Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 473-476 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 473-476 (2554)

ผลของสารอินทรีย์และสภาพการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 2 สายพันธุ์

Effects of Organic Substances and Storage Conditions on Seed Quality of Two Corn Cultivars

กมลชนก เยาว์นุ่น[1] และกัลย์ กัลยาณมิตร[1]
Kamonchanok Yownoon[1] and Kal Kalayanamitra[1]

Abstract

The objective of this experiment was to determine the effects of organic seed coating materials on seed quality of 2 corn cultivars, “Suwan 5” and baby corn seed “KCI 4201”. Four treatments, consisted of 2 organic substances, physic nut resin extract and bio-extract (Chang Bai Fern Band), a chemical substance, (PGE 400 + captan + chlopyriphos) and non-treated (control) were used in the experiment. The corn seeds were stored in 2 conditions, at 13 ± 2 ^{o}C / 44 ± 2 %RH and at room temperature. Results showed that the corn seed “Suwan 5” stored under cold storage at the 6th month had the same seed germination, seed moisture content and lipid content all 4 treatments. Seed with organic mixture, physic nut resin extract, gave electrical conductivity and protein content significant difference from other treatment. Under room temperature condition, similar results as these found under cold storage were obtained. For the case of baby corn seed “KCI 4201” under cold storage at the 6th month found that both of the organic substances, physic nut resin extract and bio-extract (Chang Bai Fern Band) gave a higher seed germination than the chemically mixed-seed and the non-treated seed. Whereas seed moisture content, protein content and lipid content had no significant different between cold storage and room temperature storage.

Keywords: Organic corn seed, quality, storage

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว 2 สายพันธุ์ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 5 และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน KCI 4201 โดยเปรียบเทียบการใช้สารคลุกเมล็ดพันธุ์ 4 กลุ่ม ประกอบด้วย น้ำยางสบู่ดำ (physic nut resin extract) น้ำหมักชีวภาพ (ตราช้างใบเฟิร์น) สารเคมี (PGE 400 + captan + chlopyriphos) และไม่คลุกสาร (control) นำมาเก็บรักษาที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ± 2 ^{o}C / 44 ± 2 %RH) และอุณหภูมิห้อง จากผลการทดลองพบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 5 ภายหลังการเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ เป็นระยะเวลา 6 เดือน ข้าวโพดคลุกสารอินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์ความงอก ความชื้นของเมล็ด และไขมันไม่แตกต่างทั้ง 4 กลุ่ม การทดลองสำหรับกลุ่มใช้สารอินทรีย์น้ำยางสบู่ดำคลุกเมล็ด พบว่าการนำไฟฟ้าของเมล็ด และปริมาณโปรตีนแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ สำหรับการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องให้ผลที่คล้ายกับการเก็บรักษาที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน KCI 4201 ภายหลังการเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ เป็นระยะเวลา 6 เดือน เมล็ดที่คลุกสารอินทรีย์น้ำยางสบู่ดำและน้ำหมักชีวภาพทั้ง 2 กลุ่ม มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่คลุกสารเคมีและเมล็ดไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความชื้นของเมล็ด ปริมาณโปรตีน และไขมันในเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกันทั้งการเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิและการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

คำสำคัญ: เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอินทรีย์, คุณภาพ, การเก็บรักษา

คำนำ

ข้าวโพด (Corn) เป็นพืชเศรษฐกิจที่น่าสนใจ ด้วยศักยภาพของตัวเองในแง่ของการผลิตและการตลาดเนื่องจากเป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ดูแลรักษาง่าย ให้ผลตอบแทนค่อนข้างสูง มีตลาดรองรับผลผลิตที่กำลังขยายเพิ่มขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศ และสามารถนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูกเพื่อบริโภคฝักสด และการแปรรูปอุตสาหกรรมขนาดย่อมและขนาดใหญ่ ส่งผลถึงอาชีพเกษตรกรและอุตสาหกรรมต่อเนื่องได้ ปัจจุบันการปลูกพืชอินทรีย์เป็นที่นิยมของเกษตรกรทั่วไป เพราะเกษตรกร

[1] สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สันทราย เชียงใหม่ 50290
[1]Department of Postharvest Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry/ Postharvest Technology Innovation Center, Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290

เริ่มคำนึงถึงเรื่องสุขภาพความปลอดภัยทั้งของผู้บริโภคและเกษตรกรเอง และในด้านการช่วยลดมลพิษในสิ่งแวดล้อมการปลูกพืชอินทรีย์จะคำนึงถึงสภาพแวดล้อมการรักษาสมดุลธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีระบบการจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่อาจก่อให้เกิดมลพิษในสภาพแวดล้อม รวมถึงการนำเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ด้วย ทั้งนี้การผลิตเมล็ดพันธุ์ เพื่อนำไปปลูกจำเป็นต้องใช้สารเคมีคลุกเมล็ดพันธุ์เพื่อป้องกันโรคและแมลงในการเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ ซึ่งขัดแย้งกับการนำเมล็ดพันธุ์เหล่านี้ไปใช้ปลูกเพื่อเป็นพืชอินทรีย์ ทำให้เกษตรกรมีความต้องการเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ที่ปราศจากสารเคมีในการคลุกเมล็ด และต้องการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ก่อนที่จะนำไปใช้ให้มีคุณภาพดีมีความงอกและความแข็งแรงสูงสามารถเก็บรักษาได้ยาวนาน ด้วยเหตุดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการใช้สารอินทรีย์คลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเพื่อที่จะทราบว่าสารที่ใช้คลุกเมล็ดพันธุ์ชนิดใดมีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดีที่สุด นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยให้เกษตรกรไทยหันมาใช้สารที่ได้มาจากธรรมชาติมากกว่าสารเคมี ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีมาใช้คลุกเมล็ดพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 5 และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน KCI 4201 ซึ่งได้จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ตำบลกลางดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา การดำเนินงานวิจัยวางแผนการทดลองแบบ 2 x 2 x 4 Factorial in CRD โดยปัจจัย A เป็นสภาพการเก็บรักษา 2 สภาพ ได้แก่ ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 44 ± 2 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิห้อง (Room Temperature) ปัจจัย B เป็นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 5 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน KCI 4201 ปัจจัย C เป็นสารคลุกเมล็ดจำนวน 4 สาร ได้แก่ น้ำยางสบู่ดำ (physic nut resin extract) น้ำหมักชีวภาพ (ตราช้างใบเฟิร์น) สารเคมี (PGE 400 + captan + chlopyriphos) และไม่คลุกสาร (control) นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ผ่านกรรมวิธีการคลุกตามสิ่งทดลองผึ่งเมล็ดให้แห้งแล้วนำเมล็ดพันธุ์ไปเก็บรักษา 2 สภาพ ได้แก่ ห้องควบคุมอุณหภูมิ (13 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 44 ± 2 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิห้อง (Room Temperature) เป็นเวลา 6 เดือน การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจะสุ่มมาตรวจสอบทุกเดือน เป็นเวลา 6 เดือน และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด หลังจากการคลุกและเก็บรักษาแบ่งการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดออกเป็น 2 วิธี คือการตรวจสอบคุณภาพประกอบด้วยการตรวจสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ความงอกมาตรฐาน และการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า และการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี ประกอบด้วยการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน และการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

ผล

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 5 ในห้องควบคุมอุณหภูมิเป็นระยะเวลา 6 เดือน เมล็ดพันธุ์ทั้ง 4 กลุ่มการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง การเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์ความงอก ความชื้นของเมล็ด และปริมาณไขมัน ไม่แตกต่างกันทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง สำหรับกลุ่มใช้สารอินทรีย์น้ำยางสบู่ดำคลุกเมล็ด พบว่าการนำไฟฟ้าของเมล็ด และปริมาณโปรตีนแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องให้ผลที่คล้ายกับการเก็บรักษาที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ การใช้สารอินทรีย์น้ำยางสบู่ดำคลุกเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและคุณภาพเมล็ดพันธุ์สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ใช้สารเคมีและไม่คลุกสาร ปริมาณโปรตีนในเมล็ดพันธุ์ที่คลุกด้วยสารอินทรีย์มีปริมาณสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ใช้สารเคมีและไม่คลุกสาร (Table 1)

กรณีการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน KCI 4201 ในห้องควบคุมอุณหภูมิเป็นระยะเวลา 6 เดือน เมล็ดพันธุ์ทั้ง 4 กลุ่มการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเช่นเดียวกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 5 การใช้สารอินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ใช้สารเคมีและไม่คลุกสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการนำไฟฟ้าของเมล็ดกลุ่มใช้สารอินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง แตกต่างจากเมล็ดพันธุ์ที่ใช้สารเคมีและไม่คลุกสาร ส่วนความชื้นของเมล็ด ปริมาณโปรตีน และไขมันในเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกันทั้งการเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิและการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (Table 2)

Table 1 Changes in seed quality and chemical component of corn seed “Suwan 5” at the 6th month of storage

Treatment	Seed germination (%)		Seed moisture content (%)		Electrical conductivity (μS/cm/g)		Protein content (%)		Lipid content (%)	
	RT	LT	RT	LT	RT	LT	RT	LT	RT	LT
1	41.25a	45.50a	10.33a	11.73a	19.13a	16.85a	9.62a	9.33a	5.87a	5.45a
2	41.00a	43.75a	10.28a	11.18a	14.21b	11.01b	8.30a	8.49b	5.49a	4.70ab
3	40.25a	42.25a	10.18a	11.13a	14.01b	7.86c	8.08b	8.08b	5.40a	3.66ab
4	36.75a	41.75a	10.18a	10.83a	12.79b	7.42c	8.05b	7.93b	5.07a	3.27b
C.V (%)	8.08	9.07	1.32	5.01	8.70	11.33	7.37	4.42	14.03	28.71
LSD (P<0.05)	4.65	6.05	0.21	0.87	2.01	1.88	0.97	0.57	1.18	1.89

Treatment 1 = physic nut resin extract, Treatment 2 = bio-extract (Chang Bai Fern Band),
Treatment 3 = chemical substance (PGE 400 + captan + chlopyriphos), Treatment 4 = non-treated (control)
RT = Room Temperature
LT = Low Temperature (13 ± 2 °C / 44 ± 2 %RH)
Means in the same column followed by different letter are significantly different at p<0.05

Table 2 Changes in seed quality and chemical component of corn seed “KCI 4201” at the 6th month of storage

Treatment	Seed germination (%)		Seed moisture content (%)		Electrical conductivity (μS/cm/g)		Protein content (%)		Lipid content (%)	
	RT	LT	RT	LT	RT	LT	RT	LT	RT	LT
1	46.25a	46.75a	10.37a	10.84a	21.71a	16.42a	11.17a	11.17a	6.04a	20.40a
2	43.50a	45.75a	10.28ab	10.78a	14.51b	11.70b	9.56a	9.58a	5.71a	9.73a
3	43.50a	42.25b	10.18b	10.78a	13.60bc	8.82c	8.94a	8.78a	5.50a	5.42a
4	33.50b	33.25b	10.18b	10.43a	12.75c	7.69c	8.93a	8.01a	4.78a	4.62a
C.V (%)	7.76	5.01	0.94	5.81	6.60	8.82	21.20	21.51	21.32	153.44
LSD (P<0.05)	4.98	3.35	0.15	0.96	1.59	1.51	3.15	3.11	1.81	23.75

Treatment 1 = physic nut resin extract, Treatment 2 = bio-extract (Chang Bai Fern Band),
Treatment 3 = chemical substance (PGE 400 + captan + chlopyriphos), Treatment 4 = non-treated (control)
RT = Room Temperature
LT = Low Temperature (13 ± 2 °C / 44 ± 2 %RH)
Means in the same column followed by different letter are significantly different at P<0.05

วิจารณ์ผล

การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 5 และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน KCI 4201 ในห้องควบคุมอุณหภูมิเป็นระยะเวลา 6 เดือน เมล็ดพันธุ์ทั้ง 4 กลุ่มการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง เนื่องจากอุณหภูมินั้นเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักของสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวกำหนดความงอก และการเจริญเติบโตในช่วงแรกของพืช (Bewley and Black, 1986) กล่าวคือความชื้นสัมพันธ์และอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่ต่ำหรือเก็บในภาชนะที่สามารถกันความชื้นได้ดีก็จะทำให้ลดการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาได้ นอกจากนี้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะช้าหรือเร็วจะขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพันธุ์ด้วย (สุปราณี และคณะ, 2546) การใช้สารอินทรีย์น้ำยางสบู่ดำและน้ำหมักชีวภาพ (ตราช้างใบเฟิร์น) คลุกเมล็ด สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด โดยมีคุณภาพไม่แตกต่างจากเมล็ดพันธุ์ที่ใช้สารเคมี

และไม่คลุกสาร สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากความเข้มข้นระหว่างสารเคมีสารอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพรวมทั้งอุณหภูมิมีผลกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ กล่าวคือสารอินทรีย์น้ำยางสบู่ดำและน้ำหมักชีวภาพเป็นของเหลวที่มีจุลินทรีย์อยสลายสิ่งต่างๆ ภายในเซลล์ มีความเข้มข้นของสารละลายอยู่มากเมื่อนำไปฉีดพ่นต้นพืชหรือคลุกเมล็ด ต้องเจือจางมาก พืชแต่ละชนิดจะตอบสนองในอัตราความเข้มข้นแตกต่างกัน ลักษณะของการตอบสนองของพืชคล้ายกับได้รับฮอร์โมนพืช ซึ่งฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต ถ้าใช้ในความเข้มข้นสูงจะทำให้พืชชะงักการเติบโตหรือตายได้ (สาลี, 2544) และถ้าใช้สารคลุกเมล็ดในอัตราที่สูงแล้วเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องจะทำให้มีผลกระทบกับความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพลดลง (ถมยา และคณะ, 2544) เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน KCI 4201 พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ใช้สารเคมีและไม่คลุกสาร จากผลการทดลองทำให้ทราบถึงเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ต่างพันธุ์กัน มีคุณภาพต่างกัน คุณภาพของเมล็ดเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งต้นอ่อนที่งอกได้เร็ว สม่ำเสมอ แข็งแรง และครบตามจำนวนที่ต้องการ (ISTA, 1999)

สรุปผล

การศึกษาสารคลุกเมล็ดทั้ง 4 กลุ่มการทดลองสารที่ใช้คลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สุวรรณ 5 และเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน KCI 4201 เมื่อพิจารณาจากการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือนพบว่า การใช้สารอินทรีย์น้ำยางสบู่ดำและน้ำหมักชีวภาพ (ตราช้างใบเฟิร์น)คลุกเมล็ดสามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดให้มีประสิทธิภาพในการเพาะปลูกสำหรับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน KCI 4201 การใช้สารอินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง ยังพบเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ใช้สารเคมีและไม่คลุกสาร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่สนับสนุนเมล็ดพันธุ์ในการทดลอง ขอขอบคุณ อ.ดร.เศรษฐา ศิริพินทุ์ และอาจารย์สุปราณี งามประสิทธิ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะในการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ถมยา ทองเหลือง สุปราณี งามประสิทธิ์ และธำรงศิลปะ โพธิสูง. 2544. ผลของสารเมตาแลกวิลต่อความงอกและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. ในการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 30. วันที่ 19 – 23 สิงหาคม 2544. ณ โรงแรมเนวาด้าแกรด์ จ.อุบลราชธานี. 270 – 281 หน้า.

สาลี่ ชินสถิต. 2544. การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมักและวัสดุเหลือใช้. เอกสารประกอบการสัมมนาสูตรเด็ด ปุ๋ยน้ำหมัก ทางเลือกเกษตรกรไทย. ณ ห้องประชุมใหญ่ อาคารมติชน (ชั้น9) จ.กรุงเทพมหานคร. 7 – 12 หน้า.

สุปราณี งามประสิทธิ์ ถมยา ทองเหลือง ประชุม จุฑาวรรธณะ สุขุม โชติช่วงมณีรัตน์ และแอนนา สายมณีรัตน์. 2546. ผลของสารคลุกเมล็ดก่อนปลูกเพื่อป้องกันโรคราน้ำค้าง (downy mildew) ที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน. ในการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ. วันที่ 11-15 พฤษภาคม 2546. ณ โรงแรมโรสการ์เดนท์ เอไพรมรีสอร์ท สวนสามพราน จ.นครปฐม. 300-307 หน้า.

Bewley, J. D. and M. Black. 1986. Seed physiology of Development on Germination. Plenum press, New York and London.

ISTA. 1999. International Rule for Seed Testing. Supplement to Seed Sci. & Technol. 27 : 1-333.