การเคลื่อนย้ายอาหารจากต้นแม่เข้าสู่เมล็ด โดยผ่านทางท่อลำเลียงที่เชื่อมต่อระหว่างต้นแม่และเมล็ดจะหยุดลง (Hanington, 1972; Phillips *et al.*, 1976) แม้ว่าที่ระยะนี้คุณภาพของเมล็ดจะสูงสุด แต่การเก็บเกี่ยวเมล็ดยังไม่สามารถทำได้เนื่องจากความชื้นในเมล็ดที่ค่อนข้างสูง จึงต้องลดความชื้นเมล็ดลงจนสมดุลกับความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ (Green *et al.*, 1966) ซึ่งการเก็บเกี่ยวถั่วเขียว นั้นควรเก็บเกี่ยวเมื่อความชื้นภายในเมล็ดประมาณ 13-15 เปอร์เซ็นต์ (Perdomo, 1985)

จิรากร (2526) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ **Cutler, Davis, Hardee, Improved pelican** และส.จ.2 ที่ระยะก่อนและหลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา เมล็ดพันธุ์ที่ได้นอกจากจะมีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความงอก และความแข็งแรงต่ำแล้ว หากเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ระยะหนึ่งแล้วนำมาตรวจสอบความงอก พบว่า ความงอกของเมล็ดจะลดลงเร็วกว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ส่วนเมล็ดที่สุกแก่ทางสรีรวิทยาและมีความชื้นลดลงอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว จะมีความแข็งแรงและความงอกสูง สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน โดยที่ความงอกลดลงช้า นอกจากนี้ บงกช (2539) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์ นว.1 สจ.2 และ สจ.5 ที่ระยะแก่เต็มที (R8) มีความงอกเฉลี่ยถึง 99.3 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว (**harvesting maturity**) ความงอกจะลดลงเหลือ 90.7 เปอร์เซ็นต์ และหากเก็บเกี่ยวล่าช้ากว่า 10 วัน หลังระยะแก่เก็บเกี่ยว ความงอกเฉลี่ยลดลงเหลือเพียง 78.0 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวล่าช้าออกไปจะเกิดการเสื่อมความงอก นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบความแข็งแรงทั้งโดยวิธีเร่งอายุและวัดค่าการนำไฟฟ้าก็ให้ผลทำนองเดียวกับความงอก ในถั่วเขียวนั้น บัวกัน (2533) รายงานว่าการเก็บเกี่ยวถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 และพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่อายุประมาณ 55-58 วัน หลังปลูก และเก็บเกี่ยวครั้งที่สองเมื่ออายุประมาณ 71-75 วันหลังปลูก การเก็บเกี่ยวจะเลือกเก็บเกี่ยวเฉพาะฝักที่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ จะได้ถั่วเขียวที่มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดีที่สุด ส่วนถั่วลิสง พันธุ์ไทนาน 9 ซึ่งสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 60 วันหลังจากเข็มสัมผัสดิน เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุระหว่าง 67-81 วันหลังออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพดีที่สุด แต่การเก็บเกี่ยวก่อน

74 วัน หลังออกดอก 50เปอร์เซ็นต์ เมล็ดพันธุ์ที่ได้มีความสามารถในการงอกในไร่นาคั่ว (สุคนอม, 2527)

Lassim et al (1984) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวที่เก็บเกี่ยวล่าช้าจะมีความงอกของต้นกล้า และน้ำหนักแห้งของส่วนยอดลดลงตามลำดับ นอกจากนี้ความแข็งแรงของเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุ ก็ลดลงเช่นเดียวกัน

การผลิตถั่วงอก

ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่ง ซึ่งเมล็ดที่งอกสามารถนำมาบริโภคเป็นผักสดได้ คุณค่าทางอาหารของถั่วงอกนั้นใกล้เคียงกับเห็ดหรือหน่อไม้ฝรั่ง **Imie (1991)** กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตถั่วงอก ได้แก่ คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ อุณหภูมิ น้ำ แสง และสารเคมี

ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตถั่วงอก ได้แก่

1. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การงอกเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในระยะเวลาเพียงสั้นๆ ในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นกล้า ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดมีความสำคัญกับการประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่จะใช้เพาะถั่วงอก ซึ่งคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ใช้ การเจริญเติบโต การเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา

เมล็ดพันธุ์ที่จะผลิตเป็นถั่วงอกที่มีคุณภาพนั้น มีเกณฑ์การพิจารณา คือ ความบริสุทธิ์ของพันธุ์ ความงอก ปริมาณเมล็ดแข็ง (**hardseed**) เปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้ง (**percent rejected seed by oversoak test**) ขนาด และสีของเมล็ด พันธุ์ถั่วเขียวที่มีในประเทศออสเตรเลีย ได้แก่ พันธุ์ **Berken** พันธุ์ **Celera** และพันธุ์ **Satin** เป็นต้น ซึ่งพันธุ์ **Berken** เป็นพันธุ์ที่เพาะแล้วให้ผลผลิตถั่วงอกสูง ถั่วงอกที่ได้มีสีขาวตามมาตรฐานของตลาดถั่วงอก แต่พันธุ์ **Berken** ก่อนข้างอ่อนแอต่อสภาพฟ้าอากาศแปรปรวน ทำให้เมล็ดที่ได้ไม่เหมาะสำหรับการผลิตถั่วงอก พันธุ์ **Celera** เป็นพันธุ์ที่เมล็ดมีขนาดเล็ก (หนัก 35-40 กรัมต่อ 1000 เมล็ด) ไม่นิยมใช้สำหรับเพาะถั่วงอกเนื่องจากมีปริมาณเมล็ดแข็งมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์และลักษณะถั่วงอกที่ได้มีขนาดเล็ก ส่วนพันธุ์ **Satin** เป็นพันธุ์ที่ต้านทาน

ต่อสภาพฟ้าอากาศได้ดีกว่า พันธุ์ **Berken** โดยในสภาพฟ้าอากาศแปรปรวน พันธุ์ **Satin** สามารถรักษาความงอกได้มากกว่า **90**เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความงอกของพันธุ์ **Berken** ลดลงกว่า **30**เปอร์เซ็นต์ แต่พันธุ์ **Satin** ไม่เป็นที่นิยมของพ่อค้าญี่ปุ่น เพราะส่วนของ **cotyledons** และ **hypocotyl** มักเป็นสีชมพู สอดคล้องกับพ่อค้าจีนที่ให้ความเห็นว่า พันธุ์ **Satin** ซึ่งเป็นเมล็ดค้ำานมักพบปัญหาของเชื้อแบคทีเรียมากกว่า

เปอร์เซ็นต์เมล็ดค้ำคั้ง หรือ เมล็ดที่คู้คู้เร็ว มีสาเหตุจากการสูญเสียความแข็งแรงของ **seed coat** โดยเป็นผลจากเมล็ดได้รับความชื้นจากฝนในระหว่างที่เมล็ดกำลังขยายขนาด เมล็ดจึงมีการคู้คู้ เมื่ออากาศแห้งจะเกิดรอยแตกเล็กๆที่ **seed coat** ซึ่งรอยแตกนี้ทำให้น้ำเข้าสู่เมล็ดได้เร็วขึ้น นอกจากนี้สภาพฟ้าอากาศแปรปรวนจะทำให้ **seed coat** เปราะ และเกิดเมล็ดคู้คู้ได้ เมื่อ **seed coat** เสียหายแมลงศัตรูจะเข้าทำลายและพบการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื้อผ่านเข้าทางเนื้อเยื่อที่เสียหาย ซึ่งเชื้อที่อันตรายต่อสุขภาพได้ เช่น เชื้อ **Salmonella** เป็นต้น สอดคล้องกับการศึกษาของ **Williams et al. (1995a)** ซึ่งเสนอว่า เมล็ดถั่วเขียวที่ได้รับความเสียหายจากสภาพฟ้าอากาศนั้น ทำให้เมล็ดเกิดรอยร้าว อาจเป็นสาเหตุทำให้เมล็ดคู้คู้เข้าสู่เมล็ดอย่างรวดเร็ว

2. อุณหภูมิ

อุณหภูมิมิผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและระยะเวลาในการเพาะ อัตราการงอกจะลดลงหากอุณหภูมิต่ำกว่า **25** องศาเซลเซียส ส่วนอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะลดลงที่อุณหภูมิต่ำกว่า **15** องศาเซลเซียส ซึ่งในอุตสาหกรรมการเพาะถั่วงอกของออสเตรเลีย อุณหภูมิที่ใช้เพาะ คือ **24-25** องศาเซลเซียส นาน **4** วัน ในขณะที่ญี่ปุ่น จะใช้อุณหภูมิต่ำกว่า **18-20** องศาเซลเซียสสำหรับเพาะถั่วงอกและใช้เวลานาน **5-7** วัน

แม้ว่าการเพาะถั่วงอกที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของถั่วงอกลดลง แต่จะช่วยให้อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ลดลงด้วย โดยเชื้อ **Macrophomina** สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ **30-35** องศาเซลเซียส จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ผู้เพาะในญี่ปุ่นใช้อุณหภูมิต่ำในการเพาะ

3 น้ำ

ในขั้นตอนการเพาะต้องมีการให้น้ำกับเมล็ดถั่วเขียวที่กำลังงอกอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งความถี่ในการให้น้ำส่วนใหญ่อยู่ที่ 48 ครั้งต่อวัน ซึ่งบางกรณีพบว่า ผลผลิตถั่วงอกจะเพิ่มขึ้นจาก 0.586 กิโลกรัม เป็น 0.693 กิโลกรัมและ 0.789 กิโลกรัมต่อเมล็ดที่ใช้เพาะ 0.12 กิโลกรัม หากเพิ่มความถี่ในการให้น้ำจาก 4 ครั้งต่อวัน เป็น 6 และ 8 ครั้งต่อวัน ตามลำดับ (Imrie, 1991) สำหรับการเพาะถั่วงอกในประเทศไทยนั้นจะให้น้ำ 2-3 ครั้งต่อวัน โดยเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัมสามารถเพาะถั่วงอกได้ 47-63 กิโลกรัม (สุวิมล และคณะ, 2540)

4 แสง

การเพาะถั่วงอกมักจะเพาะในห้องหรือตู้ที่มีแสงต่ำเพื่อกระตุ้นไม่ให้เกิดการสร้าง **photosynthetic pigments** บางวิธีจะใช้โคมไฟเป็นอุปกรณ์ให้แสงสว่างในช่วงความยาวคลื่นที่ไม่มีผลกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์แสง และความเข้มแสงต่ำจะช่วยให้ **hypocotyl** เป็นสีขาวซีด

5 สารเคมี

โดยทั่วไป การเพาะถั่วจะใช้วัสดุหั่นท่อนวางลงบนถั่วที่อยู่ด้านบนเพื่อกระตุ้นให้มีการสร้าง **ethylene** เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การเพิ่ม **ethylene** ให้ถั่วที่เพาะจะช่วยเพิ่มความหนา ลดการยืดยาวของ **hypocotyl** และทำให้ถั่วงอกกรอบขึ้น นอกจากนี้ยังมีการใช้สาร **2,4-D**, **ethephon** และ **benzyladenine** เพื่อกระตุ้นให้ถั่วที่เพาะสร้าง **ethylene** เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการแนะนำให้ใช้สารเหล่านี้ในขั้นตอนการผลิต นอกจากนี้ ยังมีสารเคมีชนิดอื่นที่ใช้เพิ่มการเจริญเติบโต เช่น การใช้แคลเซียมไนเตรต อัตรา **0.25 milli-equivalents** ต่อ น้ำ 1 ลิตรจะช่วยเพิ่มผลผลิตถั่วงอก **25-33 เปอร์เซ็นต์**

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในอุตสาหกรรมการเพาะถั่วงอก

ความต้องการใช้เมล็ดถั่วเขียวในอุตสาหกรรมเพาะถั่วงอก ต้องการเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี มีความบริสุทธิ์และเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง แต่ผู้เพาะถั่วงอกส่วนใหญ่ไม่เลือกพันธุ์ถั่วเขียวที่ใช้เพาะ โดยจะดูลักษณะเมล็ดที่มีสีเขียวอ่อนและขนาดสม่ำเสมอ ซึ่งการใช้เมล็ดขนาดใหญ่จะให้ถั่วงอกที่มี

ผลผลิตและคุณภาพดีกว่าการใช้เมล็ดขนาดกลางและขนาดเล็ก พันธุ์ถั่วเขียวที่เหมาะสมต่อการเพาะถั่วอก ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 2 ใช้นา 60 มอ. 1 และใช้นา 36 (วันชัย, 2539) เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวที่จะนำมาเพาะถั่วอก ควรเป็นเมล็ดพันธุ์ที่เพิ่งเก็บเกี่ยวจากแปลงมาไม่นาน ซึ่งจะช่วยให้อัตราการงอกของเมล็ดถั่วสูง (วันชัย, 2544) คมสันและกำพล (2542) แนะนำว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวสำหรับเพาะถั่วอกควรเก็บไว้เพียง 6 เดือน ถึง 1 ปี ถ้าเมล็ดถั่วเขียวมีอายุมากกว่านั้นอัตราการงอกจะลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่เก็บรักษา แต่จากการสำรวจความต้องการใช้เมล็ดของผู้ผลิตถั่วอกพบว่า กว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ต้องการเมล็ดเก่าเพื่อเพาะถั่วอก มีเพียง 20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่ต้องการใช้เมล็ดใหม่เพาะถั่วอก โดยให้เหตุผล คือ เมล็ดเก่าจะมีน้ำหนักเบา แต่เมื่อนำเมล็ดมาแช่น้ำเมล็ดจะพองตัวเร็ว และพบปริมาณเมล็ดแข็งน้อยกว่าเมล็ดใหม่ นอกจากนี้ เกษตรกรกว่า 93 เปอร์เซ็นต์ไม่มีการคัดเลือกพันธุ์ที่ใช้เพาะถั่วอก และ 47 เปอร์เซ็นต์ มีการคัดเลือกขนาดเมล็ด โดยพิจารณาจากขนาดเมล็ดที่สม่ำเสมอ ปราศจากเมล็ดเสีย เมล็ดแตกหักและแมลงทำลาย (สุวิมล และคณะ, 2540) เช่นเดียวกับการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวของบุษบา (2547) พบว่า การรับซื้อเมล็ดพันธุ์จากผู้ผลิตเพื่อนำมาเพาะถั่วอกไม่มีการกำหนดพันธุ์ที่ใช้ชัดเจน ทำให้เมล็ดที่ใช้เพาะมีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งจากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดถั่วเขียวจากแหล่งเพาะถั่วอกต่างๆ 18 ตัวอย่าง พบว่าน้ำหนักเมล็ดอยู่ระหว่าง 48.95-65.80 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด

ความต้องการเมล็ดถั่วเขียวเพื่อผลิตถั่วอกของเกษตรกรนั้น เกษตรกรกว่า 55 เปอร์เซ็นต์ ต้องการถั่วเขียวผิวมันขนาดกลาง และ 41 เปอร์เซ็นต์ ต้องการเมล็ดถั่วเขียวผิวดำขนาดใหญ่ เพราะการใช้เมล็ดขนาดดังกล่าวนี้ จะได้ถั่วอกลักษณะต้นใหญ่ อ้วนสวย และได้น้ำหนักถั่วอกมากกว่าการใช้เมล็ดขนาดเล็ก (สุวิมล และคณะ, 2540) ชีรพล และคณะ (2535) รายงานว่าขนาดของถั่วเขียวมีผลต่อขนาดและผลผลิตของถั่วอกด้วย คือ เมล็ดที่มีขนาดเล็ก (33.6 กรัม/1,000 เมล็ด) เมื่อเพาะแล้วจะได้ถั่วอกขนาดเล็ก ถ้ำต้นและรากสั้นกว่าถั่วอกที่เพาะจากเมล็ดขนาดกลาง (64.4 กรัม/1,000 เมล็ด) และเมล็ดขนาดใหญ่ (91 กรัม/1,000 เมล็ด) ซึ่งเมล็ดขนาดใหญ่นอกจากจะให้ถ้ำต้นอ้วนและความยาวรากมากกว่าแล้ว ยังมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของถั่วอก จำนวน 100 ต้น มากกว่าถั่วอกจากเมล็ดขนาดเล็ก

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์สำหรับเพาะถั่วอก

เกณฑ์ในการการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์สำหรับเพาะถั่วอก ประกอบด้วย ลักษณะภายนอก (ความสม่ำเสมอของสีและขนาดเมล็ด) ความบริสุทธิ์ของเมล็ด ปริมาณเมล็ดควม

น้ำ ความงอก คุณภาพถั่วงอก (ผลผลิต ความยาว ความอวบ ความกรอบ สี และความยาวนานในการเก็บรักษา) โรค (*Salmonella* และ *Charcoal Rot*) และสารเคมีตกค้าง ซึ่งมาตรฐานของแต่ละประเทศจะแตกต่างกันไป (Law and Law, 1991)

การทดสอบเมล็ดบวมน้ำ

การทดสอบเมล็ดบวมน้ำจะกระทำก่อนนำเมล็ดมาเพาะถั่วงอก โดยให้เมล็ดคูดน้ำที่อุณหภูมิ 27 ± 1 (บุษบา, 2547) หรือ 32 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง (Collins, 2001) แล้วดูเมล็ดที่คูดน้ำเร็ว (เมล็ดมีลักษณะพองตัว) ซึ่งเมล็ดที่คูดทั้งนี้สันนิษฐานว่าน่าจะเป็นเมล็ดอ่อน เมล็ดที่ถูกแมลงทำลาย เมล็ดแตก และเมล็ดเสื่อมคุณภาพเนื่องจากผลจากสภาพฟ้าอากาศ (บุษบา, 2547) การแช่น้ำและคัดแยกในขั้นตอนนี้จะช่วยคัดเมล็ด ทำให้ถั่วเขียวงอกสม่ำเสมอขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72
2. ถังกระดาษบรรจุเมล็ดพันธุ์
3. กระดาษเพาะความงอก
4. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
5. โหลดูดความชื้น (desiccator)
6. สาร tetrazolium salt (2,3,5- triphenyl tetrazolium chloride)
7. เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity meter)
8. สาร fast green (FCF: $C_{37}H_{34}N_2Na_2O_{10}S_3$)
9. เครื่องชั่งละเอียด จุดทศนิยม 3 ตำแหน่ง
10. ถ้วยอะลูมิเนียมสำหรับตรวจสอบความชื้นของเมล็ด (moisture can)
11. บีกเกอร์ขนาด 200 มิลลิลิตร
12. อุปกรณ์สำหรับเพาะถั่วงอก ได้แก่ ถังน้ำพลาสติกทึบแสงเจาะรูสูง 22 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม. และฟองน้ำสำหรับปิดปากถัง เป็นต้น
13. ขวดเร่งอายุ (accelerated aging bottle) และภาชนะตะแกรงลวดสเตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. สูง 5 ซม. มีขาตั้งสูง 3 ซม.
14. ตู้เพาะความงอก
15. น้ำกลั่น
16. กระบอกตวง
17. ถ้วยเรก้า

วิธีการ

การศึกษาในแปลงปลูก

การเปรียบเทียบผลของวิธีเก็บเกี่ยว 9 วิธีการ ที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 เพื่อการผลิตถั่วงอกโดยศึกษา 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูฝนปี 2548 (ปลูกวันที่ 7 สิงหาคม 2548) และฤดูฝนปี 2549 (ปลูกวันที่ 11 สิงหาคม 2549) วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design มี 9 สิ่งทดลอง ทำ 4 ซ้ำ

1. การปฏิบัติและการดูแลรักษา

เตรียมดินโดยไถ 1 ครั้ง พรุน 2 ครั้ง ยกร่องระยะ 75 เซนติเมตร จากนั้นแบ่งเป็นแปลงย่อยโดยการทดลองในปี 2548 ใช้แปลงย่อยขนาด 5×8 เมตร ส่วนปี 2549 ใช้แปลงย่อยขนาด 4×5 เมตร ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 แบบเป็นแถวโดยวิธีหยอดเมล็ดข้างสันร่อง ใช้ระยะห่างระหว่างแถว 37.5 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร คลุกเมล็ดก่อนปลูกโดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl อัตรา 7 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัมก่อนปลูก หยอดเมล็ดหลุมละ 4-5 เมล็ด มีการให้น้ำทันทีหลังปลูกเสร็จ และทุก 7-10 วันต่อครั้ง โดยให้น้ำจะไปตามร่องซึ่งการให้น้ำแต่ละครั้งต้องระบายน้ำออกให้หมด ไม่ปล่อยให้ท่วมแปลง เมื่อต้นกล้ามีอายุ 2 สัปดาห์จึงทำการถอนแยก โดยถอนแยกให้เหลือ 2 ต้นต่อหลุม การเก็บเกี่ยว แบ่งการเก็บเกี่ยวออกเป็น 9 วิธีการ คือ

1.1 การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง คือ การเก็บเกี่ยวโดยวิธีปลิดฝักที่มีสีสุกแก่เป็นสีน้ำตาล เข้มจนถึงสีดำทั้งฝัก เมื่อถั่วเขียวมีอายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก แล้วรวมเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 ครั้ง

1.2 การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง คือ การเก็บเกี่ยวโดยวิธีปลิดฝักที่มีสีสุกแก่เป็นสีน้ำตาล เข้มจนถึงสีดำทั้งฝัก เมื่อถั่วเขียวมีอายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก แล้วรวมเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 2 ครั้ง

1.3 การทยอยเก็บฝักแก่ 3 ครั้ง คือ การเก็บเกี่ยวโดยวิธีปลิดฝักที่มีสีสุกแก่เป็นสีน้ำตาล เข้มจนถึงสีดำทั้งฝัก เมื่อถั่วเขียวมีอายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก แล้วรวมเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ครั้ง

1.4 การเก็บฝักแก่ครั้งเดียว คือ การเก็บเกี่ยวโดยวิธีปลิดฝักที่มีสีสุกแก่เป็นสีน้ำตาล เข้มจนถึงสีดำทั้งฝัก เมื่อถั่วเขียวอายุ **63** วันหลังปลูก

1.5 การเก็บฝักแก่ครั้งเดียว คือ การเก็บเกี่ยวโดยวิธีปลิดฝักที่มีสีสุกแก่เป็นสีน้ำตาล เข้มจนถึงสีดำทั้งฝัก เมื่อถั่วเขียวอายุ **70** วันหลังปลูก

1.6 การเก็บฝักแก่ครั้งเดียว คือ การเก็บเกี่ยวโดยวิธีปลิดฝักที่มีสีสุกแก่เป็นสีน้ำตาล เข้มจนถึงสีดำทั้งฝัก เมื่อถั่วเขียวอายุ **77** วันหลังปลูก

1.7 การตัดต้น เมื่อถั่วเขียวอายุ **63** วันหลังปลูก

1.8 การตัดต้น เมื่อถั่วเขียวอายุ **70** วันหลังปลูก

1.9 การตัดต้น เมื่อถั่วเขียวอายุ **77** วันหลังปลูก

การเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บฝักแก่และการเก็บฝักแก่ครั้งเดียว จะตากฝักที่เก็บเกี่ยวได้ เพื่อลดความชื้นไม่เกิน **12** เปอร์เซ็นต์แล้วจึงนวดเมล็ด โดยใช้ไม้ทุบ ซึ่งการเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บ ฝักแก่ นั้นจะตากและนวดเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้งแล้วจึงรวมเมล็ดที่ได้จากการทยอย เก็บแต่ละครั้งเข้าด้วยกัน ส่วนการเก็บเกี่ยวแบบตัดต้นจะตากทั้งต้นจนกระทั่งเมล็ดมีความชื้น ไม่เกิน **12** เปอร์เซ็นต์แล้วจึงนวด โดยใช้ไม้ทุบทั้งต้นเพื่อแยกเมล็ดออกจากฝัก

2 การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิต ดังนี้

2.1 จำนวนฝักต่อต้น

2.2 จำนวนเมล็ดต่อฝัก

2.3 น้ำหนัก **1,000** เมล็ด (กรัม)

2.4 ผลผลิต (กรัมต่อแปลงแล้วคำนวณเป็นกิโลกรัมต่อไร่)

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง **9** วิธีการ มาตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1. ความถ่วงจำเพาะของเมล็ด

นำเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด/ซ้ำ ที่ผ่านการชั่งน้ำหนักใส่ลงในถ้วยยูเรก้าที่บรรจุน้ำไว้เต็ม ถ้วย แล้ววัดปริมาตรน้ำที่ไหลออกมา เพื่อหาความถ่วงจำเพาะของเมล็ด (Wessel *et al.*, 1984) ตามสูตรดังนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะของเมล็ด} = \frac{\text{ความหนาแน่นของเมล็ด (g/cm}^3\text{)}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ (g/cm}^3\text{)}}$$

$$\text{โดยความหนาแน่นของเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งเมล็ด (g)}}{\text{ปริมาตรเมล็ดแห้ง (cm}^3\text{)}}$$

2. Visual damage

นำเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด/ซ้ำ มาตรวจสอบความเสียหายของเปลือกหุ้มเมล็ดที่มีรอยแตกหรือมีร่องรอยความเสียหายที่มองเห็นด้วยสายตา คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียหาย (damaged seed)

3. เมล็ดย่น

นำเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด/ซ้ำ มาตรวจสอบเมล็ดที่มีเปลือกย่น คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดย่น (winkled seed)

การศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 9 วิธีการ มาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1. การตรวจสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (seed moisture test)

ชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด/ช้ำ นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ในโหลสุญญากาศเพื่อลดอุณหภูมิ ชั่งน้ำหนักหลังอบ จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร (จวงจันทร, 2529 ก)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสดของเมล็ด} - \text{น้ำหนักแห้งของเมล็ด}}{\text{น้ำหนักสดของเมล็ด}} \times 100$$

2. การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน

นำเมล็ดถั่วเขียวจำนวน 50 เมล็ด/ช้ำ เพาะลงในกระดาษเพาะที่ชุ่มน้ำโดยวิธี **between paper** และใส่ลงในถุงพลาสติกนำไปเพาะในตู้ที่ปรับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ประเมินความงอกที่ 4 และ 7 วัน หลังการเพาะ (ISTA, 1999)

3. การตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธี **Tetrazolium test**

นำเมล็ดถั่วเขียว 50 เมล็ด/ช้ำ ห่อเมล็ดด้วยกระดาษเพาะที่ชุ่มน้ำ นาน 24 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดดูดน้ำ ที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส แล้วนำเมล็ดไปแช่ในสารละลาย **tetrazolium salt (2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride)** ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในที่มืด ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง แล้วประเมินความมีชีวิตตามวิธีของ **ISTA (1995)**

4. การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุ (accelerated aging test)

นำเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด/ช้ำ ใส่ในตะแกรงลวดที่บรรจุในขวดเร่งอายุหรือขวดโหลอัดอากาศซึ่งมีน้ำบรรจุ 100 มิลลิลิตร ปิดฝา นำขวดเร่งอายุไปไว้ในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุมาทดสอบความงอก ประเมินผลโดยการนับต้นกล้าที่งอกปกติ หลังเพาะ 4 และ 7 วัน (จวงจันทร, 2529 ก)

5. การตรวจสอบอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth rate test)

นำเมล็ดถั่วเขียว 50 เมล็ด/ซ้ำ เพาะลงในกระดาษเพาะที่ชุ่มน้ำ โดยวิธี **between paper** และใส่ลงในถุงพลาสติกสีดำนำไปเพาะในตู้ที่ปรับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพมืด เมื่อครบ 5 วัน นับจำนวนต้นกล้าปกติ เติบโตเลี้ยงทิ้งและอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง คำนวณอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าจากสูตร (จวงจันทร์, 2529ก)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของยอดอ่อนและรากอ่อน}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}$$

6. การตรวจสอบความแข็งแรงของพันธุ์โดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity test)

ชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 25 เมล็ด/ซ้ำ นำเมล็ดแต่ละตัวอย่างแช่ในน้ำกลั่นปริมาตร 75 มิลลิลิตร ไว้ในตู้ปรับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สารละลายจากการแช่เมล็ดนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ค่าการนำไฟฟ้าที่ได้จะหารด้วยน้ำหนักของเมล็ด 25 เมล็ด จะได้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ด 1 กรัม หน่วยที่ได้เป็น $\mu\text{S/cm/g seed}$ (จวงจันทร์, 2529ก)

7. การตรวจสอบความเสียหายด้วยวิธี Fast green test

นำเมล็ดถั่วเขียว 50 เมล็ด/ซ้ำ ห่อเมล็ดด้วยกระดาษเพาะที่ชุ่มน้ำ นาน 24 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดดูดน้ำ แล้วแช่เมล็ดในสารละลาย **fast green** ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 2 นาที แล้วเทสารละลาย **fast green** ออก ล้างเมล็ดด้วยน้ำสะอาด ลอกเปลือก (seed coat) ออกเพื่อตรวจสอบและประเมินความเสียหาย โดยนับเมล็ดที่ติดสีบนส่วนของ cotyledon (จวงจันทร์, 2529ก)

8. Chlorox test หรือ Sodium hypochlorite test

นำเมล็ดถั่วเขียว 25 เมล็ด/ซ้ำ แช่ในสารละลาย **chlorox** หรือ **sodium hypochlorite (NaOCl)** ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 3-5 นาที แล้วนับเมล็ดที่มี **seed coat** พองบวมอันเนื่องมาจากความเสียหายที่เปลือกเมล็ด คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียหาย (**seed coat damage**)

9 การทดสอบเมล็ดบวมน้ำ (oversoak test)

ใช้เมล็ดถั่วเขียว 300 กรัม/ซ้ำ แช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 27 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง (บุษบา, 2547) แยกเมล็ดที่คุดน้ำเร็วหรือเมล็ดบวมน้ำและเมล็ดไม่บวมน้ำ ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดคุดทิ้ง จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เมล็ดคุดทิ้ง} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของเมล็ดบวมน้ำ}}{\text{น้ำหนักแห้งของเมล็ดทั้งหมด}} \times 100$$

10 การตรวจสอบผลผลิตถั่วงอก

ใช้เมล็ดถั่วเขียว 100 กรัม/ซ้ำ แช่ในน้ำนาน 1 ชั่วโมง นำไปเพาะในถาดน้ำพลาสติกที่บึงแสงเจาะรูสูง 22 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. ปิดปากถาดด้วยฟองน้ำ รดน้ำทุกวัน วันละ 3-4 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นชั่งน้ำหนักถั่วงอก มีหน่วยเป็นกิโลกรัมถั่วงอกต่อกิโลกรัมเมล็ด

สถานที่ทำการทดลอง

1. แปลงทดลองพืชโปรตีนและน้ำมันสูง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
3. ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มการทดลองตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2548 ถึงสิ้นสุดการทดลองเดือนกุมภาพันธ์ 2550

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ผลของวิธีเก็บเกี่ยวต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ชัชยนาท 72

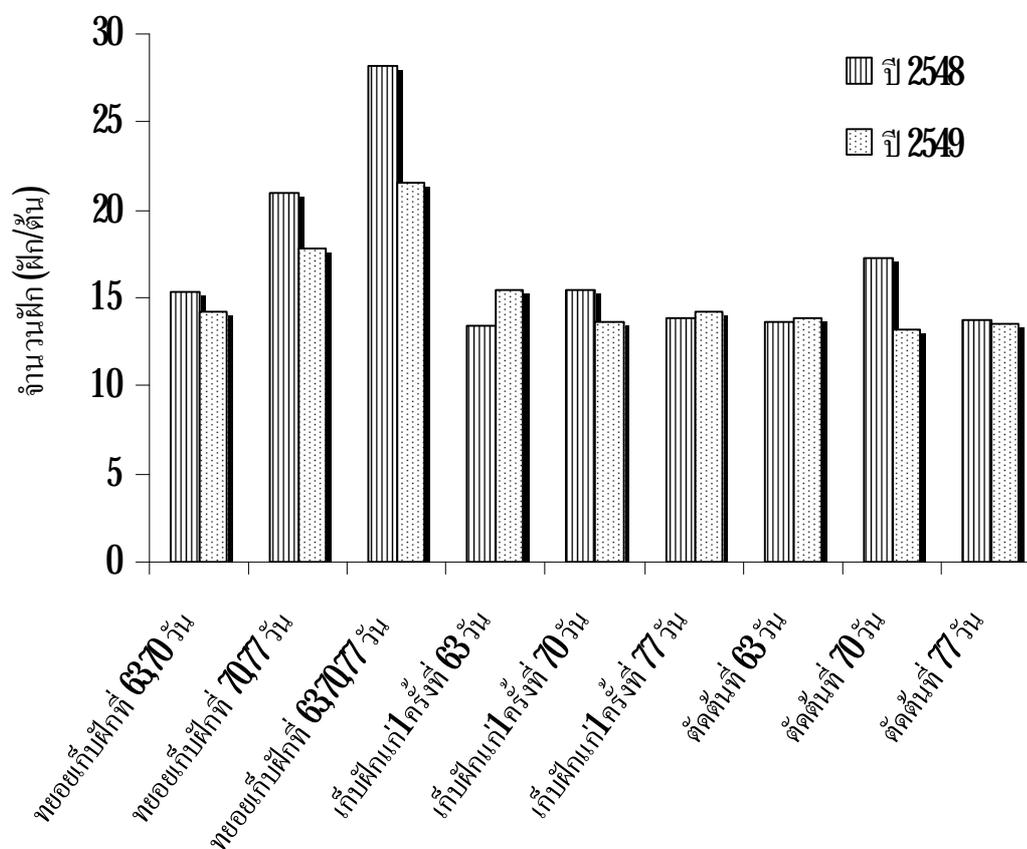
จากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี แล้วนำมาตรวจสอบองค์ประกอบของผลผลิตและผลผลิต พบว่า วิธีการเก็บเกี่ยวมีผลต่อองค์ประกอบของผลผลิต คือ จำนวนฝักต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อฝัก และมีผลต่อผลผลิตถั่วเขียวที่ได้ โดยการทดลองในปี 2548 และ 2549 การเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บฝักแก่ 3 ครั้ง คือ เมื่อถั่วเขียวอายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก ได้จำนวนฝักต่อต้น (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) สูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น คือ 28.15 และ 21.51 ฝักต่อต้น ตามลำดับ รองลงมาคือ การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก มีจำนวนฝักต่อต้น 20.95 และ 17.88 ฝักต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีทยอยเก็บฝักแก่เมื่อถั่วเขียวมีอายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก ส่วนการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวและการตัดต้นทั้ง 3 ระยะนั้นให้จำนวนฝักต่อต้นที่เก็บเกี่ยวได้ไม่แตกต่างกัน โดยจะให้จำนวนฝักต่อต้นระหว่าง 13.45-17.20 ฝักในปี 2548 และ 13.15-14.25 ในปี 2549

เมื่อพิจารณาจำนวนเมล็ดต่อฝัก (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2) พบว่า ถั่วเขียวที่เก็บเกี่ยวในปี 2548 ทั้ง 9 วิธีได้จำนวนเมล็ดต่อฝักแตกต่างกัน คือ การทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก การตัดต้นที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก ได้ฝักที่มีจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น โดยการทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้งเมื่อถั่วเขียวมีอายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก การทยอยเก็บฝักแก่ 3 ครั้ง ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก และการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก ให้จำนวนเมล็ดต่อฝักสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่นๆ ส่วนการทดลองในปี 2549 พบว่าจำนวนเมล็ดต่อฝักที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 9.48 เมล็ดต่อฝัก

ตารางที่ 1 จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	15.30bc	14.23c	14.77
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	20.95b	17.88b	19.42
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	28.15a	21.51 a	24.83
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	13.45c	15.50bc	14.48
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	15.40bc	13.65c	14.53
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	13.85bc	14.25c	14.05
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	13.65c	13.90c	13.78
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	17.20bc	13.15c	15.18
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	13.78c	13.55c	13.67
เฉลี่ย	16.86	15.29	
C.V. (%)	28.90	13.40	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

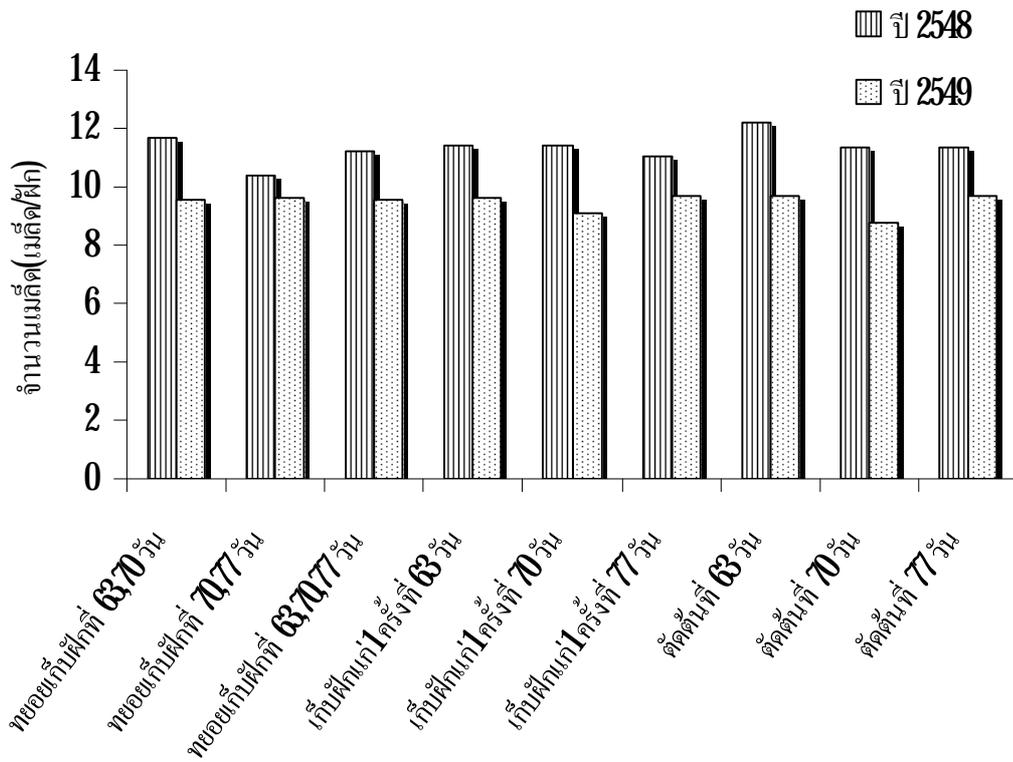


ภาพที่ 1 จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเขียวพันธุ์ชานาถ 72 ที่ได้จากกรเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 2 จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	จำนวนเมล็ดต่อฝัก (เมล็ด)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	11.70ab	9.55a*	10.63
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	10.40c	9.64a	10.02
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	11.25bc	9.57a	10.41
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	11.40ab	9.64a	10.52
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	11.45ab	9.12a	10.29
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	11.03bc	9.66a	10.35
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	12.18a	9.70a	10.94
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	11.35ab	8.75a	10.05
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	11.33ab	9.70a	10.52
เฉลี่ย	11.34	9.48	
C.V. (%)	5.40	6.20	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี Least significant difference ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 2 จำนวนเมล็ดต่อไร่ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

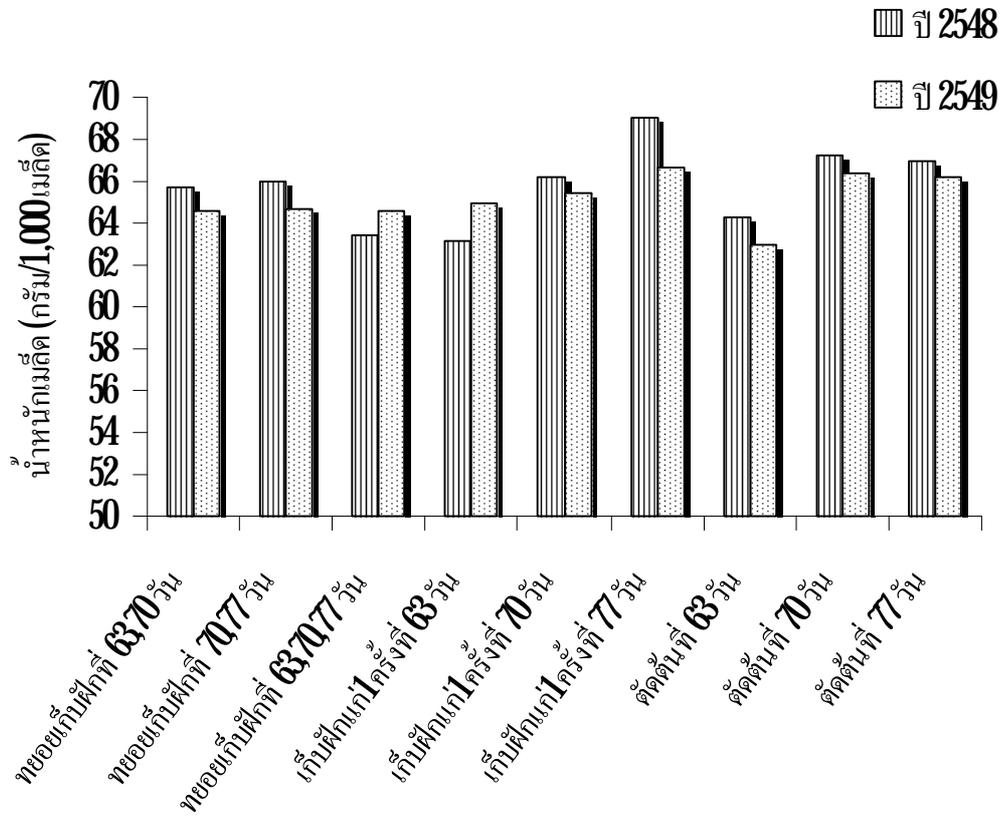
เมื่อตรวจสอบน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3) พบว่า น้ำหนักแห้งของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้งในปี 2548 และ 2549 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักแห้ง 1,000 เมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2548 อยู่ระหว่าง 63.15 ถึง 69.075 กรัม และปี 2549 อยู่ระหว่าง 63.0 และ 66.7 กรัม

ผลผลิต (ตารางที่ 4 และภาพที่ 4) ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ พบว่า ผลผลิตที่ได้จากการทดลองในปี 2549 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย การเก็บเกี่ยวแบบตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก ได้ผลผลิตสูงสุด คือ 300.64 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การเก็บแบบตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก ส่วนการเก็บทยอยเก็บ 2 ครั้ง ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก และที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก และการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก ให้ผลผลิตต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า การเก็บเกี่ยวแบบตัดต้นให้ผลผลิตสูงกว่าการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่ระยะเดียวกัน ส่วนผลผลิตที่ได้จากการทดลองในปี 2548 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเขียวพันธุ์ชยันต 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธี
ต่างๆ รวม 9 วิธีในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	65.73a*	64.60a	65.17
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	65.98a	64.70a	65.34
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	63.43a	64.60a	64.02
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	63.15a	65.00a	64.08
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	66.18a	65.40a	65.79
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	69.08a	66.70a	67.89
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	64.30a	63.00a	63.65
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	67.20a	66.40a	66.80
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	66.95a	66.20a	66.58
เฉลี่ย	65.78	65.18	
C.V. (%)	3.50	3.60	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

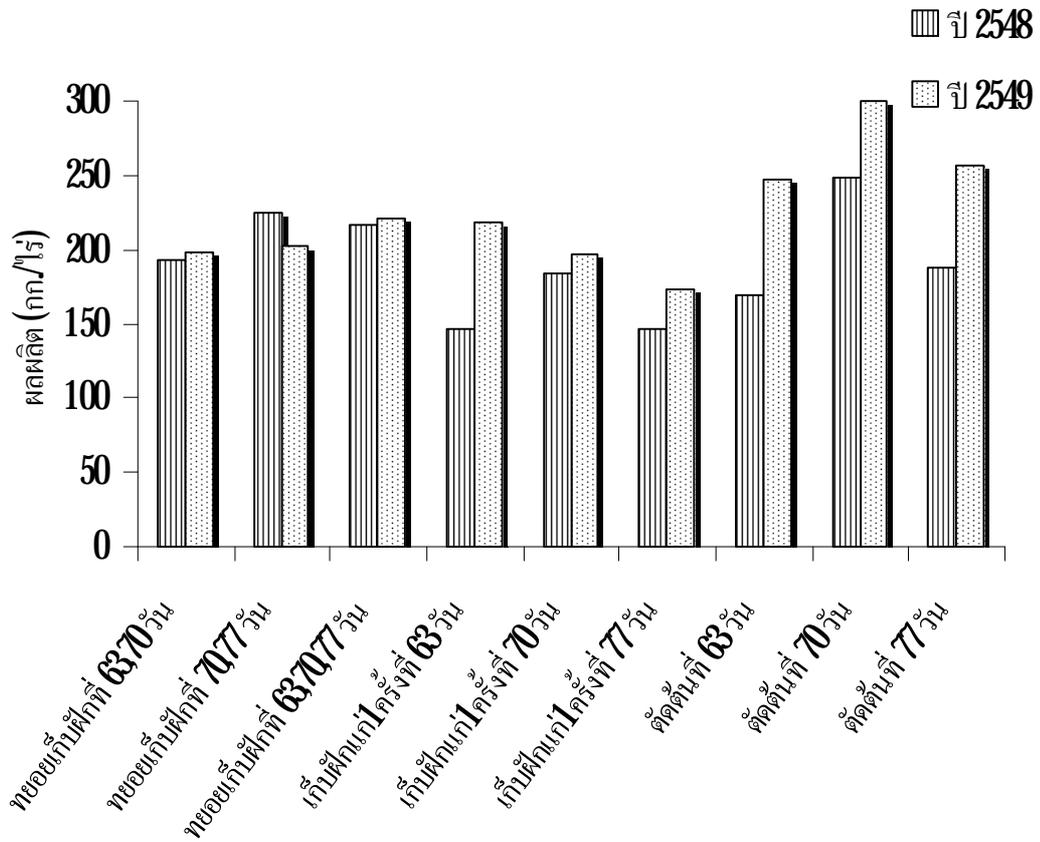


ภาพที่ 3 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ของถั่วเขียวพันธุ์ขนานท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 4 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเขียวพันธุ์ชยันต 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	193.17 a*	197.80 de	195.49
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	225.00 a	202.84 de	213.92
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	216.67 a	221.21 cd	218.94
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	146.46 a	217.96 cd	182.21
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	184.24 a	196.32 de	190.28
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	147.22 a	173.52 e	160.37
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	169.17 a	246.68 bc	207.93
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	247.99 a	300.64 a	274.32
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	187.50 a	256.78 b	222.14
เฉลี่ย	190.82	223.75	
C.V. (%)	24.30	9.00	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4 ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ของถั่วเขียวพันธุ์ชยนาท 72 ที่ได้จากวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

2 ผลของวิธีเก็บเกี่ยวต่อลักษณะทางกายภาพและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72

การเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 9 วิธี จะมีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ดังผลการทดลองที่แสดงไว้ ดังนี้

2.1 ความถ่วงจำเพาะของเมล็ด

จากการทดสอบความถ่วงจำเพาะ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 5) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 9 วิธี พบว่า เมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในปี 2548 มีความถ่วงจำเพาะของเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความถ่วงจำเพาะของเมล็ดระหว่าง 1.19 ถึง 1.35 ส่วนเมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2549 มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ เมล็ดที่ได้จากการทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูกกับที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูกเมล็ดที่ได้มีความถ่วงจำเพาะสูง เช่นเดียวกับการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวและการตัดต้นภายใน 70 วันหลังปลูก แต่การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวและการตัดต้นล่าช้าออกไป จนกระทั่งเมื่อถั่วเขียวมีอายุ 77 วันหลังปลูก เมล็ดที่ได้จะมีความถ่วงจำเพาะลดลง

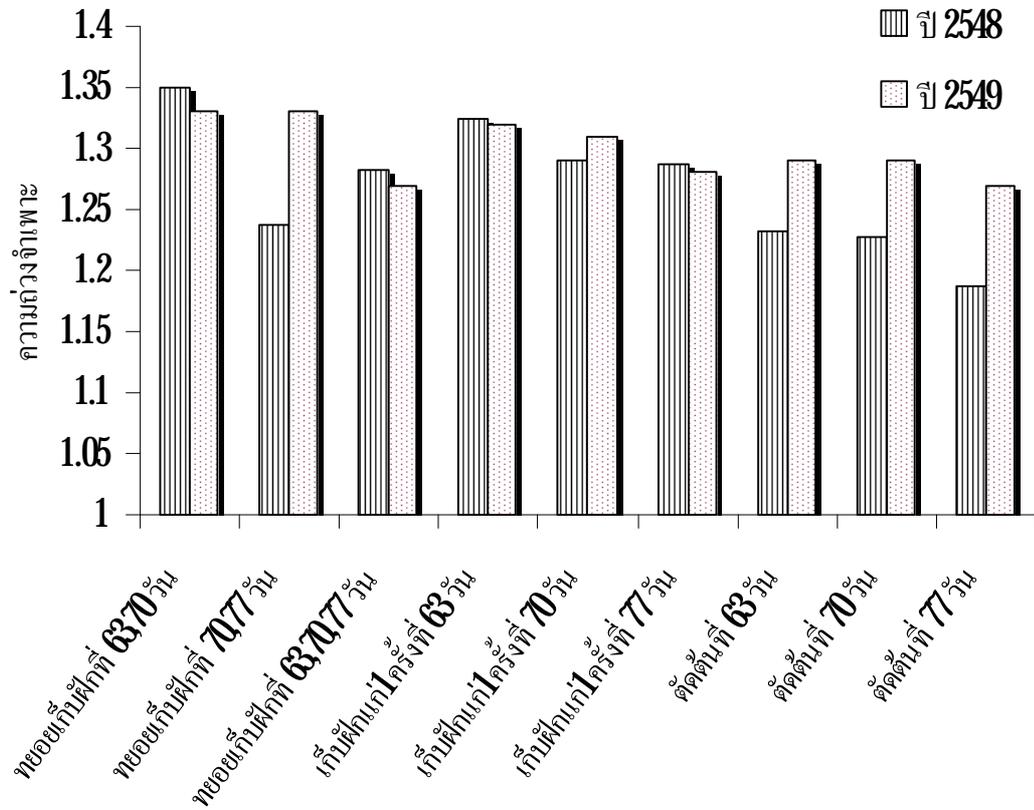
2.2 เปอร์เซ็นต์ความงอก

เมื่อนำเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ มาตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก (ตารางที่ 6 และภาพที่ 6) พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความงอกแตกต่างกัน โดยการทดลองในปี 2548 การเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูกได้เมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น คือ 98.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การตัดต้นและการเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 วันหลังปลูก มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 97.5 และ 97.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูกและที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก เมล็ดที่ได้มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 96.0 95.5 และ 95.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 9 วิธี ส่วนใหญ่มีความงอกเกินกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นเมล็ดที่ได้จากการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก พบว่าความงอกต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 ความถ่วงจำเพาะของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชวาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ความถ่วงจำเพาะ		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	1.35 a *	1.33 a	1.34
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	1.24 a	1.33 a	1.29
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	1.28 a	1.27 b	1.28
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	1.33 a	1.32 a	1.33
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	1.29 a	1.31 ab	1.30
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	1.29 a	1.28 b	1.29
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	1.23 a	1.29 ab	1.26
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	1.23 a	1.29 ab	1.26
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	1.19 a	1.27 b	1.23
เฉลี่ย	1.27	1.30	
C.V. (%)	9.00	2.20	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

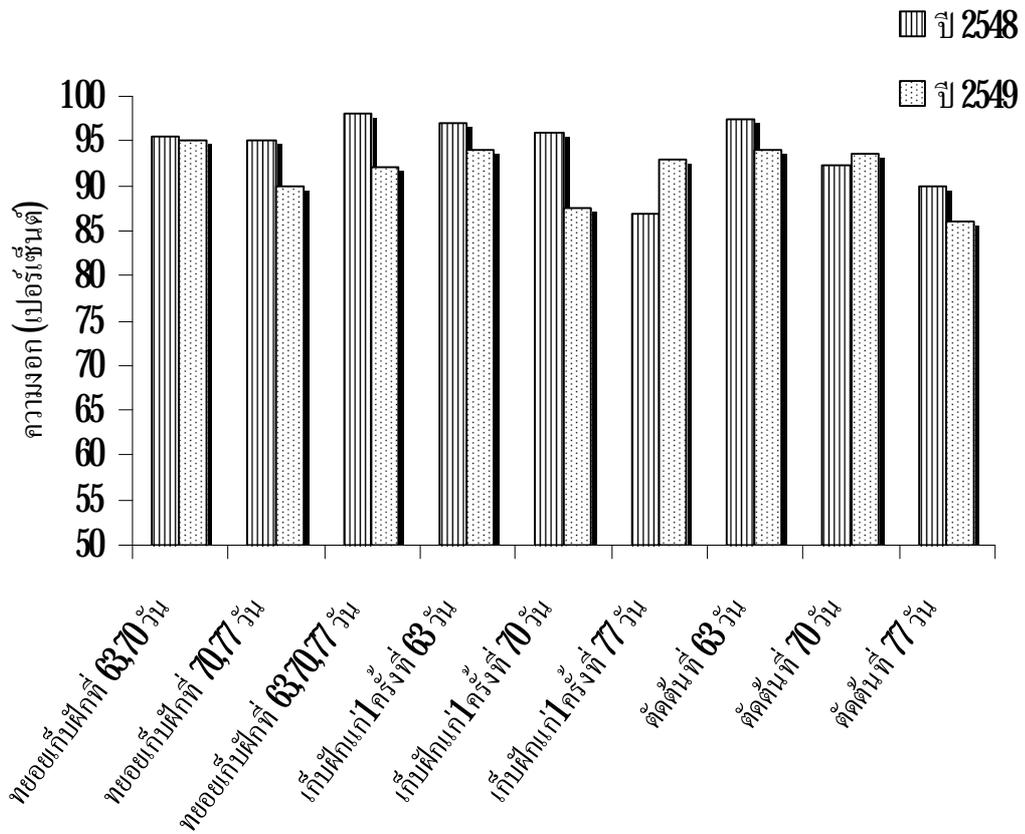


ภาพที่ 5 ความถ่วงจำเพาะของเมล็ดข้าวพ่นรัฐขนานา 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ
รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 6 ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บ
เกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ความงอก (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	95.50 ab*	95.00 a	95.25
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	95.00 ab	90.00 bcd	92.50
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	98.00 a	92.00 abc	95.00
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	97.00 a	94.00 ab	95.50
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	96.00 ab	87.50 cd	91.75
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	87.00 d	93.00 ab	90.00
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	97.50 a	94.00 ab	95.75
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	92.25 bc	93.50 ab	92.88
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	90.00 cd	86.00 d	88.00
เฉลี่ย	94.25	91.67	
C.V. (%)	2.80	3.70	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี
Least significant difference ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 6 ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ขนานท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ส่วนความงอกของเมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2549 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดที่ได้จากการทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูกมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น คือ 95.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูกและการตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก เมล็ดที่ได้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 94.0 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน ขณะที่การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูกและการทยอยเก็บฝักแก่ 3 ครั้ง ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูกได้เมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 93.5 93.0 และ 92.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ คือเมล็ดที่ได้จากการเก็บแบบเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก และการตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 87.5 และ 86.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.3 ความมีชีวิตของเมล็ด

จากการตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ ทั้งในปี 2548 และ 2549 ด้วยวิธีเตตราโซเลียม (ตารางที่ 7 และภาพที่ 7) พบว่า ความมีชีวิตของเมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2548 เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของเมล็ดอยู่ระหว่าง 82.0 ถึง 96.0 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 90.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดลองในปี 2549 เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของเมล็ดอยู่ระหว่าง 87.0 ถึง 95.5 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 91.56 เปอร์เซ็นต์

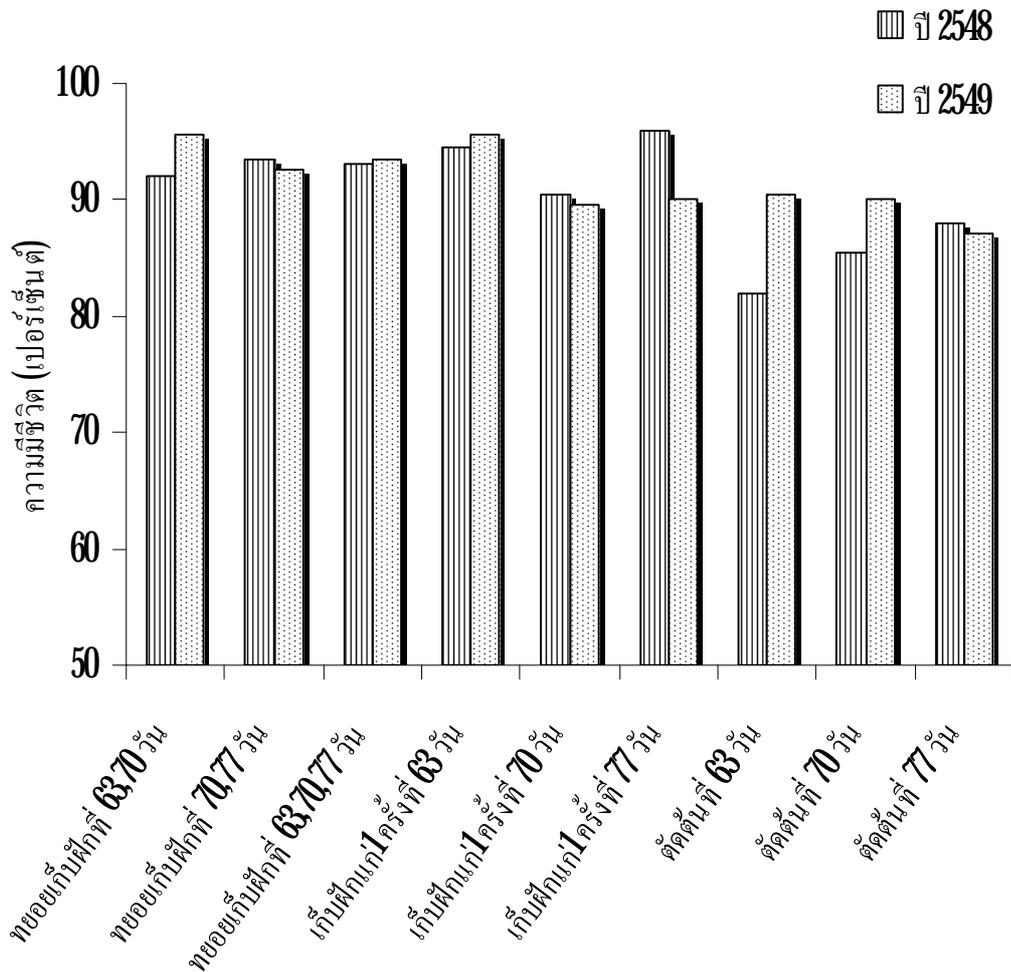
2.4 ความแข็งแรงของเมล็ดภายหลังการเร่งอายุ

เมื่อนำเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 9 วิธีมาตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 8) พบว่า เมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2548 มีความแข็งแรงแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดที่ได้จากการทยอยเก็บฝักแก่ 3 ครั้ง ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก มีความแข็งแรงสูงสุด คือ 87.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ เมล็ดที่ได้จากการตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูกและการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก เมล็ดที่ได้มีความงอกภายหลังการเร่งอายุเท่ากับ 86.0 85.5 84.0 และ 80.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่ได้จากการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูกและการตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก มีความงอกภายหลังการเร่งอายุต่ำ คือ 75.5 และ 75.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบด้วยวิธี TZ test ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์
 ชัยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	92.0a*	95.5a	93.75
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	93.5a	92.5a	93.00
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	93.0a	93.5a	93.25
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	94.5a	95.5a	95.00
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	90.5a	89.5a	90.00
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	96.0a	90.0a	93.00
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	82.0a	90.5a	86.25
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	85.5a	90.0a	87.75
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	88.0a	87.0a	87.50
เฉลี่ย	90.56	91.56	
C.V. (%)	6.90	6.40	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี
Least significant difference ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

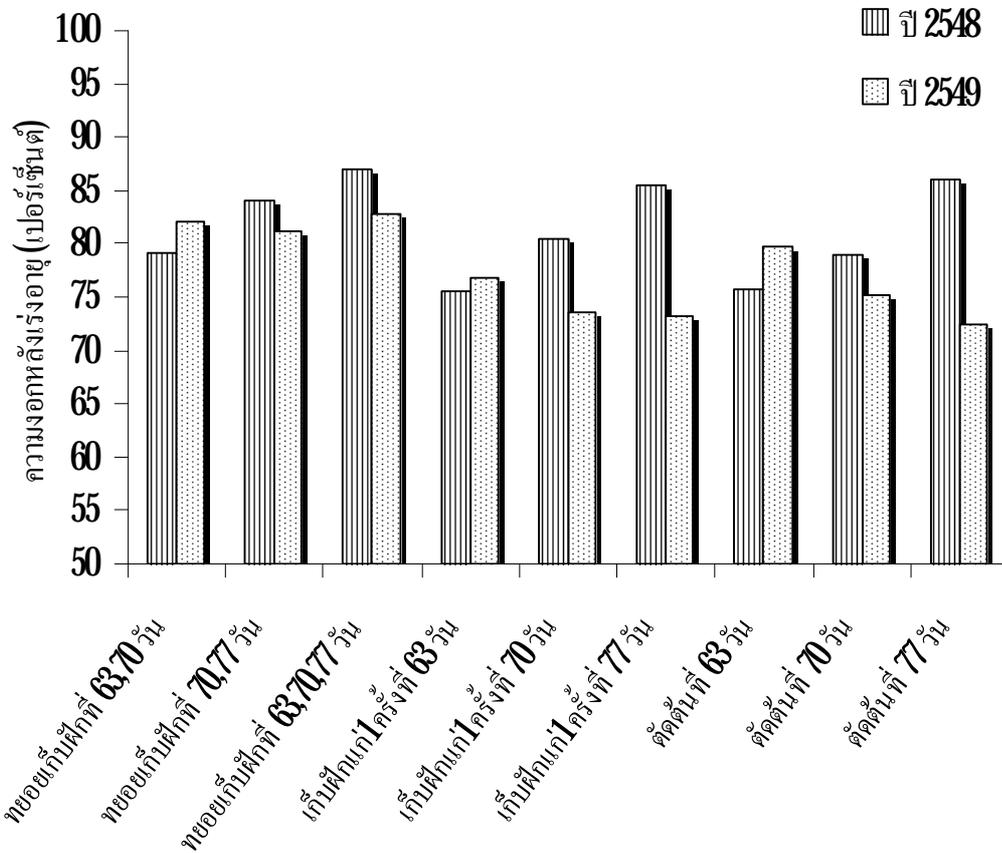


ภาพที่ 7 ความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบด้วยวิธี TZ test ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์
 ชัยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 8 ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ภายหลังจากการเร่งอายุของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่
ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ความงอกหลังเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	79.25 bc *	82.00 a	80.63
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	84.00 ab	81.25 ab	82.63
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	87.00 a	82.75 a	84.88
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	75.50 c	76.75 abc	76.13
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	80.50 abc	73.50 c	77.00
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	85.50 ab	73.25 c	79.38
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	75.75 c	79.75 ab	77.75
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	79.00 bc	75.25 bc	77.13
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	86.00 a	72.50 c	79.25
เฉลี่ย	81.39	77.44	
C.V. (%)	5.60	5.30	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความ
แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี
Least significant difference ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 8 ความงอก (เปอร์เซ็นต์) ภายหลังจากการเร่งอายุของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

การทดลองในปี 2549 พบว่า เมล็ดที่ได้มีความแข็งแรงแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดที่ได้จากการทยอยเก็บฝักแก่ 3 ครั้ง ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูกนั้นมีความงอกภายหลังการเร่งอายุสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่นเช่นเดียวกับการทดลองปี 2548 โดยมีความงอกภายหลังการเร่งอายุ 82.75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูกและการทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก มีความงอก 82.0 และ 81.25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวและการตัดต้นลำช้าไปกว่า 63 วันหลังปลูก เมล็ดที่ได้มีความงอกภายหลังการเร่งอายุลดลง

2.5 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า

การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (ตารางที่ 9 และภาพที่ 9) พบว่า เมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2548 มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน โดยเมล็ดที่ได้จากการตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูกมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงสุด คือ 23.44 มิลลิกรัมต่อต้นกล้า รองลงมาคือ เมล็ดจากการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าเท่ากับ 22.52 มิลลิกรัมต่อต้นกล้า ส่วนเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่นๆ อีก 7 วิธี มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าใกล้เคียงกัน ส่วนการทดลองในปี 2549 พบว่าเมล็ดมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าไม่แตกต่างกัน โดยมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าอยู่ระหว่าง 17.56 ถึง 22.35 มิลลิกรัมต่อต้นกล้า

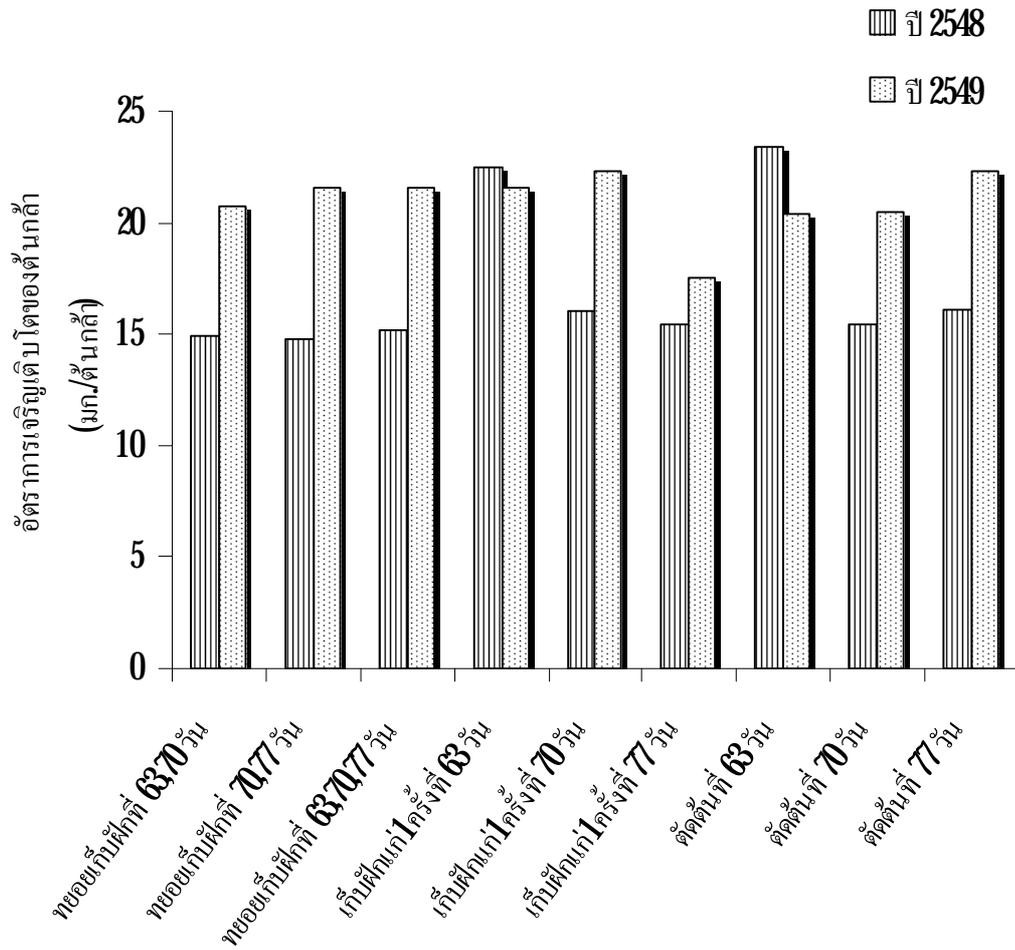
2.6 ค่าการนำไฟฟ้า

เมื่อทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ด (ตารางที่ 10 และภาพที่ 10) โดยเมล็ดที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ดสูงจะมีความแข็งแรงต่ำ ในทางกลับกันหากเมล็ดมีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ดต่ำจะมีความแข็งแรงสูง พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2549 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมล็ดมีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 60.33 ถึง 69.69 ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัมเมล็ดเฉลี่ย 64.40 ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัมเมล็ด ส่วนการทดลองในปี 2548 นั้น ไม่มีการทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

ตารางที่ 9 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้นกล้า) ของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	14.91 b*	20.73 a*	17.82
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	14.81 b	21.53 a	18.17
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	15.21 b	21.53 a	18.37
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	22.52 a	21.56 a	22.04
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	16.02 b	22.35 a	19.19
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	15.42 b	17.56 a	16.49
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	23.44 a	20.38 a	21.91
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	15.44 b	20.45 a	17.95
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	16.12 b	22.31 a	19.22
เฉลี่ย	17.10	20.93	
C.V. (%)	9.30	11.60	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

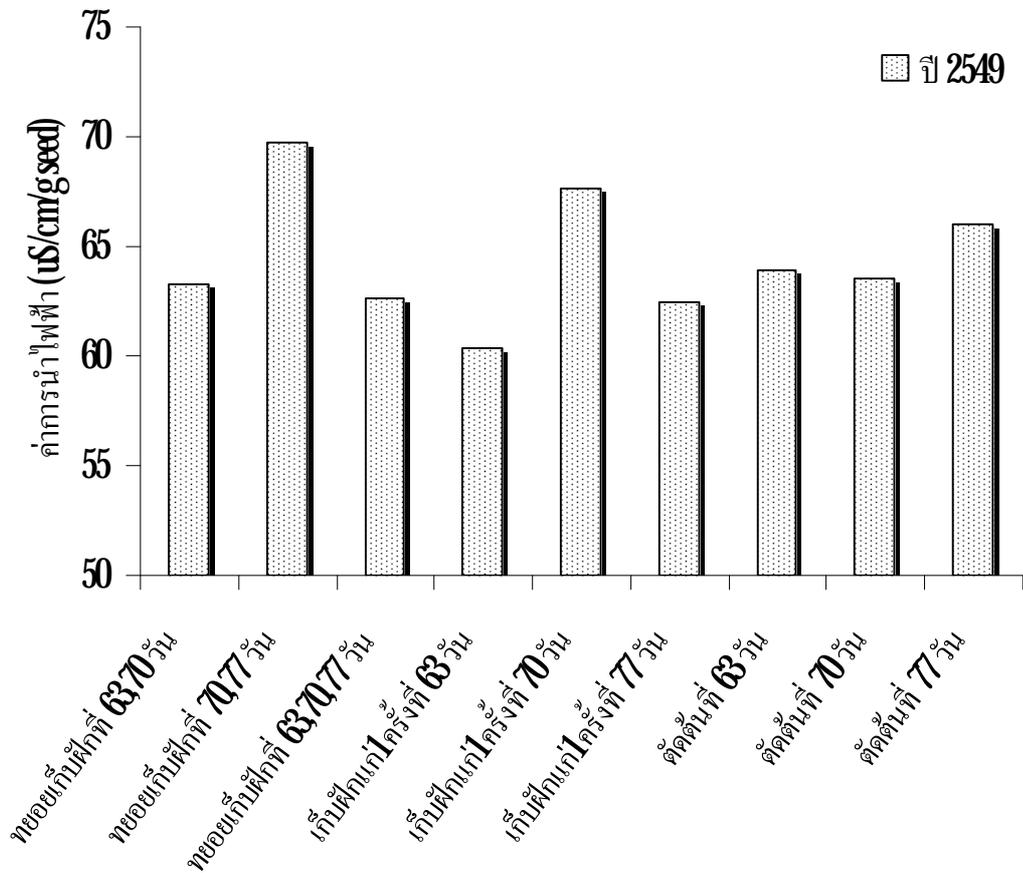


ภาพที่ 9 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (มีลิกกรัมต่อต้นกล้า) ของเมล็ดข้าวพื้นราบพันธุ์ชนาท 72 ที่ได้รับการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 10 ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัมเมล็ด) ของสารละลายแชนเมล็ดั่วเขียว
พันธุ์ชยันนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ค่าการนำไฟฟ้า		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	-	63.29 a*	63.29
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	-	69.69 a	69.69
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	-	62.67 a	62.67
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	-	60.33 a	60.33
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	-	67.68 a	67.68
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	-	62.49 a	62.49
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	-	63.92 a	63.92
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	-	63.54 a	63.54
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	-	65.99 a	65.99
เฉลี่ย	-	64.40	
C.V. (%)	-	12.10	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 10 ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัมเมล็ด) ของสารละลายแช่เมล็ดถั่วเขียว พันธุ์ชยันต 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2549

2.7 ความเสียหายของเมล็ดพันธุ์

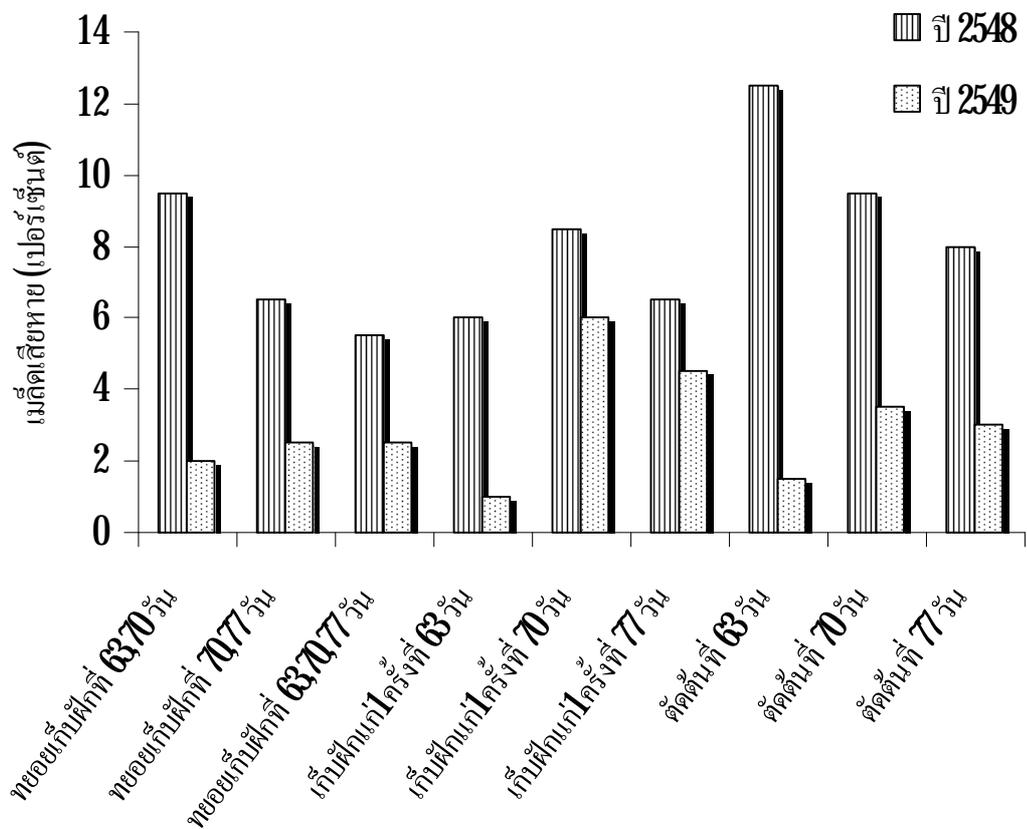
เมื่อตรวจสอบความเสียหายของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธี **Fast green test** (ตารางที่ 11 และภาพที่ 11) จากเมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2548 พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ ในปี 2548 การทยอยเก็บฝักแก่ 3 ครั้ง ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูกพบเมล็ดเสียหายซึ่งตรวจสอบด้วยวิธี **fast green test** น้อยกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น โดยพบเมล็ดเสียหาย 5.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูกและการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก พบเมล็ดเสียหาย 6.0 6.5 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการตัดต้นครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก พบเมล็ดเสียหายสูงสุด คือ 12.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดลองในปี 2549 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูกพบเมล็ดเสียหายน้อยกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น รองลงมาคือ การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูกพบเมล็ดเสียหาย 1.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูกพบเมล็ดเสียหายสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่นๆ โดยพบเมล็ดเสียหาย 6.0 เปอร์เซ็นต์

เมื่อตรวจสอบความเสียหายด้วยวิธีอื่น เช่น **Chlorox test** (ตารางที่ 12 และภาพที่ 12) เปอร์เซ็นต์เมล็ดค่น (ตารางที่ 13 และภาพที่ 13) และเปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียหายซึ่งสังเกตจากลักษณะภายนอกของเมล็ด (ตารางที่ 14 และภาพที่ 14) พบว่า เมล็ดที่ได้จากการทดลองทั้งในปี 2548 และ 2549 มีความเสียหายไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยภาพรวมแล้ว เมื่อตรวจสอบความเสียหายด้วยวิธี **Chlorox test** และเปอร์เซ็นต์เมล็ดค่นจากเมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2548 จะพบเมล็ดเสียหายสูงกว่าการทดลองในปี 2549

ตารางที่ 11 ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี **fast green test** ของเมล็ดถั่วเขียว พันธุ์ชัยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	9.5 ab*	2.0 bc	5.75
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	6.5 ab	2.5 bc	4.50
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	5.5 b	2.5 bc	4.00
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	6.0 b	1.0 c	3.50
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	8.5 ab	6.0 a	7.25
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	6.5 ab	4.5 ab	5.50
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	12.5 a	1.5 c	7.00
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	9.5 ab	3.5 abc	6.50
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	8.0 ab	3.0 bc	5.50
เฉลี่ย	8.06	2.94	
C.V. (%)	30.70	31.40	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

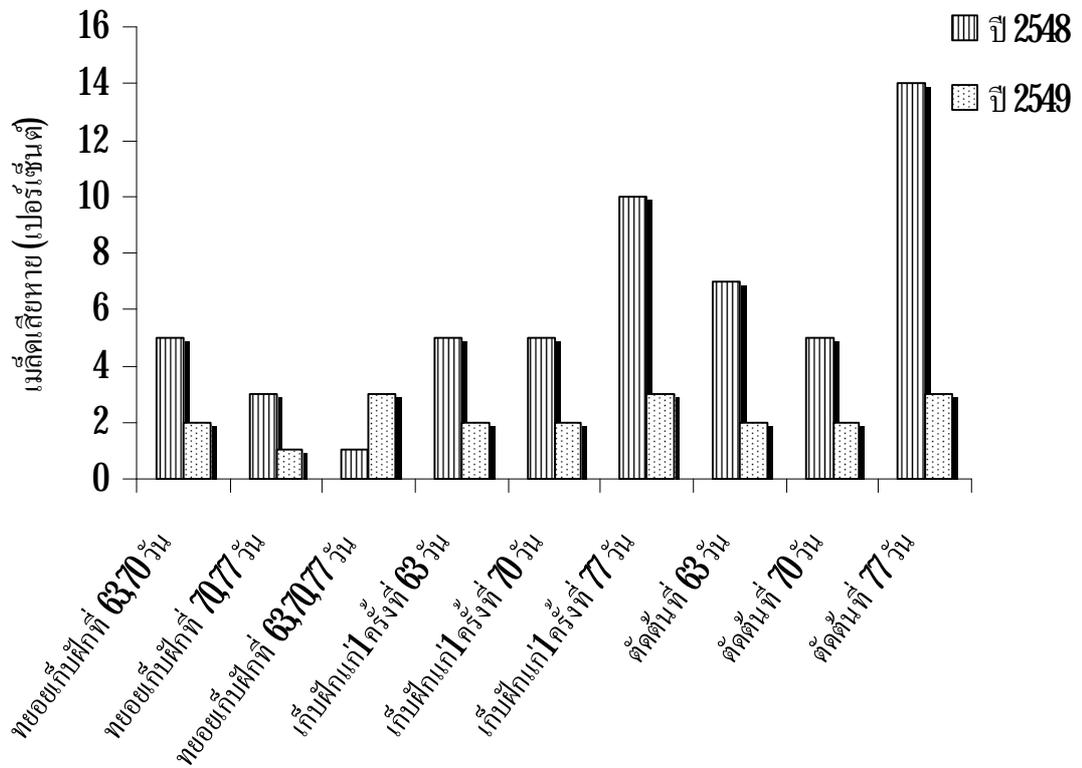


ภาพที่ 11 ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี **fast green test** ของเมล็ดถั่วเขียว พันธุ์ชยันนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 12 ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี **Chlorox test** ของเมล็ดถั่วเขียว พันธุ์ชัชวาล 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	5a*	2a	35
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	3a	1a	20
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	1a	3a	20
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	5a	2a	35
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	5a	2a	35
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	10a	3a	65
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	7a	2a	45
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	5a	2a	35
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	14a	3a	85
เฉลี่ย	6.11	2.22	
C.V. (%)	60.10	53.90	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

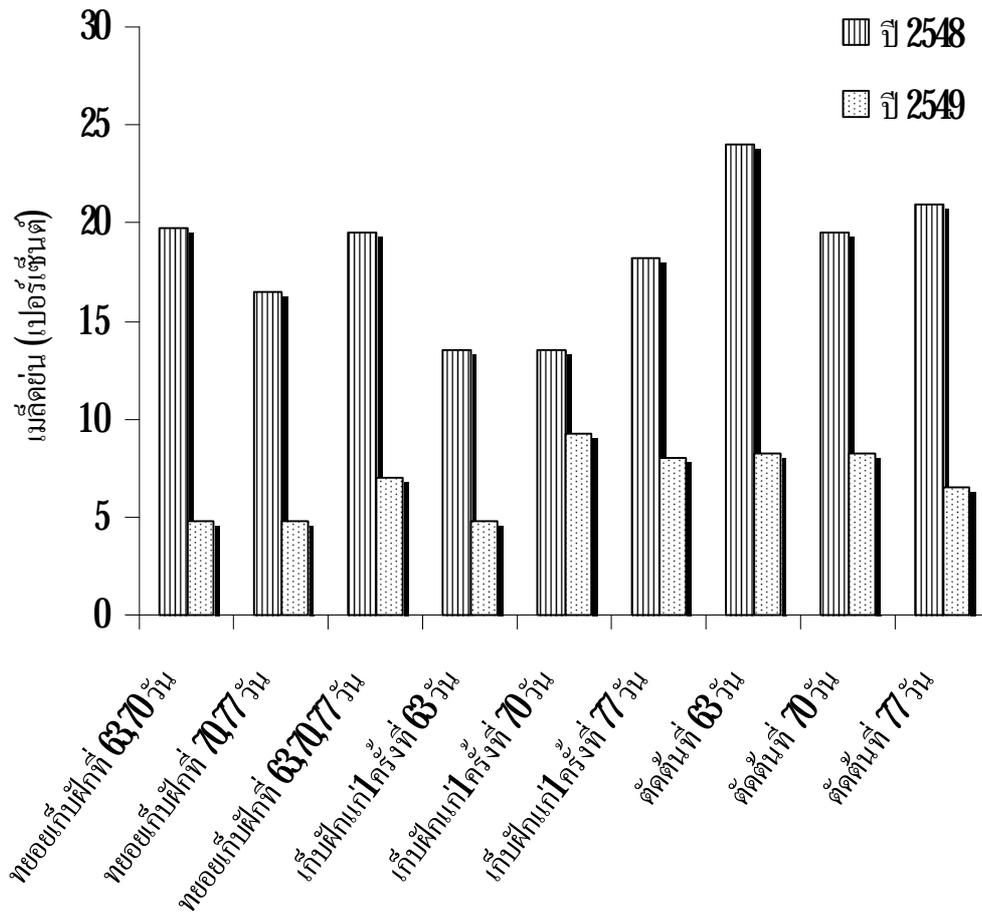


ภาพที่ 12 ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี Chlorox test ของเมล็ดถั่วเขียว พันธุ์ชัญนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 13 เมล็ดขุ่น (เปอร์เซ็นต์) ที่พบจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวพันธุ์ชยันต 72 ด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธีในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	19.75a*	4.75a	12.25
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	16.50a	4.75a	10.63
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	19.50a	7.00a	13.25
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	13.50a	4.75a	9.13
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	13.50a	9.25a	9.13
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	18.25a	8.00a	13.13
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	24.00a	8.25a	16.13
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	19.50a	8.25a	13.88
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	21.00a	6.50a	13.75
เฉลี่ย	18.39	6.83	
C.V. (%)	25.90	19.80	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

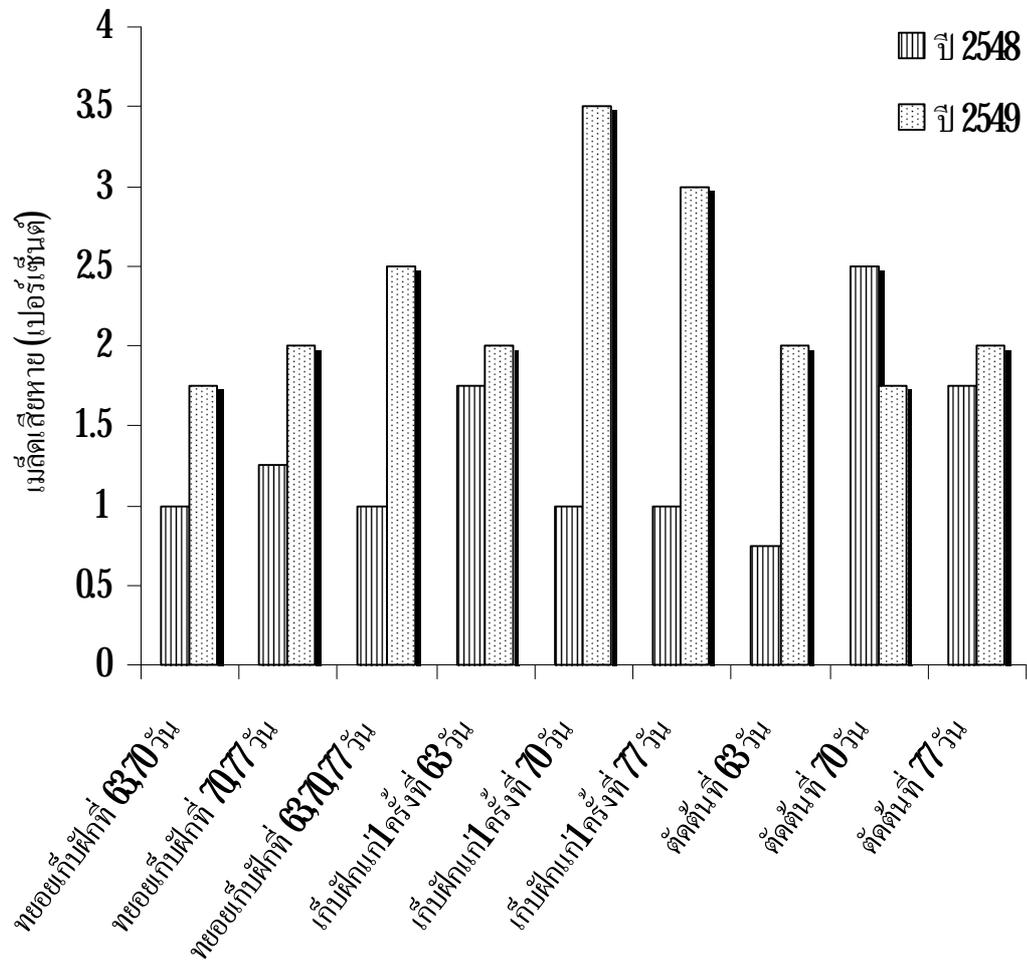


ภาพที่ 13 เมล็ดขุ่น (เปอร์เซ็นต์) ที่พบจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดหัวเขียวพันธุ์ชัชานาท 72 ด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธีในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 14 เมล็ดเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) โดยสังเกตจากลักษณะภายนอกของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์
 ชัยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	1.00a*	1.75a	1.38
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	1.25a	2.00a	1.63
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	1.00a	2.50a	1.75
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	1.75a	2.00a	1.88
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	1.00a	3.50a	2.25
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	1.00a	3.00a	2.00
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	0.75a	2.00a	1.38
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	2.50a	1.75a	2.13
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	1.75a	2.00a	1.88
เฉลี่ย	1.33	2.28	
C.V. (%)	35.50	22.80	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความ
 แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี
Least significant difference ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 14 เมล็ดเสียวหาย (เปอร์เซ็นต์) โดยสังเกตจากลักษณะภายนอกของเมล็ดตัวเขียวพันธุ์
ชยันนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

3 ผลของวิธีเก็บเกี่ยวต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดบวมน้ำ

เมื่อตรวจสอบเปอร์เซ็นต์เมล็ดบวมน้ำโดยวิธี **oversoak test** (ตารางที่ 15 และภาพที่ 15) ในปี 2548 พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดบวมน้ำที่เกิดขึ้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการทดลองในปี 2548 พบเปอร์เซ็นต์เมล็ดบวมน้ำอยู่ระหว่าง 1.08 ถึง 4.69 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 2.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดลองในปี 2549 พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดบวมน้ำมีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ การเก็บฝักแก่ ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก พบเมล็ดบวมน้ำต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น โดยพบเมล็ดบวมน้ำ 0.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูกกับที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก และการทยอยเก็บ 3 ครั้ง ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก พบเมล็ดบวมน้ำ 1.02 1.04 และ 1.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนการตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูกจะพบเมล็ดบวมน้ำสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่นๆ คือ 2.05 เปอร์เซ็นต์

4 ผลของวิธีเก็บเกี่ยวต่อผลผลิตถั่วงอก

การทดสอบผลผลิตถั่วงอก (ตารางที่ 16 และภาพที่ 16) พบว่า ผลผลิตถั่วงอกที่ได้จากการทดลองในปี 2548 มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูกให้ผลผลิตถั่วงอกสูงสุด คือ 4.78 กิโลกรัม/เมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างจากเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่นๆ ยกเว้นการเก็บเกี่ยวแบบตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก ให้ผลผลิตถั่วงอกเพียง 3.99 กิโลกรัม/เมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม ส่วนการทดสอบผลผลิตถั่วงอกของถั่วเขียวที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในปี 2549 พบว่า ผลผลิตถั่วงอกที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน โดยผลผลิตถั่วงอกของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในปี 2549 อยู่ระหว่าง 5.13 ถึง 6.03 กิโลกรัม/กิโลกรัมเมล็ด

5 ความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 9 วิธี

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การเกิดเมล็ดย่น ความเสียหายของเมล็ดเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี **Chlorox test** และ **Fast green test** กับลักษณะทางคุณภาพ ได้แก่ ความงอกมาตรฐาน ความมีชีวิตของเมล็ด ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ด อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า เมล็ดคัดทิ้งและผลผลิตถั่วงอกของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี (ตารางที่ 17) โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดย่นมี

ความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ **-0.549*** กล่าวคือ ตัวอย่างเมล็ดที่มีลักษณะเมล็ดย่นมากเมื่อนำไปเพาะเป็นต้นกล้า จะมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าน้อย

ความเสียหายของเมล็ดเมื่อทดสอบด้วยวิธี **Fast green test** มีความสัมพันธ์กับความมีชีวิตของเมล็ด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ **-0.558*** หมายความว่า ตัวอย่างที่พบความเสียหายบริเวณใบเลี้ยงสูง จะมีความมีชีวิตของเมล็ดต่ำ

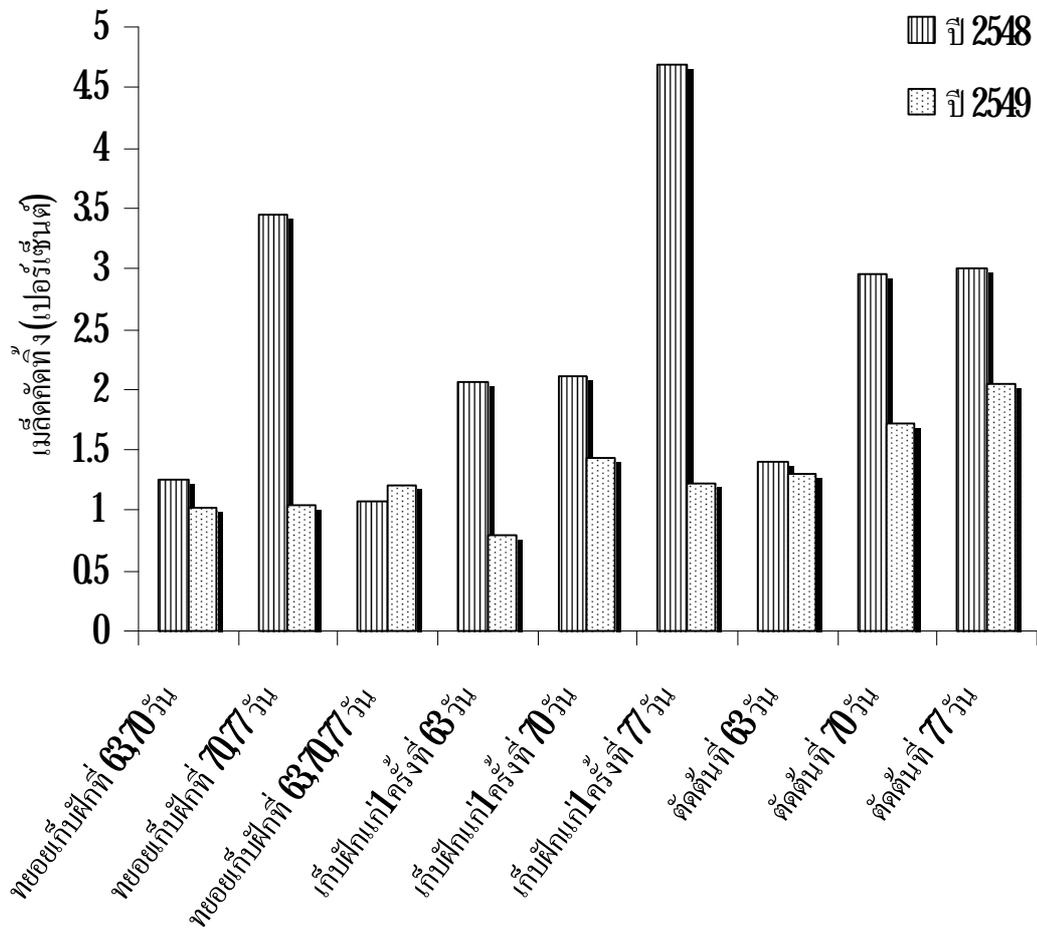
ความเสียหายบริเวณ **seed coat** เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี **Chlorox test** มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้ง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ **0.649*** หมายความว่า ตัวอย่างที่พบความเสียหายบริเวณ **seed coat** สูงจะพบเมล็ดคัดทิ้งในระหว่างการทดสอบเมล็ดบวมน้ำสูงเช่นกัน นอกจากนี้พบว่า การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 วิธี มีความสัมพันธ์กับการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ดและผลผลิตถั่วอกที่ได้ หมายความว่าตัวอย่างที่พบเปลือกหุ้มเมล็ดมีลักษณะย่นหรือเกิดความเสียหายบริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดและที่ใบเลี้ยงมากเมื่อนำสารละลายแช่เมล็ดนั้นมาวัดค่าการนำไฟฟ้าจะพบค่าการนำไฟฟ้าที่สูง แสดงถึงการเสื่อมคุณภาพของเมมเบรนของเมล็ด และเมื่อนำตัวอย่างนั้นมาเพาะถั่วอกจะทำให้ผลผลิตถั่วอกต่ำ

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญด้วยสมการถดถอย (**regression**) เส้นตรง พบว่า ลักษณะเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง โดยเมื่อนำข้อมูลความเสียหายของเมล็ดพันธุ์ซึ่งตรวจสอบด้วยวิธี **Fast green test** และความมีชีวิตของเมล็ด พบว่า มีค่า $R^2 = 0.3115$ มีสมการเส้นตรง คือ $y = -0.6487x + 94.624$ (ภาพที่ 17) เมล็ดย่นที่พบและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า มีค่า $R^2 = 0.6883$ มีสมการเส้นตรง คือ $y = -0.4257x + 23.838$ (ภาพที่ 18) ความเสียหายของเมล็ดพันธุ์ซึ่งตรวจสอบด้วยวิธี **Fast green test** และเมล็ดคัดทิ้งที่พบมีค่า $R^2 = 0.4217$ มีสมการเส้นตรง คือ $y = 0.201x + 1.0396$ (ภาพที่ 19) เมล็ดย่นที่พบและผลผลิตถั่วอกมีค่า $R^2 = 0.7956$ มีสมการเส้นตรงคือ $y = -0.1097x + 6.3874$ (ภาพที่ 20) ความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อทดสอบด้วยวิธี **Chlorox test** และผลผลิตถั่วอก มีค่า $R^2 = 0.3506$ มีสมการเส้นตรงคือ $y = -0.1416x + 5.5932$ (ภาพที่ 21) ความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อทดสอบด้วยวิธี **Fast green test** และผลผลิตถั่วอก มีค่า $R^2 = 0.5878$ มีสมการเส้นตรงคือ $y = -0.1904x + 6.0507$ (ภาพที่ 22)

ตารางที่ 15 เมล็ดบวมน้ำ (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี **oversoak test** ของถั่วเขียวพันธุ์
 ชัยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	เมล็ดบวมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	1.25 a*	1.02 cd	1.14
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	3.45 a	1.04 cd	2.25
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	1.08 a	1.20 bcd	1.14
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	2.07 a	0.79 d	1.43
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	2.12 a	1.43 bc	1.78
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	4.69 a	1.22 bcd	2.96
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	1.41 a	1.30 bcd	1.36
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	2.96 a	1.72 ab	2.34
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	3.00 a	2.05 a	2.53
เฉลี่ย	2.45	1.31	
C.V. (%)	65.50	29.30	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความ
 แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี
Least significant difference ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

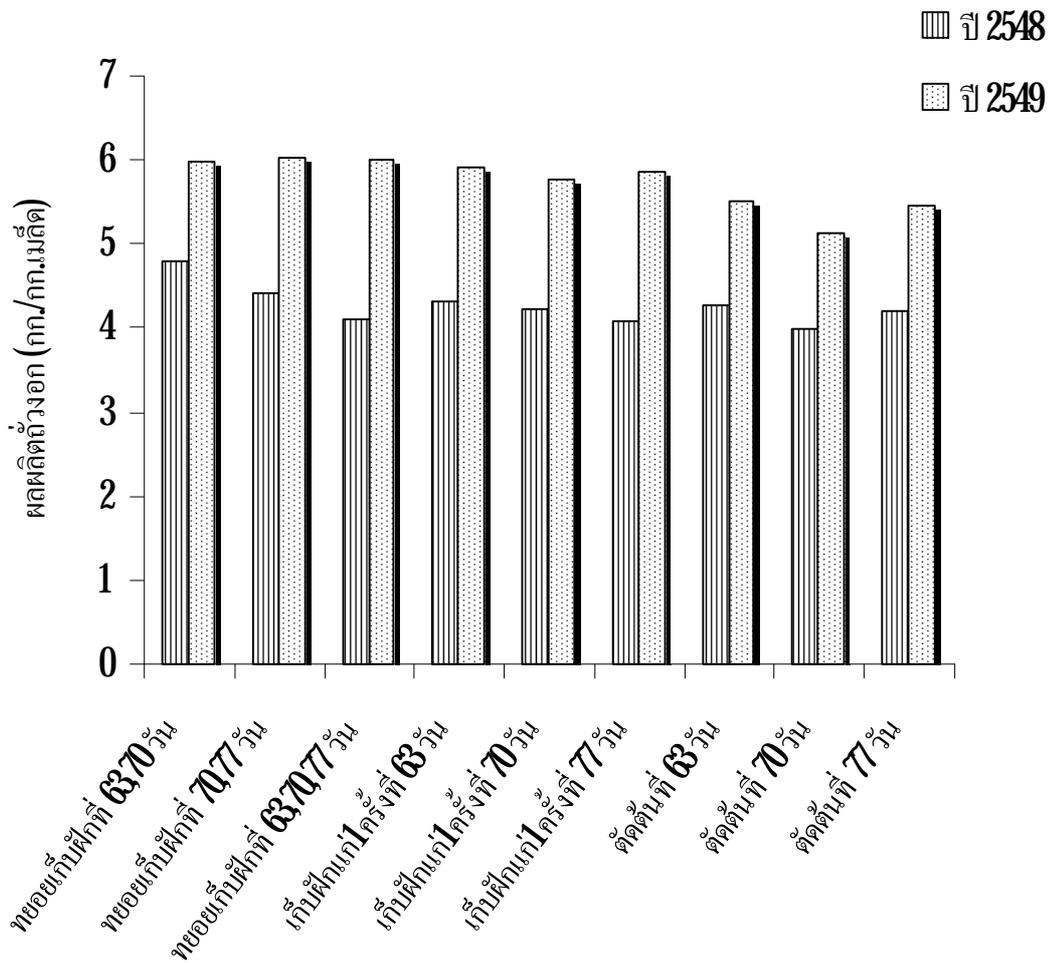


ภาพที่ 15 เมล็ดคบน้ำ (เปอร์เซ็นต์) จากการตรวจสอบโดยวิธี **oversoak test** ของถั่วเขียวพันธุ์ ชัยนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 16 ผลผลิตถั่วงอก (กิโลกรัมถั่วงอกต่อกิโลกรัมเมล็ด) ของถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

วิธีเก็บเกี่ยว	ผลผลิตถั่วงอก		เฉลี่ย
	ปี 2548	ปี 2549	
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูก	478a*	5.98a	5.38
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก	442ab	6.03a	5.23
ทยอยเก็บฝักแก่ที่อายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก	411 ab	6.00a	5.06
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 วันหลังปลูก	433ab	5.91 a	5.12
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 70 วันหลังปลูก	424ab	5.76a	5.00
การเก็บฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 77 วันหลังปลูก	437 ab	5.87a	5.12
การตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก	428ab	5.50a	4.89
การตัดต้นที่อายุ 70 วันหลังปลูก	3.99c	5.13a	4.56
การตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก	4.21 ab	5.46a	4.84
เฉลี่ย	4.27	5.74	
C.V. (%)	11.02	10.50	

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% จากการทดสอบโดยวิธี **Least significant difference** ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



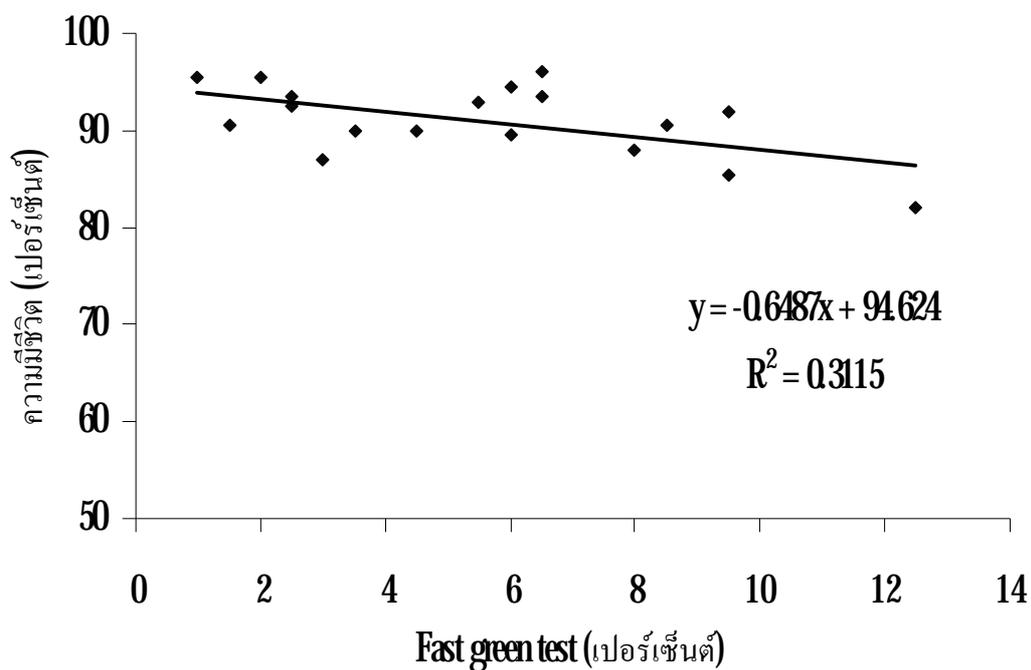
ภาพที่ 16 ผลผลิตถั่ววงอก (กิโลกรัมถั่ววงอกต่อกิโลกรัมเมล็ด) ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี ในปี 2548 และ 2549

ตารางที่ 17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ เมล็ดอ่อน (เปอร์เซ็นต์) ความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี **Chlorox test** และ **Fast green test** กับลักษณะทางคุณภาพ ได้แก่ ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ความมีชีวิตของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี **TZ test** ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ด (ไมโครซีเมน/เซนติเมตร/กรัมเมล็ด) อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้นกล้า) เมล็ดคัดทิ้ง (เปอร์เซ็นต์) และผลผลิตถั่วอก (กิโลกรัมถั่วอก/กิโลกรัมเมล็ด) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี

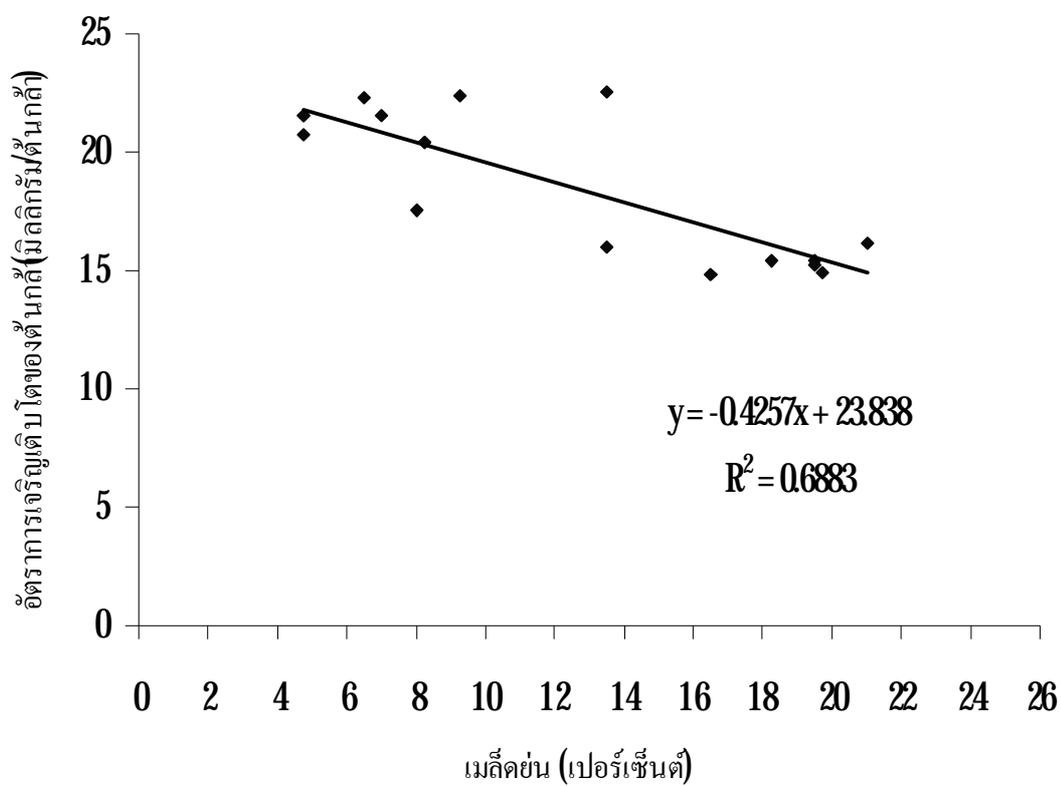
ลักษณะคุณภาพ / ลักษณะกายภาพ	ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์)	AA test (เปอร์เซ็นต์)	TZ test (เปอร์เซ็นต์)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{gseed}$)	อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (มิลลิกรัมต่อต้นกล้า)	เมล็ดคัดทิ้ง (เปอร์เซ็นต์)	ผลผลิตถั่วอก (kg/kg seed)
เมล็ดอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	0.285	0.368	-0.386	0.887**	-0.549*	0.491	-0.892**
Chlorox test (เปอร์เซ็นต์)	-0.203	0.325	-0.240	0.565*	-0.337	0.649*	-0.592*
Fast green test (เปอร์เซ็นต์)	0.244	0.061	-0.558*	0.818**	-0.388	0.380	-0.767**

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

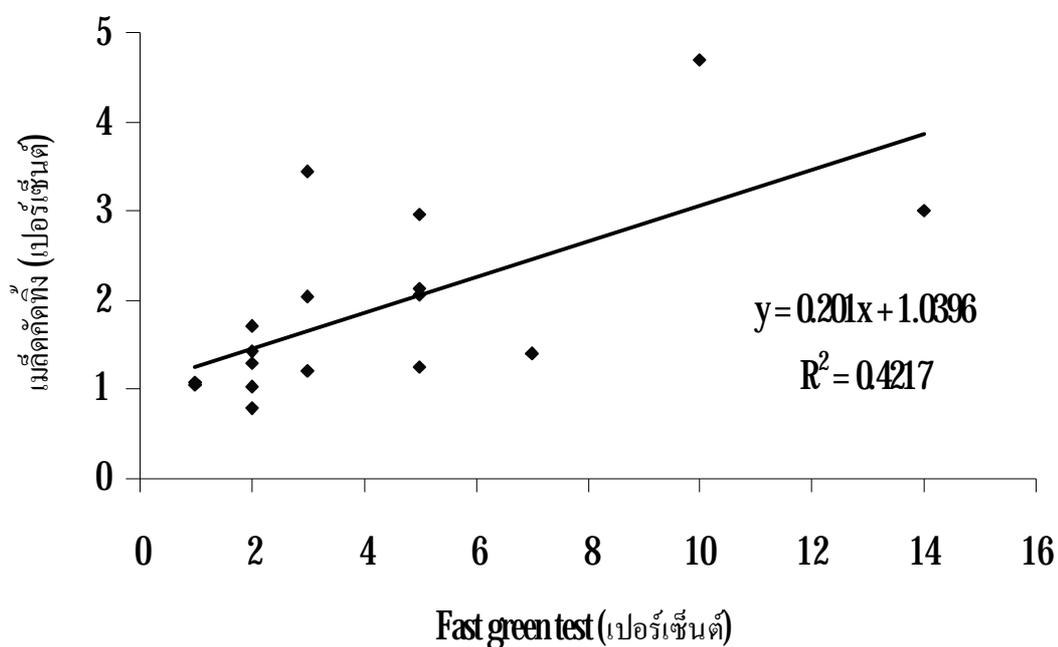
** มีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01



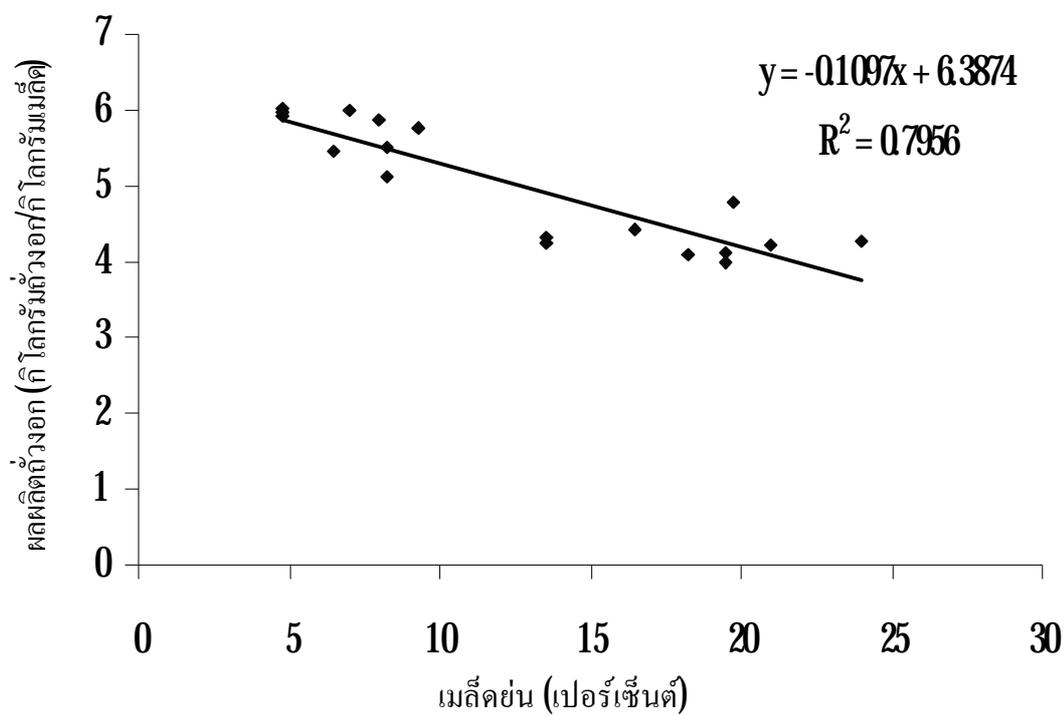
ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) จากการทดสอบด้วยวิธี **Fast green test** กับความมีชีวิต (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี มีสมการเส้นตรงคือ $y = -0.6487x + 94.624$ มีค่า $R^2 = 0.3115$



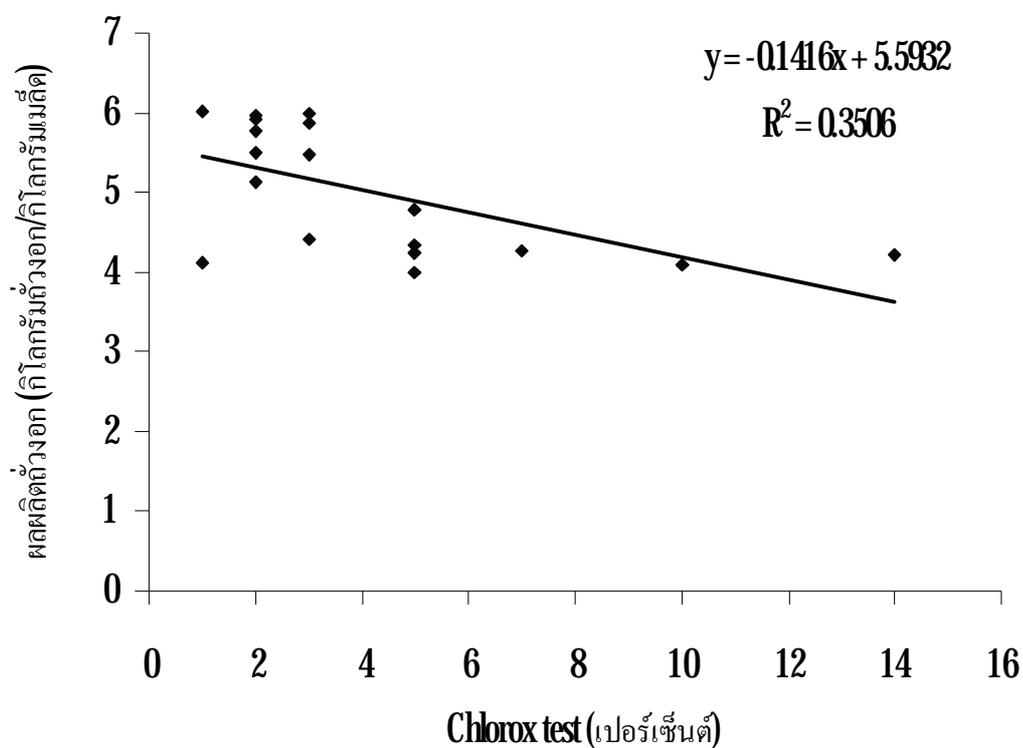
ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดขุ่นที่พบ (เปอร์เซ็นต์) กับอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (มิลลิกรัม/ต้นกล้า) ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี มีสมการเส้นตรง คือ $y = -0.4257x + 23.838$ มีค่า $R^2 = 0.6883$



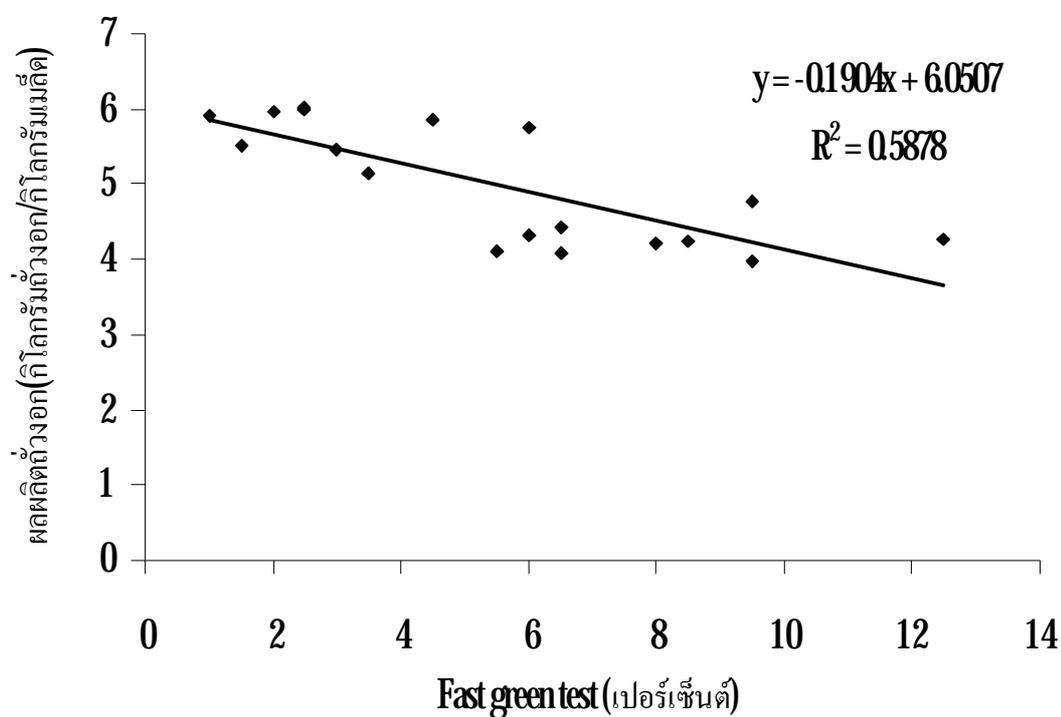
ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อทดสอบด้วยวิธี **Fast green test** กับเมล็ดคัดทิ้ง (เปอร์เซ็นต์) ในขั้นตอนการทดสอบเมล็ดบวมน้ำของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี มีสมการเส้นตรง คือ $y = 0.201x + 1.0396$ มีค่า $R^2 = 0.4217$



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดย่น (เปอร์เซ็นต์) ที่พบกับผลผลิตถั่วงอก (กิโลกรัมถั่วงอก/กิโลกรัมเมล็ด) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธีมีสมการเส้นตรงคือ $y = -0.1097x + 6.3874$ มีค่า $R^2 = 0.7956$



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อทดสอบด้วยวิธี **Chlorox test** กับผลผลิตถั่วออก (กิโลกรัมถั่วออก/กิโลกรัมเมล็ด) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธีมีสมการเส้นตรงคือ $y = -0.1416x + 5.5932$ มีค่า $R^2 = 0.3506$



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อทดสอบด้วยวิธี **Fast green test** กับผลผลิตถั่วออก (กิโลกรัมถั่วออก/กิโลกรัมเมล็ด) ของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ รวม 9 วิธี มีสมการเส้นตรงคือ $y = -0.1904x + 6.0507$ มีค่า $R^2 = 0.5878$

วิจารณ์

1. ผลของวิธีเก็บเกี่ยวต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชาติ 72

จากการศึกษาผลกระทบของวิธีเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชาติ 72 พบว่า วิธีการเก็บเกี่ยวมีผลต่อจำนวนฝักต่อต้น คือ การเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บฝักแก่ 3 ครั้ง เมื่อถั่วเขียวอายุ 63 70 และ 77 วันหลังปลูกได้จำนวนฝักต่อต้น (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) สูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น รองลงมาคือ การทยอยเก็บฝักแก่ 2 ครั้ง ที่อายุ 70 และ 77 วันหลังปลูก ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเขียวมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบทอดยอด (indeterminate type) คือ การออกดอกและการสุกแก่ของฝักเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน การทยอยเก็บฝักแก่ทำให้ได้จำนวนฝักที่สุกแก่ในแต่ละระยะมากกว่าการเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียว เมื่อพิจารณาจำนวนเมล็ดต่อฝัก (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2) และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ตาราง ที่ 3 และภาพที่ 3) จะเห็นว่า วิธีเก็บเกี่ยวมีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักที่ได้จากการทดลองในปี 2548 แต่ไม่มีผลกับการทดลองในปี 2549 ส่วนน้ำหนัก 1,000 เมล็ดไม่มีความแตกต่างเมื่อเก็บเกี่ยวด้วยวิธีที่ต่างกัน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจำนวนฝักต่อต้นที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ จะมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาผลผลิตต่อไร่จะเห็นว่าไม่สอดคล้องกับจำนวนฝักต่อต้น การเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บฝักแก่แม้จะได้จำนวนฝักต่อต้นสูง แต่เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตต่อไร่ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 4) จะเห็นว่า การเก็บเกี่ยวแบบตัดต้นได้ผลผลิตสูงกว่า เพราะว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีตัดต้นนั้นจะมีทั้งเมล็ดจากฝักที่สุกแก่ ฝักที่ใกล้สุกแก่และฝักอ่อนรวมกัน ส่วนการทยอยเก็บฝักแก่นั้น ฝักส่วนหนึ่งที่สุกแก่ไม่ทันช่วงเก็บเกี่ยว จึงเกิดการสูญเสียผลผลิตได้ Adams (1967) กล่าวว่า องค์ประกอบของผลผลิตพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างกัน จำนวนฝักต่อต้นเป็นองค์ประกอบของผลผลิตที่ถูกควบคุมโดยพันธุกรรมค่อนข้างน้อยและมีความผันแปรต่อสภาพแวดล้อมมาก ส่วนจำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนักเมล็ดเป็นลักษณะที่ควบคุมโดยพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อม ซึ่งอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเขตกรรม เช่น วันปลูก จำนวนต้นต่อพื้นที่ การใส่ปุ๋ย ปริมาณวัชพืช ไม่ค่อยมีผลต่อองค์ประกอบของผลผลิตเหล่านี้

การทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สุวิมลและคณะ (2529) ซึ่งรายงานว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเขียวพันธุ์ VC 1178 และอุทอง 1 ด้วยวิธีเกี่ยวทั้งต้นให้ผลผลิตสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีปลิดฝักแก่ 1 2 และ 3 ครั้ง โดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวแบบตัดต้นที่อายุ 75 วันหลังงอกให้ผลผลิตสูงกว่าการเก็บเกี่ยวที่อายุ 65 และ 55 วันหลังงอก ส่วนการเก็บเกี่ยวถั่วเขียวพันธุ์อุทอง 1 ด้วยวิธีเกี่ยว

ทั้งต้นที่อายุ 65 วันหลังออก ให้ผลผลิตสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีเดียวกันที่อายุ 55 และ 75 วัน หลังออก แต่การทดลองของบัวกัน (2533) และ สุวิมลและคณะ (2532) รายงานว่า ผลผลิตของถั่วเขียวจะเพิ่มขึ้นตามอายุเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเก็บเกี่ยว 63 วันหลังปลูกนั้นอยู่ในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา การเก็บเกี่ยวภายหลังจากระยะนี้ ฝักที่สุกแก่และต้นบางส่วนได้รับความเสียหายจากฝนที่ตกในช่วงระหว่างรอการเก็บเกี่ยวครั้งต่อไป ทำให้ผลผลิตส่วนหนึ่งสูญหายไป การเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียวที่ 77 วันหลังปลูกผลผลิตจึงไม่สูงขึ้นซึ่งสุวิมลและคณะ (2548) รายงานว่า อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของถั่วเขียวพันธุ์ชยันท 72 คือช่วงที่ถั่วเขียวอายุ 66-68 วันหลังปลูก เพราะเป็นช่วงที่ให้ผลผลิตสูงสุด การเก็บเกี่ยวภายหลังจากระยะนี้แม้จะให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการเก็บเกี่ยวที่อายุ 66-68 วันหลังปลูก แต่คุณภาพของเมล็ดที่ได้ โดยเฉพาะความงอกและความแข็งแรง นั้นต่ำกว่าเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวที่อายุ 66-68 วันหลังปลูก

2 ผลกระทบจากวิธีเก็บเกี่ยวที่มีต่อลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชยันท 72

2.1 ความถ่วงจำเพาะของเมล็ด

เมื่อเปรียบเทียบความถ่วงจำเพาะของเมล็ด (ตารางที่ 5 และภาพที่ 5) ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 9 วิธี จะเห็นว่า การทดลองในปี 2549 เมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีทยอยเก็บฝักแก่ เก็บฝักแก่ครั้งเดียว และวิธีตัดต้นภายหลังที่ถั่วเขียวมีอายุ 70 วันหลังปลูกไปแล้ว จะมีความถ่วงจำเพาะของเมล็ดต่ำกว่าเมล็ดที่ได้จากดอกที่บานในช่วงแรกๆ ส่วนเมล็ดที่ได้จากการทดลองใน 2548 พบแนวโน้มเดียวกันกับการทดลองในปี 2549 ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะเป็นค่าที่แสดงถึงความหนาแน่นของเมล็ดและปริมาตรของเมล็ด จากผลการทดลองกล่าวได้ว่าการเก็บเกี่ยวช้าและเมล็ดถูกปล่อยทิ้งให้อยู่ในแปลงนานมีความถ่วงจำเพาะลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมล็ดเสื่อมสภาพจากสภาพฟ้าอากาศ เช่น อยู่ภายใต้ภาวะเปียกและแห้งสลับกันหลายรอบ เนื่องจากฝนหรือความชื้นและแสงแดด ทำให้ความหนาแน่นของเมล็ดลดลง

จากการศึกษาของเชิดชาย (2542) รายงานว่าความถ่วงจำเพาะของเมล็ดมีความสัมพันธ์กับความงอกของถั่วเหลือง คือ เมล็ดถั่วเหลืองที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของเมล็ดสูงจะมีความงอกสูงเช่นกัน ในการทดลองนี้แม้ว่าจะไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะและความงอก แต่พบแนวโน้มว่าเมล็ดถั่วเขียวที่เก็บเกี่ยวด้วยวิธีทยอยเก็บฝักแก่ การเก็บฝักแก่ครั้งเดียว และการตัดต้น

ภายหลังจากที่ถั่วเขียวมีอายุ 70 วันหลังปลูกนอกจากจะมีความถ่วงจำเพาะของเมล็ดลดลงแล้ว ความงอกของเมล็ดจะลดลงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้แม้ว่าความถ่วงจำเพาะและความแข็งแรงของเมล็ดจะไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่มีแนวโน้มว่าเมล็ดถั่วเขียวที่เก็บเกี่ยวในปี 2549 ด้วยวิธีทยอยเก็บ ฝักแก่ การเก็บฝักแก่ครั้งเดียว และการตัดต้นภายหลังจากที่ถั่วเขียวมีอายุ 70 วันหลังปลูก มีความถ่วงจำเพาะลดลงแล้วความแข็งแรงของเมล็ดก็ลดลงด้วยเช่นกัน แสดงให้เห็นว่า เมล็ดที่มีความถ่วงจำเพาะสูงมีความงอกและความแข็งแรงดีกว่าเมล็ดที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำ สอดคล้องกับ รายงานของ Hoy and Gamble (1982)

2.3 เปอร์เซ็นต์ความงอก

จากการเปรียบเทียบความงอกมาตรฐานของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนา 72 ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 9 วิธีการ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 6) จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดส่วนใหญ่มีความงอกเกินกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นการเก็บเกี่ยวโดยวิธีเก็บฝักครั้งเดียวที่ 77 วัน ของปี 2548 และเก็บฝักครั้งเดียวที่ 70 วันและการตัดต้นที่ 77 วันของปี 2549 เท่านั้นที่ให้ความงอกต่ำกว่า 90% ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อการเพาะถั่วงอก เมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อการเพาะถั่วงอกเบอร์ 1 ของออสเตรเลียกำหนดไว้ที่ 90% ส่วนมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวชนิดพิเศษเพื่อการเพาะถั่วงอกต้องมีความงอกต้องไม่ต่ำกว่า 94% ขณะที่มาตรฐานของไทยกำหนดไว้ที่ 95% (บุษบา, 2547) แม้ว่าการตัดต้นจะให้ผลผลิตสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่นที่ระยะเดียวกัน แต่เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น สอดคล้องกับการทดลองของ สุวิมล และคณะ (2529) คือ การตัดต้นถั่วเขียวพันธุ์ VC 1178 ที่อายุ 75 วันหลังงอกให้ผลผลิตสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น แต่ความงอกของเมล็ดกลับต่ำกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีอื่น โดยเฉพาะการตัดต้นที่อายุ 77 วันหลังปลูก

สุวิมล และคณะ (2548) แนะนำว่าการปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนา 36 และชัชชนา 72 ในฤดูแล้ง ควรเก็บเกี่ยวถั่วเขียวที่อายุ 26 วันหลังดอกบานหรือที่อายุ 68-70 วันหลังปลูก เพราะให้เมล็ดที่มีความงอกและความแข็งแรงสูง จากการทดลองนี้ การเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บฝักแก่ การเก็บฝักแก่ครั้งเดียว และการตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูกมีแนวโน้มได้เมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเก็บเกี่ยวภายหลังจากถั่วเขียวอายุ 63 วันหลังปลูก เนื่องจากที่อายุ 63 วันหลังปลูกอยู่ในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของถั่วเขียวพันธุ์ชัชชนา 72 ความงอกในระยะนี้จึงสูงกว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวล่าช้าออกไป

การพิจารณาการสุกแก่ของถั่วเขียวจะพิจารณาจากสีของฝักเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีดำทั้งฝัก เมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวซึ่งในช่วงที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยานี้จะมีความงอกสูงอยู่ ความงอกสูงสุดของเมล็ดจะคงอยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่งแล้วจะค่อยๆ ลดลง เมล็ดจะเกิดการเสื่อมคุณภาพ (**deterioration**) เมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวภายหลังระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาจึงมีความงอกลดลง แต่เนื่องจากถั่วเขียวเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตแบบทอดยอด (**indeterminate type**) มีการทยอยออกดอก ทำให้การสุกแก่ของฝักเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน การเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียว โดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวภายหลังจากที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา เมล็ดที่สุกแก่ในชุดแรกๆ จะได้รับผลกระทบจากสภาพดินฟ้าอากาศไม่เหมาะสมมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง ขณะที่การทยอยเก็บเกี่ยวฝักแก่ช่วยให้เมล็ดรอดพ้นจากการเสื่อมสภาพในแปลง และมีความงอกสูงกว่าการเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียว ทั้งนี้ **Delouche (1980)** กล่าวว่าสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกก่อนการเก็บเกี่ยวมีความสำคัญมาก หากแปลงปลูกมีสภาพอุณหภูมิและความชื้นสูง จะมีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์อย่างรวดเร็ว วันชัยและคณะ (**2538**) รายงานว่าเมล็ดถั่วเขียวที่เก็บเกี่ยวล่าช้ากว่า **74** วันหลังปลูก โดยเฉพาะที่ **80** วันเมล็ดจะมีความงอกและความแข็งแรงต่ำ ไม่เหมาะต่อการใช้ทำเมล็ดพันธุ์ สำหรับผลการทดลองปี **2549** ความงอกของเมล็ดที่ทยอยเก็บเกี่ยวอยู่ในเกณฑ์สูงเช่นเดียวกัน การเก็บเกี่ยวครั้งเดียวมีแนวโน้มให้ความงอกต่ำ โดยเฉพาะการตัดต้นครั้งเดียวที่ **77** วันหลังปลูก จึงกล่าวได้ว่าการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเขียวเพื่ออุตสาหกรรมการเพาะถั่วงอกควรทยอยเก็บเกี่ยว **2-3** ครั้ง หากต้องการเก็บเกี่ยวครั้งเดียวไม่ควรเก็บเกี่ยวล่าช้าไปกว่า **63** วันหลังปลูก เพราะความงอกของเมล็ดลดลงต่ำกว่ามาตรฐานเมล็ดพันธุ์เพื่อการเพาะถั่วงอก

24 ความมีชีวิตของเมล็ด

เมื่อตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ด (ตารางที่ 7 และภาพที่ 7) พบว่า ความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 9 วิธีจะไม่มี ความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด คือ การทยอยเก็บเกี่ยวมีแนวโน้มได้เมล็ดที่มีความมีชีวิตสูงกว่าการเก็บเกี่ยวครั้งเดียว โดยการเก็บฝักแก่ครั้งเดียวและการตัดต้น ซึ่งการตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดด้วยวิธี **tetrazolium test** เป็นการตรวจสอบความมีชีวิตอีกวิธีหนึ่งนอกเหนือจากการทดสอบความงอกมาตรฐาน โดยจะพิจารณาส่วนต่างๆ ของเมล็ดที่มีการติดสี ซึ่งเนื้อเยื่อที่มีการเสื่อมคุณภาพในระดับต่างกันจะมีความเข้มจางของสีแตกต่างกันไป เมล็ดที่มีความมีชีวิตและมีความแข็งแรงสูง การติดสีจะปรากฏเป็นสีชมพูถึงแดงสดสม่ำเสมอ (จวงจันท์, **2529ก**) ในถั่วเหลืองนั้น การทดสอบด้วยวิธีนี้สามารถให้ข้อมูลความแข็งแรง ความงอกและระดับความเสียหาย

อันเนื่องมาจากแมลง สภาพแวดล้อม และความเสียหายเชิงกล (**mechanical damage**) ของเมล็ดได้ (Arango *et al*, 2006)

นอกจากนี้พบว่าความมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับความเสียหายของเมล็ดเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี **fast green test** คือ ตัวอย่างที่พบเมล็ดเสียหายเพิ่มขึ้นความมีชีวิตของเมล็ดจะลดลง

25 ความแข็งแรงของเมล็ดภายหลังการเร่งอายุ

สำหรับการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 8) พบว่า การทยอยเก็บเกี่ยวเมล็ดที่ได้มีแนวโน้มมีความแข็งแรงสูง โดยเฉพาะการทยอยเก็บ 3 ครั้งให้เมล็ดที่มีความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุสูงที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม การสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ การเก็บเกี่ยว สภาพแวดล้อมระหว่างการพัฒนาของเมล็ด ความเสียหายจากการใช้เครื่องจักรกล ขนาดและน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ การเสื่อมคุณภาพของเมล็ด และ โรคแมลง (จวงจันทร, 2529) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเก็บเกี่ยวเมล็ดที่อยู่ในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเป็นระยะที่เมล็ดมีคุณภาพดีที่สุด ความแข็งแรงสูงสุด การเก็บเกี่ยวภายหลังจากเมล็ดพันธุ์สุกแก่ทางสรีรวิทยาเมล็ดจะมีความแข็งแรงลดลง โดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวล่าช้า เมล็ดพันธุ์มีโอกาสเผชิญกับสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ และเนื่องจากการสุกแก่ของถั่วเขียวเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน การทยอยเก็บเกี่ยวถั่วเขียวที่สุกแก่จะทำให้ได้เมล็ดที่สุกแก่ในแต่ละช่วงที่มีคุณภาพสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียว และช่วยลดโอกาสที่เมล็ดจะเผชิญกับสภาพอากาศเลวร้ายด้วย

เวลาในการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ แม้ว่าระยะที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาจะเป็นระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งและคุณภาพสูงสุด แต่ระยะนี้เมล็ดพันธุ์ยังมีความชื้นสูงอยู่ ต้องรอให้ความชื้นลดลงก่อนระยะหนึ่ง (จวงจันทร, 2529) อย่างไรก็ตาม การปล่อยให้เมล็ดอยู่บนต้นพืชเพื่อรอให้ความชื้นลดลง เมล็ดอาจได้รับความเสียหาย เช่น การหักล้ม การแตกของฝัก เมล็ดงอกคาคั่ว การทำลายของโรค แมลง และศัตรูอื่น และสภาพดินฟ้าอากาศที่ไม่เหมาะสมที่ส่งผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มากขึ้น (วันชัย, 2542) ซึ่งจากการทดลองเมล็ดพันธุ์ในปี 2549 จะเห็นว่า การเก็บเกี่ยวแบบทยอยเก็บฝักแก่ การเก็บฝักแก่ครั้งเดียว และการตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูก เมล็ดมีความงอกภายหลังการเร่งอายุสูงกว่าการเก็บเกี่ยวล่าช้าออกไปกว่า 63 วันหลังปลูก แสดงให้เห็นว่า ช่วงดังกล่าวอยู่ในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เมล็ดที่เก็บ

เกี่ยวในช่วงนี้จะยังคงรักษาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้นานกว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวล่าช้าออกไป ซึ่งการเก็บเกี่ยวล่าช้าจะเพิ่มโอกาสให้เมล็ดเผชิญกับสภาพอากาศไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูง ความชื้นสูง เป็นต้น มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง ด้วย สอดคล้องกับงานทดลองของบัวกัน (2533); บงกช (2539); เชิดชาย (2542) และสุวิมล และคณะ (2548) คือ เมล็ดพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวระยะที่เหมาะสมจะมีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวล่าช้าออกไป

26 อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า

การตรวจสอบวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าเป็นวิธีที่ใช้ประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์วิธีหนึ่ง โดยเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงจะให้ต้นกล้าที่มีความยาวของรากและลำต้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำ ซึ่งจากการตรวจสอบอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (ตารางที่ 9 และภาพที่ 9) ของเมล็ดที่ได้จากการทดลองในปี 2548 พบว่า เมล็ดที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 63 วันหลังปลูก ซึ่งเป็นเมล็ดจากฝักที่สุกแก่ในช่วงแรก มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงกว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวล่าช้าออกไปซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ

27 ค่าการนำไฟฟ้า

การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นวิธีวัดปริมาณของสารที่รั่วไหลออกมาขณะที่เมล็ดดูดน้ำเข้าไป ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถของเมมเบรนของเซลล์ในการกักเก็บสารต่างๆ หากเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงต่ำหรือเมล็ดมีการเสื่อมสภาพเมมเบรนของเซลล์จะปลดปล่อยสารต่างๆ ในเมล็ดสูงเมื่อเมล็ดมีการดูดน้ำ (จวงจันท์, 2529) Williams *et al.* (1995b) รายงานว่า ในขณะที่เมล็ดเจริญเติบโต หากเมล็ดอยู่ในสภาพความชื้นสูงและต่ำสลับกัน เมล็ดถั่วเขียวจะเกิดการเสื่อมสภาพ โดยเมมเบรนสูญเสียความมั่นคงแข็งแรง มีการรั่วไหลของสารภายในเมล็ดสูงซึ่งสะท้อนจากค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ดที่สูงขึ้น บ่งบอกถึงความแข็งแรงของเมล็ดลดลง

การใช้วิธีวัดค่าการนำไฟฟ้านิยมใช้ในพืชหลายชนิดเช่น การศึกษาในถั่วเหลืองพบว่า การเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองล่าช้าออกไป คือ จากระยะ PM และปล่อยทิ้งไว้จนถึงระยะ HM เมล็ดจะมีการเสื่อมของเมมเบรนซึ่งเห็นได้จากค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายแช่เมล็ดที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

(บงกช, 2539; เจริญชัย, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในถั่วเขียว คือ ในสภาพที่มีฝนตกช่วงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา การเก็บฝักครั้งเดียวจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าเมล็ดที่ได้จากการทยอยเก็บ 2 ครั้งและการทยอยเก็บฝักแก่ทุกวัน (พัฒน์พงศ์, 2547) แต่จากการทดลองนี้จะเห็นว่า วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้า (ตารางที่ 10 และภาพที่ 10) ไม่สามารถสะท้อนความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ ได้เท่ากับการทดสอบด้วยวิธีเร่งอายุ การทดสอบความแข็งแรงด้วยวิธีเร่งอายุจะเห็นความแตกต่างความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้ชัดเจนกว่าในการวัดค่าการนำไฟฟ้า

2.8 ความเสียหายของเมล็ดพันธุ์

การตรวจสอบความเสียหายของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธี **fast green test** เป็นการตรวจสอบความเสียหายที่ส่วนของ **cotyledon** ซึ่งเป็นความเสียหายที่ค่อนข้างรุนแรงและเมล็ดที่มีการบอบช้ำโดยการปลูกในปี 2548 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียหายสูงกว่าปี 2549 ทั้งนี้เป็นเพราะปี 2548 เมล็ดเผชิญกับสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนสูง ในแปลงนานกว่าปี 2549 การทยอยเก็บเกี่ยว 3 ครั้ง ที่ 63, 70 และ 77 วันหลังปลูกมีเมล็ดเสียหายจากการตรวจสอบด้วย **fast green** น้อยที่สุด (ตารางที่ 11 และภาพที่ 11) ขณะที่การเก็บเกี่ยวครั้งเดียวแบบตัดต้นที่ 63 วัน มีเมล็ดเสียหายสูงที่สุด การเก็บเกี่ยวแบบตัดต้นครั้งเดียว เมล็ดที่ได้มีแนวโน้มมีเมล็ดเสียหายสูงกว่าวิธีอื่น ส่วนในปี 2549 พบว่าการเก็บเกี่ยวที่ 63 วัน ทั้งทยอยเก็บและเก็บครั้งเดียวให้เมล็ดที่มีความเสียหายน้อย วิธีเก็บเกี่ยวที่ทำให้มีเมล็ดความเสียหายสูงสุดคือการเก็บเกี่ยวครั้งเดียวแบบเก็บฝักที่ 70 และ 77 วัน รองลงมาคือเก็บครั้งเดียวแบบตัดต้นที่ 70 และ 77 วันหลังปลูก อาจกล่าวได้ว่าการเก็บเกี่ยวครั้งเดียวเมล็ดที่ได้มีทั้งเมล็ดที่ถูกทิ้งให้อยู่บนต้นนานและอาจมีเมล็ดอ่อนในกรณีของการเก็บเกี่ยวแบบตัดต้น จึงทำให้มีเมล็ดบอบช้ำเสียหายจากการตาก การนวดและกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวสูงกว่าการทยอยเก็บฝักแก่โดยวิธีเก็บฝัก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ความเสียหายของเมล็ดพันธุ์เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี **fast green test** กับลักษณะอื่น พบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกกับเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้ง และมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตถั่วออก คือ ตัวอย่างที่พบเมล็ดเสียหายมากเมื่อนำไปทดสอบเมล็ดบวมน้ำจะพบเมล็ดคัดทิ้งสูงและหากนำไปเพาะถั่วออก ผลผลิตถั่วออกที่ได้จะน้อย

การตรวจสอบความเสียหายด้วยวิธี **chlorox test** (ตารางที่ 12 และภาพที่ 12) เป็นวิธีตรวจสอบความเสียหายบริเวณ **seed coat** โดยใช้เวลาเพียงสั้นๆ เมล็ดที่มีความเสียหายจะดู

สารละลายเข้าไปอย่างรวดเร็วและเกิดการบวมพอง แม้ว่าความเสียหายของเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง 9 วิธีจะไม่แตกต่างกันแต่มีแนวโน้มว่า การเก็บเกี่ยวล่าช้าไปกว่า 70 วันหลังปลูก เมล็ดจะได้รับความเสียหายบริเวณ **seed coat** มากขึ้น นอกจากนี้พบว่า ความเสียหายบริเวณ **seed coat** มีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตถั่วงอก แสดงให้เห็นว่า หากความเสียหายที่ตรวจพบบริเวณ **seed coat** มากจะส่งผลต่อผลผลิตถั่วงอกที่ลดลง

การตรวจสอบความเสียหายด้วยวิธีเปอร์เซ็นต์เมล็ดช่น (ตารางที่ 13 และภาพที่ 13) พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดช่นค่อนข้างแปรปรวน และการทดลองในปี 2548 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดช่นสูงกว่าปี 2549 จวงจันทร์ (2523) กล่าวว่า ในระยะที่เมล็ดสุกแก่ ขณะที่ความชื้นของเมล็ดค่อยๆ ลดลงนั้น หากความชื้นในดินสูงขึ้นและเมล็ดมีการดูดน้ำเข้าไปอีก เมล็ดจะมีการดูดน้ำสลับกับคายน้ำ เมล็ดจะเกิดอาการที่เรียกว่า **winkle** ในเมล็ดถั่วเหลืองที่ประสบกับสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน ช่วงระหว่างการเก็บเกี่ยว จะมีผลต่อการเหี่ยวของเปลือกหุ้มเมล็ด (Pereira and Andrews, 1985) สภาพอากาศแห้งและชื้นสลับกันช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวจะมีผลต่อการดูดน้ำและการคายน้ำของเปลือกหุ้มเมล็ดที่ไม่สมดุลกัน (Moore, 1972) เมล็ดถั่วเขียวมีลักษณะเมล็ดและเปลือกหุ้มเมล็ดคล้ายถั่วเหลือง จึงเป็นไปได้ว่าเมล็ดถั่วเขียวที่เก็บเกี่ยวในปี 2548 ได้รับความชื้นจากสภาพฝนตกก่อนการเก็บเกี่ยวมากกว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในปี 2549 ทำให้มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดช่นมากกว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในปี 2549 นอกจากนี้พบความสัมพันธ์ในทางลบของการเกิดเมล็ดช่นกับอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าและผลผลิตถั่วงอก คือ ตัวอย่างที่ตรวจพบเมล็ดช่นสูงเมื่อนำเมล็ดไปเพาะเพื่อทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะพบว่าต้นกล้ามีการเจริญเติบโตน้อย สอดคล้องกับเมื่อนำตัวอย่างที่มีเมล็ดช่นสูงหากนำไปเพาะถั่วงอก จะได้ถั่วงอกที่มีน้ำหนักน้อย

ในสภาพที่มีฝนตกและความชื้นสัมพัทธ์สูงนั้นนอกจากทำให้เกิดเมล็ดช่นแล้ว ยังพบลักษณะเมล็ดมีสีซีด ซึ่งหากระยะเวลาที่เมล็ดดูดและคายน้ำสลับกันยาวนานออกไป จะพบลักษณะเปลือกหุ้มเมล็ดแตกหรือร้าว และส่งผลให้เมล็ดงอกยากขึ้นได้ (Williams et al, 1995a)

3 ผลของวิธีเก็บเกี่ยวต่อผลผลิตถั่วงอก

จากการทดสอบผลผลิตถั่วงอก (ตารางที่ 16 และภาพที่ 16) พบว่า การที่ผลผลิตถั่วงอกสูงหรือต่ำอาจมีปัจจัยเกี่ยวข้องหลายประการเช่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด ซึ่งอาจสะท้อนได้จากความถ่วงจำเพาะของเมล็ด ความเสียหายที่เกิดกับเมล็ดในขณะเก็บเกี่ยวและกระบวนการหลังการเก็บ

เกี่ยว ในการทดลองนี้เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของผลผลิตถั่วอกกับความเสียหายของเมล็ดจะเห็นว่า ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเมล็ดเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี **chlorox test, fast green test** และเปอร์เซ็นต์เมล็ดขุ่นมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตถั่วอก นั่นคือ ตัวอย่างที่พบความเสียหายรุนแรงที่บริเวณ **seed coat** และ **cotyledon** เมื่อนำไปเพาะถั่วอกจะได้ผลผลิตถั่วอกน้อย

4 ผลของวิธีเก็บเกี่ยวต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้งในการทดสอบเมล็ดบวมน้ำ (oversoak test)

การทดสอบเมล็ดบวมน้ำเพื่อแยกเมล็ดคัดทิ้ง เป็นวิธีที่สามารถยกระดับความงอกของเมล็ดให้สูงขึ้นได้ ซึ่งการทดลองนี้ในปี 2548 พบเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้งอยู่ระหว่าง 1.08 ถึง 4.69 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 2.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปี 2549 พบเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้งอยู่ระหว่าง 0.79 ถึง 2.05 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 1.31 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มว่า เมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้งแบบทยอยเก็บเกี่ยว แบบเก็บฝักแก่ครั้งเดียว และแบบตัดต้นภายหลังจากที่ถั่วเขียวอายุ 63 วันหลังปลูกจะพบเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้งสูงขึ้น (ตารางที่ 15 และภาพที่ 15) เมื่อพิจารณาเกณฑ์คุณภาพเมล็ดพันธุ์สำหรับเพาะถั่วอกของประเทศออสเตรเลีย ระบุว่าเมล็ดที่จะใช้เพาะถั่วอกควรมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้งไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ (Anonymous, 2007) แต่จากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ตามโรงงานเพาะถั่วอกทั่วไปในประเทศไทย จำนวน 18 แห่ง พบเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้งอยู่ระหว่าง 2.22-22.09 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 13.04 เปอร์เซ็นต์ ในจำนวนนี้มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้งสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ถึง 11 ตัวอย่าง และมีเพียง 3 ตัวอย่าง ที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสามารถนำมาเพาะถั่วอกได้ (บุษบา, 2547) กล่าวได้ว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดบวมน้ำที่ถูกคัดทิ้งในการทดลองนี้ซึ่งมีค่า 0.79- 4.69 เปอร์เซ็นต์จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

แม้ว่าเมล็ดที่ได้จากการเก็บเกี่ยวทั้ง 9 วิธีการนี้จะพบเปอร์เซ็นต์เมล็ดคัดทิ้งต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพเมล็ดพันธุ์สำหรับเพาะถั่วอก แต่เมื่อพิจารณาเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์สำหรับการเพาะถั่วอกของประเทศไทยจะใช้เมล็ดที่มีความงอกไม่ต่ำกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการทดลองในปี 2548 ซึ่งเก็บเกี่ยวด้วยวิธีทยอยเก็บฝักแก่ การปลิดฝักแก่ครั้งเดียวที่อายุ 63 และ 70 วันหลังปลูกและการตัดต้นที่อายุ 63 วันหลังปลูกมีความเหมาะสมต่อการนำมาเพาะถั่วอก

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาผลกระทบของวิธีเก็บเกี่ยวทั้ง 9 วิธีที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต ลักษณะทางด้านกายภาพและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพเมล็ดพันธุ์สำหรับอุตสาหกรรมถั่วส่งออก สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การทยอยเก็บเกี่ยวฝักแก่ 3 ครั้งที่ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีความถ่วงจำเพาะ ความงอกและความแข็งแรงสูง มีเมล็ดเสียหายค่อนข้างต่ำ
2. การทยอยเก็บเกี่ยวจะได้อัตราการงอกสูงและมีแนวโน้มทำให้เมล็ดที่มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าแบบเก็บครั้งเดียวที่ 77 วัน ทั้งนี้พบว่าความถ่วงจำเพาะของเมล็ดมีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตถั่วออกคือเมล็ดที่มีความถ่วงจำเพาะสูงจะให้ผลผลิตถั่วออกสูงด้วย
3. เมล็ดที่มีร่องรอยความบอบช้ำหรือเสียหายจากการตรวจสอบด้วยวิธี **fast green** มีความสัมพันธ์ในทางลบกับ ผลผลิตของถั่วออกและควมมีชีวิตของเมล็ด
4. เมล็ดที่มีร่องรอยความบอบช้ำหรือเสียหายจากการตรวจสอบด้วยวิธี **fast green** มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับเมล็ดคัดทิ้ง
5. การตรวจพบเมล็ดย่นมีความสัมพันธ์ทางลบกับอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าและผลผลิตถั่วออก
6. การเก็บเกี่ยวล่าช้ากว่า 63 วันหลังปลูกมีโอกาสพบเมล็ดคัดทิ้งในขั้นตอนการทดสอบเมล็ดบวมน้ำเพิ่มขึ้น
7. เมล็ดที่พบความเสียหายเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี **Chlorox test** มีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตถั่วออก

8 การทยอยเก็บเกี่ยวฝักแก่ 3 ครั้ง ที่ 63 70 และ 77 วันหลังปลูก เป็นวิธีเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ในการอุตสาหกรรมการเพาะถั่วงอก

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการเพาะถั่วงอกในปัจจุบันนิยมใช้ถั่วเขียวผิวดำกันมากขึ้น จึงควรจะศึกษาผลของวิธีและเวลาเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อการเพาะถั่วงอก
2. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการเพิ่มจำนวนเมล็ดที่ใช้ตรวจสอบความเสียหายโดยวิธี **Chlorox test** เพื่อลดความแปรปรวนในการทดลอง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คมสัน หุตะแพทย์ และกำพล กาหลง. 2542. คู่มือพึ่งตัวเอง สารพัดวิธีเพาะถั่วงอก: เพาะกินเองก็ได้ขายก็ดี. สยามศิลป์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2523. เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชไร่ 581 สรีรวิทยาของเมล็ด. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

_____. 2529ก. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____. 2529ข. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.

จิรากร โกศัยเสวี. 2526. อิทธิพลของเวลาเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑานาฏ สถาพรจนา. 2534. การศึกษาระยะการเจริญเติบโตของถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เชิดชาย ینگคำ. 2542. ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดที่สัมพันธ์กับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระพล สีตกุล, จรัสพร ถาวรสุข, ทอม เตียะเพชร, เซาวลิต รักบุญ และอำนาจ จันทร์กลิ่น. 2535. อิทธิพลของขนาดเมล็ดและพันธุ์ที่มีต่อคุณภาพและผลผลิตถั่วงอก, น. 343-353. ใน รายงานผลงานวิจัยปี 2535: ถั่วเขียวและพืชไร่ในเขตชลประทาน. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ชัยนาท.

บงกช สวางศักดิ์. **2539** การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลงปลูกของถั่วเหลืองบางพันธุ์ และผลของวิธีการลดความชื้นต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัวกัน วาจาศักดิ์. **2533** ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 และกำแพงแสน 2 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุษบา ฐ์น้อม. **2547**. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวเพื่ออุตสาหกรรมการเพาะถั่วงอก วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัฒนพงศ์ อินทร์คำ. **2547**. ระยะเวลาการสุกแก่ของฝักและคุณสมบัติของเปลือกฝักและเปลือกหุ้มเมล็ดที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ต่างๆ ในสภาพฝนเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พิชัย รักษ์ชูชีพ. **2524** การสุกแก่และการพัฒนาของเมล็ดถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. **2542** ถั่วเขียว (mungbean), 143-156. ใน นพพร สายัมพล, รัชสมัย กาวีตะ, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน และสนธิชัย จันทร์เปรม, บรรณาธิการ. **พืชเศรษฐกิจ**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภารดี แซ่อึ้ง. **2541**. อิทธิพลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และผลผลิตของถั่วลิสงเมล็ดโต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ, สุวิมล ถนอมทรัพย์ และธีระพล ศีลกุล. **2538** งานวิจัยเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวและถั่วเขียวผิวดำ. ใน รายงานการประชุมวิชาการถั่วเขียวแห่งชาติ ครั้งที่ 6 กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

- _____. 2539. การจัดการการผลิตพืชตระกูลถั่ว, น. 488-510. ใน พรรณราย อมรพินิจ, บรรณาธิการ. การจัดการการผลิตพืชไร่อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- _____. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2544. สรุปความก้าวหน้างานวิจัยเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว; เอกสารประกอบการประชุม เรื่อง “เทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวเพื่ออุตสาหกรรม” วันที่ 26 กันยายน 2544. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- วิไลวรรณ พรหมคำ, เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง และจรัสพร ถาวรสุข. 2531. การศึกษาช่วงระยะการเจริญเติบโตของถั่วเขียว, น. 187-194. ใน รายงานผลการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเขียว ครั้งที่ 3. ศูนย์ส่งเสริมขยายเกษตรกรแห่งชาติ, กาญจนบุรี.
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2551. ถั่วเขียวและผลิตภัณฑ์: ศักยภาพการเติบโต...ที่ไม่ควรมองข้าม. Positioningmag: PRNews. แหล่งที่มา: <http://positioningmag.com/pnews/pnews.aspx?id=56999>
- สถาบันวิจัยพืชไร่. ม.ป.ป. ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ชัยนาท.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2550. ถั่วเขียว..พืชอาหารที่ไม่ควรมองข้าม. กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา: <http://www.doa.go.th/th/ShowArticles.aspx?id=2370>, 20 กุมภาพันธ์ 2550.
- สุดถนอม หอมดอก. 2527. ผลของวันเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพและผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนันทา จันทกุล. 2543. งานวิจัยเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, น. 183-198. ใน รายงานการประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์แห่งชาติ ครั้งที่ 5. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สุมนา งามพ่องไส. 2550. ถั่วเขียว, น. 113-122. ใน การประชุมวิชาการพืชไร่ ประจำปี 2550
 บูรณาการงานวิจัยพืชไร่มุ่งสู่นวัตกรรมอย่างยั่งยืน. สถาบันวิจัยพืชไร่, กรุงเทพฯ.

สุวิมล ถนอมทรัพย์, สุนันท์ กะตะโท, เขวลิต รักบุญ และทวีป รัตนา. 2529. ศึกษาวิธีการและอายุ
 การเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของถั่วเขียว 2 พันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง, น. 184-191. ใน รายงาน
 ผลงานวิจัย (ฤดูแล้ง): ถั่วเขียว ถั่วเขียวผิวดำ พืชไร่ในเขตชลประทาน. ศูนย์วิจัยพืชไร่
 ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ชัยนาท.

_____, _____, _____, ทอม เตียะเพชร. 2532. การศึกษาระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของถั่ว
 เขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 และกำแพงแสน 2 ในฤดูแล้งและฤดูฝน, น. 152-158. ใน
 รายงานผลการวิจัยประจำปี 2532: ถั่วเขียวและพืชไร่ในเขต ชลประทาน. ศูนย์วิจัยพืชไร่
 ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ชัยนาท.

_____, ชีระพล คีตกุล และเขวลิต รักบุญ. 2540. การสำรวจและศึกษาอุตสาหกรรมการเพาะ
 ถั่วออก, น. 197-207. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการถั่วเขียวแห่งชาติ ครั้งที่ 7.
 กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____, สันติ พรหมคำ, สุมนา งามพ่องไส และพัชราพร หนูวิสัย. 2548. การศึกษาอายุเก็บเกี่ยวที่
 เหมาะสมในถั่วเขียวพันธุ์รับรอง พันธุ์ชัยนาท 36 และชัยนาท 72, น. 588-600. ใน รายงาน
 ผลการวิจัยประจำปี 2548: ข้าวโพดฝักสด ถั่วเขียว และพืชไร่ในเขตชลประทาน. ศูนย์วิจัย
 พืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ชัยนาท.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ถั่วเขียว. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2550
 แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/pdf/yeafile/yearbook%2050/yearbook50.pdf>, 25 สิงหาคม
 2551.

อนงค์ รัตนอุบล. 2531. ผลของการเก็บเกี่ยวล่าช้า วิธีการนวด และการเก็บรักษาในสภาพต่างๆ ต่อ
 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง [*Glycine max* (L.) Merr.]. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิพรธ พุกภักดี. 2529. การปรับปรุงการเจริญเติบโตทางลำต้นโดยทางสรีระและการเขตกรรม เพื่อเพิ่มผลผลิตในถั่วเขียว, น. 34-61. ใน รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติงานวิจัยถั่วเขียว ครั้งที่ 2. วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม, พิษณุโลก

_____ และ จุฑานาฏ ช่วงพีชจินดา. 2531. การกำหนดระยะการเจริญเติบโตของถั่วเขียว [*Vigna radiata* (L.) Wilczek], น. 42-51. ใน รายงานผลการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ งานวิจัยถั่วเขียวครั้งที่ 3 ศูนย์ส่งเสริมยุทธศาสตร์แห่งชาติ, กาญจนบุรี.

_____. 2533. วิทยาศาสตร์การผลิตพืชตระกูลถั่ว. ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อานัติ วัฒนสิทธิ์, สุมนา งามส่องใส, วันชัย ถนอมทรัพย์ และสุวิมล ถนอมทรัพย์. 2543. ถั่วเขียว พันธุ์ชัยนาท 72, น. 53-62. ใน รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ และคณะ, บรรณาธิการ. รายงานการประชุมทางวิชาการถั่วเขียวแห่งชาติ ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน, นครปฐม.

Adams, MW. 1967. Basic of yield component compensation in crop plants with special references to field bean (*Phaseolus vulgaris*). *Crop Sci.* 7: 505-510.

Anonymous. 2007. Australian Mungbean Association : Standard for export mungbeans. Australian Mungbean Association. Available Source: <http://www.mungbean.org.au/pdf/AMA/20Standard%202006.pdf>.

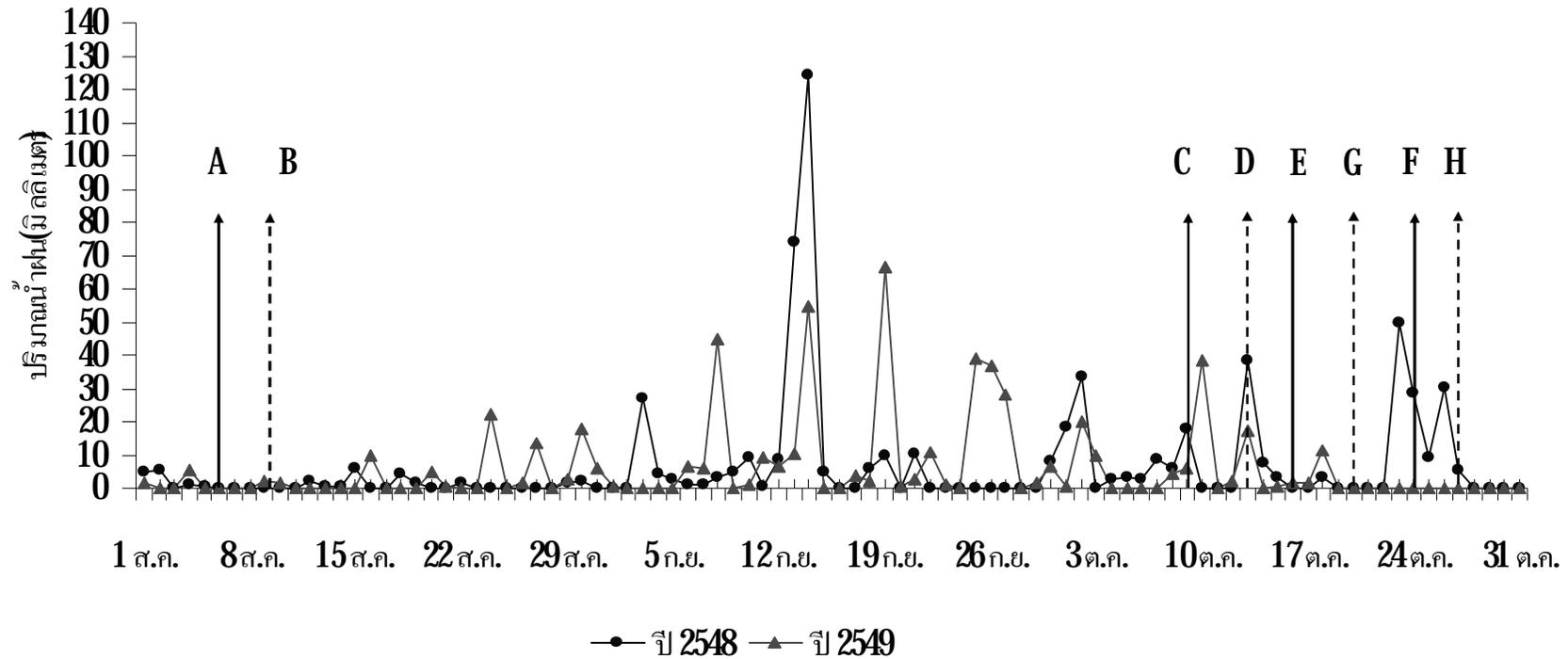
Arango, MR., A.R. Salinas, R.M Craviotto, S.A. Ferrari, V. Bisaro and MS. Montero. 2006. Description of environmental damage on soybean seeds [Glycine max (L.) Men]. *Seed Sci. & Technol.* 34: 133-141.

Collins, R. 2001. Mungbean Growing in Central Queensland. Available Source: http://www.dpi.qld.gov.au/dpinotes/fieldcrops/proteinseed/fs_98009.c.html, June 22, 2005.

- Delouche, J.C. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. Hort. Sci. 15: 775-780.
- Green, D.E., E.L. Cavanah and E.L. Pinnell. 1966. Effect of seed moisture content, field weathering and combine cylinder speed on soybean seed quality. Crop Sci. 6: 7-10.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity, pp. 145-245. In T.T. Kozlowski (ed). Seed Biology. Vol. 3. Academic Press, London.
- Hoy, D.L. and E.E. Gamble. 1982. The effect of seed size and seed specific gravity on germination and vigor in soybean. Can. J. Plant Sci. 62: 255.
- Imrie, B. C. 1991. Mungbean Sprout production, pp. 110-114. In Proceedings of the first Australian Mungbean Workshop. Australian Mungbean Association, Brisbane.
- ISTA. 1995. Handbook of Vigor Test Methods. The International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- _____. 1999. International rules for seed testing. Supplement to Seed Sci. & Technol. 27: 1-333.
- Lassim, M.B., H. F. Chin and W.D. Abdullah. 1984. The effect of weathering on mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] seed quality. Pertanika 7: 77-81.
- Law, D. P. and M.A. Law. 1991. Quality of mungbean seed for sprouting, pp. 94-99. In Proceedings of the first Australian Mungbean Workshop. Australian Mungbean Association, Brisbane.
- Moore, R.P. 1972. Effect of mechanical injuries on viability, pp. 94-113. In E.H. Roberts, ed. Viability of Seed. Syracuse University Press, Syracuse, New York.

- Perdomo, J.A. 1985. Seed Development and Maturation in Mungbean *Vigna radiata* (L.)Wilczek. M.S. thesis, Mississippi State University.
- Pereira, L.A.G. and C.H. Andrews. 1985. Comparison of non-wrinkled and wrinkled soybean seedcoats by electron microscopy. *Seed Sci. & Technol.* 13: 853-859.
- Phillips, A.D., D.M. TeKrony and D.E. Egli. 1976. Effect of pre- and post-harvest environments on soybean seed quality. *Agron. Abstract.*
- Philbrook, B. D. and E.S. Oplinger. 1989. Soybean field losses as influenced by harvest delays. *Agron. J.* 81:251-258.
- Wessel-Beaver, L., R.H. Bock and R.J. Lambert. 1984. Rapid method for measuring kernel density. *Agron. J.* 76: 307-309.
- Williams, R.W., R.J. Lawn, B.C. Imrie and D.E. Byth. 1995a. Studies on water damage in mungbean, I. Effect of weathering on seed quality and viability. *Aust. J. Agr. Res.* 46: 887-899.
- _____, _____, _____ and D.E. Byth. 1995b. Studies on water damage in mungbean. II. Electrical conductivity of seed leachate as an assay of level of damage. *Aust. J. Agr. Res.* 46: 901-907.

ภาคผนวก

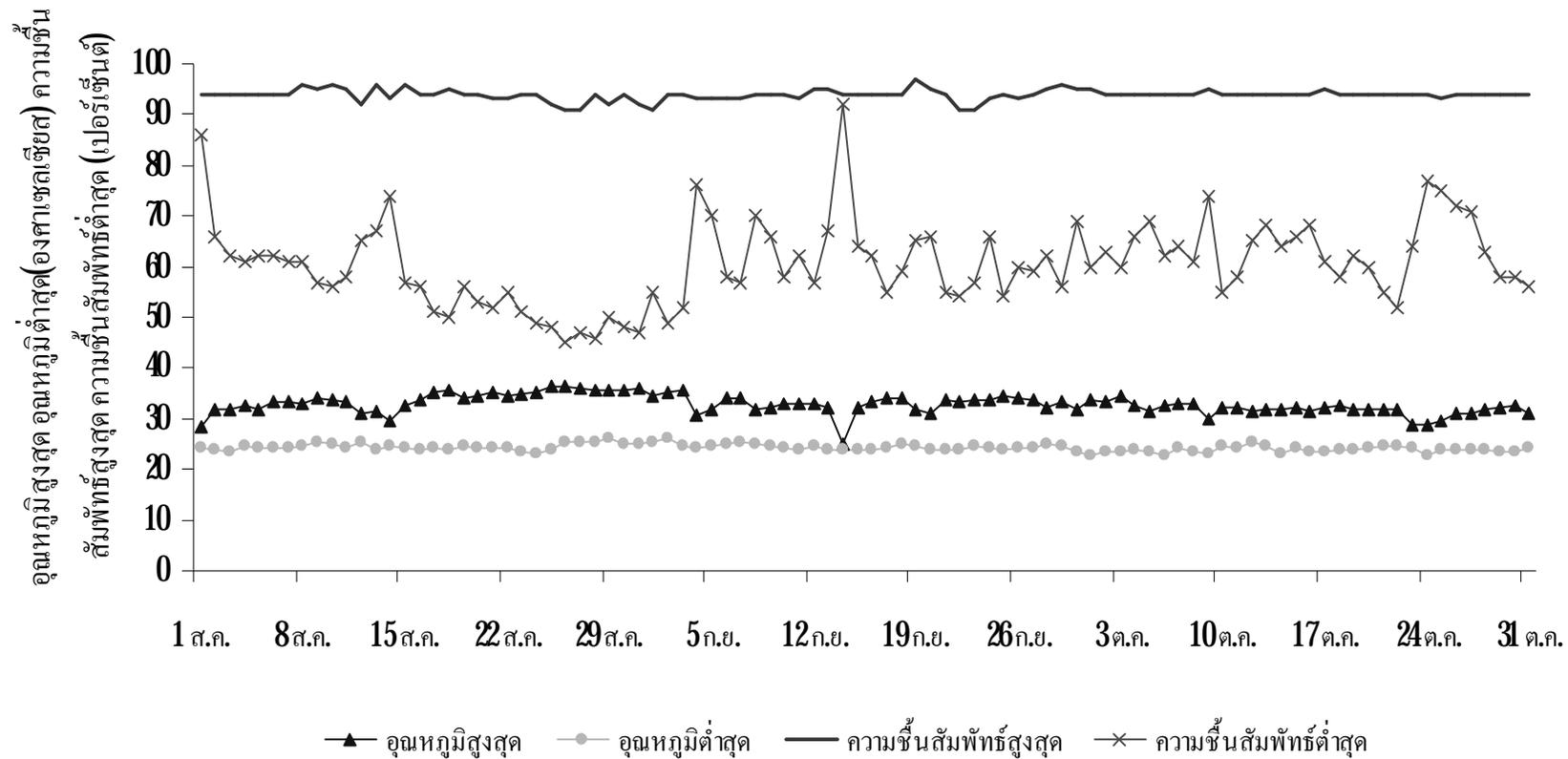


ภาพผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำฝนระหว่างวันที่ 1 สิงหาคมถึงวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2548 และ 2549 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

A วันปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ปี 2548 B วันปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัชนาท 72 ปี 2549 C อายุเก็บเกี่ยวที่ 63 วันหลังปลูกปี 2548

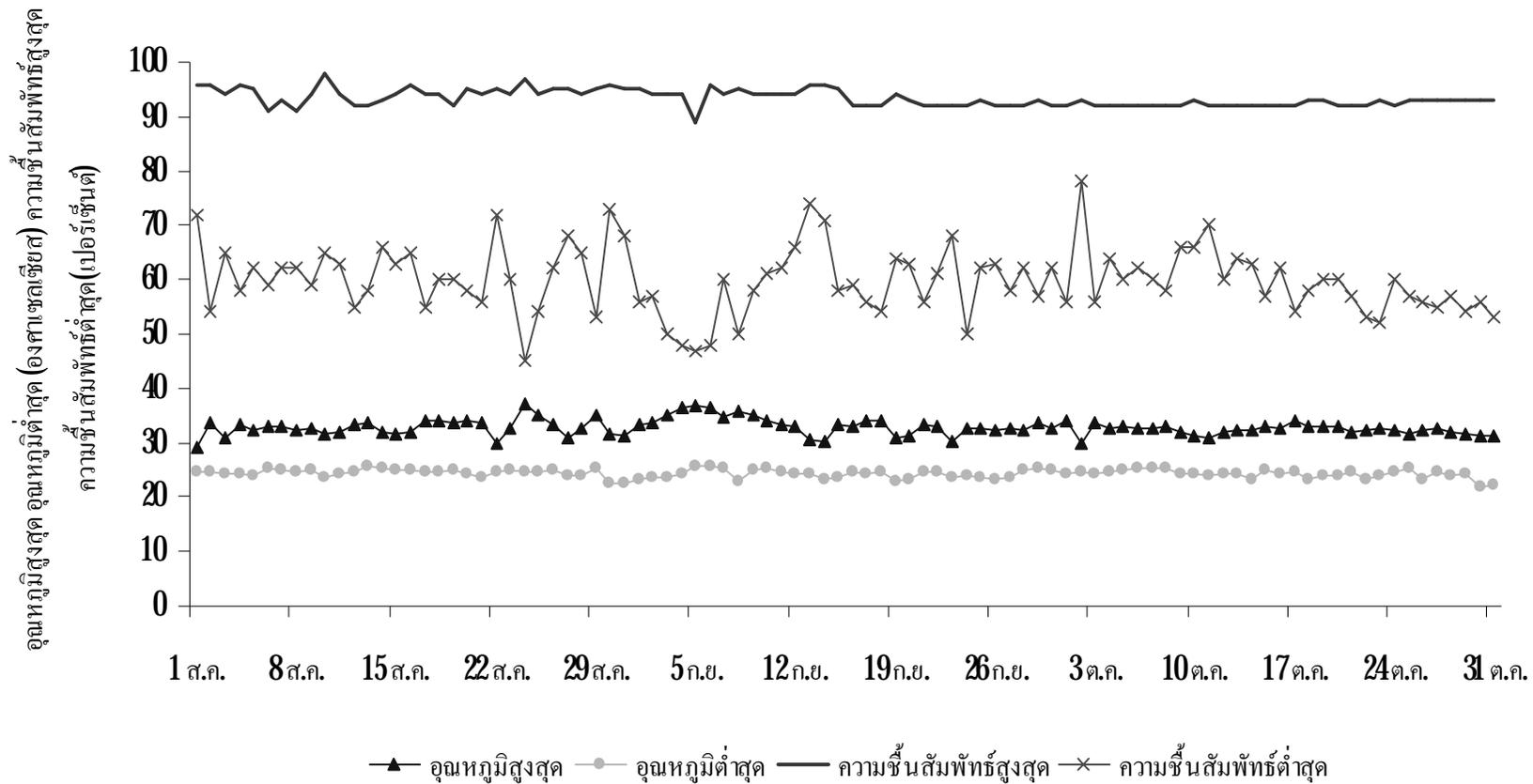
D อายุเก็บเกี่ยวที่ 63 วันหลังปลูกปี 2549 E อายุเก็บเกี่ยวที่ 70 วันหลังปลูกปี 2548 F อายุเก็บเกี่ยวที่ 70 วันหลังปลูกปี 2549

G อายุเก็บเกี่ยวที่ 77 วันหลังปลูกปี 2548 H อายุเก็บเกี่ยวที่ 77 วันหลังปลูกปี 2549



ภาพผนวกที่ 2 อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดระหว่างวันที่ 1 สิงหาคมถึง 31 ตุลาคม 2548

ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน



ภาพผนวกที่ 3 อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดระหว่างวันที่ 1 สิงหาคมถึง 31 ตุลาคม 2549
 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นางสาวนุจรี ดวงถัดดา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	4 ตุลาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-