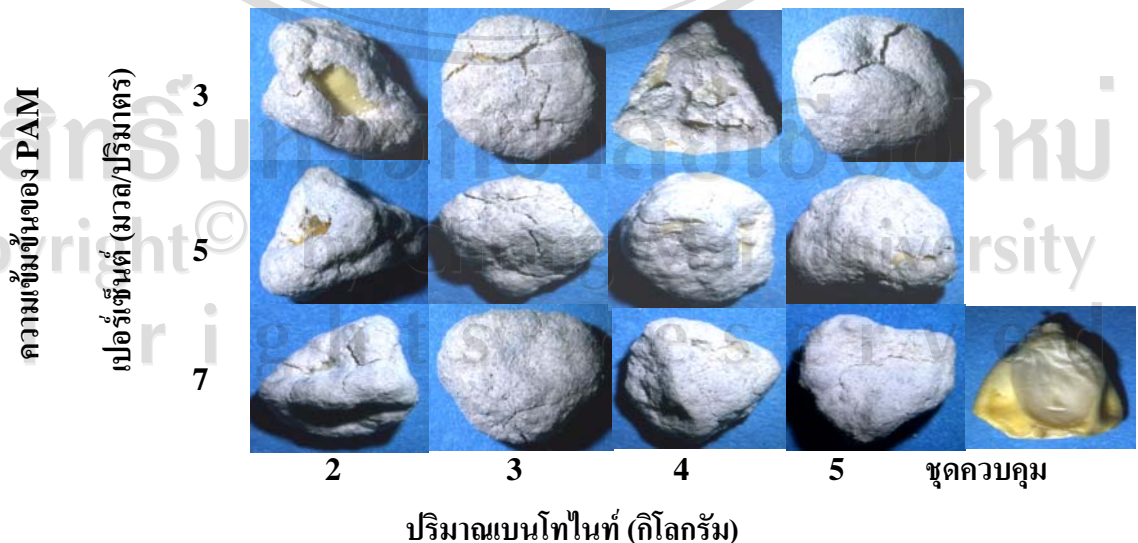


## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างความเข้มข้นของวัสดุประสานกับปริมาณเบนโทไนท์สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

จากการทดลองในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยใช้วัสดุประสาน (non-ionic polyacrylamide; PAM) ความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ (มวล/ปริมาตร) กับปริมาณเบนโทไนท์ 4 ระดับ คือ 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 800 กรัม พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน คือการใช้เบนโทไนท์ปริมาณ 3 กิโลกรัมร่วมกับวัสดุประสานความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์ (มวล/ปริมาตร) ซึ่งจะช่วยให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีรูปทรงที่ดีขึ้นและวัสดุพอกสามารถปกปิดผิวของเมล็ดได้อย่างสม่ำเสมอ และเมื่อทำการคัดขนาดมีความสูญเสียของเมล็ดพอกน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ส่วนการพอกด้วยเบนโทไนท์ 3 กิโลกรัมกับ PAM ความเข้มข้น 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเกิดรอยแตกร้าวทั่วทั้งเมล็ด ทำให้วัสดุพอกหลุดออกได้ง่าย ในขณะที่เมื่อพอกด้วยเบนโทไนท์ 2 กิโลกรัม จะเห็นว่ายังคงเห็นส่วนของเปลือกเมล็ดอยู่ เนื่องจากการพอกไม่สามารถปกปิดผิวเมล็ดได้อย่างสนิท สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยเบนโทไนท์ 4 และ 5 กิโลกรัมนั้นเป็นปริมาณที่มากเกินไป ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองของวัสดุพอก ซึ่งได้แสดงในหัวข้อที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการพอกด้วยวัสดุประสานและเบนโทไนท์ระดับต่างๆ

#### 4.2 การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานหลังผ่านการพอก

จากตารางที่ 4.1 ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานซึ่งผ่านการพอกด้วยอัตราส่วนต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยเมล็ดพันธุ์ที่พอกด้วย PAM ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับเบนโทไนด์ปริมาณ 5 กิโลกรัมมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.7 กิโลกรัม ซึ่งทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นถึง 2.9 กิโลกรัมหรือคิดเป็นสัดส่วนระหว่างเมล็ดพันธุ์กับวัสดุพอกเท่ากับ 1.0:4.6 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) รองลงมาคือการพอกด้วยเบนโทไนด์ 5 กิโลกรัมกับ PAM ความเข้มข้น 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักหลังพอกเพิ่มขึ้นจากก่อนพอกจำนวน 3 เท่า เช่นเดียวกับการพอกด้วยเบนโทไนด์ 3 และ 4 กิโลกรัม พบว่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากเดิม โดยมีอัตราส่วนระหว่างเมล็ดพันธุ์กับวัสดุพอกอยู่ในช่วง 1.0 : 2.6 - 3.5 แต่การพอกด้วยเบนโทไนด์ 3 กิโลกรัมกับ PAM ความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักหลังพอกไม่แตกต่างกับการพอกด้วยเบนโทไนด์ปริมาณ 2 กิโลกรัม จะเห็นว่าเมื่อปริมาณของเบนโทไนด์เพิ่มขึ้นจะทำให้น้ำหนักของเมล็ดหลังพอกเพิ่มขึ้นด้วยและปริมาณของเบนโทไนด์ที่ใช้จริงหรือที่สามารถเกาะติดกับเมล็ดได้มีปริมาณเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณทั้งหมด

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดหลังพอกด้วยวัสดุพอกทั้งหมด 12 กรรมวิธีและสัดส่วนระหว่างเมล็ดพันธุ์กับวัสดุพอก

| ปริมาณเบนโทไนด์ (กิโลกรัม) | ความเข้มข้น PAM เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/ปริมาตร) | น้ำหนักเมล็ดหลังพอก (กิโลกรัม) <sup>1</sup> | สัดส่วนระหว่างเมล็ดพันธุ์กับวัสดุพอก (น้ำหนัก/น้ำหนัก) |
|----------------------------|---|---|--|
| 2                          | 3   | 1.8 cde                                     | 1.0:2.2  |
|                            | 5   | 1.5 e                                       | 1.0:1.9  |
|                            | 7   | 1.5 e                                       | 1.0:1.9  |
| 3                          | 3   | 2.4 bcd                                     | 1.0:3.0  |
|                            | 5   | 2.1 bcde                                    | 1.0:2.6  |
|                            | 7   | 1.7 de                                      | 1.0:2.1  |
| 4                          | 3   | 2.8 b                                       | 1.0:3.5  |
|                            | 5   | 2.4 b                                       | 1.0:3.0  |
|                            | 7   | 2.3 bcd                                     | 1.0:2.9  |
| 5                          | 3   | 3.7 a                                       | 1.0:4.6  |
|                            | 5   | 2.4 bc                                      | 1.0:3.0  |
|                            | 7   | 2.4 b                                       | 1.0:3.0  |
| CV. (%)                    |   | 17.06                                       | -  |
| LSD <sub>0.05</sub>        |   | 0.65  | -  |

หมายเหตุ: น้ำหนักเมล็ดก่อนพอกเท่ากับ 0.8 กิโลกรัม, <sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 4.3 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

จากการศึกษาผลของกรรมวิธีในการพอกที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน โดยทำการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยวัสดุประสานที่ระดับความเข้มข้น 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) และเบนโทไนท์ปริมาณ 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 800 กรัม และทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 30, 60 และ 90 วัน ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

#### 4.3.1 การเปลี่ยนแปลงความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

จากการศึกษาความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการพอกด้วยกรรมวิธีแตกต่างกัน พบว่า การใช้เบนโทไนท์ในปริมาณ 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัม ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือเมื่อปริมาณเบนโทไนท์เพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้น ขณะที่การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PAM นั้น จะส่งผลให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีแนวโน้มลดลง โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ไม่ผ่านการพอก (ชุดควบคุม) มีค่าเฉลี่ยของความชื้นเมล็ดต่ำที่สุด คือ 9.51 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่พอกด้วยเบนโทไนท์ 2 และ 3 กิโลกรัมร่วมกับ PAM ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 11.34 และ 12.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับการพอกด้วย PAM ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับเบนโทไนท์ปริมาณ 2 และ 3 กิโลกรัม ที่ทำให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์พอกมีค่าเท่ากับ 10.94 และ 12.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่ามีความชื้นของเมล็ดพันธุ์พอกลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่การใช้เบนโทไนท์ปริมาณ 3 กิโลกรัม และความเข้มข้นของ PAM 7 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นของเมล็ดมีค่าเท่ากับ 10.83 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับเมื่อใช้เบนโทไนท์ปริมาณ 5 กิโลกรัมร่วมกับ PAM ความเข้มข้น 3 และ 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความชื้นของเมล็ดพันธุ์พอกมีค่าเท่ากับ 10.39 และ 10.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม การพอกด้วยกรรมวิธีที่กล่าวมานั้นค่าความชื้นของเมล็ดพันธุ์พอกก็มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) ทั้งนี้การพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยเบนโทไนท์ในปริมาณสูงร่วมกับวัสดุประสานที่ความเข้มข้นต่ำ ทำให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าเมื่อพอกด้วยเบนโทไนท์ปริมาณน้อยและวัสดุประสานความเข้มข้นสูง เนื่องจากสารละลายวัสดุประสานใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย จากการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่เกิดขึ้นนั้น เนื่องมาจากเมล็ดพันธุ์มีคุณสมบัติที่เรียกว่า hygroscopic คือ สามารถรับหรือถ่ายเทความชื้นหรือน้ำให้กับบรรยากาศรอบๆ เมล็ด การรับและถ่ายเทความชื้นระหว่างเมล็ดกับบรรยากาศรอบๆ จะเกิดขึ้นจนกว่าจะถึงจุดสมดุล ถ้าแรงดันไอน้ำภายในเมล็ดสูงกว่าภายนอก น้ำก็จะระเหยออกมาจากเมล็ด แต่ถ้าแรงดันไอน้ำในเมล็ดต่ำกว่า

ภายนอก เมล็ดก็จะดูดความชื้นจากบรรยากาศจนกว่าจะถึงจุดสมดุล นั่นคือ แรงดันไอน้ำภายใน เมล็ดเท่ากับแรงดันไอน้ำของบรรยากาศ ที่จุดสมดุลนี้เมล็ดจะมีความชื้นคงที่ (จวงจันทร, 2529)

ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่า มีผลต่อค่าเฉลี่ยความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความชื้นของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น กล่าวคือ ในเดือนที่เริ่มทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ทำการพอกแล้วมีความชื้น เมล็ดต่ำสุด เท่ากับ 10.73 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นเป็น 30, 60 และ 90 วัน ทำให้ความชื้นของเมล็ดเพิ่มขึ้น มีค่าเท่ากับ 11.24, 11.67 และ 11.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าความชื้นของเมล็ดมีความสำคัญและมีบทบาทในการเก็บรักษาเมล็ด จากการทดลอง ความชื้นของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษาเมล็ด การเปลี่ยนแปลงของความชื้นในเมล็ดอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเปิดภาชนะที่ใช้ในการเก็บเมล็ดโดยไม่มีการควบคุมความชื้น หรือนำเมล็ดออกมาใช้บ่อยและปิดภาชนะที่เก็บไม่สนิท ซึ่งในระหว่างทำการทดลองได้ทำการเปิดภาชนะถึง 4 ครั้ง จึงทำให้เมล็ดมีโอกาสเสื่อมคุณภาพได้ (Stein *et al.*, 1974) นอกจากนี้การเก็บรักษาภายในถุงพลาสติกใสชนิดธรรมดา พบว่า มีการเจริญเติบโตของเชื้อรา ภายในเมล็ดพันธุ์ที่พอกแล้ว ซึ่งอาจทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานเกิดการเสื่อมสภาพเร็วขึ้นและยังส่งผลให้เป็นการช่วยเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (ปุ่นและสมพร, 2541)

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการพอกด้วยกรรมวิธีต่างๆ และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 90 วัน

| ปริมาณ<br>เบนโทไนด์<br>(กิโลกรัม) | ความเข้มข้น PAM<br>(เปอร์เซ็นต์,<br>น้ำหนัก/ปริมาตร) | ความชื้นของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) |                |                |               | เฉลี่ย <sup>1/</sup> |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------------|
|                                   |  | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)        |                |                |               |                      |
|                                   |  | 0                              | 30             | 60             | 90            |                      |
| 2                                 | 3  | 10.51                          | 11.09          | 11.83          | 11.94         | <b>11.34bc</b>       |
|                                   | 5  | 10.52                          | 10.74          | 11.22          | 11.28         | <b>10.94bc</b>       |
|                                   | 7  | 10.47                          | 10.62          | 11.21          | 11.30         | <b>10.90bc</b>       |
| 3                                 | 3  | 12.53                          | 12.69          | 12.95          | 13.04         | <b>12.80a</b>        |
|                                   | 5  | 12.21                          | 12.66          | 13.19          | 13.21         | <b>12.57a</b>        |
|                                   | 7  | 10.13                          | 10.53          | 11.23          | 11.42         | <b>10.83bc</b>       |
| 4                                 | 3  | 12.04                          | 12.57          | 11.59          | 12.83         | <b>12.51a</b>        |
|                                   | 5  | 12.28                          | 12.77          | 12.91          | 13.01         | <b>12.74a</b>        |
|                                   | 7  | 10.80                          | 11.10          | 11.58          | 11.63         | <b>11.27bc</b>       |
| 5                                 | 3  | 9.20                           | 9.88           | 9.97           | 12.53         | <b>10.39cd</b>       |
|                                   | 5  | 10.42                          | 12.08          | 12.19          | 12.38         | <b>11.77ab</b>       |
|                                   | 7  | 9.59                           | 10.56          | 10.77          | 11.11         | <b>10.51cd</b>       |
| ชุดควบคุม                         |  | 8.74                           | 8.77           | 10.05          | 10.49         | <b>9.51d</b>         |
| เฉลี่ย <sup>2/</sup>              |  | <b>10.73c</b>                  | <b>11.24bc</b> | <b>11.67ab</b> | <b>11.93a</b> |                      |

CV. = 12.59%

LSD<sub>0.05</sub> (กรรมวิธี) = 1.16

LSD<sub>0.05</sub> (การเก็บรักษา) = 0.64

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.3.2 การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

ผลการศึกษาความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานเมื่อผ่านการพอกด้วยกรรมวิธีต่างๆ พบว่ามีผลต่อค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เมื่อทำการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยปริมาณเบนโทไนด์และความเข้มข้นของ PAM เพิ่มขึ้น จะทำให้

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง โดยเมื่อใช้ PAM ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณเบนโทไนท์เพิ่มขึ้นเป็น 2, 3 และ 4 กิโลกรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 800 กรัม ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกมีแนวโน้มลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยความงอกเท่ากับ 62, 41 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก พบว่าเมล็ดพันธุ์ไม่พอกนั้นให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดเท่ากับ 68 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3) สำหรับในกรณีของการใช้ PAM ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่า เมื่อพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยเบนโทไนท์ปริมาณ 2 กิโลกรัม และความเข้มข้นของ PAM เท่ากับ 3 และ 7 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความงอกให้ค่าไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการใช้เบนโทไนท์ 4 กิโลกรัมร่วมกับ PAM ความเข้มข้น 3 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เมื่อใช้เบนโทไนท์ปริมาณ 2 กิโลกรัมกับ PAM ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เนื่องจากลักษณะของเมล็ดพอกด้วยกรรมวิธีนี้ยังคงเห็นช่องว่างของวัสดุพอก ซึ่งทำให้น้ำสามารถเข้าไปภายในเมล็ดได้ง่ายกว่า จะเห็นว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยกรรมวิธีที่แตกต่างกัน มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจากผลการทดลองมีข้อเสนอแนะว่าเมื่อมีการใช้เบนโทไนท์ปริมาณน้อย ควรใช้ความเข้มข้นของ PAM ที่ระดับต่ำ เนื่องจากการใช้ PAM ที่ความเข้มข้นสูงๆ นั้นจะทำให้เบนโทไนท์เกาะกันแน่นจนเกินไป ซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ส่วนการพอกเมล็ดพันธุ์ให้หนาขึ้นนั้น ทำให้กระบวนการงอกใช้ระยะเวลาสั้นขึ้นจนกว่าดินอ่อนจะโผล่พ้นออกจากวัสดุพอกได้ ส่งผลให้กระบวนการงอกเกิดความล่าช้าและมีอัตราการงอกลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sachs *et al.* (1981) ได้กล่าวไว้ว่าการพอกเมล็ดพันธุ์พริกหวานด้วยดินเหนียวทำให้อัตราการงอกลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการแทรกซึมของออกซิเจนสู่เมล็ดที่ต้องแพร่กระจายผ่านวัสดุพอกก่อนแล้วจึงส่งต่อไปยังเอมบริโอ ซึ่งจะทำให้ได้รับออกซิเจนน้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่พอก ในขณะที่วัสดุพอกมีปริมาณมากเกินไป เมื่อนำเมล็ดไปเพาะปลูกทำให้ส่วนของยอดอ่อนและรากอ่อนโผล่ออกมาได้ลำบาก นอกจากนั้นความเข้มข้นของวัสดุประสานยังมีผลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์อีกด้วย หากใช้ความเข้มข้นของวัสดุประสานสูงเกินไปจะทำให้ผิวที่พอกอยู่แตกออกได้ช้าและทำให้ความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นไปได้ยาก หรือไม่สามารถงอกได้เลย (Zenk, 2004)

สำหรับผลของระยะเวลาการเก็บรักษานั้นมีผลต่อค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น จะส่งผลให้ความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง กล่าวคือ เมื่อเริ่มทำการเก็บรักษาจะมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด คือ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในวันที่ 30, 60 และ 90 โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกจะลดลงเป็น 61, 44 และ 33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่นานขึ้น ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง ทั้งนี้

เนื่องจากเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพจึงทำให้มีอัตราการงอกลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (Delouche and Baskin, 1973)

**ตารางที่ 4.3** เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการพอกด้วยกรรมวิธีต่างๆ และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 90 วัน

| ปริมาณ<br>เบนโทไนด์<br>(กิโลกรัม) | ความเข้มข้น<br>PAM<br>(เปอร์เซ็นต์,<br>น้ำหนัก/ปริมาตร) | ความงอก (เปอร์เซ็นต์)   |               |               |               | เฉลี่ย <sup>1/</sup> |
|-----------------------------------|---|-------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
|                                   |   | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) |               |               |               |                      |
|                                   |   | 0                       | 30            | 60            | 90            |                      |
| 2                                 | 3   | 71.90                   | 57.37         | 48.43         | 45.93         | <b>55.91c</b>        |
|                                   | 5   | 73.83                   | 62.40         | 57.80         | 53.90         | <b>61.98b</b>        |
|                                   | 7   | 76.93                   | 67.37         | 43.00         | 12.40         | <b>55.80c</b>        |
| 3                                 | 3   | 63.30                   | 55.67         | 42.67         | 41.13         | <b>49.92e</b>        |
|                                   | 5   | 63.00                   | 56.07         | 14.30         | 13.77         | <b>40.96g</b>        |
|                                   | 7   | 71.40                   | 58.80         | 35.63         | 33.27         | <b>54.80cd</b>       |
| 4                                 | 3   | 71.83                   | 57.60         | 35.10         | 27.07         | <b>50.69e</b>        |
|                                   | 5   | 63.00                   | 56.07         | 14.30         | 13.77         | <b>36.78h</b>        |
|                                   | 7   | 71.40                   | 58.80         | 35.63         | 33.27         | <b>49.78e</b>        |
| 5                                 | 3   | 71.83                   | 57.60         | 35.10         | 27.07         | <b>47.90f</b>        |
|                                   | 5   | 68.23                   | 54.57         | 45.00         | 34.67         | <b>50.62e</b>        |
|                                   | 7   | 63.57                   | 63.10         | 61.60         | 24.23         | <b>53.12d</b>        |
| ชุดควบคุม                         |   | 73.63                   | 73.10         | 73.03         | 54.03         | <b>68.45a</b>        |
| เฉลี่ย <sup>2/</sup>              |   | <b>70.11a</b>           | <b>61.48b</b> | <b>43.61c</b> | <b>33.01d</b> |                      |

CV. = 4.36%

LSD<sub>0.05</sub> (กรรมวิธี) = 1.84

LSD<sub>0.05</sub> (การเก็บรักษา) = 1.02

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 4.3.3 การทดสอบความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

การพอกที่ระดับความเข้มข้นของ PAM และปริมาณเบนโทไนด์ต่างๆ มีผลต่อค่าเฉลี่ยของความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เมื่อระดับความเข้มข้นของ PAM และปริมาณเบนโทไนด์เพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง เช่น เมื่อมีการใช้เบนโทไนด์ปริมาณ 2, 3 และ 4 กิโลกรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 800 กรัม และความเข้มข้นของ PAM เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 13.30, 10.97 และ 9.27 ต้นต่อวัน ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน เมื่อความเข้มข้นของ PAM เพิ่มขึ้น ทำให้ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์พอกมีแนวโน้มลดลงไปด้วย ดังเช่นกรรมวิธีที่มีการใช้เบนโทไนด์ปริมาณ 4 กิโลกรัมและ PAM ความเข้มข้น 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วในการงอกลดลงจาก 11.33 ต้นต่อวัน เป็น 9.27 ต้นต่อวัน เป็นต้น จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าการพอกด้วยเบนโทไนด์ปริมาณ 2 กิโลกรัมกับ PAM ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์และเบนโทไนด์ 3 กิโลกรัมกับ PAM ความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์ มีความเร็วในการงอกดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการพอก (ชุดควบคุม) มีค่าเฉลี่ยของความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงสุดมีค่าเท่ากับ 13.72 ต้นต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับ Sachs *et al.* (1981) ที่พบว่าอัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน (*Capsicum annuum* L.) ถูกยับยั้งหลังจากที่เมล็ดพันธุ์พอกด้วยดินเหนียว โดยมีสาเหตุมาจากลักษณะทางกายภาพของวัสดุพอก ซึ่งการพอกด้วยดินเหนียวนั้นจะเป็นการจำกัดการนำออกซิเจนไปสู่เมล็ดที่กำลังงอก และเป็นการขัดขวางการไหลขึ้นมาของรากอ่อน (radicle) นอกจากนี้การงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานยังมีความสัมพันธ์กับช่องว่างของรูไมโครไพล์ (micropylar cavity) ซึ่งมีขนาดใหญ่และยังเป็นทางผ่านของรากอ่อนขณะเมล็ดพันธุ์กำลังงอก เมื่อนำเอาวัสดุพอกออกจากเมล็ดพันธุ์นั้น พบว่ายังคงมีดินเหนียวติดค้างอยู่บางส่วนภายในรูไมโครไพล์ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการงอกเกิดความล่าช้า และมีความเร็วในการงอกช้ากว่าเมล็ดพันธุ์ไม่พอก

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน มีผลต่อค่าเฉลี่ยความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.4) โดยเมื่อเก็บรักษานานขึ้นความเร็วในการงอกของเมล็ดมีแนวโน้มลดลง ซึ่งเมื่อทำการเริ่มเก็บรักษามีความเร็วในการงอกสูงสุด เท่ากับ 14.06 ต้นต่อวัน สำหรับการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความเร็วในการงอกรองลงมา มีค่าเท่ากับ 13.62 ต้นต่อวัน เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 60 และ 90 วัน มีค่าเฉลี่ยความเร็วในการงอกเป็น 12.64 และ 7.38 ต้นต่อวัน ตามลำดับ ส่วนเมล็ดพันธุ์พอกที่เก็บรักษาใน



วันที่ 90 มีความเร็วในการงอกต่ำมากเมื่อเทียบกับในเดือนที่ผ่านมา เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีความแข็งแรงลดลง จึงทำให้ความสามารถในการงอกช้าลง

**ตารางที่ 4.4** ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการพอกด้วยกรรมวิธีต่างๆ และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 90 วัน

| ปริมาณ<br>เบนโทไนด์<br>(กิโลกรัม) | ความเข้มข้น PAM<br>(เปอร์เซ็นต์,<br>น้ำหนัก/ปริมาตร) | ความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน) |               |               |              | เฉลี่ย <sup>1</sup> |
|-----------------------------------|--|------------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------------|
|                                   |  | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)      |               |               |              |                     |
|                                   |  | 0                            | 30            | 60            | 90           |                     |
| 2                                 | 3  | 15.02                        | 14.83         | 13.78         | 9.22         | <b>13.21bc</b>      |
|                                   | 5  | 14.30                        | 14.06         | 14.06         | 10.78        | <b>13.30b</b>       |
|                                   | 7  | 14.80                        | 14.64         | 14.60         | 6.92         | <b>12.74d</b>       |
| 3                                 | 3  | 13.32                        | 12.61         | 12.44         | 1.69         | <b>10.01h</b>       |
|                                   | 5  | 14.57                        | 14.57         | 13.71         | 1.04         | <b>10.97g</b>       |
|                                   | 7  | 15.39                        | 14.96         | 13.17         | 10.19        | <b>13.43b</b>       |
| 4                                 | 3  | 13.10                        | 12.65         | 12.11         | 7.44         | <b>11.33f</b>       |
|                                   | 5  | 12.89                        | 12.88         | 8.73          | 2.58         | <b>9.27i</b>        |
|                                   | 7  | 12.15                        | 12.15         | 11.86         | 7.59         | <b>10.94g</b>       |
| 5                                 | 3  | 13.03                        | 13.82         | 11.39         | 6.36         | <b>10.90g</b>       |
|                                   | 5  | 16.07                        | 15.18         | 13.17         | 7.76         | <b>13.04c</b>       |
|                                   | 7  | 13.23                        | 11.69         | 11.69         | 12.07        | <b>12.17e</b>       |
| ชุดควบคุม                         |  | 14.87                        | 14.07         | 13.61         | 12.35        | <b>13.72a</b>       |
| เฉลี่ย <sup>2</sup>               |  | <b>14.06a</b>                | <b>13.62b</b> | <b>12.64c</b> | <b>7.38d</b> |                     |

CV. = 2.58%

LSD<sub>0.05</sub> (กรรมวิธี) = 0.25

LSD<sub>0.05</sub> (การเก็บรักษา) = 0.14

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.3.4 การทดสอบหาอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนที่ได้จากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยเบนโทไนด์ปริมาณ 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 800 กรัม ร่วมกับ PAM ที่ระดับความเข้มข้น 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/ปริมาตร) พบว่า มีผลต่อค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกทุกกรรมวิธีให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมากกว่าเมล็ดพันธุ์ไม่พอก (ชุดควบคุม) กรรมวิธีที่พอกด้วยเบนโทไนด์ 4 กิโลกรัมร่วมกับ PAM ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสูงสุดเท่ากับ 30.06 มิลลิกรัมต่อต้น เนื่องจากการใช้วัสดุพอกค่อนข้างสูง โดยมีอัตราส่วนของน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็นสามเท่า ทำให้เมล็ดพอกสามารถสะสมความชื้นระหว่างการงอกได้มาก จึงมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมากกว่ากรรมวิธีอื่น รองลงมาคือการใช้เบนโทไนด์ปริมาณ 3 และ 2 กิโลกรัมที่ความเข้มข้น PAM เดียวกัน โดยมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนเท่ากับ 26.77 และ 26.40 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ ขณะที่ความเข้มข้นของ PAM ที่แตกต่างกัน และใช้ปริมาณเบนโทไนด์เท่ากัน ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน จากตารางที่ 4.5 การใช้เบนโทไนด์ปริมาณ 4 กิโลกรัม ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสูงสุด และการใช้เบนโทไนด์ปริมาณ 5 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนต่ำกว่าการใช้เบนโทไนด์ 2 และ 3 กิโลกรัม แต่ค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องมาจากวัสดุพอกที่ใช้มีความสามารถในการดูดซับน้ำที่สูงและมีการส่งน้ำต่อให้แก่เมล็ดพันธุ์ได้ดี แต่สำหรับการพอกที่ใช้วัสดุพอกในปริมาณมากหรือน้อยจนเกินไป จะทำให้ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำและออกซิเจนไปสู่เมล็ดพันธุ์น้อยลง ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนลดลง สำหรับเมล็ดที่ผ่านการพอกมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนได้ดีกว่าเมล็ดไม่พอก ก็เนื่องมาจากคุณสมบัติของดินเบนโทไนด์ที่สามารถดูดซับน้ำได้ดีและเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนได้ ซึ่งเบนโทไนด์เป็นแร่ดินเหนียวชนิดที่มีโครงสร้างประกอบด้วยชั้นของซิลิกาเรียงสลับกับชั้นของอลูมินาเป็น 2:1 แต่ในชั้นโครงสร้างมีโมเลกุลของน้ำแทรกอยู่ และพบไอออนบวกจำพวก โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็ก ทำให้แร่กลุ่มนี้มีความสามารถในการพองตัวในน้ำได้ดี (สรินทร์, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Grelhier *et al.* (1999) ที่รายงานว่า การกระจายตัวของขนาดอนุภาคและความสามารถในการอุ้มน้ำมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการถ่ายเทน้ำของวัสดุพอก นอกจากนี้ ความเข้มข้นของวัสดุประสานสูงยังส่งผลเสียต่อการถ่ายเทน้ำอีกด้วย นอกจากนี้ Roos and Moore (1975) แสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์พอก ส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ดีเช่นเดียวกับเมล็ดพันธุ์ปกติ อีกทั้งจำนวนต้นอ่อนโดยรวมและสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

(CV.%) ของน้ำหนัสดินอ่อนยังมีค่าเท่ากับเมล็ดพันธุ์เคลือบและเมล็ดพันธุ์ปกติ ถึงแม้ว่า เมล็ดพันธุ์พอกจะมีความงอกซ้ากว่าเมล็ดพันธุ์ไม่พอก แต่ก็ไม่ทำให้จำนวนผลผลิตลดลง (Halsey and White, 1980)

ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษามีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของดินอ่อน โดยพบว่าในเดือนที่เริ่มทำการเก็บรักษาอัตราการเจริญเติบโตของดินอ่อนให้ค่าสูงสุด เท่ากับ 30.16 มิลลิกรัมต่อต้น แต่เมื่อมีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นานขึ้นเป็น 30, 60 และ 90 วัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของดินอ่อนลดลงเท่ากับ 27.08, 25.50 และ 23.99 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกหรือไม่พอกก็ตามเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของดินอ่อนมีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 4.5) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะค่อยๆ ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่ง Delouche and Baskin (1973) กล่าวว่า การที่ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง เนื่องมาจากเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 อัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนเมื่อเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการพอกด้วยกรรมวิธีต่างๆ และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 90 วัน

| ปริมาณ<br>เบนโทไนด์<br>(กิโลกรัม) | ความเข้มข้น PAM<br>(เปอร์เซ็นต์,<br>น้ำหนัก/ปริมาตร) | อัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน<br>(มิลลิกรัมต่อต้น) |        |        |        | เฉลี่ย <sup>1</sup> |
|-----------------------------------|--|--|--------|--------|--------|---------------------|
|                                   |  | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)                            |        |        |        |                     |
|                                   |  | 0  | 30     | 60     | 90     |                     |
| 2                                 | 3  | 32.30  | 29.17  | 24.50  | 24.40  | 27.59bc             |
|                                   | 5  | 34.07  | 24.37  | 24.03  | 23.13  | 26.40cd             |
|                                   | 7  | 30.13  | 25.90  | 25.33  | 25.33  | 26.68bcd            |
| 3                                 | 3  | 29.33  | 25.80  | 25.00  | 23.93  | 26.02d              |
|                                   | 5  | 29.03  | 27.23  | 25.97  | 24.83  | 26.77bcd            |
|                                   | 7  | 29.97  | 29.40  | 25.67  | 25.23  | 27.57bc             |
| 4                                 | 3  | 29.20  | 26.63  | 25.83  | 24.53  | 26.55bcd            |
|                                   | 5  | 34.27  | 29.77  | 29.00  | 27.20  | 30.06a              |
|                                   | 7  | 30.80  | 28.10  | 27.70  | 25.13  | 27.93b              |
| 5                                 | 3  | 28.10  | 27.87  | 25.90  | 25.20  | 25.28d              |
|                                   | 5  | 30.27  | 27.80  | 23.80  | 23.57  | 26.77bcd            |
|                                   | 7  | 23.57  | 30.27  | 23.80  | 27.80  | 26.36cd             |
| ชุดควบคุม                         |  | 24.57  | 24.13  | 23.33  | 19.57  | 22.90e              |
| เฉลี่ย <sup>2</sup>               |  | 30.16a   | 27.08b | 25.50c | 23.99d |                     |

CV. = 6.99%

LSD<sub>0.05</sub> (กรรมวิธี) = 1.51

LSD<sub>0.05</sub> (การเก็บรักษา) = 0.84

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.3.5 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน เมื่อผ่านการพอกและกรรมวิธี การเร่งอายุ

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการพอกและความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ด้วยกรรมวิธีการเร่งอายุ พบว่า การใช้เบนโทไนท์และ PAM ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ มีผลต่อค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านกรรมวิธีการเร่งอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อทำการพอกด้วยกรรมวิธีต่างๆ ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (เมล็ดพันธุ์ไม่พอก) ดังแสดงในตารางที่ 4.6 เมื่อทำการพอกด้วยเบนโทไนท์ปริมาณ 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัมและ PAM ที่ความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 4.01, 3.64, 2.88 และ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพอกด้วยเบนโทไนท์ 3 กิโลกรัมกับ PAM ความเข้มข้น 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพียง 0.62 และ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเชื้อราติดมากับเมล็ดแสดงออกในระยะต้นอ่อน จึงทำให้ความงอกทั้ง 2 กรรมวิธีนี้มีความงอกต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการพอกมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด เท่ากับ 9.82 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้น นั่นก็คือความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เริ่มลดลง หลังจากทำการพอกเมล็ดพันธุ์แล้วนำไปผ่านกรรมวิธีการเร่งอายุ ยิ่งทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่นำมาใช้ในการทดลองมีความงอกต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และมีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ต่ำอยู่แล้ว ดังนั้นวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุจึงไม่เหมาะสมกับการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับข้าวโพดหวาน

เปอร์เซ็นต์ความงอกเมื่อผ่านกรรมวิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ พบว่าการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีผลต่อความแข็งแรงในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานเมื่อทำการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์พอกเป็นระยะเวลา 90 วัน โดยพบว่า ในเดือนที่เริ่มทำการเก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 6.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือวันที่ 30, 60 และ 90 โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 3.74, 1.96 และ 0.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะลดลง ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกมีแนวโน้มลดลงตามไปด้วย

ตารางที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานผ่านกรรมวิธีการเร่งอายุ เมื่อทำการพอกด้วยกรรมวิธีต่างๆ และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 90 วัน

| ปริมาณ<br>เบนโทไนท์<br>(กิโลกรัม) | ความเข้มข้น PAM<br>(เปอร์เซ็นต์,<br>น้ำหนัก/ปริมาตร) | ความงอก (เปอร์เซ็นต์)   |       |       |       | เฉลี่ย <sup>1</sup> |
|-----------------------------------|--|-------------------------|-------|-------|-------|---------------------|
|                                   |  | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) |       |       |       |                     |
|                                   |  | 0                       | 30    | 60    | 90    |                     |
| 2                                 | 3  | 7.20                    | 6.70  | 2.63  | 1.27  | 4.45b               |
|                                   | 5  | 7.87                    | 2.57  | 1.33  | 0.73  | 3.12ef              |
|                                   | 7  | 9.90                    | 3.40  | 2.27  | 0.47  | 4.01c               |
| 3                                 | 3  | 1.43                    | 0.83  | 0.23  | 0.00  | 0.62i               |
|                                   | 5  | 3.37                    | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.84i               |
|                                   | 7  | 10.33                   | 2.57  | 1.43  | 0.23  | 3.64cd              |
| 4                                 | 3  | 2.20                    | 1.60  | 1.47  | 1.23  | 1.62h               |
|                                   | 5  | 5.17                    | 3.33  | 2.70  | 0.50  | 2.92f               |
|                                   | 7  | 4.87                    | 4.47  | 2.20  | 0.00  | 2.88f               |
| 5                                 | 3  | 6.90                    | 6.47  | 2.33  | 0.60  | 4.08bc              |
|                                   | 5  | 12.00                   | 1.57  | 0.43  | 0.00  | 3.50de              |
|                                   | 7  | 4.80                    | 3.67  | 0.00  | 0.00  | 2.12g               |
| ชุดควบคุม                         |  | 12.00                   | 11.43 | 8.43  | 7.43  | 9.82a               |
| เฉลี่ย <sup>2</sup>               |  | 6.77a                   | 3.74b | 1.96c | 0.96d |                     |

CV. = 16.02%

LSD<sub>0.05</sub> (กรรมวิธี) = 0.44

LSD<sub>0.05</sub> (การเก็บรักษา) = 0.24

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

#### 4.3.6 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานเมื่อเพาะในกระบะทราย

จากการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ระดับความเข้มข้นของ PAM และปริมาณเบนโทไนด์ต่างๆ มีผลต่อค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.7) การพอกเมล็ดพันธุ์ทำให้ความแข็งแรงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการพอกมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดเท่ากับ 78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือการพอกด้วยเบนโทไนด์ปริมาณ 2 และ 4 กิโลกรัมร่วมกับ PAM ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่ากับ 30 และ 28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่าการพอกด้วยกรรมวิธีทั้งสองให้ค่าสูงกว่าการพอกด้วยกรรมวิธีอื่นๆ อาจเนื่องมาจากการใช้วัสดุประสานที่ความเข้มข้นต่ำ ทำให้วัสดุพอกเกิดการขยายตัวได้ง่ายกว่าเมื่อสัมผัสกับความชื้น จึงทำให้มีความสามารถในการงอกได้ดีกว่า ขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่พอกด้วยเบนโทไนด์ 3 กิโลกรัม ร่วมกับ PAM ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุดเท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์ จะสังเกตเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพอกในกระบะทรายนั้นมีค่าต่ำกว่าเมล็ดไม่พอกอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุพอกมีการดูดน้ำไว้มากและภายในกระบะทรายไม่สามารถระบายน้ำออกไปได้ ทำให้เมล็ดพอกมีการอ้วนน้ำไว้มากจนเกินไป ทำให้บางเมล็ดสามารถงอกได้แต่ต้นอ่อนเกิดความผิดปกติขึ้นหรือเมล็ดอาจเน่าได้ง่าย ทำให้เมล็ดพอกไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าปกติได้ อีกต่อไป

ผลของระดับระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันก็มีผลต่อค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อเก็บรักษานานขึ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์จะลดลง ซึ่งเมื่อเริ่มเก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดเท่ากับ 43 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเก็บรักษาในวันที่ 30, 60 และ 90 วันให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก เท่ากับ 27, 21 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.7** เปอร์เซ็นต์ความงอกเมื่อเพาะในกระบะทรายของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานผ่านการพอกด้วยกรรมวิธีต่างๆ และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 90 วัน

| ปริมาณ<br>เบนโทไนท์<br>(กิโลกรัม) | ความเข้มข้น PAM<br>(เปอร์เซ็นต์,<br>น้ำหนัก/ปริมาตร) | ความงอก (เปอร์เซ็นต์)   |               |               |               | เฉลี่ย <sup>1/</sup> |
|-----------------------------------|--|-------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
|                                   |  | ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน) |               |               |               |                      |
|                                   |  | 0                       | 30            | 60            | 90            |                      |
| 2                                 | 3  | 43.43                   | 42.33         | 22.20         | 11.23         | <b>29.80b</b>        |
|                                   | 5  | 33.70                   | 23.13         | 18.50         | 13.17         | <b>22.12e</b>        |
|                                   | 7  | 44.30                   | 22.57         | 22.30         | 13.67         | <b>25.71cd</b>       |
| 3                                 | 3  | 41.40                   | 12.37         | 12.13         | 8.80          | <b>18.68f</b>        |
|                                   | 5  | 33.03                   | 12.40         | 11.03         | 3.10          | <b>14.89g</b>        |
|                                   | 7  | 25.17                   | 25.07         | 21.67         | 15.63         | <b>21.88e</b>        |
| 4                                 | 3  | 53.17                   | 25.07         | 20.87         | 14.07         | <b>28.29b</b>        |
|                                   | 5  | 43.10                   | 13.70         | 11.27         | 8.70          | <b>19.19f</b>        |
|                                   | 7  | 35.23                   | 21.50         | 13.67         | 8.77          | <b>19.79f</b>        |
| 5                                 | 3  | 45.90                   | 26.97         | 17.80         | 12.80         | <b>25.87c</b>        |
|                                   | 5  | 21.93                   | 15.00         | 13.93         | 10.93         | <b>15.45g</b>        |
|                                   | 7  | 47.97                   | 22.57         | 12.70         | 11.40         | <b>23.66de</b>       |
| ชุดควบคุม                         |  | 88.40                   | 84.13         | 73.67         | 64.57         | <b>77.69a</b>        |
| เฉลี่ย <sup>2/</sup>              |  | <b>42.83a</b>           | <b>26.68b</b> | <b>20.90c</b> | <b>15.14d</b> |                      |

CV. = 9.77%

LSD<sub>0.05</sub> (กรรมวิธี) = 2.09

LSD<sub>0.05</sub> (การเก็บรักษา) = 1.16

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



#### 4.4 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ กับการทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

##### 4.4.1 สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของวัสดุประสานกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เส้นตรง (Simple linear correlation) ของความเข้มข้นของวัสดุประสาน (PAM) ทั้ง 3 ระดับ กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยผลการวิเคราะห์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของวัสดุประสานกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.8 แต่พบว่าการทดสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของวัสดุประสานอย่างนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความสัมพันธ์ในทางลบและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ  $-0.3505$  ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของวัสดุประสานไม่มีผลต่อความงอก ความเร็วในการงอก อัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุและเปอร์เซ็นต์ความงอกเมื่อเพาะในกระบะทราย

##### 4.4.2 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเบนโทไนท์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเบนโทไนท์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ มีค่าต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ แสดงว่าปริมาณเบนโทไนท์ที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานนั้นไม่มีผลต่อกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุประสานและปริมาณเบนโทไนท์พบว่าไม่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน

##### 4.4.3 สหสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของเมล็ดพันธุ์กับการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์

ความชื้นของเมล็ดมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับความงอก ความเร็วในการงอก ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุและเปอร์เซ็นต์ความงอกในกระบะทรายอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 4.8) ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้มีค่าเป็นลบทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าเมื่อเมล็ดพันธุ์มีความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอก ความเร็วในการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีค่าลดลง แต่พบว่าความชื้นของเมล็ดพันธุ์ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 4.4.4 สหสัมพันธ์ระหว่างอายุการเก็บรักษากับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เส้นตรงระหว่างอายุการเก็บรักษากับการทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ พบว่าการทดสอบความงอก ความเร็วในการงอก อัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน การทดสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการเร่งอายุและการเพาะในกระบะทรายมีความสัมพันธ์ทางลบกับอายุการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) สามารถกล่าวได้ว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวจะลดลง ดังตารางที่ 4.8 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ กล่าวคือที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาซึ่งเมล็ดพันธุ์มีพัฒนาการสมบูรณ์ที่สุดและมีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด ณ จุดนี้ เมล็ดพันธุ์จะมีความงอกและความแข็งแรงสูงที่สุด และมีการเสื่อมสภาพน้อยที่สุด ช่วงเวลาหลังจากนี้ไป ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Delouche and Baskin, 1973) ยกเว้นความชื้นของเมล็ดพันธุ์เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามต่ออายุการเก็บรักษา โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวก ( $r = 0.4190^{**}$ ) เนื่องจากเมื่ออายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ทำให้เกิดการสะสมความชื้นและทำให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น เมล็ดมีการหายใจเพิ่มขึ้น มีส่วนช่วยในการเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในเมล็ดให้เกิดขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ กับการทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการพอก

|                                    | อายุการเก็บรักษา     | ความชื้นเมล็ด         | เปอร์เซ็นต์ความงอก    | ความเร็วในการงอก      | อัตราการเจริญเติบโต<br>ของต้นอ่อน | การเร่งอายุ           | ทดสอบความงอกโดย<br>เพาะใน<br>กระบะทราย | ปริมาณ<br>เบนโทไนด์  |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|----------------------|
| ความชื้นเมล็ด                      | 0.4190**             |                       |                       |                       |                                   |                       |  |                      |
| เปอร์เซ็นต์ความงอก                 | -0.8244**            | -0.5031**             |                       |                       |                                   |                       |  |                      |
| ความเร็วในการงอก                   | -0.7088**            | -0.4215**             | 0.7519**              |                       |                                   |                       |  |                      |
| อัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน      | -0.7978**            | -0.2700 <sup>ns</sup> | 0.5493**              | 0.4361**              |                                   |                       |  |                      |
| การเร่งอายุ                        | -0.7327**            | -0.6190**             | 0.5847**              | 0.5082**              | 0.6532**                          |                       |  |                      |
| ทดสอบความงอก<br>โดยเพาะในกระบะทราย | -0.8074**            | -0.4755**             | 0.6987**              | 0.5342**              | 0.6967**                          | 0.6266**              |  |                      |
| ปริมาณเบนโทไนด์                    | 0.0000 <sup>ns</sup> | -0.0437 <sup>ns</sup> | -0.1518 <sup>ns</sup> | -0.1318 <sup>ns</sup> | -0.0336 <sup>ns</sup>             | -0.0417 <sup>ns</sup> | -0.0787 <sup>ns</sup>                  |                      |
| ความเข้มข้น PAM                    | 0.0000 <sup>ns</sup> | -0.3505*              | 0.0506 <sup>ns</sup>  | 0.1122 <sup>ns</sup>  | 0.1096 <sup>ns</sup>              | 0.0661 <sup>ns</sup>  | -0.0955 <sup>ns</sup>                  | 0.0000 <sup>ns</sup> |

\* : มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

\*\* : มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

<sup>ns</sup> : ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 4.5 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของวัสดุพอก

##### 4.5.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับแรงดูดดึงน้ำของวัสดุพอก (moisture characteristic)

การวัดความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและแรงดูดดึงน้ำของวัสดุพอกภายใต้แรงดูดดึงน้ำที่ระดับต่างๆ พบว่ากรรมวิธีในการพอกไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความชื้นในวัสดุพอก ดังแสดงในตารางที่ 4.9 ในขณะที่ระดับของแรงดูดดึงน้ำมีผลต่อความชื้นหรือการดูดซับน้ำไว้ของวัสดุพอก เนื่องจากเบนโทไนด์เป็นดินเหนียวชนิดหนึ่ง ซึ่งภายในอนุภาคของเบนโทไนด์จะมีสารเชื่อม (cementing agent) ทำหน้าที่เชื่อมอนุภาคของเบนโทไนด์ให้ติดกันและรวมตัวกันเป็นก้อนดินได้ อีกทั้งคุณสมบัติของ PAM ซึ่งเป็นสารโพลีเมอร์ที่สามารถดูดซับน้ำได้หลายร้อยเท่าของปริมาณน้ำทั้งหมด จึงทำให้วัสดุพอกมีความชื้นหรือการดูดซับน้ำไว้นั้นมีค่าสูง จากการทดลองพบว่าเมื่อให้แรงดูดดึงน้ำเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณความชื้นในวัสดุพอกมีค่าลดลง กล่าวคือที่ระดับแรงดัน 30, 100, 300, 500 และ 1000 KPa ทำให้ค่าความชื้นในวัสดุพอกมีค่าเท่ากับ 72.74, 72.10, 70.00, 66.17 และ 62.87 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตร/ปริมาตร) ตามลำดับ และที่แรงดูดดึงน้ำมากกว่า 100 KPa พบว่าปริมาณความชื้นลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการพอก เมล็ดพันธุ์นั้นมีขนาดของช่องว่างที่ค่อนข้างใหญ่ ส่วนช่องว่างขนาดเล็กมีไม่มากนัก จึงทำให้ปริมาณความชื้นในวัสดุพอกลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อระดับแรงดูดดึงน้ำมีค่าสูง (มัตติกา, 2529)

**ตารางที่ 4.9** ค่าเฉลี่ยของความสัมพัทธ์ระหว่างปริมาณความชื้น และแรงดูดดึงน้ำของวัสดุพอกทั้งหมด 12 กรรมวิธีที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

| ปริมาณ<br>เบนโทไนท์<br>(กิโลกรัม) | ความเข้มข้น<br>PAM<br>(เปอร์เซ็นต์,<br>น้ำหนัก/ปริมาตร) | ปริมาณความชื้น (% , v/v)<br>ที่ระดับแรงดูดดึงน้ำต่างๆ (KPa) |               |               |               |               | เฉลี่ย <sup>1</sup> |
|-----------------------------------|---|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|
|                                   |   | 30  | 100           | 300           | 500           | 1000          |                     |
| 2                                 | 3   | 73.65   | 72.43         | 70.70         | 67.04         | 62.32         | <b>69.23</b>        |
|                                   | 5   | 73.03   | 72.21         | 70.88         | 67.14         | 62.73         | <b>69.20</b>        |
|                                   | 7   | 73.10   | 72.28         | 70.97         | 61.55         | 61.16         | <b>67.81</b>        |
| 3                                 | 3   | 73.14   | 72.58         | 71.61         | 70.36         | 60.37         | <b>69.61</b>        |
|                                   | 5   | 73.34   | 71.23         | 69.18         | 66.04         | 62.16         | <b>68.39</b>        |
|                                   | 7   | 72.89   | 72.55         | 71.22         | 68.90         | 64.98         | <b>70.00</b>        |
| 4                                 | 3   | 72.78   | 72.33         | 67.71         | 63.97         | 62.55         | <b>68.07</b>        |
|                                   | 5   | 71.89   | 71.50         | 67.31         | 65.52         | 63.05         | <b>67.85</b>        |
|                                   | 7   | 72.34   | 72.14         | 69.66         | 65.44         | 63.24         | <b>68.57</b>        |
| 5                                 | 3   | 71.73   | 70.30         | 68.90         | 66.72         | 65.36         | <b>68.60</b>        |
|                                   | 5   | 71.87   | 71.43         | 70.27         | 65.88         | 64.59         | <b>69.00</b>        |
|                                   | 7   | 71.74   | 71.24         | 70.46         | 66.48         | 60.03         | <b>68.09</b>        |
| ชุดควบคุม                         |   | 74.11   | 73.65         | 71.09         | 65.22         | 64.75         | <b>69.76</b>        |
| เฉลี่ย <sup>1</sup>               |   | <b>72.74a</b>   | <b>72.10a</b> | <b>70.00b</b> | <b>66.17c</b> | <b>62.87d</b> |                     |

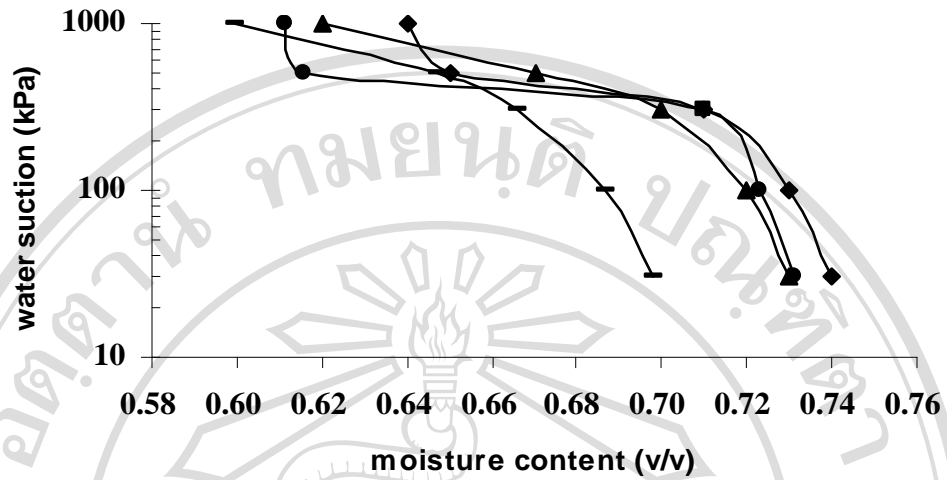
CV. = 3.25%      LSD<sub>0.05</sub> (แรงดูดดึงน้ำ) = 1.00

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ: 1 bar = 100 KPa

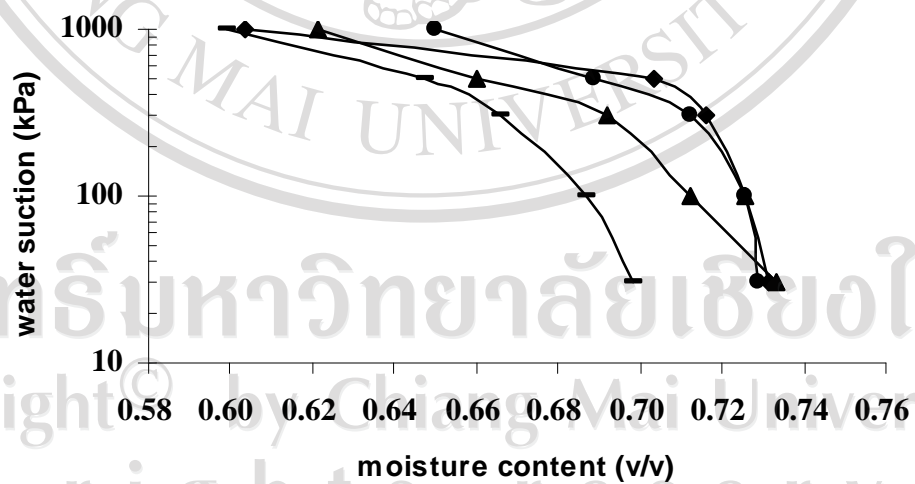
กราฟของความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับแรงดูดดึงน้ำของวัสดุพอก ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็น sigmoid curve (เมื่อทำการพล็อตในกราฟ semi-log) ดังแสดงในภาพที่ 4.2 - 4.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณความชื้นของกรรมวิธีต่างๆ ในการพอกมีค่ามากกว่าชุดควบคุม โดยพบว่าความเข้มข้นของวัสดุประสานสูงจะสามารถเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) แต่อาจจะเป็นการขัดขวางการถ่ายเทอากาศและการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ และเมื่อให้แรงดูดดึงน้ำลดลงจาก 1,000 KPa ไปจนถึง 30 KPa ปริมาณความชื้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น ข้อสังเกตที่ได้จากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับแรงดูดดึงน้ำของวัสดุพอกคือ เมื่อเพิ่มความหนาในการพอก จะทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุพอกลดลง ดังแสดงในภาพที่ 4.4 และ 4.5 ได้ทำการพอกด้วยเบนโทไนท์ 2 กิโลกรัม เมื่อให้แรงดูดดึงน้ำเท่ากับ 30 KPa พบว่าน้ำที่ยึดเกาะกันระหว่างอนุภาคของวัสดุพอกสามารถดูดซึบไว้ได้ดีกว่าเมื่อใช้เบนโทไนท์ในปริมาณมากและวัสดุพอกสามารถอุ้มน้ำได้ถึง 72-74 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อใช้เบนโทไนท์เพิ่มขึ้นเป็น 5 กิโลกรัม พบว่าวัสดุพอกมีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลงเหลือเพียง 72 เปอร์เซ็นต์

โดยทั่วไปแล้ววัสดุพอกนั้นมีขนาดของอนุภาคค่อนข้างใหญ่ จึงทำให้โครงสร้างของวัสดุพอกเกาะยึดกันอย่างหนาแน่นและแข็งแรง ดังนั้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับแรงดูดดึงน้ำของวัสดุพอกจึงแสดงให้เห็นว่ามีบทบาทสำคัญต่อความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ของวัสดุพอก (wettability of materials) ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้การกระจายตัวของขนาดอนุภาคและความสามารถในการอุ้มน้ำมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการถ่ายเทน้ำของวัสดุพอก (water transfer capacity) คือเมื่อวัสดุพอกเก็บกักน้ำได้มาก จะทำให้มีปริมาณความชื้นรอบๆ เมล็ดมากขึ้น ส่งผลให้การถ่ายเทน้ำจากวัสดุพอกไปยังภายในเมล็ดลดลง และทำให้ดินอ่อนที่กำลังงอกเกิดความผิดปกติขึ้น ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จึงลดลง (Grellier *et al.*, 1999) แต่อย่างไรก็ตามระดับของแรงดูดดึงน้ำที่ได้ทำการศึกษามีช่วงที่กว้างมาก ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะศึกษาต่อไปควรจะให้ช่วงของแรงดูดดึงน้ำแคบลงกว่านี้ แต่ก็อาจจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุพอกด้วย



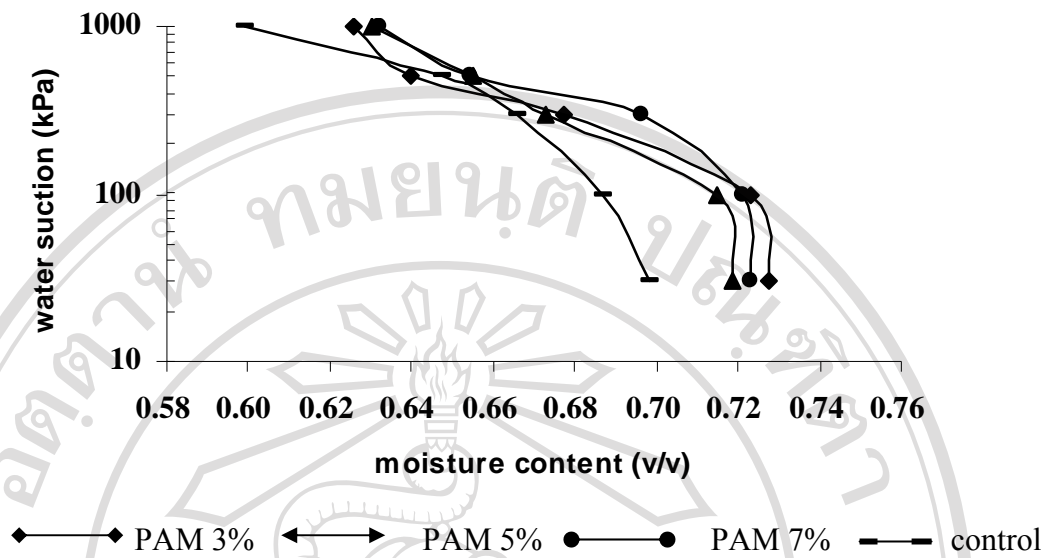
ภาพที่ 4.2

ค่าเฉลี่ยของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (moisture content) และแรงดูดคิ่งน้ำของวัสดุพอก (water suction) สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ด้วยเบนโทไนท์ 2 กิโลกรัมร่วมกับ PAM ที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์

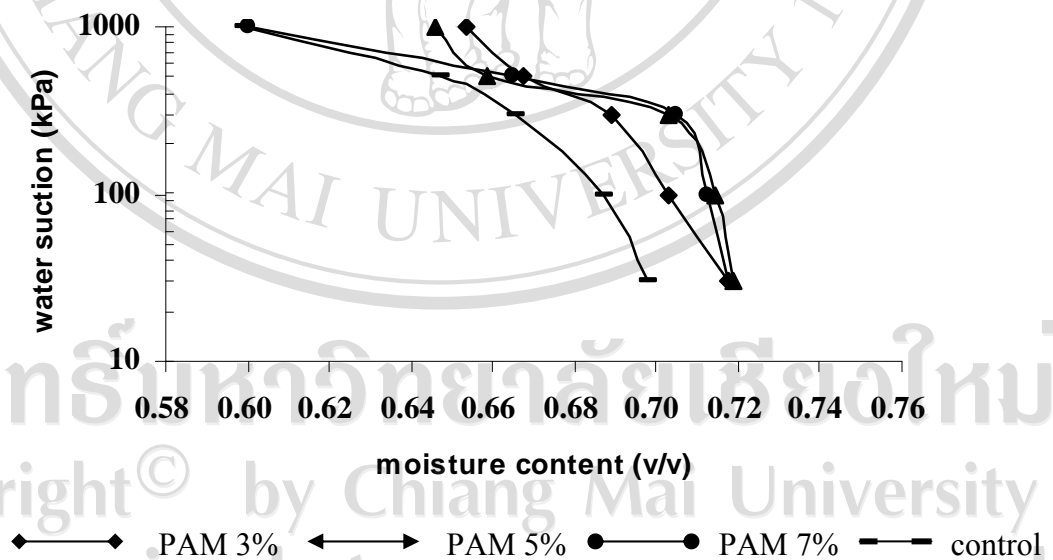


ภาพที่ 4.3

ค่าเฉลี่ยของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (moisture content) และแรงดูดคิ่งน้ำของวัสดุพอก (water suction) สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ด้วยเบนโทไนท์ 3 กิโลกรัมร่วมกับ PAM ที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (moisture content) และแรงดูดดึงน้ำของวัสดุพอก (water suction) สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ด้วยเบนโทไนท์ 4 กิโลกรัมร่วมกับ PAM ที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (moisture content) และแรงดูดดึงน้ำของวัสดุพอก (water suction) สำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ด้วยเบนโทไนท์ 5 กิโลกรัมร่วมกับ PAM ที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์



การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในวัสดุพอกกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พบว่า สหสัมพันธ์ที่มีต่อความชื้นของเมล็ด ความเร็วในการงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.10) ขณะที่การทดสอบความงอก การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการเร่งอายุและการเพาะในกระบะทราย พบว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับปริมาณความชื้นในวัสดุพอก กล่าวคือ เมื่อปริมาณความชื้นในวัสดุพอกมากขึ้น จะส่งผลให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง อีกทั้งยังมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของอนุภาค ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ( $r = 0.7203^{**}$ ) เพราะโดยลักษณะโครงสร้างของเบนโทไนท์ซึ่งเป็นแร่ดินเหนียวชนิดที่ประกอบด้วย ชั้นของซิลิกาเรียงสลับกับชั้นอะลูมินาเป็น 2:1 โดยในชั้นโครงสร้างนั้นพบไอออนบวกจำพวก โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็ก และมีโมเลกุลของน้ำแทรกตัวอยู่ได้ ดังนั้นเมื่อความหนาแน่นของอนุภาคเพิ่มขึ้น จึงทำให้อนุภาคของวัสดุพอกสามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้น นอกจากนี้เมื่อวัสดุพอกได้รับความชื้นจะมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดีและยังสามารถเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนได้ จึงทำให้มีความสามารถในการพองตัวในน้ำได้อย่างดี (สรินทร, 2545) อย่างไรก็ตามเมื่อวัสดุพอกมีการอุ้มน้ำมากเกินไป จะทำให้วัสดุพอกมีการบวมน้ำมาก ส่งผลให้ส่วนของรากอ่อนชอนไชออกจากเมล็ดพันธุ์ได้ลำบาก อีกทั้งยังเป็นการขัดขวางการแพร่ของออกซิเจน ทำให้ความงอกลดลงและความสามารถในการงอกช้ากว่าเมล็ดพันธุ์ไม่พอก เช่นเดียวกับรายงานของ Sachs *et al.* (1981) พบว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่พอกด้วยทรายมีอัตราการงอกเร็วกว่าเมล็ดพันธุ์พริกที่พอกด้วยดินเหนียว และงอกช้ากว่าเมล็ดพันธุ์ปกติ

นอกจากนี้ Scott (1974) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซับน้ำกับแรงดูดดึงน้ำที่มีต่อการพอกเมล็ดพันธุ์หญ้าไรย์ (perennial ryegrass) โดยวัสดุพอกที่ใช้ ได้แก่ lime, talc, reverted superphosphate ส่วนวัสดุประสานคือ methyl cellulose และ gum arabic จากการทดลองพบว่าเมื่อให้ค่าแรงดูดดึงน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการดูดซับน้ำลดลง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยจะทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์หญ้าไรย์ลดลง ขณะที่ Berdahl and Barker (1980) รายงานว่าการใช้วัสดุประสานชนิดต่างๆ ร่วมกับเวอร์มิคูไลท์ในเมล็ดพันธุ์ข้าวไรย์ป่า (wild-rye) โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพของการดูดซับน้ำของวัสดุพอกที่ระดับแรงดูดดึงน้ำต่างๆ พบว่าให้ค่าเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าที่งอกไม่แตกต่างกัน อีกทั้ง Hadas and Russo (1974) และ Hunter and Erickson (1952) ยังรายงานว่าระดับวิกฤติของกระบวนการดูดซับน้ำ (hydration) ของเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการงอก ซึ่งความสามารถในการดูดซับน้ำที่ระดับพลังงานศักย์ต่างๆ กัน (soil water potential) ของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปเพื่อให้เมล็ดที่กำลังงอกมีการใช้น้ำได้อย่างเพียงพอ นอกจากนี้ปริมาณความชื้นในวัสดุพอกยังส่งผลต่อ

ความสามารถในการงอกของเมล็ดพันธุ์และการดูดกลืนน้ำ (water uptake) ไปใช้ของราก ซึ่งอาจทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงได้

#### 4.5.2 การวิเคราะห์ความหนาแน่นของอนุภาค (particle density; PD)

ความหนาแน่นของอนุภาค คือสัดส่วนระหว่างมวลในส่วนที่เป็นของแข็งกับปริมาตรของส่วนที่เป็นของแข็งนั้น เนื่องจากส่วนที่เป็นของแข็งของวัสดุพอกประกอบด้วยอนุภาคต่างๆ มากมาย ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะทำการวัดความหนาแน่นของอนุภาคของวัสดุพอกแต่ละชนิด ดังนั้นความหนาแน่นของอนุภาคจึงถือว่าเป็นความหนาแน่นเฉลี่ยของวัสดุพอกนั้นๆ ความหนาแน่นอนุภาคมักใช้บอกถึงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุพอก ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์วัตถุและแร่ธาตุในวัสดุพอก

วัสดุพอกที่ใช้ในการพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน ประกอบด้วยวัสดุประสาน (PAM) และเบนโทไนท์ที่ระดับต่างๆ จากการทดลอง พบว่าค่าความหนาแน่นของอนุภาคมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.11) จะสังเกตเห็นว่า เมื่อใช้ PAM ความเข้มข้นเท่ากันแต่ปริมาณเบนโทไนท์ต่างกัน จะทำให้ค่าความหนาแน่นของอนุภาคไม่แตกต่างกัน เช่น การใช้ PAM ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์และเบนโทไนท์ 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 800 กรัม ความหนาแน่นของอนุภาคมีค่าเท่ากับ 2.20, 2.07, 2.02 และ 1.99 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความหนาแน่นของอนุภาคของเบนโทไนท์เพียงอย่างเดียวให้ค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 1.68 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากการทดลองยังหาข้อสรุปไม่ได้ชัดเจนเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากโดยปกติความหนาแน่นของอนุภาคในดินชนิดหนึ่งๆ มักจะมีค่าค่อนข้างคงที่ เพราะอนุภาคต่างๆ ที่ประกอบเป็นส่วนหนึ่งของแข็งของดินมักคงที่หรือใช้เวลานานมากในการสลายตัวและเปลี่ยนแปลงไป เช่น ในดินอินทรีย์ (organic soils) ความหนาแน่นอนุภาคจะเป็นตัวสะท้อนให้เห็นถึงอัตราการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินนั้นๆ (ถนอม, 2528) อีกทั้งความแตกต่างของความหนาแน่นของอนุภาคดินส่วนมากเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือชนิดและปริมาณของแร่ที่เป็นองค์ประกอบของดินกับปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน และเนื่องจาก PAM เป็นสารโพลีเมอร์อินทรีย์สังเคราะห์ ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูง ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าการนำเอา PAM มาใช้ร่วมกับเบนโทไนท์นั้นจะทำให้ความหนาแน่นของอนุภาคของวัสดุพอกแต่ละกรรมวิธีเปลี่ยนแปลงไป ขณะที่ความหนาแน่นของอนุภาคนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพของวัสดุพอกกับการทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ผ่านการพอก

|                                | ความชื้นเมล็ด        | เปอร์เซ็นต์ความงอก    | ความเร็วในการงอก      | อัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน | การเร่งอายุ           | ทดสอบความงอกโดยเพาะในกระบะทราย | ความหนาแน่นอนุภาคของวัสดุพอก |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|
| เปอร์เซ็นต์ความงอก             | -0.7410**            |                       |                       |                               |                       |                                |                              |
| ความเร็วในการงอก               | -0.6767*             | 0.8270**              |                       |                               |                       |                                |                              |
| อัตราการเจริญเติบโตของต้นอ่อน  | 0.5936*              | -0.6798*              | -0.4331 <sup>ns</sup> |                               |                       |                                |                              |
| การเร่งอายุ                    | -0.7611**            | 0.6731*               | 0.5814*               | -0.5382 <sup>ns</sup>         |                       |                                |                              |
| ทดสอบความงอกโดยเพาะในกระบะทราย | -0.6277*             | 0.6881**              | 0.4349 <sup>ns</sup>  | -0.7100**                     | 0.8804**              |                                |                              |
| ความหนาแน่นอนุภาคของวัสดุพอก   | 0.2464 <sup>ns</sup> | -0.0312 <sup>ns</sup> | 0.0918 <sup>ns</sup>  | 0.4053 <sup>ns</sup>          | -0.3259 <sup>ns</sup> | -0.4218 <sup>ns</sup>          |                              |
| ปริมาณความชื้นในวัสดุพอก       | 0.3490 <sup>ns</sup> | -0.2448*              | -0.0310 <sup>ns</sup> | 0.4456 <sup>ns</sup>          | -0.6160*              | -0.7386**                      | 0.7203**                     |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 \* : มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )    \*\* : มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ )    <sup>ns</sup> : ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved

ตารางที่ 4.11 ค่าความหนาแน่นของอนุภาคของวัสดุพอกทั้งหมด 12 กรรมวิธีและชุดควบคุม (เบนโทไนท์อย่างเดียว)

| ปริมาณเบนโทไนท์<br>(กิโลกรัม) | ความเข้มข้น PAM<br>(เปอร์เซ็นต์, น้ำหนัก/ปริมาตร) | ความหนาแน่นของอนุภาค <sup>1</sup><br>(กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) |
|-------------------------------|---|---|
| 2                             | 3   | 2.20 a  |
|                               | 5   | 2.25 a  |
|                               | 7   | 2.00 abc  |
| 3                             | 3   | 2.07 ab   |
|                               | 5   | 1.88 bcd  |
|                               | 7   | 2.21 a  |
| 4                             | 3   | 2.02 ab   |
|                               | 5   | 2.06 ab   |
|                               | 7   | 1.74 cd   |
| 5                             | 3   | 1.99 abc  |
|                               | 5   | 1.90 bcd  |
|                               | 7   | 1.88 bcd  |
| ชุดควบคุม                     |   | 1.68 d  |

CV. = 9.25%

LSD<sub>0.05</sub> = 0.27

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์