



months after storage in uncontrolled temperature room was separately used in this study. The result found that accelerated aging test gave the percentage of germination similar to field germination test both in the in dry and rainy season. The germination test, cool test and germination index were later. The correlation coefficient of field germination and various methods showed that the methods for accelerated aging test, germination test, cool test and germination index gave a positive correlation with the field germination with 0.9481, 0.9209, 0.9199 and 0.8109 respectively. This indicates showed a strong positive relationship between four vigor test and field germination.

Key words: field germination test, vigor test, soybean, vegetable soybean, seed storage

## 6. คำนำ

คุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บเกี่ยว ในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายให้แก่เกษตรกรนั้นจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกตามมาตรฐานที่กำหนด การตรวจสอบในระดับห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปจะทำการตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์และความแข็งแรง ซึ่งในการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในแต่ละวิธีที่แตกต่างกันออกไปนั้นจะให้ความแม่นยำในการตรวจสอบแตกต่างกันไป ซึ่งความแม่นยำในการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะช่วยให้การคาดคะเนคุณสมบัติของเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้ประเมินความสามารถในการงอกได้ในไร่ของเมล็ดพันธุ์นั้น ๆ ศานิต (2552) การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญในการผลิตเมล็ดพันธุ์และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ก่อนจำหน่ายให้แก่เกษตรกร เนื่องจากเมล็ดพันธุ์หลายลีดที่มีผลการตรวจสอบความงอกที่ใกล้เคียงกันเมื่อนำไปปลูกในไร่หรือเก็บรักษาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วพบว่าเมล็ดมีความงอกแตกต่างกัน เนื่องจากการทดสอบความงอกมาตรฐานในระดับห้องปฏิบัติการนั้นสภาพแวดล้อมในการทดสอบความงอกมีความเหมาะสมในสภาพที่ควบคุม แต่เมื่อนำเมล็ดไปปลูกในแปลงที่มีสภาพแวดล้อมที่มีความแปรปรวนไม่เอื้อต่อการงอกของเมล็ดจะทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการเปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เพื่อหาวิธีการตรวจสอบที่แม่นยำและเหมาะสมสำหรับการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและให้เกิดความแม่นยำในการประเมินความสามารถในการงอกได้ในไร่ จึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองให้เกิดความแม่นยำมากที่สุด เพื่อประสิทธิภาพการผลิตในแปลง ลดต้นทุนการผลิตในส่วนเมล็ดพันธุ์และมีการใช้เมล็ดพันธุ์ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อลดสูญเสียเมล็ดพันธุ์ดี

## 7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 สจ 5 เชียงใหม่ 1 และเชียงใหม่ 84-2
2. สารเคมีสำหรับตรวจสอบความแข็งแรงในห้องปฏิบัติการ เช่น สารเตตระโซเลียม
3. วัสดุอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบความแข็งแรงในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ กระดาษเพาะ ภาชนะเพาะ

ตะแกรงชุดทดสอบการเร่งอายุ ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ตู้เพาะความงอก เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง เป็นต้น

4. วัสดุอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบความแข็งแรงในไร่ ได้แก่ จอบ ถังมือ ถังพลาสติก เชือก เป็นต้น

- วิธีการ

วางแผนการทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าสหสัมพันธ์ จำนวน 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 วิธีทดสอบการงอกได้ในไร่ (Field test)

กรรมวิธีที่ 2 วิธีทดสอบความงอก (Germination test)

กรรมวิธีที่ 3 วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุ (Accelerated aging test: AA-Test)

กรรมวิธีที่ 4 วิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็น (Cool germination test)

กรรมวิธีที่ 5 วิธีทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Germination index)

กรรมวิธีที่ 6 วิธีทดสอบการนำไฟฟ้า (Conductivity test)

กรรมวิธีที่ 7 วิธีการย้อมสี (Tetrazolium test: TZ-Test)

กรรมวิธีที่ 8 วิธีทดสอบอัตราการเจริญของต้นกล้า (Seedling growth rate)

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

ทำการปลูกถั่วเหลืองในฤดูแล้งและฤดูฝน จำนวน 4 พันธุ์ ที่ระยะปลูก 20x50 เซนติเมตร หยอดเมล็ดหลุมละ 3-4 เมล็ด ก่อนปลูกคลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและสารเมทาแลกซิล อัตรา 5 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม เมื่อดันงอกถอนให้เหลือจำนวน 3 ต้นต่อหลุม การปฏิบัติดูแล การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรู ปฏิบัติตามวิธีแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เมื่อถั่วเหลืองสุกแก่ที่ระยะ R7.5 ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต ตากลดความชื้น ปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงตามกรรมวิธีต่าง ๆ จำนวน 8 กรรมวิธี หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ทำการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ตามกรรมวิธีต่าง ๆ ทุก ๆ 2 เดือน เมื่อ 0 2 4 และ 6 เดือน รวม 4 ครั้ง

วิธีทดสอบการงอกได้ในไร่ โดยปลูกถั่วเหลืองในแปลงทดสอบ จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด โดยใช้ระยะระหว่างแถว 10 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 2-4 เซนติเมตร ทำร่องเพาะลึกประมาณ 1.5 เซนติเมตร กลบดิน รดน้ำให้ชุ่ม ตรวจนับต้นงอกเมื่ออายุ 2 สัปดาห์หลังปลูก

วิธีทดสอบความงอก โดยการเพาะระหว่างกระดาษขึ้น (Between paper) นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด เพาะในกระดาษเพาะความงอกที่ขึ้นจำนวน 3 ชั้น วางเมล็ดระหว่างกระดาษขึ้น 2 ชั้นแล้วปิดด้วยกระดาษขึ้นอีก 1 ชั้น ม้วนกระดาษเพาะใส่ในตะกร้าพลาสติกก่อนใส่ถุงพลาสติก และรัดปากถุงด้วยยางวงหลวม ๆ ให้อากาศถ่ายเทได้ วางในแนวตั้ง แล้วนำไปไว้ในตู้เพาะความงอกอุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส ประเมินความงอกที่ อายุ 8 วัน

วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุ นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 250 กรัม วางบนตะแกรงในขวดโหลสำหรับเร่งอายุ นำมาเร่งอายุในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำเมล็ดไปเพาะความงอกด้วยการเพาะระหว่างกระดาษขึ้น ประเมินค่าร้อยละของความงอกที่อายุ 8 วัน

วิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็น นำเมล็ดถั่วเหลือง จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด เพาะในกระดาษเพาะความงอกที่ขึ้นจำนวน 3 ชั้น วางเมล็ดระหว่างกระดาษขึ้น 2 ชั้นแล้วปิดด้วยกระดาษขึ้นอีก 1 ชั้น

ม้วนกระดาษเพาะใส่ในตะกร้าพลาสติกก่อนใส่ถุงพลาสติก และรัดปากถุงด้วยยางวงหลวม ๆ ให้อากาศถ่ายเทได้ วางในแนวตั้ง แล้วนำไปไว้ในตู้เพาะความงอกอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ประเมินความงอกที่ อายุ 8 วัน

วิธีทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ เพาะเมล็ดถั่วเหลืองโดยวิธีการเพาะความงอกระหว่างกระดาษ จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ทำการตรวจนับการงอกของเมล็ดทุก ๆ วัน นับจากวันแรกที่เมล็ดงอก การประเมินผลค่าดัชนีการงอก

$$\text{ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์} = \text{ผลรวมของ (จำนวนต้นกล้าที่งอก) / (จำนวนวันหลังเพาะ)}$$

วิธีทดสอบอัตราการเจริญของต้นกล้า เพาะเมล็ดถั่วเหลืองโดยการเพาะความงอกระหว่างกระดาษ จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 25 เมล็ด เมื่อต้นกล้าอายุ 8 วัน นำต้นกล้าไปอบหาน้ำหนักแห้งของยอดอ่อนและรากอ่อน โดยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง ประเมินผลจากค่าความแข็งแรงของเมล็ดจากน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ได้

$$\text{อัตราการเจริญของต้นกล้า} = \text{น้ำหนักแห้งของยอดอ่อนและรากอ่อน} / \text{จำนวนต้นกล้าปกติ}$$

วิธีทดสอบการนำไฟฟ้า นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 25 เมล็ด แช่ในน้ำกลั่นปริมาตร 75 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำน้ำกลั่นที่แช่เมล็ดไปวัดค่าการนำไฟฟ้า ด้วยเครื่อง electrical conductivity meter

วิธีการย้อมสี นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 200 กรัม แช่น้ำไว้ 1 คืน เมื่อครบกำหนดนำ เมล็ดไปแช่ในสารละลายเตตระโซเลียมความเข้มข้นร้อยละ 1.0 วางไว้ในที่มีด อุณหภูมิห้อง นาน 2-4 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดและเมล็ดติดสีสม่ำเสมอ นำเมล็ดไปล้างในน้ำไหล หลังจากนั้นนำเมล็ดมาผ่าครึ่ง ตรวจสอบลักษณะการติดสีของโครงสร้างที่สำคัญของเมล็ดพันธุ์ ประเมินความแข็งแรง (AOSA, 1981; AOSA, 1983; ISTA, 1996)

- การบันทึกข้อมูล

1. ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่กรรมวิธีต่าง ๆ
2. การเจริญเติบโตของต้นกล้าที่กรรมวิธีต่าง ๆ
3. ค่าการนำไฟฟ้า
4. การติดสีของเมล็ด

- เวลาและสถานที่

ดำเนินการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ฤดูแล้ง

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน พบว่า ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เท่ากับ ร้อยละ 92 วิธีทดสอบความงอกให้ค่าความงอกใกล้เคียงกับความงอกในไร่สูงสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุและวิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็น เท่ากับ ร้อยละ 98 86 และ 84 ตามลำดับ (Table 1)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน พบว่า ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เท่ากับ ร้อยละ 89 วิธีทดสอบความงอกให้ค่าความงอกใกล้เคียงกับความงอกในไร่สูงสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุและวิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็น เท่ากับ ร้อยละ 93 81 และ 77 ตามลำดับ (Table 2)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน พบว่า ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เท่ากับ ร้อยละ 72 วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุให้ค่าความงอกใกล้เคียงกับความงอกในไร่สูงสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็นและวิธีทดสอบความงอก เท่ากับ ร้อยละ 75 86 และ 68 ตามลำดับ (Table 3)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เท่ากับ ร้อยละ 68 วิธีทดสอบความงอกให้ค่าความงอกใกล้เคียงกับความงอกในสภาพไร่สูงสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุและวิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็น เท่ากับ ร้อยละ 71 62 และ 58 ตามลำดับ (Table 4)

#### **การเจริญเติบโตของต้นกล้า**

การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองที่อายุเก็บรักษา 0 เดือน พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 40 ต้นต่อ 7 วัน อัตราการเจริญของต้นกล้า เท่ากับ 0.045 กรัมต่อต้น (Table 1)

การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองที่อายุเก็บรักษา 2 เดือน พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 38 ต้นต่อ 7 วัน อัตราการเจริญของต้นกล้า เท่ากับ 0.044 กรัมต่อต้น (Table 2)

การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองที่อายุเก็บรักษา 4 เดือน พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 34 ต้นต่อ 7 วัน อัตราการเจริญของต้นกล้า เท่ากับ 0.049 กรัมต่อต้น (Table 3)

การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองที่อายุเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 31 ต้นต่อ 7 วัน อัตราการเจริญของต้นกล้า เท่ากับ 0.057 กรัมต่อต้น (Table 4)

ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดจากอัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ในเมล็ดที่แข็งแรงกว่าย่อมงอกได้เร็ว (จวงจันทร, 2529) เมล็ดถั่วเหลืองที่มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่ 2 และ 4 เดือน มีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงซึ่งแสดงถึงเมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่อายุเก็บรักษา 6 เดือน

#### **การทดสอบทางชีวเคมี**

การทดสอบทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ 0 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 80 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ความแข็งแรงจากการย้อมติดสีอยู่ในระดับในระดับสูง (TZ-energy 1) (Table 1)

การทดสอบทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ 2 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 102 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ความแข็งแรงจากการย้อมติดสีอยู่ในระดับปานกลาง (TZ-energy 2) (Table 2)

การทดสอบทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ 4 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 204 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ความแข็งแรงจากการย้อมติดสีอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ (TZ-energy 2.5) (Table 3)

การทดสอบทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ 6 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 229 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ความแข็งแรงจากการย้อมติดสีอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ (TZ-energy 2.5) (Table 4)

ค่าการนำไฟฟ้าแสดงถึงการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดที่มีการเสื่อมคุณภาพจะสูญเสียคุณสมบัติในการเก็บกักสารต่าง ๆ เนื่องจากการเสื่อมสภาพของผนังต่าง ๆ ภายในเซลล์ แสดงผลต่อเนื่องในการย้อมติดสีของเมล็ด เนื้อเยื่อที่แข็งแรงและมีชีวิตจะติดสีได้มากกว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำ อันเนื่องมาจากการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด เมล็ดที่มีคุณภาพดีค่าการนำไฟฟ้าจะต่ำเนื่องจากการรั่วไหลของสารมีไม่มาก (จวงจันทร, 2529)

### **ฤดูฝน**

#### **ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง**

#### **ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง**

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน พบว่า ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เท่ากับ ร้อยละ 88 วิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็นให้ค่าความงอกใกล้เคียงกับความงอกในไร่สูงสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุและวิธีทดสอบความงอก เท่ากับ ร้อยละ 98 83 และ 87 ตามลำดับ (Table 5)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน พบว่า ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เท่ากับ ร้อยละ 81 วิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็นให้ค่าความงอกใกล้เคียงกับความงอกในไร่สูงสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุและวิธีทดสอบความงอก เท่ากับ ร้อยละ 78 77 และ 91 ตามลำดับ (Table 6)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน พบว่า ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เท่ากับ ร้อยละ 64 วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุให้ค่าความงอกใกล้เคียงกับความงอกในไร่สูงสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็นและวิธีทดสอบความงอก เท่ากับ ร้อยละ 65 66 และ 77 ตามลำดับ (Table 7)

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า ความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เท่ากับ ร้อยละ 55 วิธีทดสอบความงอกให้ค่าความงอกใกล้เคียงกับความงอกในไร่สูงสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุและวิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็น เท่ากับ ร้อยละ 56 54 และ 62 ตามลำดับ (Table 8)

#### **การเจริญเติบโตของต้นกล้า**

การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองที่อายุเก็บรักษา 0 เดือน พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 41 ต้นต่อ 7 วัน อัตราการเจริญของต้นกล้า เท่ากับ 0.035 กรัมต่อต้น (Table 5)

การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองที่อายุเก็บรักษา 2 เดือน พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 36 ต้นต่อ 7 วัน อัตราการเจริญของต้นกล้า เท่ากับ 0.045 กรัมต่อต้น (Table 6)

การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองที่อายุเก็บรักษา 4 เดือน พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 34 ต้นต่อ 7 วัน อัตราการเจริญของต้นกล้า เท่ากับ 0.055 กรัมต่อต้น (Table 7)

การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองที่อายุเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย เท่ากับ 29 ต้นต่อ 7 วัน อัตราการเจริญของต้นกล้า เท่ากับ 0.081 กรัมต่อต้น (Table 8)

#### **การทดสอบทางชีวเคมี**

การทดสอบทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ 0 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 89 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ความแข็งแรงจากการย้อมติดสีอยู่ในระดับในระดับสูง (TZ-energy 1) (Table 5)

การทดสอบทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ 2 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 116 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ความแข็งแรงจากการย้อมติดสีอยู่ในระดับปานกลาง (TZ-energy 2) (Table 6)

การทดสอบทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ 4 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 232 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ความแข็งแรงจากการย้อมติดสีอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ (TZ-energy 2.5) (Table 7)

การทดสอบทางชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ 6 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 326 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ความแข็งแรงจากการย้อมติดสีอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ (TZ-energy 2.75) (Table 8)

จากผลการทดลองในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ พบว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาที่ระยะเวลานานขึ้น 4 และ 6 เดือน มีค่าการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นและแสดงออกในการทดสอบการติดสีของเมล็ดที่น้อยลง โดยค่า TZ-energy สูงขึ้น และค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดที่เพิ่มขึ้น ในถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ในทั้ง 2 ฤดู แสดงถึงการเสื่อมคุณภาพและสูญเสียความมีชีวิตในเมล็ด โดยความแข็งแรงที่ระดับ 1 (TZ-energy1) หมายถึง ความแข็งแรงที่ระดับสูง ความแข็งแรงที่ระดับ 2 (TZ-energy2) และ 3 (TZ-energy3) หมายถึง ความแข็งแรงที่ระดับปานกลางและต่ำ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ วันชัย (2542) กล่าวไว้ว่า เมล็ดพืชหลังการเจริญเติบโตและพัฒนาถึงจุดที่สมบูรณ์ที่สุดแล้วจะเกิดการเสื่อมสภาพและอ่อนแอจนกระทั่งตายไปในที่สุด ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1 และ เชียงใหม่ 84-2 สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักแห้งพันธุ์เชียงใหม่ 60 และ สจ 5 ที่ (Table 1-8) เนื่องจากลักษณะการสุกแก่ของถั่วเหลืองฝักสดจะมีการสุกแก่ของฝักในต้นไม่พร้อมกัน ซึ่งยากต่อการกำหนดวันเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวโดยทั่วไปจะเก็บเกี่ยวเพียง 1-2 รอบ ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ได้มีระดับการสุกแก่ที่ต่างกัน วัลลภ (2529) กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปคุณภาพเมล็ดพันธุ์จะสูงที่สุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์สูงที่สุด หากยังไม่ได้เก็บเกี่ยวค้างอยู่ในแปลงจะเกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความชื้นและอุณหภูมิในแปลง ทำให้เมล็ดมีอัตราการใช้อาหารสะสมสูง กระตุ้นให้เมล็ดเกิดการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ซึ่งได้แสดงผลการเสื่อมคุณภาพและความแข็งแรงที่ลดลง ในส่วนของค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้สูงขึ้น และระดับ TZ-energy ที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในเมล็ดที่เก็บรักษาเป็นเวลานานในทุกพันธุ์

#### **สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์**

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการงอกได้ในไร่และกรรมวิธีทดสอบต่างๆ พบความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งในสัมพันธเชิงบวกและสัมพันธเชิงลบ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าเข้าใกล้ 1 หรือ -1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกที่ใกล้กับค่า 1 แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงบวกที่แน่นแฟ้นในทางที่สอดคล้องกัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นลงในทิศทางเดียวกันของตัวแปร 2 ตัวแปร แต่ในสัมพันธเชิงลบไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าทั้ง 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์ในทางทิศทางที่ขัดแย้งกัน (นงลักษณ์, 2537) ผลการวิเคราะห์ พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงบวกของกรรมวิธีต่าง ๆ ต่อการงอกได้ในไร่ มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในเชิงบวกที่ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรในระดับสูงมากจำนวน 3 วิธี ได้แก่ วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุ โดยให้ค่าใกล้ 1 มากสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน วิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็น เท่ากับ 0.9481 0.9209 และ 0.9199 ตามลำดับ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในเชิงบวกที่ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรในระดับสูง จำนวน 1 วิธี คือ วิธีทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ เท่ากับ 0.8109 ในทางตรงข้าม สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงลบของตัวแปรกรรมวิธีต่างๆ ต่อการงอกได้ในไร่ พบว่า วิธีทดสอบการนำไฟฟ้า วิธีการย้อมสี มีค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ที่ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรในระดับสูง โดยให้ค่าใกล้ -1 มากสุด เท่ากับ -0.8516 และ -0.8469 ตามลำดับ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างวิธีทดสอบอัตราการเจริญของต้นกล้า มีระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรในระดับปานกลาง เท่ากับ -0.3737 (Table 9) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย หรือไม่มีเลย เมื่อค่า r ระดับของความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.90-1.00 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก 0.70-0.90 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง 0.50-0.70 มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง 0.30-0.50 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ และ 0.00-0.30 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก (Hinkle, 1998 อ้างโดย นงลักษณ์, 2537)

**Table 1** The vigor of four soybean seed varieties after treated at 0 month at Chiang Mai Field Crop Research Center in the dry season, 2018

| Variety | Field Test (%) | Germination Test (%) | AA-Test (%) | Cool Test (%) | Germination Index Plants/7 days | Seedling Growth Rate (g/plant) | Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g. seed}$ | TZ-Test* |
|---------|----------------|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|---|----------|
| CM60    | 97             | 98                   | 84          | 86            | 44                              | 0.030                          | 71  | 1        |
| SJ5     | 98             | 100                  | 92          | 90            | 47                              | 0.027                          | 64  | 1        |
| CM84-2  | 88             | 98                   | 86          | 82            | 36                              | 0.062                          | 95  | 1        |
| CM1     | 86             | 97                   | 80          | 78            | 34                              | 0.061                          | 91  | 1        |
| Average | 92             | 98                   | 86          | 84            | 40                              | 0.045                          | 80  | 1        |

\* 1 = TZ-energy1 : High ; 2 = TZ-energy2 : Medium ; 3 = TZ-energy3 : low



**Table 2** The vigor of four soybean seed varieties after treated at 2 month at Chiang Mai Field Crop Research Center in the dry season, 2018

| Variety | Field Test (%) | Germination Test (%) | AA-Test (%) | Cool Test (%) | Germination Index Plants/7 days | Seedling Growth Rate (g/plant) | Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g. seed}$ | TZ-Test* |
|---------|----------------|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|---|----------|
| CM60    | 90             | 92                   | 82          | 80            | 42                              | 0.031                          | 92  | 2        |
| SJ5     | 96             | 98                   | 90          | 86            | 45                              | 0.026                          | 86  | 1        |
| CM84-2  | 84             | 90                   | 76          | 69            | 32                              | 0.059                          | 125   | 2        |
| CM1     | 87             | 92                   | 75          | 72            | 32                              | 0.061                          | 104   | 2        |
| Average | 89             | 93                   | 81          | 77            | 38                              | 0.044                          | 102   | 2        |

\* 1 = TZ-energy1 : Hight ; 2 = TZ-energy2 : Medium ; 3 = TZ-energy3 : low

**Table 3** The vigor of four soybean seed varieties after treated at 4 month at Chiang Mai Field Crop Research Center in the dry season, 2018

| Variety | Field Test (%) | Germination Test (%) | AA-Test (%) | Cool Test (%) | Germination Index Plants/7 days | Seedling Growth Rate (g/plant) | Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g. seed}$ | TZ-Test* |
|---------|----------------|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|---|----------|
| CM60    | 81             | 87                   | 80          | 76            | 38                              | 0.031                          | 104   | 2        |
| SJ5     | 88             | 90                   | 91          | 80            | 40                              | 0.029                          | 114   | 2        |
| CM84-2  | 54             | 80                   | 60          | 56            | 28                              | 0.072                          | 304   | 3        |
| CM1     | 65             | 85                   | 68          | 60            | 30                              | 0.062                          | 295   | 3        |
| Average | 72             | 86                   | 75          | 68            | 34                              | 0.049                          | 204   | 2.5      |

\* 1 = TZ-energy1 : Hight ; 2 = TZ-energy2 : Medium ; 3 = TZ-energy3 : low

**Table 4** The vigor of four soybean seed varieties after treated at 6 month at Chiang Mai Field Crop Research Center in the dry season, 2018

| Variety | Field Test (%) | Germination Test (%) | AA-Test (%) | Cool Test (%) | Germination Index Plants/7 days | Seedling Growth Rate (g/plant) | Conductivity $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g. seed}$ | TZ-Test* |
|---------|----------------|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|---|----------|
| CM60    | 69             | 72                   | 68          | 62            | 36                              | 0.035                          | 125   | 2        |
| SJ5     | 78             | 80                   | 75          | 72            | 40                              | 0.034                          | 127   | 2        |
| CM84-2  | 55             | 65                   | 49          | 48            | 22                              | 0.079                          | 346   | 3        |
| CM1     | 68             | 68                   | 55          | 50            | 26                              | 0.079                          | 317   | 3        |
| Average | 68             | 71                   | 62          | 58            | 31                              | 0.057                          | 229   | 2.5      |

\* 1 = TZ-energy1 : Hight ; 2 = TZ-energy2 : Medium ; 3 = TZ-energy3 : low

**Table 5** The vigor of four soybean seed varieties after treated at 0 month at Chiang Mai Field Crop Research Center in the rainy season, 2018

| Variety | Field Test (%) | Germination Test (%) | AA-Test (%) | Cool Test (%) | Germination Index Plants/7 days | Seedling Growth Rate (g/plant) | Conductivity $\mu\text{S/cm/g.seed}$ | TZ-Test* |
|---------|----------------|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------|
| CM60    | 90             | 100                  | 90          | 89            | 46                              | 0.026                          | 88                                   | 1        |
| SJ5     | 92             | 100                  | 84          | 95            | 48                              | 0.024                          | 72                                   | 1        |
| CM84-2  | 84             | 94                   | 78          | 80            | 34                              | 0.044                          | 104                                  | 1        |
| CM1     | 86             | 98                   | 80          | 82            | 37                              | 0.048                          | 91                                   | 1        |
| Average | 88             | 98                   | 83          | 87            | 41                              | 0.035                          | 89                                   | 1        |

\* 1 = TZ-energy1 : High ; 2 = TZ-energy2 : Medium ; 3 = TZ-energy3 : low

**Table 6** The vigor of four soybean seed varieties after treated at 2 month at Chiang Mai Field Crop Research Center in the rainy season, 2018

| Variety | Field Test (%) | Germination Test (%) | AA-Test (%) | Cool Test (%) | Germination Index Plants/7 days | Seedling Growth Rate (g/plant) | Conductivity $\mu\text{S/cm/g.seed}$ | TZ-Test* |
|---------|----------------|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------|
| CM60    | 87             | 94                   | 82          | 78            | 40                              | 0.031                          | 90                                   | 1        |
| SJ5     | 88             | 96                   | 80          | 81            | 43                              | 0.049                          | 82                                   | 1        |
| CM84-2  | 72             | 85                   | 68          | 75            | 30                              | 0.056                          | 160                                  | 2        |
| CM1     | 78             | 89                   | 77          | 79            | 32                              | 0.045                          | 131                                  | 2        |
| Average | 81             | 91                   | 77          | 78            | 36                              | 0.045                          | 116                                  | 2        |

\* 1 = TZ-energy1 : High ; 2 = TZ-energy2 : Medium ; 3 = TZ-energy3 : low

**Table 7** The vigor of four soybean seed varieties after treated at 4 month at Chiang Mai Field Crop Research Center in the rainy season, 2018

| Variety | Field Test (%) | Germination Test (%) | AA-Test (%) | Cool Test (%) | Germination Index Plants/7 days | Seedling Growth Rate (g/plant) | Conductivity $\mu\text{S/cm/g.seed}$ | TZ-Test* |
|---------|----------------|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------|
| CM60    | 65             | 75                   | 67          | 70            | 36                              | 0.036                          | 135                                  | 2        |
| SJ5     | 74             | 86                   | 78          | 72            | 40                              | 0.031                          | 122                                  | 2        |
| CM84-2  | 50             | 72                   | 52          | 55            | 29                              | 0.081                          | 337                                  | 3        |
| CM1     | 68             | 75                   | 67          | 62            | 29                              | 0.071                          | 336                                  | 3        |
| Average | 64             | 77                   | 66          | 65            | 34                              | 0.055                          | 232                                  | 2.5      |

\* 1 = TZ-energy1 : High ; 2 = TZ-energy2 : Medium ; 3 = TZ-energy3 : low

**Table 8** The vigor of four soybean seed varieties after treated at 6 month at Chiang Mai Field Crop Research Center in the rainy season, 2018

| Variety | Field Test (%) | Germination Test (%) | AA-Test (%) | Cool Test (%) | Germination Index Plants/7 days | Seedling Growth Rate (g/plant) | Conductivity $\mu\text{S/cm/g.seed}$ | TZ-Test* |
|---------|----------------|----------------------|-------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------|
| CM60    | 57             | 67                   | 55          | 58            | 32                              | 0.038                          | 152                                  | 3        |
| SJ5     | 63             | 72                   | 62          | 65            | 38                              | 0.038                          | 144                                  | 2        |
| CM84-2  | 45             | 55                   | 47          | 46            | 21                              | 0.095                          | 387                                  | 3        |
| CM1     | 55             | 67                   | 52          | 54            | 24                              | 0.081                          | 345                                  | 3        |
| Average | 55             | 65                   | 54          | 56            | 29                              | 0.063                          | 257                                  | 2.75     |

\* 1 = TZ-energy1 : High ; 2 = TZ-energy2 : Medium ; 3 = TZ-energy3 : low

**Table 9** The correlation coefficient of field test and vigor tests in soybean seed after testing at Chiang Mai Field Crop Research Center in the dry and rainy season, 2018

|                      | Field Test | Germination Test | AA-Test | Cool Test | Germination Index | Seedling growth rate | Conductivity |
|----------------------|------------|------------------|---------|-----------|-------------------|----------------------|--------------|
| Germination Test     | 0.9209     |                  |         |           |                   |                      |              |
| AA-Test              | 0.9481     | 0.9266           |         |           |                   |                      |              |
| Cool Test            | 0.9199     | 0.9254           | 0.94    |           |                   |                      |              |
| Germination Index    | 0.8109     | 0.7577           | 0.8523  | 0.8773    |                   |                      |              |
| Seedling growth rate | -0.6832    | -0.5966          | -0.7512 | -0.7669   | -0.8699           |                      |              |
| Conductivity         | -0.8516    | -0.7971          | -0.8516 | -0.8812   | -0.8441           | 0.8465               |              |
| TZ-Test              | -0.8469    | -0.8378          | -0.8237 | -0.8852   | -0.7939           | 0.6473               | 0.8218       |

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองเปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงในห้องปฏิบัติการกับความสามารถในการงอกได้ในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 60 สจ 5 เชียงใหม่ 1 และเชียงใหม่ 84-2 ได้วิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ที่ให้ค่าใกล้เคียงกับการงอกได้ในไร่ จำนวน 3 วิธี ได้แก่ วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุ วิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน และ วิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็น วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุให้ความแม่นยำใกล้เคียงการงอกในไร่สูงสุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน และ วิธีทดสอบการงอกในสภาพอากาศเย็น ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างที่มีค่าใกล้กับ 1 แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงบวกที่แน่นแฟ้นในทางที่สอดคล้องกันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นลงในทิศทางเดียวกันของตัวแปร วิธีทดสอบโดยการเร่งอายุให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใกล้เคียง 1 มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ วิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน และ วิธีทดสอบความสามารถในการงอกในสภาพอากาศเย็น

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

นำวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 3 วิธี เผยแพร่ให้แก่ผู้ปฏิบัติงานในการตรวจสอบคุณภาพเมล็ด นักวิชาการ ผู้ปฏิบัติงานด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ และผู้สนใจ เพื่อใช้เป็นวิธีในการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

## 11. คำขอบคุณ

ผู้ดำเนินการวิจัยและคณะขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตรและสำนักงานสภาวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

## 12. เอกสารอ้างอิง

- จวงจันท์ ดวงพัตรา. 2529. การตรวจสอบและการวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. กรุงเทพฯ กลุ่มหนังสือเกษตร. 194 หน้า
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2537. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสุขภาพ. ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 379 หน้า
- วันชัย จันท์ประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัลลภ สันติประชา. 2542. หลักการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์. วารสารสงขลานครินทร์8: 225-234.
- ศานิต สวัสดิ์กาญจน. 2552. ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และวิธีประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2552. 12 หน้า
- AOSA. 1981. Rule for testing seed. J. Seed Technol., Vol 6, pp. 1-126.
- AOSA. 1983. Seed Vigor Testing Handbook Contribution No.32 to the Handbook on Seed Testing. Association of Official Seed Analysts. 93 p.
- Hinkle, D.E. 1998. Applied Statistics for the Behavioral Sciences. Boston: Houghton Mifflin. 118 p
- ISTA. 1996. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology 24, Supplement. 335 p

## 13. ภาคผนวก