Agricultural Sci. J. 43: 3 (Suppl.): 649-652 (2012) ว. วิทย. กษ. 43: 3 (พิเศษ): 649-652 (2555)

# ผลของการเติมสารผสมระหว่างยูเรียและพอลิเอทิลีนไกลคอลที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพอกข้าวโพดหวาน

# Effects of Adding Mixtures of Urea and Polyethylene Glycol on the Quality of Sweet Corn Pelleted Seed.

**วรากร ราชคม[1] หนึ่งฤทัย บุญมาลา[1] สิริมล ขันแก้ว[1] ชมนาด สวาสดิ์มิตร[2] สุชาดา เวียรศิลป์[1, 3] และ สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์[1, 3]**

Warakorn Ratchakom[1], Nuengruethai Boonmala[1], Sirimon Khunkeaw[1], Chommanad Sawadeemit[2], Suchada Vearasilp[1, 3] and Sa-nguansak Thanapornpoonpong[1, 3]

## Abstract

The objectives of this study were to determine the optimum urea fertilizer and Polyethylene glycol (PEG) ratios to sweet corn pelleted seed in order to improve its germination capability and to investigate their toxicity to seedling. The treatment were as followed; unpelleted seeds, pelleted seeds without urea and PEG and pelleted seed with mixtures of urea fertilizer and PEG at the concentration 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8 gN with 3% PEG 6000 (w/w) at 60°C preparation temperature. Germination test, germination index, shoot and root growth rate and seedling vigor classification were determined and assayed. The result showed that seed pelleted with mixtures of urea at concentration 0.2 and 0.4 gN with 3% PEG 6000 (w/w) resulted significantly in increasing their germination index compared to unpelleted seeds and it was equivalented to pelleted seed without mixtures of urea and PEG. They showed their germination percentages, shoot and root growth rates and number of high vigor seedling equivalent to unpelleted seeds and those pelleted seed without mixtures of urea and PEG. Seed pelleted with mixtures of urea fertilizer at concentration 0.6 and 0.8 gN with 3% PEG 6000 (w/w) resulted significantly in decreasing their overall qualities. The high rate of urea was the main reasons caused to their seedling phyto-toxicity. Therefore, the optimal level of mixtures of urea and PEG are 0.2 and 0.4 gN with 3% PEG 6000 (w/w).

**Keywords**: sweet corn seed, seed pelleting, seed quality

## บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารผสมระหว่างยูเรีย และพอลิเอทิลีนไกลคอล (PEG) ที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพอกข้าวโพดหวาน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการงอก และไม่เป็นพิษต่อต้นอ่อน มีกรรมวิธีในการทดลอง คือ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก เมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยไม่เติมสาร เมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรียที่ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w) ที่อุณหภูมิ 60 °ซ ของการเตรียมสาร ทำการทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการพอก โดยการทดสอบความงอกมาตรฐาน การวัดดัชนีการงอก การวัดอัตราการเจริญเติบโตของยอดและราก และการจำแนกความแข็งแรงของต้นกล้า พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรียที่ระดับความเข้มข้น 0.2 และ 0.4 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w) มีดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก และเทียบเท่ากับเมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยไม่เติมสาร โดยที่กรรมวิธีดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ อัตราการเจริญเติบโตของยอด และราก และสัดส่วนของต้นกล้าที่มีความแข็งแรงมากเทียบเท่ากับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยไม่เติมสาร ในขณะที่การพอกเมล็ดพันธุ์โดยเติมสารผสมระหว่างยูเรียที่ระดับความเข้มข้น 0.6 และ 0.8 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w) ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง เนื่องจากความเข้มข้นของยูเรียที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดความเป็นพิษกับเมล็ดพันธุ์ ดังนั้น ความเข้มข้นของสารผสมระหว่างยูเรีย และ PEG ที่เหมาะสม คือ 0.2 และ 0.4 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w)

**คำสำคัญ**: เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน การพอกเมล็ดพันธุ์ คุณภาพเมล็ดพันธุ์

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[1] Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[2] ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2] Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[3] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[3] Postharvest Technology Research Institute/Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

## บทนำ

ข้าวโพดหวานเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนสูงเพื่อช่วยในการงอก และการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ถึงแม้ในอากาศจะมีไนโตรเจนในรูปของก๊าซ $N_2$ อยู่ประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ แต่ไนโตรเจนในรูปนี้พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง (เฉลิมพล, 2542) การใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมก่อนปลูกนั้นพบว่ามีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนในดินจะสูญเสียไปโดยการชะล้างประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนที่ใส่ลงไป (สรสิทธิ์, 2539) การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยยูเรีย พบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยยูเรียที่ระดับความเข้มข้น 0.6 gN ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงจากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และมีเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าที่งอกผิดปกติเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อรพันธ์, 2554) การนำเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยปุ๋ยยูเรียมาใช้ร่วมกับพอลิเอทิลีนไกลคอล โดยที่พอลิเอทิลีนไกลคอลจะช่วยให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ เนื่องจากพอลิเอทิลีนไกลคอลเป็นฟิล์มที่มีรูพรุน ซึ่งมีคุณสมบัติในการยึดเกาะของสาร และชะลอการปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างช้าๆ จะช่วยให้พืชได้รับปริมาณธาตุอาหารตามความต้องการในการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (Wertz *et al*., 2005) เป็นการเพิ่มคุณภาพ และประสิทธิการงอกของเมล็ดพันธุ์ และนอกจากนั้นยังช่วยลดความเป็นพิษต่อต้นอ่อนอีกด้วย อรพันธ์ และคณะ (2554ข) ทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยยูเรีย 0.4 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w) ทำให้เมล็ดพันธุ์มีดัชนีการงอก อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า อัตราการเจริญเติบโตของยอดอ่อน และรากอ่อน และเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าที่แข็งแรงมาก มากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เคลือบด้วยยูเรีย 0.8 gN ร่วมกับแป้งมันสำปะหลังที่ความเข้มข้น 1% โดยมวล ทำให้ดัชนีการงอก อัตราการเจริญของยอดอ่อน และรากอ่อนมีค่าสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร แต่ไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ (พิมพิไล, 2554) การพอกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ที่ความเข้มข้น 1.4 gN ทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังพอกดีขึ้น โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอก ดัชนีการงอก และเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าที่แข็งแรงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยไม่ใส่ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (หนึ่งฤทัย และคณะ, 2554) ดังนั้นจึงได้นำเทคนิคการพอกเมล็ดพันธุ์ด้วยปุ๋ยยูเรียกับพอลิเอทิลีนไกลคอลมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการงอก และให้ต้นอ่อนที่สมบูรณ์

## อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ สาขาวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการพอกเมล็ดพันธุ์ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพันธุ์ C.P. หวานทอง super จากบริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิวซ์ จำกัด วัสดุพอกที่ใช้ คือ เวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) และวัตถุประสาน คือ non-ionic polyacrylamide (PAM) ระดับความเข้มข้น 5% วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้

1. เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก
2. เมล็ดพันธุ์พันธุ์ที่พอกโดยไม่เติมสาร
3. เมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรีย 0.2 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w): เมล็ดพันธุ์ 100 กรัม
4. เมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรีย 0.4 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w): เมล็ดพันธุ์ 100 กรัม
5. เมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรีย 0.6 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w): เมล็ดพันธุ์ 100 กรัม
6. เมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรีย 0.8 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w): เมล็ดพันธุ์ 100 กรัม

หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์มาทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (ISTA, 2006) การวัดดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ การจำแนกความแข็งแรงของต้นกล้า และการวัดอัตราการเจริญเติบโตของยอด และราก (AOSA, 2009) จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยวิธี Analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี โดยวิธีหาค่า Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

## ผลและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการพอก พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรีย 0.2 และ 0.4 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w) มีดัชนีการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก และเทียบเท่ากับเมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยไม่เติมสาร โดยมีดัชนีการงอก ดังแสดงผลไว้ใน Table 1 ซึ่งสอดคล้องกับอรพันธ์ และคณะ (2555ข) ที่พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารผสมระหว่างยูเรีย 0.4 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w) ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานมีดัชนีการงอกมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร ทั้งนี้เพราะการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสาร PEG จะช่วยปลดปล่อยไนโตรเจนให้แก่พืชทีละน้อยๆ เป็นเวลานานจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (อรพันธ์ และคณะ, 2554ก) นอกจากนั้นยังพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรีย 0.2 และ 0.4 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w) มีเปอร์เซ็นต์ความงอก อัตราการเจริญเติบโตของยอดอ่อน และรากอ่อน และสัดส่วนของต้นกล้าที่มีความแข็งแรงมากเทียบเท่ากับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก และเมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยไม่ได้เติมสาร โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความงอกอยู่ในช่วง 92-98% อัตราการเจริญเติบโตของยอด และรากอยู่ในช่วง 8.04-8.72 และ 11.90-15.23 เซนติเมตร/ต้น/ 5 วัน ตามลำดับ (Table 1) และสัดส่วนของต้นกล้าที่มีความแข็งแรงมากอยู่ในช่วง 83-90% (Table 2) ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรียระดับความเข้มข้น 0.6 และ 0.8 gN ร่วมกับ 3%PEG 6000 (w/w) ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ อัตราการเจริญเติบโตของยอด และราก และสัดส่วนของต้นกล้าที่มีความแข็งแรงมากมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้พอก และเทียบเท่ากับเมล็ดพันธุ์ที่พอกโดยไม่เติมสาร เนื่องจากความเข้มข้นของยูเรียที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดความเป็นพิษกับเมล็ดพันธุ์ เช่นเดียวกับการทดลองของ Bay *et al*. (2007) ที่ทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยธาตุอาหารอัตรา 1, 2 และ 4 มิลลิลิตรต่อ 1 กิโลกรัมเมล็ดพันธุ์ โดยใช้พอลิเมอร์ Laborsan Red Solid Pam Bril® และใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมด้วย พบว่า ธาตุอาหารอัตรา 2 มิลลิลิตรต่อ 1 กิโลกรัมไม่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ แต่เมื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยธาตุอาหารอัตรา 4 มิลลิลิตรต่อ 1 กิโลกรัม พบว่าเกิดการเป็นพิษกับเมล็ดพันธุ์ ซึ่งความเป็นพิษดังกล่าวเกิดจากการเพิ่มธาตุอาหารที่สูงกว่าระดับความต้องการในการเจริญเติบโตมากเกินไป จนจำกัดการเจริญเติบโตของพืชเกิดอาการเป็นพิษ เนื่องจากธาตุอาหารที่มีมากเกินไปทำให้การเจริญของพืชหยุดชะงัก และพืชอาจตายได้

Table 1 Effects of seed pelletting substances on sweet corn seed quality.

| Treatment | Germination (%)[1] | Germination index[1] | Shoot growth rate (cm/seedling/5 days)[1] | Root growth rate (cm/seedling/5 days)[1] |
|---|---|---|---|---|
| Unpelleted seed | 98 a | 19.31 bc | 8.47 a | 15.23 a |
| Seed pelleted without mixtures of urea+PEG | 92 a | 20.50 ab | 8.04 a | 12.99 a |
| Mixtures of urea 0.2 gN+3 % PEG 6000 | 94 a | 21.11 a | 8.62 a | 11.90 a |
| Mixtures of urea 0.4 gN+3 % PEG 6000 | 94 a | 21.11 a | 8.72 a | 11.97 a |
| Mixtures of urea 0.6 gN+3 % PEG 6000 | 81 b | 17.94 cd | 4.68 b | 5.60 b |
| Mixtures of urea 0.8 gN+3 % PEG 6000 | 79 b | 17.17 d | 5.36 b | 7.12 b |
| F-test | ** | ** | * | ** |
| $LSD_{0.05}$ | 3.7515 | 0.8002 | 0.9421 | 1.6200 |

[1]Mean in column followed by the same letter are not significantly different (P≤0.05)

Table 2 Effects of seed pelletting substances on seedling vigor classification.

| Treatment | Seedling vigor classification | | |
|---|---|---|---|
| | High vigor (%)[1] | Medium vigor (%)[1] | Low vigor (%) |
| Unpelleted seed | 83 abc | 13 a | 2 |
| Seed pelleted without mixtures of urea+PEG | 87 ab | 5 b | 0 |
| Mixtures of urea 0.2 gN+3 %PEG 6000 | 89 a | 4 b | 1 |
| Mixtures of urea 0.4 gN+3 %PEG 6000 | 90 a | 4 b | 0 |
| Mixtures of urea 0.6 gN+3 %PEG 6000 | 76 bc | 5 b | 0 |
| Mixtures of urea 0.8 gN+3 %PEG 6000 | 77 c | 3 b | 0 |
| F-test | * | * | ns |
| $LSD_{0.05}$ | 4.2861 | 2.6105 | - |

[1]Mean in column followed by the same letter are not significantly different ($P \leq 0.05$)

## สรุปผลการทดลอง

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่พอกโดยเติมสารผสมระหว่างยูเรีย 0.2 และ 0.4 gN ร่วมกับ 3% PEG 6000 (w/w) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น

## คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และบริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิวซ์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

## เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิมพิไล คร่องไหม, วรากร ราชคม, ชมนาด สวาสดิ์มิตร, สุชาดา เวียร์ศิลป์ และ สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์. 2554. การใช้ยูเรียร่วมกับแป้งมันสำปะหลังเคลือบเมล็ดที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. ใน: การประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์แห่งชาติ ครั้งที่ 8 วันที่ 17-20 พฤษภาคม 2554. โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ แอน คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์, อุบลราชธานี. หน้า 156-160.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2539. ดินและปุ๋ย. หน้า 183-213. ใน: สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่มที่ 18.

หนึ่งฤทัย บุญมาลา, สิริมล ขันแก้ว, อรพันธ์ ชัยมงคล, ชมนาด สวาสดิ์มิตร, สุชาดา เวียรศิลป์ และ สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์. 2554. ผลของการพอกเมล็ดด้วยยูเรียฟอร์มาดีไฮด์ต่อคุณภาพของต้นอ่อนข้าวโพดหวาน. ว.วิทย.กษ.42 (3 พิเศษ): 389-390.

อรพันธ์ ชัยมงคล. 2554. ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์โดยใช้ยูเรียและพอลิเอธิลีนไกลคอลต่อคุณภาพต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรพันธ์ ชัยมงคล, จรรยา สมพมิตร, ชมนาด สวาสดิ์มิตร, สุชาดา เวียรศิลป์ และ สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์. 2554ก. ผลของการเคลือบเมล็ดด้วยสารผสมระหว่างยูเรียและพอลิเอธิลีนไกลคอลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. ว.วิทย.กษ. 42 (1 พิเศษ): 433-436.

อรพันธ์ ชัยมงคล จรรยา สมพมิตร ชมนาด สวาสดิ์มิตร สุชาดา เวียรศิลป์ และ สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์. 2554ข. ผลของการเคลือบเมล็ดด้วยสารผสมระหว่างยูเรียและพอลิเอธิลีนไกลคอลต่อคุณภาพของต้นอ่อนข้าวโพดหวาน. ว.วิทย.กษ. 42 (3 พิเศษ): 385-388.

AOSA. 2009. Seedling Evaluation Handbook. Contribution. No. 35. Association of Official Seed Analysts, Lincoln, Nebraska.

Bays, R., L. Baudet, A.A. Henning and F.O. Lucca. 2007. Soybean seed coating with micronutrients, fungicide and polymer. Revista Brasileira de Sementes 29: 60-67.

ISTA. 2006. International Rules for Seed Testing, Seed Science and Technology. The International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

Wertz, S.L., K. Gabrielson, J. Wright, P. Baxter, J. Knight and C.R. Davis. 2005. Slow release nitrogen seed coat. pp. 1-7. U.S. Patent 6,936,681 B1. August 30, 2005.