บทความปริทัศน์

การปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค Seed priming

นภาพร เวชกามา* และ พีระยศ แข็งขัน

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

บทคัดย่อ

ความงอกและความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ เป็นองค์ประกอบของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่สำคัญที่สุด เมล็ดที่ดีต้องมีความงอกและความแข็งแรงสูงและตรงตามสายพันธุ์ เมื่อเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้เป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเมล็ด ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง ซึ่งส่งผลต่อการเพาะปลูก ดังนั้น การเตรียมความพร้อมเมล็ดจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้เมล็ดมีความพร้อมในการงอกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ การเตรียมการงอก (priming) มี 3 วิธี คือ Hydropriming, Osmopriming และ Solid matrix priming การเตรียมการงอกเมล็ดเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทางสรีรวิทยา โดยให้เมล็ดดูดน้ำเพื่อกระตุ้นการงอก แต่ยังไม่ถึงระดับที่ทำให้รากงอก อย่างไรก็ตามการทำ priming ส่งผลทำให้เมล็ดใช้ระยะเวลาในการงอกลดลง มีความงอกสม่ำเสมอ และเจริญเติบโตได้เร็วนำไปสู่การได้ผลผลิตสูง การกระตุ้นการงอกของเมล็ดสามารถทำได้ด้วยการใช้น้ำ หรือสารละลายชนิดต่างๆ เช่น PEG6000, KNO_3, KCl, NaCl และ Vitamin C ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดเพิ่มมากขึ้น และมีความแข็งแรงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมการงอก

คำสำคัญ : การเตรียมการงอก คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และ การดูดน้ำ

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: Pooh_pik04@hotmail.com

Improvement of Seed Qualities with Seed Priming Techniques

Napharporn Wetchakama * and Phirayot Khaengkhan

Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Maha Sarakam University, Maha Sarakam, 44150, Thailand

Abstract

Germination and vigor of seeds are important factors of seed qualities. Germination, vigor and varital purity are the main factors of the high quality of seed. Postharvest and storage live effecting on seed deterioration such as decrease of germination rate and vigor. Preparation of physiological of seed as the one processing to ensure that seed can germinate in an unsuitable environment. There are 3 techniques including hydropriming, osmopriming and solid matrix priming. Seed priming is the techniques for improve physiological of seeds. In seed priming, seed is hydrated in a suitable condition aiming to provide adequate water to start the metabolism processes of germination, but does not reach the root germination seed priming decrease of germination time, uniform seedling, high growth rate and lead to high yield production. Seed priming with water and different types of solutions such as PEG6000, KNO_3, KCl, NaCl and Vitamin C that increasing seed germination, high of germination and seed vigor more than non-primed seed.

Keywords : Seed priming, Seed quality and Imbibition

* Corresponding author: E-mail: Pooh_pik04@hotmail.com

บทนำ

เมล็ดพันธุ์ เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการกำหนดปริมาณและคุณภาพของผลลิตทางการเกษตร เพราะเมล็ดเป็นส่วนขยายพันธุ์ของพืชที่สำคัญที่สุด หากเกษตรกรเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดีมีคุณภาพโดยเริ่มตั้งแต่อัตราความงอกสูง มีสิ่งเจือปนหรือพันธุ์ปลอมปนเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ รวมถึงกรรมวิธีการผลิตที่ได้มาตรฐานด้วยก็จะทำให้เกษตรกรมีโอกาสประสบความสำเร็จในการผลิตสูง (Srikaow, 2016) เห็นได้จากการค้าและอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ของประเทศไทยที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีความสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ โดยประเทศไทยก้าวสู่การเป็นผู้นำในการส่งออกเมล็ดพันธุ์ในภูมิภาค และเป็นอันดับที่ 12 ของโลก ในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ประมาณ 7,000 ล้านบาท (Thai Seed Trade Association, 2017) คุณภาพเมล็ดพันธุ์ ซึ่งได้แก่ ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด จึงเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการกำหนดราคาและค่าตอบแทนให้แก่เกษตรกรได้

การผลิตเมล็ดพันธุ์ในปัจจุบันยังพบปัญหาหลายประการเนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้มีความงอกและความแข็งแรงต่ำ เนื่องจากกระบวนการผลิต กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาไม่เหมาะสม ส่งผลให้เมล็ดเกิดการเสื่อมสภาพ ความงอกและความแข็งแรงลดลง ทำให้เป็นอุปสรรคในการประกอบธุรกิจการค้าเมล็ดพันธุ์ จากการศึกษาจากนักวิจัยหลายท่านได้รายงานไว้ว่าเมล็ดพันธุ์เหล่านั้นสามารถนำมาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นได้โดยการเตรียมการงอก หรือ seed priming เป็นวิธีการเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์ภายใต้ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิธีการใช้ความชื้นและสารเคมีชนิดต่างๆ โดยเป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่เมล็ดก่อนการงอก ทำให้เมล็ดมีความสามารถในการงอกเพิ่มขึ้น งอกได้เร็วสม่ำเสมอ และเป็นการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้สูงขึ้น ซึ่งการเตรียมการงอกนี้มีหลายวิธีด้วยกัน ดังนั้น การเลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมกับเมล็ดพันธุ์ชนิดต่างๆ จึงมีความสำคัญต่อการเตรียมการงอกของเมล็ดให้ประสบความสำเร็จ เพื่อแก้ปัญหาเมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพและใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพต่อไป

เมล็ดพันธุ์และคุณภาพเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ หมายถึง คัพภะหรือโอวุล (ovule) ที่เจริญเต็มที่หรืออีกนัยหนึ่งคือผลที่สุกแก่ เมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องเป็นเมล็ดที่สุกแก่ มีชีวิต และสามารถงอกให้ต้นพืชได้ มีคุณภาพและมีคุณค่าในการเพาะปลูกเป็นตัวกลางถ่ายทอดลักษณะดีเด่นของพืชไปสู่การผลิตพืช เมื่อเก็บเกี่ยวเมล็ดนำมาปรับปรุงสภาพหรือเก็บรักษามาระยะหนึ่งเมล็ดจะมีการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการต่างๆ เช่น ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดลดลง (Duangpatra, 1986)

คุณภาพเมล็ดพันธุ์ หมายถึง ลักษณะต่างๆ ของเมล็ดพันธุ์ทั้งกองอันเป็นผลมาจากแต่ละเมล็ดแสดงลักษณะต่างๆ ออกมาร่วมกัน เมล็ดที่มีคุณภาพสูงจึงเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความสามารถในการตั้งตัวเป็นต้นกล้าที่แข็งแรงมีความสม่ำเสมอและเจริญเติบโตได้ดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำและส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ (Duangpatra, 1986)

Santipracha (1997) ได้บรรยายองค์ประกอบของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไว้ ดังนี้

1) ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ (seed physical purity) หมายถึง ลักษณะรวมของกองเมล็ดพันธุ์ว่ามีเมล็ดพันธุ์พืชที่ต้องการอยู่ในสัดส่วนเท่าไรมีสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ เช่น เมล็ดพันธุ์พืชอื่น เมล็ดวัชพืช และสิ่งปะปนอยู่มากน้อยเพียงใด

2) ความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์ (varietal purity) หมายถึง การตรงตามพันธุ์ของสายพันธุ์ที่ระบุไว้ไม่มีสายพันธุ์อื่นมาปน

3) ความงอกหรือความมีชีวิต (seed germination or seed viability) หมายถึงสัดส่วนหรือ%ของเมล็ดพันธุ์ที่งอกจากจำนวนที่เพาะและเมล็ดที่งอกต้องมีการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่จะเจริญไปเป็นต้นพืชเพื่อให้ผลผลิตต่อไป

4) ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (seed vigor) หมายถึงลักษณะดีเด่นบางประการของเมล็ดพันธุ์ที่แสดงออกมาให้เห็นเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม หรือแปรปรวนผิดปกติ เมล็ดที่มีความแข็งแรงสูงย่อมงอกได้ดีและสม่ำเสมอ

5) ความชื้นของเมล็ด (seed moisture) คือ น้ำที่อยู่อย่างอิสระในเมล็ดพืชอาจอยู่ในช่องว่างหรือเคลือบ

โมเลกุลของสาร และส่วนต่างๆ ในเมล็ดพันธุ์โดยไม่รวมกับน้ำที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ด

6) ขนาดของเมล็ด (seed size) หมายถึง ความเล็กใหญ่ซึ่งอาจวัดได้ในรูปความกว้าง ความยาว ความหนา หรือเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ด เมล็ดที่ดีควรมีรูปร่างขนาดเมล็ดที่สม่ำเสมอ

7) น้ำหนักแห้งของเมล็ด (seed dry matter) คือน้ำหนักแห้งของเมล็ดที่ชั่งได้อาจแสดงในรูปน้ำหนัก 100 เมล็ด หรือน้ำหนัก 1,000 เมล็ดหรือจำนวนเมล็ดต่อหน่วยน้ำหนัก เมล็ดที่หนักจะมีคุณภาพดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่น้ำหนักเบา

8) สีเมล็ด (seed color) เมล็ดพันธุ์ที่ดีต้องมีสีสดใสสม่ำเสมอและตรงตามสายพันธุ์

9) สุขภาพเมล็ดพันธุ์ (seed health) คือไม่มีโรคและแมลงติดปะปนมากับเมล็ด

องค์ประกอบดังกล่าวของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญมากที่สุด เพราะปัจจัยทั้งสองนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของต้นกล้าที่จะนำไปสู่การได้รับผลผลิตที่ดี ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นสูงสุดเมื่อเมล็ดพันธุ์มีการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) หลังจากระยะนี้ไปแล้วความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะลดลงและหลีกเลี่ยงไม่ได้ จนถึงการเสื่อมคุณภาพที่เกิดขึ้นภายในเมล็ด

การเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์

เมล็ดที่มีพัฒนาการจนถึงจุดสุกแก่ทางสรีรวิทยาถือว่าเป็นจุดที่เมล็ดมีการพัฒนาสมบูรณ์ที่สุด ณ จุดนี้เมล็ดจะมีคุณภาพสูงสุดขณะเดียวกันเมล็ดก็เริ่มมีการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นที่จุดนี้ด้วย เมื่อเวลาผ่านไป การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเสื่อมสภาพต่างๆ ทั้งทางโครงสร้าง สรีรวิทยาหรือชีวเคมีของเมล็ดพันธุ์ การเสื่อมสภาพลำดับแรกสุดจะเกิดที่เยื่อหุ้มเซลล์ ต่อมากิจกรรมของเอนไซม์ลดลง อัตราการหายใจลดลง กรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น อัตราการงอกลดลง เมล็ดพันธุ์งอกในสภาพแวดล้อมจำกัด ความสามารถในการเก็บรักษาลดลง รวมทั้งอัตราการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นกล้าลดลงซึ่งอาจมีผลไปถึงความสม่ำเสมอของต้นกล้าที่นำไปปลูก (Duangpatra, 1986)

Delouche and Baskins (1973) ได้กล่าวถึงการเสื่อมสภาพของเมล็ดไว้ 3 ประการ คือ

1) การเสื่อมสภาพของเมล็ดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติไม่สามารถป้องกันหรือหยุดยั้งได้ วิธีการเก็บรักษาเมล็ดที่ดีอาจทำให้อัตราการเสื่อมสภาพช้าลงได้

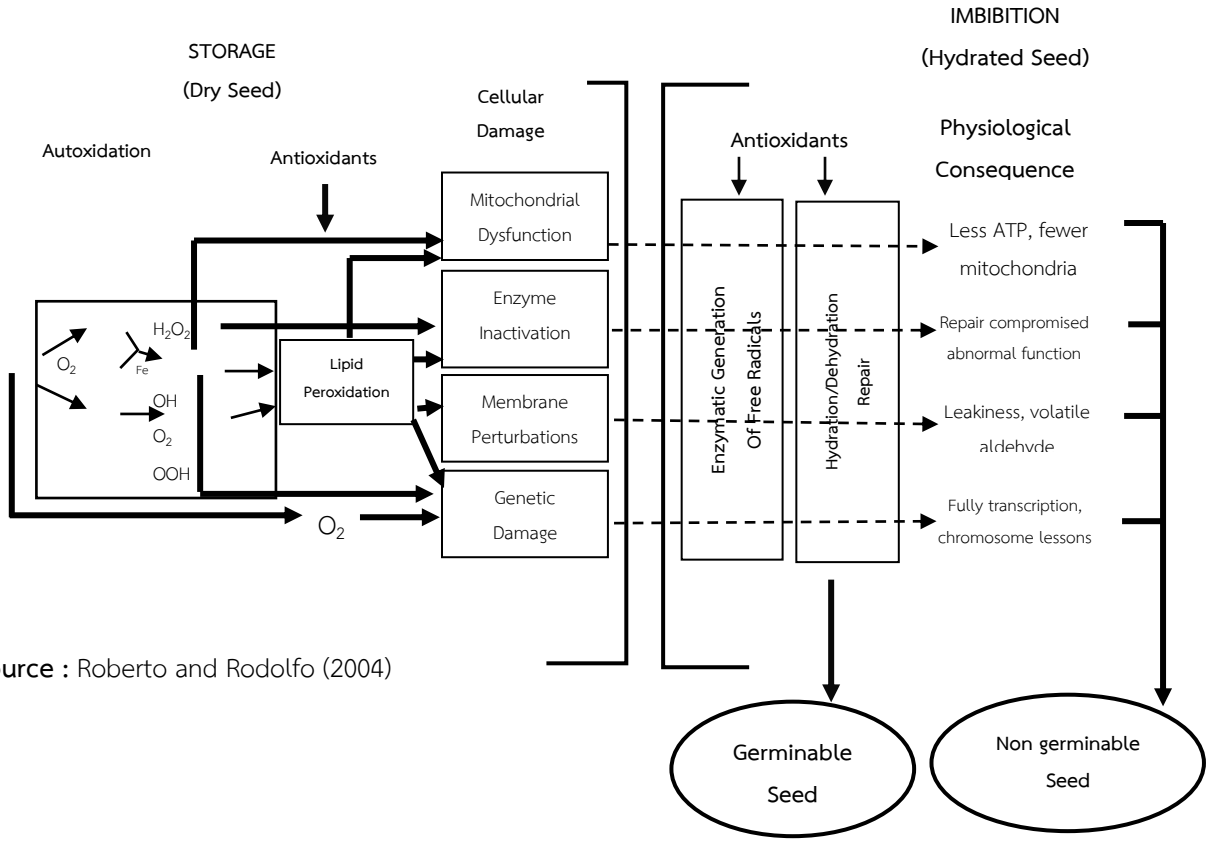
2) เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพไม่สามารถคืนกลับเป็นเมล็ดที่ดีสมบูรณ์แข็งแรงได้เหมือนเดิมอีก

3) การเสื่อมสภาพของเมล็ดแตกต่างกันออกไปตามประชากรเมล็ด เช่น เมล็ดพืชแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์แต่ละกอง หรือแม้แต่แต่ละเมล็ดก็มีอัตราการเสื่อมสภาพที่แตกต่างกันออกไป

กระบวนการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติของเซลล์ในเมล็ดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น เมล็ดออร์โธดอกซ์ (orthodox seed) ได้แก่ เมล็ดข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง ทานตะวัน ปอแก้ว ฝ้าย แตงกวา มะเขือเทศ ผักกาดหอม สามารถลดความชื้นของเมล็ดให้ต่ำลงได้ถึง 4 % โดยไม่กระทบกระเทือนถึงความมีชีวิตแต่เมล็ดรีคัลซีแตรนท์ (recalcitrant seed) ได้แก่ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว กาแฟ ขนุน มะม่วง เงาะ มังคุด ความชื้นวิกฤติอยู่ในช่วง 12-31% เมล็ดที่อยู่ในภาวะความชื้นต่ำดังกล่าวนั้นเมล็ดพืชมีเมแทบอลิซึมที่ต่ำหรือแทบไม่มีและเซลล์ขาดความสามารถในการซ่อมแซมตนเอง ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดขึ้นอยู่กับความแข็งแรงมั่นคง (integrity) สภาพที่สมบูรณ์ขององค์ประกอบโมเลกุลใหญ่ในเซลล์(cellular macromolecules) การทำงานของอวัยวะย่อยต่างๆ ภายในเซลล์โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะน้อยใหญ่เหล่านี้จะเสื่อมอย่างต่อเนื่องโดยปฏิกิริยาเคมีหรือการดีเนอเจอร์ (denaturation) เกิดการสูญเสียโครงสร้างต่างๆ ขององค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด (Murray, 1984) เมล็ดพืชที่มีไขมันในเมล็ดสูงจะมีอัตราการเสื่อมสูง

เมล็ดอาจสามารถชะลออัตราการเสื่อมสภาพได้โดยกลไกการป้องกันตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดพืช อย่างไรก็ตาม ณ จุดหนึ่งเมื่อการเสื่อมสภาพที่เกิดต่อเนื่องเป็นเวลานานจนกระทั่งกระบวนการซ่อมแซมตนเอง ซึ่งปกติจะเกิดขึ้นขณะเมล็ดดูดน้ำไม่สามารถซ่อมแซมและรักษาโครงสร้าง

และหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของเซลล์ได้ เมล็ดก็จะถึงจุดสิ้นสุดของความมีชีวิต (Fig. 1) สาเหตุการเสื่อมสภาพตามอายุของเมล็ดพืชนั้นนักสรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์ทั่วโลกได้ให้ความสนใจค้นคว้าหาสาเหตุทางสรีรวิทยาและชีวเคมีกันมาก (McGee, 1983) กล่าวถึงแนวความคิดที่อธิบายสาเหตุของการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ว่ามีหลายกลุ่มแต่แนวคิดที่ได้รับการยอมรับจนนำเอาไปใช้ประโยชน์ในทางการค้าเรียกว่าทฤษฎีการใช้งานและการสึกหรอ (wear and tear theory) ในระหว่างการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตย่อมมีกระบวนการต่างๆทางชีวเคมีเกิดขึ้นตลอดเวลา กระบวนการเหล่านี้อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์หรือสิ่งมีชีวิตได้ในรูปแบบต่างๆกัน เช่น ทฤษฎีว่าด้วยอนุมูลอิสระของออกซิเจนที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา รีดักชัน-ออกซิเดชันจากกระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น การหายใจและการสังเคราะห์แสง ซึ่งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นได้แก่ superoxide ($\bullet O_2^-$) และ hydroxyl radical ($\bullet OH$) เป็นอนุมูลอิสระ ที่มีฤทธิ์ค่อนข้างแรงสามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นๆ ได้ง่ายโดยเฉพาะ hydroxyl radical นั้นมีฤทธิ์แรงมากทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับโมเลกุลอื่นๆ ได้ทุกชนิด ทำให้โมเลกุลของ โปรตีน ไขมัน และกรดนิวคลีอิคเสียหายได้ง่ายและส่งผลให้การทำงานของเอนไซม์ เยื่อหุ้มเซลล์ และสารพันธุกรรมต่างๆ ทำงานผิดพลาดไปส่วน hydrogen peroxide (H_2O_2) ไม่ใช่อนุมูลอิสระแต่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์ และเปลี่ยนรูปไปเป็นอนุมูลอิสระได้ง่าย โดยเฉพาะในสภาพที่มีโลหะหนักจึงมีชื่อเรียกโมเลกุลเหล่านี้รวมๆ กันว่า active oxygen species (AOS) หรือ reactive oxygen species (ROS) ไม่ว่าอนุมูลอิสระจะเป็นเพียงผลพลอยได้ ที่เกิดจากเมแทบอลิซึมปกติหรือเป็นโมเลกุลที่ให้สัญญาณเพื่อตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมภายนอกก็ตาม จำเป็นต้องมีการควบคุมอนุมูลอิสระเหล่านี้เพื่อไม่ให้มีปริมาณผิดปกติจนก่อให้เกิดความเป็นพิษหรือส่งสัญญาณผิดพลาดขึ้น ซึ่งกลไกหลักในการกำจัดอนุมูลอิสระประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และเอนไซม์ต้านออกซิเดชัน (anti - oxidation) ซึ่งทำงานรวมกันเป็นระบบเรียกว่าระบบต้านอนุมูลอิสระ (Chotanakoon *et al*., 2015) (Fig. 1)



Source : Roberto and Rodolfo (2004)

Fig. 1 A model of seed deterioration and its physiological consequence during seed storage and imbibition

การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์

การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มีหลายวิธีที่สามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์เป็นวิธีการพื้นฐานที่ใช้กันมากที่สุดแต่วิธีการดังกล่าวต้องมีการลงทุนสูงและใช้ระยะเวลาที่ยาวนานในปัจจุบันการทำ priming เมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการที่ให้ผลผลิตดีที่สุดในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมล็ดพันธุ์พืชผักหลายชนิด (Braford, 1986)

การเตรียมการงอกด้วยเทคนิค seed priming เป็นการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์ให้เพียงพอต่อการเกิดขึ้นของกระบวนการงอกแต่ไม่อยู่ในระดับที่จะทำให้รากปรากฏออกมาให้เห็นแล้วจึงนำเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวไปลดความชื้นเพื่อสะดวกต่อการเก็บรักษาและจัดการต่อไป การ priming เมล็ดพันธุ์มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ (McDonold, 2000) ดังนี้

1) เพื่อให้เมล็ดพันธุ์มี%ความงอกสูง

2) เพื่อเพิ่มอัตราเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์

3) เพื่อให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กว้าง

4) เพื่อให้ต้นกล้าที่เกิดขึ้นมามีความแข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดี

การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค seed priming

การทำ priming เมล็ดพันธุ์เป็นการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ให้เมล็ดงอกได้มากขึ้น งอกได้เร็วและสม่ำเสมอมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพไปแล้วก็จะไม่สามารถทำให้กลับมามีคุณภาพดีได้อีก อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่เมล็ดเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นน้อยการใช้เทคโนโลยี priming อาจทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำ priming นอกจากนี้ยังเป็นการลดระยะเวลาในการเพาะกล้าและการย้ายปลูกในไร่ทำให้ลดแรงงานและต้นทุนในการผลิตส่วนหนึ่ง (Bray, 2015) การปรับปรุงการงอกของเมล็ดระยะ (bitter gourd seed) พบว่ามีกิจกรรมของ isocitrate lyase และ malate synthase เพิ่มขึ้น กิจกรรมของเอนไซม์ใน glyoxysome เพิ่มขึ้นกิจกรรมของ anti-oxidation เพิ่มมากขึ้น จากวิธีการเตรียมการงอก เช่น การทำ osmopriming สามารถปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพริกหวานที่เสื่อมคุณภาพได้ โดยตรวจสอบได้จากการเพิ่มขึ้นของการงอกและการลดลงของปฏิกิริยา peroxidation ของไขมันจากปริมาณ MDA ที่ลดลง (Siri *et al.,* 2013)

กระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างการกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์ เมื่อเมล็ดพันธุ์ได้รับปัจจัยที่เหมาะสมในการงอกแลวกระบวนการต่างๆ ภายในเมล็ดก็จะเกิดขึ้นโดยแบ่งเป็นสองกระบวนการหลักคือกระบวนการทางกายภาพและกระบวนการทางเคมี ดังต่อไปนี้

1) กระบวนการทางกายภาพ เมื่อเมล็ดพันธุ์ถูกกระตุ้นด้วยน้ำซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการงอก น้ำจะทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนนุ่มและเมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น ระยะเวลาแชน้ำมีความสำคัญมาก เช่น ถ้าแชในระยะเวลาสั้น น้ำจะซึมผ่านเข้าไปในแช่เมล็ดน้อยทำให้กระบวนการต่างๆ ภายในเมล็ดเกิดขึ้นไมมากหรือเกิดช้าเมื่อนำเมล็ดไปปลูกจะทำให้งอกช่าหรือไมงอก แต่ถ้าแชน้ำนานเกินไปอาจทำให้เมล็ดช็อกน้ำทำให้เนื้อเยื่อภายในเมล็ดบวมมากจนฉีกขาดเกิดการรั่วไหลของสารอาหารจากภายในเมล็ดออกสูภายนอกเมื่อนำไปปลูกเมล็ดจะไมงอก

2) กระบวนการทางเคมี การกระตุ้นเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำมีผลต่อกิจกรรมเอนไซม์และกิจกรรมทาง ชีวเคมีต่างๆ ในเมล็ด ได้แก การหายใจ การสังเคราะหโปรตีนและสารชีวเคมีที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด โปรโตพลาสท์ และผนังเซลล์ที่ขยายตัวออก ทำให้ก๊าซซึมผ่านเข้าสู่เมล็ดง่ายขึ้นด้วยเมล็ดที่มีความชื้นสูง น้ำในเมล็ดจะละลาย โปรโต-พลาสซึม มีการขนย้ายถ่ายเทสารอาหารต่างๆ รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตและเอนไซม์ต่างๆ เพื่อไปย่อยอาหารสะสมในเมล็ดจากโมเลกุลใหญ่เป็นโมเลกุลเล็กเพื่อเคลื่อนย้ายไปยังจุดเจริญ และพรอมที่จะใช้ต่อไป

ในการเตรียมการงอกด้วยการกระตุ้นเมล็ดพันธุ์จะเกิดขึ้นในช่วงระยะ (stage) ที่ 1 และ 2 เท่านั้น (Fig. 2) เมล็ดที่ถูกกระตุ้นจะดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะที่ 1 ผ่านเข้าไปในเมล็ดเนื่องจากเมล็ดพันธุ์ต้องใช้น้ำในกระบวนการย่อยสารอาหารที่สะสมอยู่ภายในเพื่อให้กระบวนการทางชีวเคมีภายเมล็ดเกิดขึ้น สวนในระยะที่ 2

เมล็ดยังคงดูดซึมน้ำเข้าสู่ภายในแต่ในอัตราที่ค่อนข้างคงที่ซึ่งทั้งสองระยะนี้เมล็ดพันธุ์ยังคงไมงอกถือว่าเป็นช่วงกระตุ้นและเตรียมความพร้อมให้เมล็ดพร้อมที่จะแทงรากแรกเกิดออกมาอย่างรวดเร็ว ในระยะที่ 3 ที่จะตามมาแต่การลดความชื้นจึงทำให้ไปยับยั้งการเจริญเติบโตของรากแรกเกิดที่ท้ายระยะที่ 2 นี้

ในระยะที่ 3 ที่ต่อเนื่องจากท้ายระยะที่ 2 เป็นการหยุดการกระตุ้นเมล็ดพันธุ์โดยการลดความชื้นเมล็ดลง (dehydration) การทำเช่นนี้จะช่วยให้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นนี้ได้ระยะหนึ่งเมื่อนำไปปลูกเมล็ดพันธุ์ก็จะงอกได้เร็วกว่าปกติ

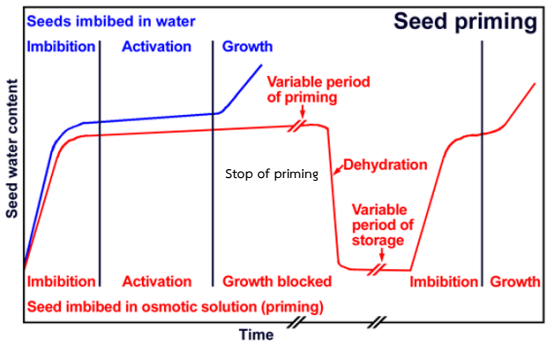


Fig. 2 Seed priming and pregerminated seed

source: Gerhard (2006)

การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค seed priming เป็นวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์มี 3 วิธี คือ Hydropriming, Osmopriming และ Solid matrix priming ซึ่งมีหลักการและวิธีการ ดังนี้

1) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยการแช่เมล็ดในน้ำ (Hydropriming หรือ Prehydration)

เป็นวิธีกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยการนำเมล็ดไปแช่น้ำเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้เมล็ดงอกได้ดีขึ้นงอกเร็วขึ้น (Bradford, 1986) เป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่ายไม่มีสารพิษตกค้างในเมล็ดและสิ่งแวดล้อม แต่ข้อเสียคือไม่สามารถควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดได้ ทำให้กระบวนการทาง ชีวเคมีต่าง ๆ ภายในเมล็ดเกิดไม่พร้อมกันซึ่งเมล็ดบางชนิดอาจดูดน้ำเร็วเกินไปทำให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดได้เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดที่แตกต่างกัน (McDonald, 2000)

การกระตุ้นเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำจะทำให้เมล็ดงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการกระตุ้น อวัยวะส่วนแรกของกล้าพืชที่เห็นคือ ส่วนของราก (Fig. 3) จะโผล่ออกมาก่อน เนื่องจากรากมีหน้าที่หาอาหาร แรธาตุ และค้ำจุนส่วนของลำต้น ในงานทดลองของ Gerhard (2006) ที่ทำในเมล็ดผักกาดหอมโดยนำเมล็ดพันธุ์ไป priming ในน้ำกลั่น เมื่อนำไปปลูก ต้นกลาอายุเพียง 3 วันจากเมล็ดที่ได้รับการกระตุ้นมีความยาวมากกว่า ซึ่งหมายถึง เมล็ดที่ผ่านการ priming งอกได้เร็วรากมีการเจริญเติบโตเร็วดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการ priming

Fig. 3 Lettuce seedling (day 3)

Source: Gerhard (2006)

จากการศึกษาของ Sivritepe and Senturk (2011) รายงานการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพริกพันธุ์ Yalova Carliston ด้วยวิธี hydropriming โดยแช่เมล็ดในน้ำกลั่นนาน 24 ชั่วโมง ร่วมกับการให้อากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีความงอกสูง 84.00% และดัชนีความงอก 10.2 ซึ่งมากกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเตรียมการงอกเมล็ดพันธุ์มีความงอกเพียง 78.50% และดัชนีความงอก 9.8

นอกจากนี้ Chotanakoon *et al.* (2015) ได้รายงาน การกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Hydropriming ต่อคุณภาพของเมล็ดพริก 2 พันธุ์ คือ ‘บางช้าง’ และพริกขี้หนู ‘สามเดือน’ โดยนำเมล็ดมาแช่ในน้ำ RO ร่วมกับการให้อากาศ (45 นาทีต่อชั่วโมง) และไม่ให้อากาศ และไม่บ่มหรือบ่มเมล็ด 24 ชั่วโมง ความชื้นสัมพัทธ์ 100 % จากนั้นลดความชื้นเมล็ดลงเท่ากับความชื้นเริ่มต้น 8 % พบว่า การบ่มเมล็ดพันธุ์ทำให้เมล็ดพริก ‘บางช้าง’ งอกเร็วกว่าการไม่บ่มเมล็ด (Table 1) โดยเมล็ดพริก ‘บางช้าง’ ที่แช่ในน้ำ RO นาน 8 ชั่วโมง โดยไม่ให้หรือให้อากาศ และบ่มเมล็ดนาน 24 ชั่วโมง มี เวลาเฉลี่ยในการงอก (10.11 และ 9.83 วัน ตามลำดับ) เร็วกว่าเมล็ดที่แช่ในน้ำ RO นาน 8 ชั่วโมง โดยไม่ให้หรือให้อากาศ แต่ไม่มีการบ่มเมล็ด (11.90 และ 12.00

วัน ตามลำดับ) ส่วนเมล็ดพริกขี้หนู ‘สามเดือน’ พบว่าการแช่เมล็ดในน้ำ RO นาน 8 ชั่วโมง โดยไม่ให้อากาศ และบ่มเมล็ดนาน 24 ชั่วโมง มีเวลา เฉลี่ยในการงอก 10.11 วัน เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่บ่มเมล็ด ในขณะที่การแช่เมล็ดในน้ำ RO นาน 8 ชั่วโมง ร่วมกับการให้อากาศ ทั้งการไม่บ่มเมล็ดและบ่มเมล็ดนาน 24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมล็ดพริกทั้งสองพันธุ์ดูดน้ำ RO เริ่มเข้าสู่ระยะที่ 2 ใช้ เวลา 8 ชั่วโมง ดังนั้นการเตรียมพร้อมเมล็ดด้วยวิธี hydropriming โดยการแช่เมล็ดพริก ‘บางช้าง’ และพริกขี้หนู ‘สามเดือน’ ในน้ำ RO นาน 8 ชั่วโมง ร่วมกับการให้อากาศและบ่มเมล็ดนาน 24 ชั่วโมงจะเห็นได้ว่า การงอกด้วยน้ำยังส่งผลทำให้เมล็ดมีความงอกสูงสุด และเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วกว่าการไม่แช่เมล็ด

Table 1 Laboratory (LAB) and greenhouse (GH) germination and mean germination time (MGT) of 2 pepper cultivars by hydropriming methods

Treatment	Bang Chang			Samduen		
	Germination (%)		MGT	Germination (%)		MGT
	LAB	GH	(days)	LAB	GH	(days)
1. Non-primed seeds (control)	52.00	16.50[d1/]	13.37[a]	61.00[c]	44.00	12.30[a]
2. RO water + non-aeration + non-incubation	64.00	44.00[ab]	11.90[b]	79.50[b]	47.00	10.95[b]
3. RO water + non-aeration + incubation for 24 hr	72.00	33.00[bc]	10.11[c]	83.50[ab]	41.00	10.11[d]
4. RO water + aeration + non-incubation	67.00	30.50[c]	12.00[b]	85.00[ab]	47.00	10.42[cd]
5. RO water + aeration + incubation for 24 hr	73.00	51.50[a]	9.83[c]	90.50[a]	58.50	10.60[bc]
F-test	ns	*	*	*	ns	*
C.V. (%)	25.80	23.50	2.48	8.38	19.98	2.64

[1/]Means within a column followed by the same letter do not different significantly according to DMRT

ns = non-significant and * = significant at $p \leq 0.05$

Source: Chotanakoon *et al*. (2015)

2) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยการแช่เมล็ดในสารละลาย Osmopriming หรือ Osmoconditioning

เป็นวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ ด้วยการแช่เมล็ดในสารละลายที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำในระดับที่ต่ำ เพื่อชะลอการดูดน้ำของเมล็ดให้ช้าลง สารเคมีที่นำมาใช้จะเพิ่มความหนืดของน้ำ วิธีการนี้สามารถควบคุมปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดซึมเข้าไปได้ (McDonald, 2000) มี 2 ประเภท คือ inorganic salt และ organic salt

(1) Inorganic salt คือ สารสะสายที่เป็นสารเคมี เช่น KNO_3, Na_2SO_4 และ$KHPO_4$ (Kaewsorn *et al.,* 2013) ได้รายงานผลการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์มะตาด (*Dillenia indica* L.) ด้วย KNO_3 พบว่า การแช่เมล็ดในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.2% นาน 12 ชั่วโมง มีแนวโน้มทำให้ความงอกสูงที่สุด (93%) ในขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้กระตุ้นความงอก มีความงอกเพียง 86 % ในขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้กระตุ้นความงอก (control) มีเวลาเฉลี่ยในการงอก 25.5 วัน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า Potassium nitrate (KNO_3) มีผลในการกระตุ้นการงอก และส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงและ%การงอกสูงได้

จากการศึกษาของ Kikuti *et al.* (2006) ได้รายงานการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพริกด้วยวิธี osmopriming โดยแช่เมล็ดในสารละลาย KNO_3 ที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำ -1.5 MPa เป็นระยะเวลา 9 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 73% เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่กระตุ้นความงอกด้วย PEG 6000 ที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำ -1.1 MPa เป็นระยะเวลา

8 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และเมล็ดที่ไม่ผ่านการกระตุ้นความงอก ซึ่งมีความงอก 71 และ 32% ตามลำดับ

(2) Organic salt คือ สารสะลายที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นจากธรรมชาติ เช่น polyethylene glycol (PEG), manitol, sorbitol (Frett *et al.,*1991), Vitamin C, Gibberellin (GA_3) และ Indole-3-acetic acid (IAA)

Khangkhun (2003) ได้ทำการศึกษาการผลของการใช้สารเคมีปรับปรุงการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน โดยการปรับปรุงเมล็ดที่เสื่อมสภาพแล้วให้ดีขึ้นด้วย PEG6000 ที่ศักย์ของน้ำ -1.5 MPa ด้วยการแช่เมล็ดเป็นเวลา 3 และ 7 วัน สรุปได้ว่าการใช้ PEG 6000 กับเมล็ดที่เสื่อมสภาพแล้วสามารถปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกหวานได้

นอกจากนี้ Srikaow and Siri (2008) ได้ศึกษาผลของการทำ seed priming ด้วยสารเคมีชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุพริกหวาน โดยนำเมล็ดพันธุที่ผ่านการเร่งอายุ 0, 3 และ 6 วัน ไปทำ seed priming ด้วยสารเคมี 4 ชนิด คือ 1) Vitamin C ความเข้มข้น 200 mg/L เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 2) Polyethylene glycol 6000 ความเข้มข้น -1.5 MPa เป็นเวลา 6 วัน 3) KNO_3 ความเข้มข้น 3 % เป็น เวลา 6 ชั่วโมง และ 4) KNO_3 ความเข้มข้น 1 % ร่วมกับ KH_2PO_4 ความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่า การกระตุ้นความงอกของเมล็ดด้วยทุกวิธีการทำให้เมล็ดพันธุมีความงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดเพิ่มมากขึ้น (Table 2) ซึ่งวิธีที่ทำให้เมล็ดที่เสื่อมคุณภาพโดยการเร่งอายุแลว 3 วัน มีความงอกและความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้นคือ วิตามินซี ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สวนเมล็ดพันธุที่ผ่านการเร่งอายุมาแลว 6 วัน คือ KNO_3 ความเข้มข้น 3 %ร่วมกับ KH_2PO_4 ความเข้มข้น 3 % เป็นเวลา 6 ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุในด้านการงอกและความเร็วในการงอกนั้น สอดคลองกับงานทดลองของ (Srikaow and Siri, 2006) ไดศึกษาการทำ seed priming กับเมล็ดพันธุพริกหวานสด โดยแชเมล็ดด้วย Vitamin C ความเข้มข้น 400 mg/L, KNO_3 ความเข้มข้น 4 %และ NaCl ความเข้มข้น 200 mM เป็นเวลา 30 และ 60 นาที โดยใช้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ทุกวิธีการสามารถทำให้ความเร็วในการงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นไปไดวาการใช้สารอินทรีย์บางชนิด เช่น วิตามินซี และวิตามินอี จับกับอนุมูลอิสระ แทนที่อนุมูลอิสระจะจับกับสารอนินทรีย์ภายในเซลล์เมล็ดเป็นวิธีการหนึ่งที่ลดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ (Sathiyamoorthy and Nakamura, 1995)

Table 2 Changing of germination index in laboratory condition of sweet pepper seeds from different accelerated aging periods by seed priming methods

Solution treatment	Germination Index[1/]		
	Accelerated aging periods (days)		
	0	3	6
Control	10.52[d]	8.23[c]	7.17[d]
Vitamin C	13.16[a]	10.87[a]	8.64[b]
PEG6000	11.20[c]	9.31[bc]	7.88[c]
KNO_3	12.38[b]	10.30[ab]	7.94[c]
KNO_3 + KH_2PO_4	12.86[a]	11.22[a]	9.38[a]
F-test	**	**	**
C.V. (%)	**1.75**	**6.41**	**4.12**

[1/]Means within a column followed by the same letter do not different significantly according to DMRT

**= significant at $p \leq 0.01$

Source: Srikaow and Siri (2006)

Jagosz (2015) รายงานว่าเมล็ดหัวหอมที่ผ่านการเตรียมเมล็ดด้วยวิธี osmopriming โดยใช้สาร PEG -1.5 MPa ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีผลให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้น และเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าปกติสูงกว่าการใช้วิธีการเดียวกันที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส หากเตรียมความพร้อมเมล็ดที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกนั้น จะส่งผลให้การงอกรากของเมล็ดลดลงซึ่งบางครั้งสารละลายดังกล่าวจะช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนและธาตุอาหารอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน แต่หากได้รับสารในปริมาณหรือความเข้มข้นไม่เหมาะสมอาจเป็นพิษต่อต้นอ่อนที่งอกออกมาได้

ดังนั้นการประสบความสำเร็จของวิธีการนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ชนิดและความเข้มข้นของสารละลาย อุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่เมล็ด รวมถึงการลดความชื้นหลังกระบวนการกระตุ้นความงอกแล้ว (Bradford, 1995) การกระตุ้นความงอกวิธีนี้ นิยมใช้กับเมล็ดขนาดเล็ก ได้แก่ แครอท พริก และมะเขือเทศ

3) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Solid matrix priming (SMP)

เป็นวิธีกระตุ้นความงอกของเมล็ดโดยควบคุมการดูดน้ำด้วยการใช้วัสดุ (solid carrier) ที่มีค่า matric potential ต่ำ ละลายน้ำได้น้อยดูดยึดน้ำได้มาก มีพื้นที่ผิวมากไม่เป็นพิษกับเมล็ด เช่น ทราย พีทมอส และเวอร์มิคูไลท์ เป็นต้น (Gray *et al.,* 1990) ส่วนวัสดุที่ใช้ในทางการค้า ได้แก่ celite และ micro-cell เป็นวัสดุที่ประกอบด้วย silica และ zonalit ซึ่งมีธาตุอาหารเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ Ca, K, Mg และ Mn (Jett *et al.,* 1996) โดยวิธีการนี้ใช้ได้ดีกับพืชหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ พริก แครอท และ หอม เป็นต้น แต่ข้อเสียของวิธีการนี้คือการแยกเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กภายหลังจากผ่านกระบวนการ solid matrix priming ออกจากวัสดุทำได้ยาก นอกจากนี้ Choudhary *et al.* (2008) ได้ศึกษาการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพริกโดยนำเมล็ดพริกผสมกับ Isabgol husk ซึ่งมีคุณสมบัติดูดยึดน้ำได้มากเป็นระยะเวลา 2 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำให้ เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 90.5% เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่กระตุ้นความงอกมีความงอกเพียง 67% และมีดัชนีความแข็งแรง (vigor index) เช่น ความยาวของยอดและราก เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่กระตุ้นความงอก

นอกจากนี้ Chinnasaen *et al.* (2010) ได้ศึกษาผลของ Solid matrix priming ด้วยเวอร์มิคูไลท์ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แครอท โดยนำเมล็ดพันธุ์แครอทซึ่งเก็บรักษามานาน 5 ปี ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยมีน้ำหนัก 100 เมล็ด ความชื้น และความงอกเริ่มต้น 0.17 กรัม 6.73% และ 80.5 % ตามลำดับ มากระตุ้นการงอกด้วยเวอร์มิคูไลท์ (ขนาด 250 – 500 μm) ที่มีความชื้นแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 10, 20, 30 และ 40% นาน 1, 2, 3 และ 4 วัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพมืด หลังการกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์แครอท พบว่า เมื่อความชื้นของเวอร์มิคูไลท์และระยะเวลาในการกระตุ้นความงอกเพิ่มขึ้นมีผลให้เมล็ดพันธุ์แครอทงอกได้เร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง แต่ความงอกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการกระตุ้นความงอกด้วยเวอร์มิคูไลท์ที่มีความชื้น 40% นาน 4 วัน มีค่าเวลาเฉลี่ยในการออกราก (DTE) น้อยที่สุด เท่ากับ 3.05 วัน (Table 3) โดยการบ่มเมล็ดพันธุ์แครอทในเวอร์มิคูไลท์ที่มีความชื้น 40% นาน 4 วัน ทำให้เมล็ดพันธุ์แครอทงอกได้เร็วที่สุดโดยมีค่า DTE เท่ากับ 3.05 วัน (Fig. 4) และเมื่อพิจารณา% ความงอกพบว่า เมล็ดพันธุ์แครอทที่ผ่านการกระตุ้นมีความงอกมากกว่า 85% แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้น เมล็ดพันธุ์แครอทที่ผ่านการกระตุ้นความงอกจึงสามารถงอกได้เร็วกว่า control จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การกระตุ้นความงอกด้วยเวอร์มิคูไลท์สามารถเพิ่มความเร็วในการงอกให้แก่เมล็ดพันธุ์แครอท แต่ข้อเสียของวิธีการนี้คือการแยกเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กภายหลังจากผ่านกระบวนการ solid matrix priming ออกจากวัสดุทำได้ยาก

Table 3 Effects of moisture contents of vermiculite and priming times on days to emergence (DTE) and germination

Factor	DTE (day)[1/]	Germination (%)
Moisture contents of vermiculite (A)		
10 %	5.86[a]	86.63
20 %	4.97[b]	87.00
30 %	4.30[c]	88.38
40 %	4.07[c]	87.13
F-test	**	ns
Priming times (B)		
1 day	5.16[a]	86.63
2 days	5.13[a]	89.25
3 days	4.66[b]	85.63
4 days	4.26[c]	87.63
F-test	**	ns
A x B	**	ns
C.V. (%)	**7.21**	**4.91**

[1/]Means within a column followed by the same letter do not different significantly according to DMRT ($p \leq 0.01$)

Source: Chinnasaen *et al.* (2010)

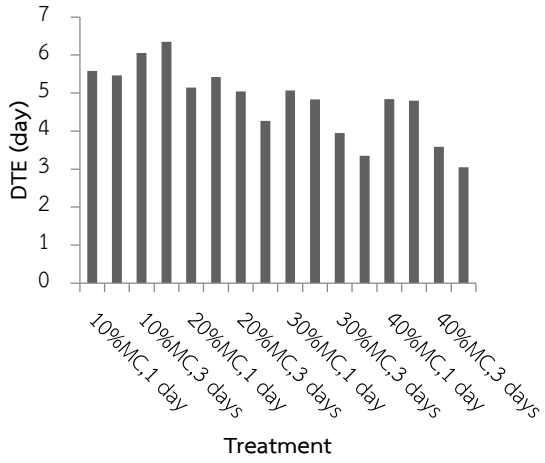


Fig. 4 Days to emergence (days) of carrot seeds after primed with different moisture contents of vermiculite and primed times

Source: Chinnasaen *et al.* (2010)

จากการตรวจเอกสารที่ได้รวบรวม พบว่า การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยเทคนิค seed priming โดยวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดที่ต่างชนิดและต่างพันธุ์กัน คุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่างกัน ก็จะมีขั้นตอนวิธีการที่ใช้ในแตกต่างกัน (Table 4)

Table 4 Seed priming methods implemented for developing improvement of seed qualities

Priming method	Protocol	Plant
1. Hydropriming	- Water 24 hr	Maize, Lettuce, Rice, Basil, Tomato, Watermelon, Soybean, Onion (Caseiro *et al.*, 2004)
	- RO water + aeration + incubation for 24 hr	Chili, Tomato
2. Osmopriming		
2.1 Inorganic salt	- KNO_3 + KH_2PO_4	Tomato, Lettuce, Sweet pepper
	- KNO_3 (0.2 %) for 12 hr	Sunflower, Tomato, Sweet pepper
	- NaCl	Melon , Sunflower, Watermelon (Patade *et al.*, 2009)
		Rice (Farooq *et al.*, 2006)
2.2 organic salt	- Vitamin C 12 hr	Sweet pepper
	- Polyethylene glycol (6000)	Sweet pepper , Tomato, Onion
	- Polyethylene glycol (8000)	Soybean
	- H_2O_2 + ABA	Capsicum
3. Solid matrix priming	- Isabgol husk 2 Day 25°C	Chili (Choudhary *et al.*, 2008)
	- Vermiculite (250 – 500 μm size)	Carrot, Strawberry
	- Bentonite + Charcoal+ Hyfroxypropyl Methylcellulose (HPMC)	Maize

สรุป

การปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการทำ seed priming ที่เป็นการเตรียมความงอกโดยการกระตุ้นเมล็ดก่อนนำไปปลูกซึ่งจากการศึกษาพบว่า พืชต่างชนิดและต่างพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่างกัน ก็จะมีขั้นตอนวิธีการที่ใช้ในแตกต่างกัน สามารถปรับปรุงเมล็ดพันธุ์ได้ด้วยวิธีการ ดังนี้

1) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยการแช่เมล็ดในน้ำ Hydropriming หรือ Prehydration เป็นวิธีกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ด้วยการนำเมล็ดไปแช่น้ำเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้เมล็ดงอกได้ดีขึ้นงอกเร็วขึ้น และเป็นการหลีกเลี่ยง สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่าง ๆ เป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่ายไม่มีสารพิษตกค้างในเมล็ดและสิ่งแวดล้อม แต่ข้อเสียคือไม่สามารถควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดได้

2) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยการแช่เมล็ดในสารละลาย Osmopriming หรือ Osmoconditioning เป็นวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ ด้วยการแช่เมล็ดในสารละลายที่มีค่าความต่างศักย์ของน้ำในระดับที่ต่ำ เพื่อชะลอการดูดน้ำของเมล็ดให้ช้าลง สารเคมีที่นำมาใช้บางชนิด เช่น PEG 6000 จะเพิ่มความหนืดของน้ำ วิธีการนี้สามารถควบคุมปริมาณน้ำที่เมล็ดดูดซึมเข้าไปได้ ซึ่งมี 2 ประเภทคือ Inorganic salt และ Organic salt ซึ่งเป็นไปได้วาการใช้สารอินทรีย์บางชนิด เช่นวิตามินซีและวิตามินอี จับกับอนุมูลอิสระ แทนที่อนุมูลอิสระจะจับกับสารอนินทรีย์ภายในเซลล์เมล็ด เป็นวิธีการหนึ่งที่ลดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ

3) การกระตุ้นการงอกของเมล็ดด้วยวิธี Solid matrix priming (SMP) เป็นวิธีกระตุ้นความงอกของเมล็ดโดยควบคุมการดูดน้ำด้วยการใช้วัสดุ (solid carrier) ที่มีค่า Matric potential ต่ำละลายน้ำได้น้อยดูดยึดน้ำได้มากมีพื้นที่ผิวมากไม่เป็นพิษกับเมล็ด เช่น ทราย พีทมอส และเวอร์มิคูไลท์ เป็นต้น โดยวิธีการนี้ใช้ได้ดีกับพืชหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ พริก แครอท และ หอม เป็นต้น แต่ข้อเสียของวิธีการนี้คือการแยกเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็กภายหลังจากผ่านกระบวนการ Solid matrix priming ออกจากวัสดุทำได้ยาก

References

Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. In: Seed Development and Germination. Kigel, J. and G. Galili. Marcel Dekker, Inc., New York. 351-396.

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Horticultural. Science. 21: 1105-1112.

Bray, C.M. 2015. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In Seed development and germination. New York. 767-789.

Caseiro, J., Benette, M.A. and Marcos-Filho, J. 2004. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. Seed Sci. Tech. 32(2): 365-375.

Chinnasaen, T., Chulaka, P., Kaewdorn, P., Shinohara Yutaka, Maruo Toru and Ito Yoshikazu. 2010. Effect of solid matrix priming by vermiculite on quality of carrot seed. Agricultural. Sci. J. 42: 355-358. (in Thai)

Chotanakoon, K., Kaewsorn, P., Chulaka, P. and Chanprasert, W. 2015. Effect of Hydropriming on Pepper Seed Quality of 2 Cultivars. Agricultural. Sci. J. 46(3): 617-620. (in Thai)

Choudhary, V.K., Kumari, S., Chaurasia, A.K., Naseem, M., Gupta, A. and Maiti, R.K. 2008. Effect of priming and ageing on seed quality parameters of chilli (*Capsicum annuum*). Agric. Environ. & Biotech. 1(3): 111-116.

Delouche, J.C. and Baskins, C.C. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of

seed lots. Seed Sci. and Technol .1: 427-452.

Duangpatra, J. 1986. Seed Technology. Agricultural B, Bangkok. (in Thai)

Farooq, M., Basra, S.M.A. and Hafeez, K. 2006. Seed invigoration by osmohardening in fine and course rice. Seed Sci. Technol. 34: 181–186.

Frett, J.J., Pill, W.G. and Morneau, D.C. 1991. A comparison of priming agent for tomato and asparagus seed. Horticulture Science. 26: 1158-115.

Gerhard, F. 2006. The seed biology place [online]. [Accessed March 4, 2017]. Available from: URL: http://www.seedbiology.de/seedtechnology.asp.

Gray, D., Steckel, J.R.A. and Hands, L.J. 1990. Responses of vegetable seeds to controlled hydration. Annual. Botany. 66: 227-235.

Jagosz, B. 2015. Improving onion seed germination using priming treatments [online]. [Accessed February 20, 2017]. Available from: URL: http:/ /dx.medra. org/10.14597/infraeco. 2015.4.4.103.

Jett, L.W., Welbaum, G.E. and Morse, R.D. 1996. Effect of matric and osmotic priming treatments on broccoli seed germination. Amer. Soc. Hort. Sci. J. 121: 423-429.

Kaewsorn, P., Kasemsirisawad, S., Chulaka, P. and Somkul, C. 2013. Germination Enhancement of Elephant Apple (*Dillenia indica L.*) Seed by Water, GA_3 and KNO_3. Agricultural Science J. 44(2): 85-88. (in Thai)

Khangkhun, P. 2003. The Biochemical and Quality Changes during an Accelerated Aging Process and using of Chemicals to Delay Deterioration and Improve Quality of Sweet Pepper *(Capsicum annuum L.)* Seeds. Ph.D. Thesis in Agronomy. Khon Kaen University. Khon Kaen. (in Thai)

Kikuti, A.L.P., Kikuti, H. and Minami, K. 2006. Physiological conditioning in sweet pepper seeds. Revista Ciencia Agronomica. 36. 243-248.

Mcdonald, M.B. 2000. Seed priming. In: Seed Technology and Its Biology Basis Black, M. and J.D. Bewley (eds.). Sheffield Acad. Press, Sheffield, England. 287-326.

McGee, D.C. 1983. Introduction: deterioration mechanism in seeds. Phytopathology 73:314-315.

Murray, D.R. 1984. Seed Physiology volume2 Germination and Reserve Mobilization. Academic press. NewYork. 295.

Patade, V.Y., Sujata, B. and Suprasanna, P. 2009. Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in sugarcane. Agric. Ecosyst. Environ. 134:24–28.

Roberto, L. B. and Rodolfo, A.S. 2004. Handbook of seed physiology applications to agriculture. Food Products Press® and The Haworth Reference Press, Imprints of The Haworth Press, Inc. New York. 501.

Sathiyamoorthy, P. and Nakamura, S. 1995. Free radical induced lipid peroxidation in seeds. Israel Journal of Plant Science. 4 :295-302

Santipracha, W. 1997. Seed Technology. Department of Plant Science Faculty of Natural Resources. Prince of Songkla University. Songkla. (in Thai)

Siri B., Vichitphan K., Kaewnareee P., Vichitphan S. and Klanrit P. 2013. Improvement of quality, membrane integrity and antioxidant systems in sweet pepper *(Capsicum annuum* L.*)* seeds affected by osmopriming. Australian Journal of Crop Science. 7(13):2068-2073.

Sivritepe, H.O. and Senturk, B., 2011, A Comparison of Hydro and Halopriming with Dehydration Treatments for Physiological Enhancement of Pepper Seeds, Journal of Agricultural Faculty of Uludag University.

Srikaow, P. 2016. Seed Coating for Anti-Counterfeiting Seeds. King Mongkut's Agricultural J. 34 (3) 157-163. (in Thai)

Srikaow, P. and Siri, B. 2008. The Effect of Seed Priming Technique with different of Chemical on Changing of Sweet Pepper Seed Quality. Agricultural Science J. 39 (3): 213-217. (in Thai)

Srikaow, P. and Siri, B. 2006. The effect of seed priming on different of sweet pepper seed quality. Agricultural Science J. 38(5): 168-172. (in Thai)

Thai Seed Trade Association. 2017. Quantity and Value Seed export 2558. [online] [Accessed May 5, 2017]. Available form: http://www.thasta.com/statistics.asp.