ว. เกษตรศาสตร์ ( วิทย. ) 24 : 167 - 175 ( 2533 )

# ผลของการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยซิลิกาเจล ที่มีต่อการติดสีของ TTC ความงอก ความแข็งแรง และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด

## Effect of Soybean Seed Desiccation with Silica Gel on TTC Staining Germination, Vigor and Seed Coat Cracking

อารมย์ ศรีพิจิตต์ [1]

**Arom Sripichitt**

**ABSTRACT**

Soybean *( Glycine max* ( L. ) Merr. cv. Tamahomare ) seeds were subjected to five different ratios of seed to silica gel, ranging from 5 : 1 to 50 : 1 weight basis, until moisture content of 6% was obtained. The ratios of 20 : 1 and 30 : 1 seemed to be optimum as no significantly detrimental effects on seed viability and vigor were observed. The other ratios, 5 : 1, 10 : 1 and 50 : 1, had no significant effect on viability, but they significantly reduced vigor and increased seed coat cracking. However, no correlation between vigor and cracking was detected.

## บทคัดย่อ

เมล็ดถั่วเหลือง ( *Glycine max* (L. ) Merr. พันธุ์ Tamahomare ) ได้รับการลดความชื้นด้วยซิลิกาเจล โดยใช้อัตราส่วนระหว่างเมล็ดต่อซิลิกาเจล 5 อัตราส่วน เริ่มจาก 5 : 1 ถึง 50 : 1 ต่อหน่วยน้ำหนัก จนกระทั่งความชื้นของเมล็ดลดลงเหลือ 6% จึงตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และพบว่า อัตราส่วน 20 : 1 และ 30 : 1 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เพราะไม่พบว่าทำให้เกิดความเสียหายต่อความมีชีวิต และความแข็งแรงของเมล็ด อัตราส่วนอื่น ๆ คือ 5 : 1, 10 : 1 และ 50 : 1 พบว่าไม่ได้ทำให้เกิดความเสียหายต่อความมีชีวิตของเมล็ด แต่ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ไม่พบว่าความแข็งแรงมีความสัมพันธ์กับการแตกร้าว

## คำนำ

เมล็ดพืชที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ ๆ โดยปกติจะมีความชื้นสูง การทำให้เมล็ดแห้งจึงเป็นสิ่งจำเป็นถ้าจะเก็บเมล็ดดังกล่าวเป็นเมล็ดพันธุ์ ในเขตร้อนชื้นโดยทั่วไป

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
Dept. of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

แล้วการลดความชื้นของเมล็ดด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นวิธีการที่นิยมปฏิบัติกัน อย่างไรก็ตามการลดความชื้นโดยการตากแดด มักไม่เพียงพอที่จะเก็บรักษาอย่างปลอดภัย และยังไม่สามารถกระทำได้ในบางฤดู เนื่องจากสภาพของลมฟ้าอากาศไม่แน่นอน เช่น ความชื้นของบรรยากาศ ฝนตก เป็นต้น นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์ที่ทำให้แห้งด้วยแสงอาทิตย์มักจะเกิดการแตกร้าว เนื่องจากเมล็ดได้รับความร้อนสูงในระยะสั้น ( Foster, 1973 ) ทำให้เมล็ดสูญเสียความมีชีวิตได้ ( Carter, 1973 ) Hor ( 1976 ) พบว่าในเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ( *Arachis hypogaea* L. ) ที่ทำให้แห้งด้วยแสงอาทิตย์มีความแข็งแรงต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ลดความชื้นในห้องปรับอากาศหรือตู้อบ ถึงแม้ว่าความงอกจะไม่มีความแตกต่างกัน

การใช้สารดูดความชื้นบางชนิด น่าที่จะเป็นประโยชน์ในการลดความชื้นของเมล็ดที่ใช้ทำเป็นเมล็ดพันธุ์ในเขตร้อนชื้น ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการลดความชื้นของเมล็ดในเขตดังกล่าว ความชื้นของเมล็ดจะลดลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ( relative humidity ) ลดลง จากหลักการนี้มีสารดูดความชื้น ( desiccant ) หลายชนิดด้วยกันที่สามารถทำให้ความชื้นของอากาศลดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว ในบรรดาสารที่ใช้ดูดความชื้นจากอากาศ ซิลิกาเจลเป็นสารดูดความชื้นชนิดหนึ่งที่เหมาะสมมากที่สุด ( Chung and Fleske, 1973 ) อย่างไรก็ตามมีรายงานจำนวนน้อยที่กล่าวถึงการใช้สารดังกล่าวสำหรับลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาถึงผลของซิลิกาเจลในอัตราต่าง ๆ ที่มีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดซึ่งทดสอบด้วย tetrazolium chloride (TTC) ความงอก ความแข็งแรง และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด

## อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ Tamahomare ที่พึ่งเก็บเกี่ยว

### การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์

เนื่องจากเมล็ดที่ได้รับมีความชื้นต่ำ ( ประมาณ 10% ) จึงได้ทำการปรับระดับความชื้นของเมล็ดให้อยู่ประมาณ 14% ซึ่งเป็นความชื้นของ harvest maturity กระทำโดยนำเมล็ดวางแผ่กระจายลงในตะแกรงพลาสติก แล้วใส่ลงไปในถุงพลาสติกที่มีกระดาษเพาะที่ชื้นด้วยน้ำอยู่ใต้ตะแกรงผูกปากถุงให้แน่น นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10° ซ. นาน 4 วัน หลังจากนั้นจึงสุ่มเมล็ดมาตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น ( initial quality ) ได้แก่ การติดสีของ TTC ความงอก ความแข็งแรง และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด ความชื้นของเมล็ดทำการตรวจสอบโดยใช้วิธีมาตรฐานของ ASAE ( ASAE, 1981 )

การลดความชื้นกระทำโดยใช้อัตราส่วนระหว่างเมล็ดต่อซิลิกาเจล 5 อัตราส่วนคือ 5 : 1, 10 : 1, 20 : 1, 30 : 1 และ 50 : 1 โดยน้ำหนัก ในแต่ละอัตราส่วนทำ 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีน้ำหนักเมล็ดเท่ากัน ( 960 กรัม ) นำเมล็ดที่จะลดความชื้นใส่ลงในถุงพลาสติก วางถุงผ้าลินินที่มีซิลิกาเจลลงไปในกลุ่มของเมล็ดโดยให้ถุงซิลิกาเจลอยู่บริเวณตรงกลางกลุ่มเมล็ด แล้วนำไปใส่ไว้ใน desiccator ที่อุณหภูมิห้อง ( ประมาณ 30° ซ. ) ซิลิกาเจลที่ใช้แล้วถูกเปลี่ยนใหม่ทุกวัน ทุกครั้งที่เปลี่ยนซิลิกาเจลทำการคนเมล็ด และสุ่มเมล็ดมาตรวจสอบความชื้นเป็นระยะ ๆ เมื่อเมล็ดมีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 6% ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่ทำให้เมล็ดมีชีวิตอยู่ได้ยาวนานที่สุด ( Harrington, 1973 ) จึงทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดมาประเมินการติดสีของ TTC ความงอก ความแข็งแรง และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด

## การตรวจสอบด้วย TTC

ก่อนการย้อมสีด้วย TTC ทำการปรับระดับความชื้นของเมล็ดตัวอย่างที่มีความชื้น 6% ให้อยู่ประมาณ 14 – 15% ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแตกร้าวของเนื้อเยื่อใบเลี้ยง ( cotyledonary tissue ) เนื่องจากการดูดน้ำของเมล็ดอย่างรวดเร็ว สำหรับตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบความงอกและความแข็งแรง ก็ได้รับการปรับให้มีระดับความชื้นดังกล่าวด้วย

วางเมล็ดจำนวน 50 เมล็ดของแต่ละซ้ำทำ 4 ซ้ำ บนกระดาษเพาะ ( paper towels ) ที่ทำให้ชื้นด้วยน้ำกลั่น ม้วนกระดาษเพาะแล้วใส่ลงในถุงพลาสติก นำไปใส่ไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 25° ± 1° ซ. 16 ชม. เมื่อครบกำหนดจึงนำเมล็ดแช่ในสารละลาย TTC 1% ใน phosphate buffer ในตู้อบที่อุณหภูมิ 35° ± 1° ซ. 3 ชม. ( Grabe, 1970 ) แล้วล้างเมล็ดด้วยน้ำประปา วางเมล็ดลงใน petri dish ที่มีน้ำกลั่นอยู่เพื่อป้องกันเมล็ดแห้ง แกะเยื่อหุ้มเมล็ดออก แล้วประเมินผลโดยแบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ประเภทคือ เมล็ดที่มีชีวิตและเมล็ดไม่มีชีวิต โดยดูรูปแบบและลักษณะการติดสี ( staining pattern ) และความเข้มของสี ( color intensity ) ( Grabe, 1970; Pasha and Das, 1982 ) จดบันทึกไว้

## การตรวจสอบความงอกของเมล็ด

การตรวจสอบความงอกใช้ between paper ( BP ) method ตามกฎสากลของการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ ( ISTA, 1976 ) เพาะเมล็ด 50 เมล็ดของแต่ละซ้ำทำ 4 ซ้ำลงบนกระดาษเพาะ ม้วนใส่ลงในถุงพลาสติกซึ่งมีน้ำกลั่นอยู่ประมาณ 30 มล. ทั้งนี้เพื่อให้กระดาษเพาะชื้นอยู่เสมอ แล้วนำไปไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 25° ± .1° ซ. ตรวจสอบและประเมินผลความงอกของเมล็ดเมื่อครบ 5 และ 8 วันหลังจากเพาะ

## การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ด ( seed vigor test )

การตรวจสอบความแข็งแรงใช้วิธี rapid aging test ( Tao, 1979 ) วางเมล็ดจำนวน 25 เมล็ดของแต่ละซ้ำทำ 4 ซ้ำลงบนตะแกรงลวดในขวดแก้ว โดยให้พื้นของตะแกรงอยู่เหนือระดับน้ำ 4 ซม. ปิดปากขวดให้แน่นสนิท แล้วนำไปไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 40° ซ. นาน 48 ชม. เมื่อครบกำหนดแล้วนำเมล็ดมาเพาะทันทีเพื่อตรวจสอบความงอกตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว

## การตรวจสอบรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด

ตรวจสอบรอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด ที่เกิดขึ้นจากการลดความชื้นโดยใช้แว่นขยาย สำหรับการตรวจสอบในแต่ละซ้ำใช้เมล็ด 100 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ

## การวิเคราะห์ทางสถิติ

เปลี่ยนข้อมูลทั้งหมดที่เป็นเปอร์เซ็นต์ไปเป็นค่าของ arc sine ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองจะวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Analysis of variance ( Gomez and Gomez, 1984 ) ค่าความแตกต่างเนื่องจากการลดความชื้นด้วยซิลิกาเจลในอัตราต่าง ๆ กัน วิเคราะห์โดย Duncan's new multiple range test และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะบางประการของเมล็ดจะวิเคราะห์โดย simple correlation coefficient

# ผล

## อัตราการลดลงของความชื้นของเมล็ด

จากการศึกษาอัตราส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดต่อซิลิ–กาเจลทั้ง 5 อัตราส่วน พบว่าทำให้อัตราการลดลงของความชื้นมีความแตกต่างกัน ( Figure 1 ) ในบรรดาอัตรา

ส่วนทั้งหมด อัตราส่วน 5 : 1 ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงเร็วที่สุด อัตราส่วนอื่น ๆ ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดช้าลงตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ในระยะ 2 วันแรกของการลดความชื้นพบว่าอัตราส่วน 5 : 1 และ 10 : 1 ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว อัตราส่วนอื่น ๆ คือ 20 : 1, 30 : 1 และ 50 : 1 ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงจนปรากฏความแตกต่างภายหลังจากที่ทำการลดความชื้นผ่านไปแล้ว 2 วัน

## คุณภาพของเมล็ด

ลักษณะการติดสีของเมล็ดที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งเกิดจากการย้อมสีด้วย TTC ได้แสดงไว้ใน Figure 2 จากการเปรียบเทียบลักษณะการติดสีของเมล็ดที่ลดความชื้นด้วยซิลิกาเจลในอัตราส่วนต่าง ๆ ( Table 1 ) พบว่าเมล็ดส่วนใหญ่จำแนกอยู่ในประเภทที่มีชีวิต ( TZ 1 ถึง TZ 6 )

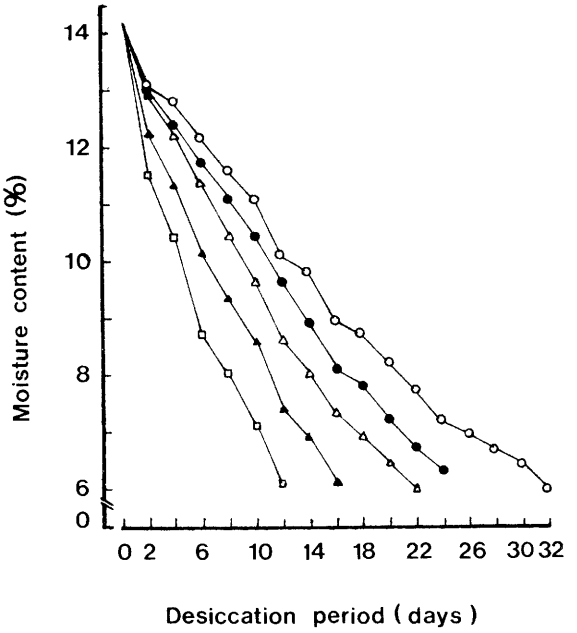


**Figure 1.** Effect of ratios of seed to silica gel on the reduction of moisture content in soybean from 14.2 to 6%. □, 5 : 1 ; ▲, 10 : 1 ; △, 20 : 1 ; ●, 30 : 1 ; O, 50 : 1 ratio.

**Table 1 Effect of ratios of seed to silica gel on TTC staining patterns of soybean seeds.**

| Seed : Silica gel [1] | TTC staining pattern | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Viable | | | | | | Non - viable | | | | | |
| | TZ1 | TZ2 | TZ3 | TZ4 | TZ5 | TZ6 | TZ7 | TZ8 | TZ9 | TZ10 | TZ11 | TZ12 |
| Control | 46.0 | 31.5 | 4.0 | 12.5 | ND[2] | 3.0 | 2.0 | 1.0 | ND | ND | ND | ND |
| 5 : 1 | 43.0 | 29.0 | 6.5 | 15.5 | 2.0 | 3.0 | ND | 0.5 | ND | 0.5 | ND | ND |
| 10 : 1 | 51.0 | 21.5 | 3.0 | 19.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 0.5 | ND | ND | ND | ND |
| 20 : 1 | 34.5 | 32.5 | 5.5 | 18.0 | 1.0 | 4.0 | 1.0 | 2.5 | ND | 0.5 | 0.5 | ND |
| 30 : 1 | 34.5 | 31.5 | 2.5 | 17.5 | 3.5 | 7.0 | 1.5 | 1.5 | ND | 0.5 | ND | ND |
| 50 : 1 | 48.5 | 22.5 | 6.0 | 15.5 | ND | 4.0 | 2.0 | 1.0 | 0.5 | ND | ND | ND |

[1] Ratio of seed to silica gel, weight basis

[2] ND = not detected

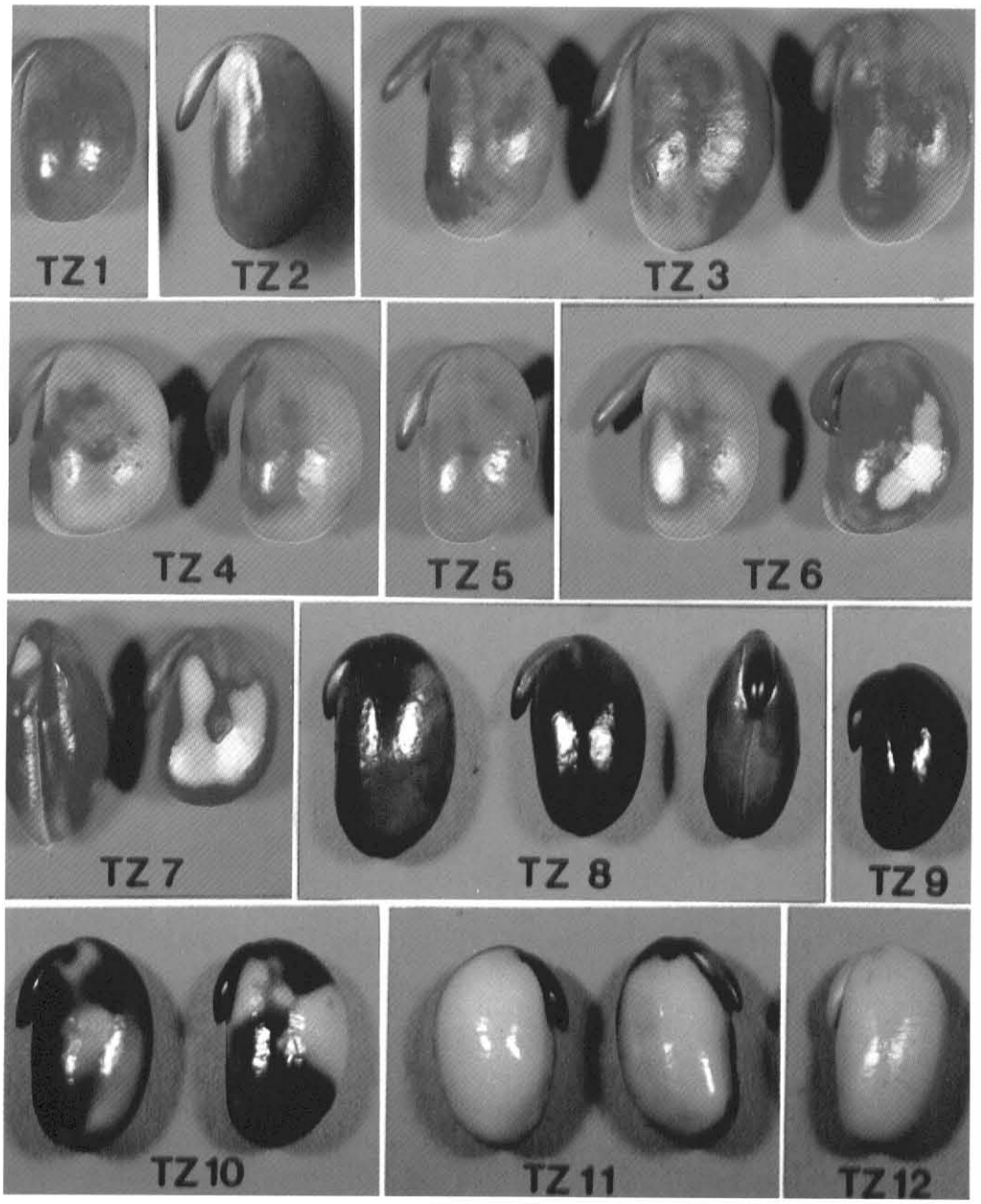


**Figure 2. Staining patterns of freshly harvested soybean seeds after the TTC test.**

| | | |
|---|---|---|
| **Viable** | TZ1 | Seed completely stained. |
| | TZ2 | Seed completely stained with minor light stained area. |
| | TZ3 | Seed completely stained with dark red patches ( less than 50% ) irregularly distributed except redicle-hypocotyl axis or at the point of attachment of cotyledons to axis. |
| | TZ4 | Seed completely stained with light stained area occupying about 50% or more. |
| | TZ5 | Seed stained lightly. |
| | TZ6 | Minor unstained area ( less than 20% ) irregularly distributed on the cotyledons except at the juncture of cotyledons and radicle-hypocotyl axis. |
| **Non-viable** | TZ7 | Seed with unstained areas : ( 1 ) on or near point of attachment of cotyledons and radicle-hypocotyl axis over location where pluumule develops; ( 2 ) at the point of attachment of cotyledons to axis. |
| | TZ8 | Seed completely stained with abnormal dark red : ( 1 ) on radicle-hypocotyl axis ; ( 2 ) in more than 50% of the upper cotyledonary tissue including axis ; ( 3 ) at the point of attachment of cotyledons and axis over plumule position. |
| | TZ9 | Seed completely stained with dark red. |
| | TZ10 | Seed comprised both abnormal dark red and more or less unstained area. |
| | TZ11 | Seed unstained except radicle-hypocotyl axis stained abnormal dark red. |
| | TZ12 | Seed completely unstained. |

จากการประเมินลักษณะของเมล็ด 4 ลักษณะ หลังจากการลดความชื้นแล้ว ( Table 2 ) คือ การย้อมสีด้วย TTC ความงอก ความแข็งแรง และการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดพบว่า การลดความชื้นด้วยซิลิกาเจลไม่ทำให้เกิดความแตกต่างกันทางสถิติในเมล็ดที่มีชีวิตที่ย้อมสีด้วย TTC และความงอก แต่ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ ในบรรดาอัตราส่วนทั้งหมด อัตราส่วน 20 : 1 และ 30 : 1 ไม่ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดแตกต่างกัน เมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ลดความชื้นด้วยซิลิกาเจล ( control ) อัตราส่วนที่เหลือ ( 5 : 1, 10 : 1 และ 50 : 1 ) พบว่า อัตราส่วน 50 : 1 ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงมากที่สุด

ลักษณะการเกิดรอยแตกร้าวที่เยื่อหุ้มเมล็ด ได้แสดงไว้ใน Figure 3 ภายหลังจากการลดความชื้นแล้ว พบว่า การแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดเพิ่มขึ้น ( Table 2) อัตราส่วน 5 : 1 และ 10 : 1 ทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกร้าวเพิ่มขึ้นสูงสุด ในขณะที่อัตราส่วน 50 : 1 ทำให้การแตกร้าวเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากความชื้นของเมล็ดลดลงอย่างช้า ๆ ( Figure 1 ) อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์การแตกร้าวของอัตราส่วน 50 : 1 ไม่แตกต่างไปจากเปอร์เซ็นต์การแตกร้าวของอัตราส่วน 20 : 1 และ 30 : 1

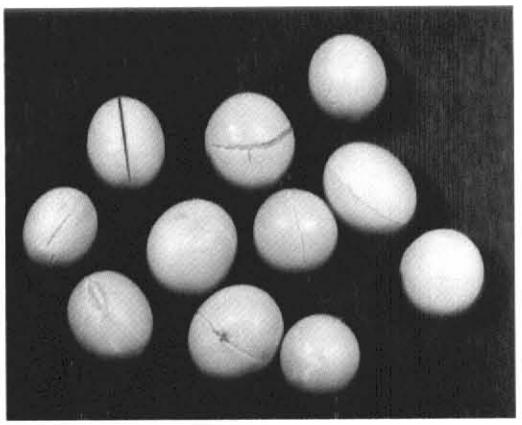

**Figure 3. Effect of silica gel drying on seed coat cracking in soybean seeds.**

**Table 2 Effect of ratios of seed to silica gel on TTC test, germination test, vigor test and seed coat cracking.**

| Seed : Silica gel[1] treatment | Viable seed in TTC ( % ) | Germination ( % ) | Vigor ( % ) | Seed coat cracking ( % ) |
|---|---|---|---|---|
| Control | 97.0a[2] | 97.5a | 95.0a | 0.5c |
| 5 : 1 | 99.0a | 98.5a | 89.0bc | 18.0a |
| 10 : 1 | 98.0a | 97.5a | 89.5bc | 18.8a |
| 20 : 1 | 95.5a | 94.5a | 91.5ab | 9.8b |
| 30 : 1 | 96.5a | 96.5a | 95.5a | 9.3b |
| 50 : 1 | 96.5a | 96.5a | 86.0c | 6.0b |

[1] Ratio of seed to silica gel, weight basis

[2] Means in each column followed by the same letter do not differ significantly ( P = 0.05 ) by Duncan's new multiple range test

จากการตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดด้วย TTC พบว่า มีความสัมพันธ์กับความงอกของเมล็ด ( Table 3 ) ในทั้งสองลักษณะนี้ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดและการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ด และความแข็งแรงของเมล็ดเองก็ไม่มีความสัมพันธุ์กับการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดด้วย

**Table 3 Simple correlation coefficients among the percentages of viable seed in TTC test, germination, seed vigor and seed coat cracking.**

| | Viable seed in TTC test | Germination | Seed vigor | Seed coat cracking |
|---|---|---|---|---|
| Viable seed in TTC test | — | 0.87* | −0.14 | 0.19 |
| Germination | | — | 0.06 | 0.19 |
| Seed vigor | | | — | −0.48 |

* Significant at 0.05 level

## วิจารณ์

ในบรรดาเมล็ดพันธุ์พืชไร่ที่สำคัญด้วยกัน เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเมล็ดที่เก็บรักษาได้ยากหรือเสื่อมสภาพเร็ว ( Delouche *et al.*, 1973 ) นอกจากนี้แล้วรูปร่างลักษณะของเมล็ดโดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีเยื่อหุ้มเมล็ดที่บางประกอบกับตำแหน่งของ radicle-hypocotyl ที่นูนออกมาจึงทำให้เมล็ดแตกร้าวได้ง่ายเมื่อเมล็ดแห้งลงอย่างรวดเร็ว ( Moore, 1972 ) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า อัตราส่วนที่ทำให้เมล็ดแห้งลงอย่างรวดเร็ว ( 5 : 1 และ 10 : 1 ) ทำให้การแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ control ( Table 2 ) อย่างไรก็ตามไม่พบว่ามีการสูญเสียความงอกเกิดขึ้น ทั้ง ๆ ที่มีการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Harrington ( 1972 ) และ Moysey ( 1973 ) และรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นนี้อาจไม่ลึกหรือรุนแรงมากพอที่จะทำให้ความมีชีวิตของเมล็ดลดลง ( Harrington, 1973 ; Bass, 1980 ) ด้วยเหตุนี้จึงไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดกับความงอกของเมล็ด

ถึงแม้ว่าการทำให้เมล็ดแห้งโดยใช้สารซิลิกาเจลดูดความชื้นจะไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ด แต่มีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ control ( Table 2 ) ซึ่งเป็นการบ่งชี้ให้เห็นถึงความเสียหายบางประการที่เกิดกับเมล็ดที่ทำให้แห้งลงอย่างรวดเร็ว แต่ทว่าไม่รุนแรงพอที่จะมีผลเสียหายต่อความงอกของเมล็ดในขณะทำการตรวจสอบความงอก รอยแตกร้าวของเยื่อหุ้มเมล็ดที่เกิดขึ้นไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง เนื่องจากไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองนี้ ( Table 3 ) การทำให้เมล็ดแห้งจนเหลือความชื้นเพียง 6% ไม่ควรที่จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสียหายต่อความแข็งแรง ทั้งนี้

เพราะที่ระดับความชื้นเดียวกันนี้ อัตราส่วน 20 : 1 และ 30 : 1 ไม่ได้ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงเมื่อเทียบกับ control ( Table 2 ) ดังนั้นจึงเป็นไปได้อย่างมากที่ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงนี้ มีสาเหตุมาจากความเสียหายที่เกิดกับเมล็ดในระดับเซลล์ ( ultra-structural level ) ในระหว่างที่ทำให้เมล็ดแห้งลงอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปในช่วงที่เมล็ดสุกแก่เมล็ดจะสูญเสียน้ำ ในระยะนี้เซลล์เมมเบรนมีการจัดเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบ ( Abdul-Baki and Baker, 1973 ; Klein and Pollock, 1968 ) แต่เมื่อเมล็ดดูดน้ำเข้ามาใหม่ การจัดระเบียบใหม่จะเกิดขึ้น สำหรับในกรณีที่ทำให้เมล็ดแห้งลงอย่างรวดเร็ว อาจทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อองค์ประกอบของเมมเบรน ดังที่ได้แสดงไว้โดย Priestley and Bruinsma ( 1982 ) ในเมล็ด *Vicia faba* และความเสียหายดังกล่าวนี้อาจทำให้กลไกในการซ่อมแซมตัวเองของเมมเบรนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติในระหว่างการดูดน้ำของเมล็ด จึงมีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง ( Abdul-Baki, 1980 )

การศึกษาครั้งนี้ยังพบอีกว่า อัตราส่วน 50 : 1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ทำให้ความชื้นในเมล็ดลดลงอย่างช้า ๆ นั้น มีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง ( Table 2 ) สาเหตุที่ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง อาจเกิดจากปัจจัยภายในตัวเมล็ดเอง ( Roberts, 1972 ) ปัจจัยดังกล่าวทำงานได้ดีในสภาพเมล็ดที่มีความชื้นสูง และเมล็ดที่ลดความชื้นโดยอัตราส่วน 50 : 1 นี้ มีระดับความชื้นที่สูงกว่า 10% เป็นเวลานานถึง 12 วัน ( Figure 1 ) ซึ่งนับได้ว่าเป็นเวลานานเพียงพอที่จะทำให้ปัจจัยดังกล่าวมีผลกระทบต่อความแข็งแรงของเมล็ด

ผลจากการทดลองครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นแล้วว่าการทำให้เมล็ดแห้งโดยใช้ซิลิกาเจลดูดความชื้นในอัตราสูงหรือต่ำไปนั้นเป็นผลเสียต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นอัตราส่วน 20 : 1 หรือ 30 : 1 จึงเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติยังเป็นสิ่งที่ค่อนข้างยาก ที่จะนำเอาอัตราส่วนที่เหมาะสมดังกล่าวไปใช้ในการลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ทั้งนี้เพราะการลดความชื้นเมล็ดที่มีปริมาณมาก ๆ นั้น จำเป็นจะต้องสร้างระบบที่จะทำให้เมล็ดแห้งลงอย่างมีประสิทธิภาพและปราศจากผลเสียที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการที่จะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในทางปฏิบัติอัตราส่วนที่เหมาะสมดังกล่าวอาจต้องเปลี่ยนไป จึงสมควรที่จะต้องทำการศึกษาต่อไปเพื่อค้นหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะสามารถนำไปปฏิบัติได้ในสภาพอันแท้จริง

ลักษณะต่าง ๆ ของการติดสีของเมล็ดที่ย้อมด้วย TTC แสดงให้เห็นว่า อัตราส่วนทั้งหมดที่ใช้ในการลดความชื้นของเมล็ดทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อของเมล็ดน้อยมาก จากการเปรียบเทียบกับ control ( Table 1 ) เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดที่มีชีวิตจากการตรวจสอบด้วย TTC มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความงอก ( Table 3 ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yaklich and Kulik ( 1979 ) ในเมล็ดถั่วเหลือง และ Harris ( 1981 ) ในเมล็ด *Urena lobata* L. ดังนั้นการตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดโดย TTC จึงสามารถที่จะนำไปใช้ในการทำนายความสามารถในการงอกของเมล็ดถั่วเหลืองได้อย่างถูกต้อง โดยอาศัยลักษณะหรือรูปแบบต่าง ๆ ของการติดสี

## เอกสารอ้างอิง

Abdul-Baki, A.A. 1980. Biochemical aspects of seed vigor. Hort Science 15 : 765-770.

Abdul-Baki, A.A. and J.E. Baker. 1973. Are changes in cellular organelles or membranes related to vigor loss in seeds? Seed Sci. and Technol. 1 : 89-1225.

ASAE. 1981. Moisture measurement-grain and seeds ASAE Standard : ASAE 352. Agricultural Engineers Yearbook 1981, 347.

Bass, L.N. 1980. Seed viability during long-term storage, pp. 117-141. *In* J. Janick ( ed. ). Horticultural Reviews. Vol. 2. The AVI Publishing Co., Inc., Westport, connecticut.

Carter, J.B.H. 1973. The influence of the testa, damage and seed dressing on the emergence of groundnut *( Arachis hypogaea )*. Ann. appl. Biol. 74 : 315-323.

Chung, D.S. and L.F. Fleske. 1973. Development of a simple grain storage unit and storage method applicable to humid areas. Research Report. Kansas State University, Food and Feed Grain Institute, Manhattan, Kansas.

Delouche, J.C., A.K. Matthes, G.M. Dougherty and A.H. Boyd. 1973. Storage of seed in subtropical and tropical regions. Seed Sci. and Technol. 1 : 427-452.

Foster, G.H. 1973. Heated-air grain drying, pp. 189-208. *In* R.N. Sinha and W.E. Muir ( eds. ). Grain Storage Part of a System. The AVI Publishing Co., Inc., Westporrt, connecticut.

Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York. 680 p.

Grabe, D.F. 1970. Tetrazolium testing handbook for agricultural seeds. Contribution No. 27 to The Handbook on Seed Testing. Ass. Off. Seed Analysts.

Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity, pp. 145-245. *In* T.T. Kozlowski ( ed. ). Seed Biology. Vol. 3. Academic Press, New York and London.

Harrington, J.F. 1973. Problems of seed storage, pp. 251 - 262. *In* W. Heydecker ( ed. ). Seed ecology. Butterworth, London.

Harris, P.J.C. 1981. Value of laboratory germination and viability tests in predicting field emergence of *Urena lobata* L. Field Crop Res. 4 : 237-245.

Hor, Y.L. 1976. Storage of field crop seeds under Malaysian conditions, pp. 123-134. *In* H.F. Chin, I.C. Enoch and R.M. Raja Harun ( eds. ). Seed Technology in the Tropics. University Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia.

ISTA. 1976. International rules for seed testing. Seed Sci. and Technol. 4 : 3-177.

Klein, S. and B. Pollock. 1968. Cell fine structure of developing lima bean seeds related to seed desiccation. Am. J. Bot. 55 : 658-672.

Moore, R.P. 1972. Effects of mechanical injuries on viability, pp. 94-113. *In* E.H. Roberts ( ed. ). Viability of Seeds. Chapman and Hall Ltd., London.

Moysey, E.B. 1973. Storage and drying of oil seeds, pp. 229-250. *In* R.N. Sinha and W.E. Muir ( eds. ). Grain Storage-Part of a System. The AVI Publishing Co., Inc., Westport, connecticut.

Pasha, M.K. and R.K. Das. 1982. Quick viability test of soybean seeds by using tetrazolium chloride. Seed Sci. and Technol. 10 : 651-655.

Priestley, D.A. and J. Bruinsma. 1982. Sensitivity to drying in vitro of enzymes in mitochondrial subfractions from *Vicia faba* seed. Physiol. Plant. 56 : 303-311.

Roberts, E.H. 1972. Cytological, genetical and metabolic changes associated with loss of viability, pp. 253-306. *In* E.H. Roberts ( ed. ). Viability of Seeds. Chapman and Hall Ltd., London.

Tao, K.L. 1979. An evaluation of alternative methods of accelerated aging seed vigor test for soybeans. J. Seed Technol. 3 : 30-40.

Yaklich, R.W. and M.M. Kulik. 1979. Evaluation of vigor tests in soybean seeds : relationship of the standard germination tests, seedling vigor classification, seedling length, and tetrazolium staining to field performance. Crop Sci. 19 : 247-252.