Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 362-365 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 362-365 (2554)

การประยุกต์ใช้ความร้อนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับการอบด้วยลมร้อนในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

Application of radio frequency heat treatment from electromagnetic field combine with conventional hot air oven method for maize seed drying

พัชธิชา ไชยชนะ[1,2,3], **จิตรกานต์ ภควัฒนะ**[1,2,3], Dieter von Hörsten[4], Wolfgang Lücke[4], **สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์**[1, 2,3] **และสุชาดา เวียรศิลป์**[1,2,3]

Patticha chaichana[1,2,3], Chittakarn Pakawattana[1,2,3], Dieter von Hörsten[4], Wolfgang Lücke[4], Sa-nguansak Thanapornpoonpong[1,2,3] and Suchada Vearsilp[1, 2,3]

Abstract

The application of radio frequency (RF) 27.12 MHz heat treatment from electromagnetic field combine with conventional hot air oven to reduce moisture content was conducted. Maize seed Cho Kun 90 were harvested with the initial moisture at 29% wet weigh basis. The sample was subjected to 6 methods of drying: hot air oven, RF heat treatment and combination hot air oven with RF heat treatment. There were 2 temperature levels of 38°C and 40°C. The target moisture content of seed was 14% wet basis. The results showed that using RF heat treatment at 40°C took the least time used of 7 hours 40 minute. Besides that using combining drying method took 10 hours whereas the timing from hot air oven drying method took the longest hours of 13 respectively. After drying the viability of seed by tretrazolium test and standard germination test were determined. It was found that all treatments showed no significant difference in seed quality. Nevertheless, after dry with hot air oven at 40°C, 37% of seed germination percentages were decreased compare to control treatment. Therefore, RF heat treatment at 40°C was the treatment that took the least time of drying with maintains their good maize seed qualities.

Keywords: radio frequency (RF), maize seed, drying

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้ความร้อนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (Radio frequency, RF) ร่วมกับการให้ความร้อนด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการลดความชื้น โดยนำเมล็ดข้าวโพดพันธุ์โชกุล 90 ที่มีความชื้นเริ่มต้น 29 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียก มาลดความชื้น 6 วิธีคือ การใช้ตู้อบลมร้อน การใช้ความร้อนจาก RF ที่ความถี่ 27.12 MHz และการใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับ RF โดยใช้อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 38 และ 40°C เพื่อให้ได้ความชื้นสุดท้ายที่ 14 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียก พบว่า ที่อุณหภูมิ 40°C การใช้ความร้อนจาก RF ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด รองลงมาคือ การใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับ RF และการใช้ตู้อบลมร้อนเพียงอย่างเดียว ใช้ระยะเวลา 7 ชั่วโมง 40 นาที, 10 ชั่วโมง และ 13 ชั่วโมง ตามลำดับ ภายหลังการลดความชื้นตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ โดยวิธีเตตราโซเลียม และความงอกมาตรฐาน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่การตรวจสอบความงอกมาตรฐาน พบว่า การลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 40°C เพียงอย่างเดียวทำให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง 37 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ดังนั้นการใช้ความร้อนจาก RF ที่อุณหภูมิ 40 ° C ใช้ระยะเวลาในการลดความชื้นสั้นกว่าทุกกรรมวิธีและไม่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

คำสำคัญ: คลื่นความถี่วิทยุ, เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด, การลดความชื้น

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200
[1] Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
[2] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200
[2] Postharvest Technology Research Institute/, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200,Thailand
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กทม. 10400
[3] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400,Thailand
[4] Department of Crop Sciences, Faculty of Agricultural Sciences , George – August University Goettingen, Germany

คำนำ

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวจะมีความชื้นสูง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องลดความชื้นเพื่อลดอัตราการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเมล็ด การลดความชื้นในปัจจุบันมีหลายวิธี เช่น วิธีธรรมชาติโดยการตากแดด การผึ่งลม หรือการลดความชื้นโดยการใช้เครื่องมือ การถ่ายเทความร้อน (heat transfer) จากเครื่องอบนั้นจะอาศัยหลักการนำความร้อน (conduction) การถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นที่ผิววัสดุ อัตราการลดความชื้นจะถูกควบคุมโดยความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพันธ์อากาศ ซึ่งถ้าสภาวะแวดล้อมคงที่จะทำให้อัตราการลดความชื้นคงที่ (สมชาติ, 2540) Thomson (1979) ศึกษาการลดความชื้นแบบตากแดดและใช้เครื่องอบ พบว่า เมล็ดที่ลดความชื้นด้วยเครื่องอบมีความงอกสูงกว่าตากแดด เพราะเครื่องอมสามารถควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินได้ (Robert, 1973) การลดความชื้นที่ใช้อุณหภูมิสูงเกินไป จะทำให้ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดลงลงอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันได้มีการศึกษาการใช้ความร้อนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยคลื่นความถี่วิทยุสำหรับการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลเกษตร Wang *et al*. (2003) โดยการเปลี่ยนแปลงในรูปของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาเป็นพลังงานความร้อนในตัววัตถุ ที่มีขั้วประจุไฟฟ้า โมเลกุลวัตถุจะเกิดการสั่นสะเทือนตามทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นจำนวนหลายล้านครั้งใน 1 วินาที ทำให้เกิดการหมุนตัวและการเสียดสีกัน ก่อให้เกิดเป็นความร้อนขึ้นมาอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 2-3 วินาที หรือประมาณ 1 นาที ความร้อนที่เกิดขึ้นจะเกิดการกระจายตัวไปยังส่วนอื่นๆ โดยกระบวนการแผ่รังสีความร้อน (radiation) และการพา (convection) ให้แก่วัตถุ ส่งผลให้ความชื้นเมล็ดข้าวโพดลดลงอย่างรวดเร็ว Nijhuis *et al.* (1998) และสามารเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเทียบกับการให้ความร้อนโดยใช้ลมร้อน (Wolfgand, 2003) Akaranuchat (2009) พบว่า การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 70 และ 75 องศาเซลเซียส 3 นาที สามารถลดความชื้นบาร์เลย์ได้ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ Janhang *et al.* (2550) พบว่า การใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุกับเมล็ดข้าวที่อุณหภูมิ 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส 1, 2, 3 นาที สามารถลดความชื้นได้ 1-2 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดพันธุ์ลดลงตามระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยลดลงมากที่สุดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 5 นาที ความชื้นลดลงถึง 2.4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงทำการประเมินความเป็นไปได้ในการประยุกต์ความร้อนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยคลื่นความถี่วิทยุเพื่อลดระยะเวลาในการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลอง ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว /ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระยะเวลาการทดลอง กุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม 2554 ทำการลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์ โชกุล 90 ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับเครื่องอบลมร้อน โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวและข้าวโพดมีความชื้นเริ่มต้น 29 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ตัวอย่างละ 1,000 กรัม ให้ลดลงเหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ด้วยกรรมวิธีการลดความชื้น 6 กรรมวิธี คือ การใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 38 และ 40 องศาเซลเซียสการใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 เมกะเฮิตร์ ที่อุณหภูมิ 38 และ 40 องศาเซลเซียส และการใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับคลื่นความถี่วิทยุที่ อุณหภูมิ 38 และ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งทำการลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนระดับความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นใช้คลื่นความถี่วิทยุลดความชื้นให้อยู่ในระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ นำมาเปรียบเทียบระยะเวลาในการลดความชื้นในแต่ละกรรมวิธี

ผลการทดลองและวิจารณ์

การลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์โชกุล 90 จากความชื้นเริ่มต้น 29 เปอร์เซ็นต์ ให้เหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการลดความชื้นด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ให้ระยะเวลาสั้นที่สุด คือ 7 ชั่วโมง 40 นาที และที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง (Figure 1) สอดคล้องกับ Theanjumpol et al. (2007) พบว่า การให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที ทำให้ความชื้นของข้าวเปลือกลดต่ำสุดเท่ากับ 11.93 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 14 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 13 ชั่วโมง การใช้พลังงานความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุอาศัยสนามของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้โมเลกุลของวัสดุที่มีโครงสร้างแบบมีขั้ว (dipolar molecules) ซึ่งมีขั้วไฟฟ้าที่เป็นขั้วบวกและขั้วลบพยายามเรียงตัวตามทิศทางของสนามคลื่นที่ส่งผ่านเข้ามาทำให้เกิดการเสียดสีกันของโมเลกุล เกิดเป็นความร้อนกระจายทั่วภายในเนื้อวัสดุหรือการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากคลื่นไปยังวัสดุ จึงทำให้สามารถลดความชื้นและลดระยะเวลาการให้ความร้อนได้ (Ryynänen, 1995) ขณะที่การลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดใช้ระยะเวลาการลดความชื้นนานที่สุด ทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิ คือ ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 14 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 13 ชั่วโมง (Figure 1) เนื่องจากการให้ความร้อนโดยใช้อากาศซึ่งจะ

เกิดความร้อนจากบริเวณผิววัสดุก่อนแล้วจึงพาความร้อนสู่ภายใน (outside in) (Wang *et al*., 2003) ส่วนการลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนร่วมกับคลื่นความถี่วิทยุในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดใช้ระยะเวลาที่สั้นกว่าการใช้ตู้อบลมร้อนเพียงอย่างเดียว โดยที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสใช้เวลา 11 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสใช้ 10 ชั่วโมง (Figure 2) ผลการทดสอบความงอก พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดชุดควบคุมมีความงอกสูงสุด 99 เปอร์เซ็นต์ ต่างจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ทำการลดความชื้นด้วยตู้อบรมร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีความงอกต่ำสุดเป็น 62 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลการทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 1) การลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนร่วมกับคลื่นความถี่วิทยุส่งผลช่วยให้ประหยัดพลังงานและเวลาในการลดความชื้นได้ในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

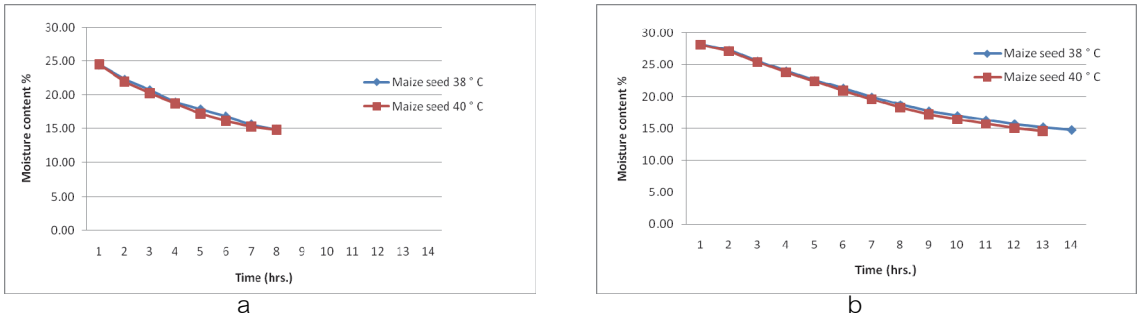

Figure 1 Drying of maize seeds moisture content from 25 and 29% to 14% temperature 2 levels 38 and 40°C by heat from the a) radio frequency b) hot-air oven

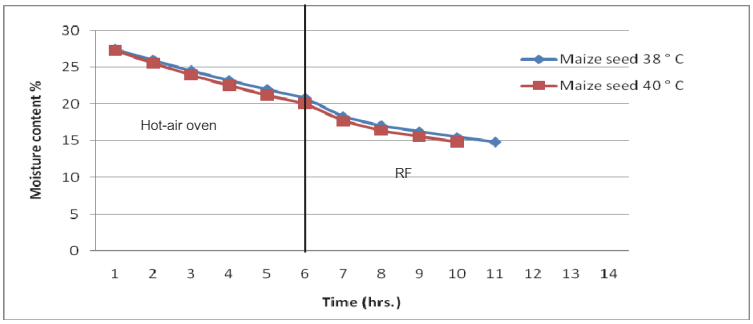

Figure 2 Drying of maize seed moisture content from 29 % to 14% by hot-air oven followed the radio frequency temperature 2 levels 38 and 40 ° C

Table 1 Germination test and viability of seed by tretrazolium test after treated with heat treatment from electromagnetic field combine with conventional hot air oven method for maize seed drying

Treatments	Germination test (%)	Viability of seed by tretrazolium test (%)
Control	99 a	99
Hot air oven 38 °C	83 abc	99
Hot air oven 40 °C	62 d	98
Hot air oven combine with RF 38 °C	92 ab	99
Hot air oven bombine with RF 40 °C	67 cd	97
RF 38 °C	83 abc	99
RF 40 °C	77 bcd	95
F-TEST	**	ns
CV (%)	13.49	1.87
$LSD_{0.05}$	7.70	1.29

[1] means values within a column followed by the same letter do not differ significantly according to t-test at P≤0.05

สรุปผลการทดลอง

การประยุกต์ใช้ความร้อนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับการอบด้วยลมร้อน สามารถลดความชื้นเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ส่งผลต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังการลดความชื้น

เอกสารอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ไร่. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 210 หน้า.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า ธนบุรี. 330 หน้า.

Akaranuchat, P., P. Noimanee, N. Krittigamas, D. Von Horsten and S. Vearasilp. 2007. Control seed-borne fungi by radio frequency heat treatment as alternative seed treatment in barley (*Hordeum vulgare*). Deutcher Tropentag 2007, Stuttgart-Hohenheim, Germany.

Janhang, P., N. Kritigamas, L. Wolfgang and S. Verasilp. 2005. Using radio frequency heat treatment to control seed-borne *Trichoconis padwickii* in rice seed (*Oryza ativa* L.). Deutcher Tropentag 2005, Stuttgart-Hohenheim, Germany.

Nijhuis. H.H., H.M. Torringa, S. Muresan, D. Yuksel, C. Leguijt and W. Kloek. 1998. Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology* 9: 13-20.

Robert, E.H. 1973. Predicting the Storage Life of Seed. Seed Science and Technology. 1: 499-514.

Ryynänen, S. 1995. The electromagnetic properties of food materials: A review of the basic principles. *Journal of Food Engineering* 26: 409–429.

Theanjumpol, P., S. Thanapornpoonpong, E. Pawelzik and S. Vearasilp. 2007. Milled rice physical properties after various radio frequency heat treatments. Deutcher Tropentag 2007, Stuttgart-Hohenheim, Germany.

Thomson, J.R. 1979. An Introduction to seed Technology. Course Director in Seed Technology the Edinburgh School of Agriculture. 252 p.

Wang, S., J. Tang, J.A. Johnson, E. Mitcham, J.D. Hansen, G. Hallman, S.R. Drake and Y. Wang. 2003. Dielectric properties of fruits and insect pests as related to radio frequency and microwave treatments. *Biosystems Engineering* 85(2): 201-212.

Wolfgang, L. 2003. Use of microwave and radio frequency for drying purposes. Institute of Agricultural Engineering. Georg-Augugust-University, Goettingen, 40 p.