

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพบางประการของเมล็ดสะเดาจากอุณหภูมิในการอบแห้ง

Quality Changes of Neem Seed from Drying Temperature

อัญชลี สงวนพงษ์

Unchalee Sanguanpong

ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป คณาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปทุมธานี 12110

Department of Postharvest Technology and Processing, Faculty of Agricultural Engineering And Technology, Rajamangala Institute of Technology, Patumtani 12110

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาการใช้อุณหภูมิระดับต่าง ๆ ในการอบแห้งเมล็ดสะเดาที่ 60° , 75° และ 90° ซ เปรียบเทียบกับวิธีควบคุม 2 วิธีคือการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ และการตากแห้งร่วมกับการอบที่ 60° ซ ที่มีต่อลักษณะสีของเมล็ดพบว่า อุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดระดับต่าง ๆ ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความสว่าง (Lightness/ L-value) และค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b-value) ในขณะที่อุณหภูมิมีผลต่อค่าสีแดง-เขียว (a-value) โดยที่วิธีการที่ใช้เป็นตัวควบคุมมีค่าสี ค่อนไปทางสีเขียว แต่การอบเมล็ดด้วยอุณหภูมิสูงจะได้ค่าสีค่อนไปทางสีแดง นอกจากนี้อุณหภูมิในการอบแห้งมีผลทำให้ได้ปริมาณสารสกัดในรูปน้ำมันสูงกว่าวิธีการที่ใช้เป็นตัวควบคุมทั้งสองวิธีและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่อุณหภูมิในการอบแห้งไม่มีผลต่อการสกัดสารซึ่งเป็นส่วนที่มีสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินออกจากเมล็ดสะเดาหรือสารสกัดเมทานอล

การตรวจวัดปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินโดยใช้เครื่อง HPLC พบว่า ปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินในเมล็ดสะเดาในทุกวิธีการไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีควบคุมทั้งสองวิธี นอกจากนี้การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดทำให้เวลาที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดสะเดาลดลงอย่างชัดเจน โดยที่การตากแดดร่วมกับการอบแห้ง 60° ซ ต้องใช้เวลานาน 16 ชั่วโมง แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งขึ้นไปเป็น 75° และ 90° ซ จะทำให้เวลาในการอบแห้งสั้นลงเหลือเพียง 6 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ

ABSTRACT

Effect of different drying temperatures of neem seed at 60°, 75° and 90°C on the physical property such as seed color was studied and compared with two traditional methods such as sunlight and sunlight plus drying at 60 °C. It showed that the lightness (L-value) and b-value were not influenced by drying temperature, whereas it was significantly effected on the a-value. Compare with traditional methods in which the neem seeds were green color, the seed were nearly red-brown by increasing temperature.

Different drying temperatures had influenced on quantity of neem oil-based extract and significantly more yield than both of traditional methods. On the contrary, the different drying temperatures had not influenced on quantity of methanol extract which contains the active ingredient azadirachtin. Measuring the azadirachtin content by using HPLC technique indicated that the azadirachtin content in neem seed kernel was not affected by increasing temperature, and statistical difference between treatments was not found. Furthermore, the drying time to reduce the moisture content in neem seed kernel was drastically reduced

by increasing temperature. While drying temperature at 75° and 90°c could reduce drying time to 6 and 4 hours respectively, it was founded that drying time in sunlight plus drying at 60 °C was 16 hours.

คำนำ

สารสกัดจากเมล็ดสะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss) สามารถนำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิดและมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชหลายแบบเช่น การมีฤทธิ์เป็นสารไล่แมลง (repellent), ยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant), ยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor) ตลอดจนจนถึงการยับยั้งการวางไข่ของตัวเต็มวัย (Oviposition deterrent) (ขวัญชัย, 2536; Schmutterer, 1990; Schmutterer, 1995) นอกจากนี้สารสกัดจากสะเดายังมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรศัตรูพืชชนิดต่างๆได้อีกด้วย (อัญชลี, 2537; Rajasri *et al.*, 1991, Sanguanpong and Schmutterer, 1992, Mansour and Ascher, 1995)

การสกัดสารจากเมล็ดสะเดาโดยทั่วไปนิยมใช้ผล เมล็ด หรือเฉพาะเนื้อในของเมล็ดสะเดาตากแห้งมาสกัดด้วยน้ำหรือแอลกอฮอล์ เช่น เอทานอล (ethanol), เมทานอล (methanol) ฯลฯ น้ำหรือแอลกอฮอล์เป็นตัวสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชที่มีชื่อว่า Azadirachtin ($C_{36}H_{44}O_{16}$) ซึ่งเป็นสารพวก Limonoid หรือ Tetranortriterpenoid (งามผ่อง, 2536) ส่วนของผล เมล็ด หรือเฉพาะเนื้อในของเมล็ดสะเดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบควรตากให้แห้งสนิทเพื่อหลีกเลี่ยงการเข้าทำลายของเชื้อราและการเน่า ซึ่งอาจมีผลทำให้สารอะซาไดแรคตินเสื่อมสลายตัวได้ง่าย (Hellpap and Dreyer, 1995) โดยทั่วไปในการตากแห้งหรืออบแห้งเมล็ดสะเดาของเกษตรกรภายในประเทศเกษตรกรจะนำเอาผลสะเดาสุกและแก่จัดที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นดินมาปับหรือบั่นเอาส่วนเนื้อของผลออกจนเหลือแต่เมล็ด หลังจากนั้นจึงนำเอาเมล็ดที่ได้ไปล้างน้ำให้สะอาด แล้วจึงนำเอาไปผึ่งลมหรือตากแดดให้แห้ง ถ้าแดดดีสามารถตากให้แห้งได้ภายใน 1 วัน (ขวัญชัย, 2536) เนื่องจากสารอะซาไดแรคตินเป็นสารที่สลายตัวได้ง่ายในสภาพธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอุณหภูมิเกิน 60 °ซ (Ermel *et al.*,1987) ดังนั้นอุณหภูมิในกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการภายหลังการเก็บเกี่ยวเช่น ขบวนการตากแห้งหรืออบแห้งเมล็ด อุณหภูมิในการอัดบีบน้ำมันสะเดา ตลอดจนอุณหภูมิในการสกัดสารจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้สารออกฤทธิ์ อะซาไดแรคตินเสื่อมสลายตัวได้ จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาจึงควรเป็นอุณหภูมิที่ไม่ทำให้อุณหภูมิภายในเนื้อเมล็ดสูงเกิน 60 °ซ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้สารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินสลายตัว อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการตากแห้งผลผลิตทางการเกษตรควรจะต่ำกว่าค่าสูงสุดของอุณหภูมิที่จะมีผลต่อการนำผลผลิตนั้น ๆ ไปใช้ประโยชน์ (ศูนย์อบรมและวิจัยปิโตรเคมี, 2537) นอกจากนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการตากแห้งเมล็ด ยังขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ในการตากแห้งอีกด้วยกล่าวคือ ถ้าใช้อุณหภูมิสูงควรใช้เวลานั้น ๆ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำก็ควรใช้เวลานาน ๆ ซึ่งการใช้อุณหภูมิสูงจะมีผลเสียต่อผลผลิต โดยทำให้เมล็ดเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์โดยเกิดการแตกร้าวได้ (Brooker *et al.*,1974)

การค้นคว้าวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาที่มีลักษณะคุณภาพบางประการเช่น ความสามารถในการให้ผลผลิตสารสกัด และสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินจากเมล็ดสะเดา ตลอดจนลักษณะทางกายภาพเช่นลักษณะสีซึ่งเป็นดัชนีหนึ่งในการกำหนดคุณภาพของเมล็ดสะเดา ทั้งนี้เพื่อที่จะทำให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ดีสำหรับขบวนการผลิตหรือเหมาะต่อการเก็บรักษาไว้ใช้ต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างองค์ความรู้ที่เป็นพื้นฐานเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตทางการเกษตรเช่น อุตสาหกรรมการผลิตสารสกัดจากสะเดาภายในประเทศ และนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตอีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดสะเดาตากแห้ง 1 แดง (ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 60.44%)
2. ตู้อบแห้งเมล็ดพันธุ์ (Hot air oven)
3. เครื่องกะเทาะเมล็ด (Husker)
4. เครื่องบดเมล็ด (Blender)
5. เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic stirrer)
6. เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น ปีกเกอร์, กระจกตวง, กรวยแยก ฯลฯ
7. สารเคมีเช่น เฮกเซน (Hexane); เมทานอล (Methanol);
8. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณสารโดยอาศัยหลักการ HPLC (High Performance Liquid Chromatography)
9. เครื่องวัดสี (Colorimeter)

วิธีการ

1. การอบแห้งเพื่อลดความชื้นจากเมล็ด

- 1.1 ชั่งน้ำหนักเมล็ดสะเดาตัวอย่างละ 100 กรัม
- 1.2 นำไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้น (% Initial Moisture Content) โดยวิธีทางตรง (Direct method) เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการลดความชื้นจากเมล็ดสะเดา
- 1.3 นำตัวอย่างแต่ละอันไปทำการอบแห้งเพื่อลดความชื้นในเมล็ดให้เหลือเพียง 14% โดยใช้อุณหภูมิในการอบแต่ละที่ที่แตกต่าง ๆ กัน คือ 60 °, 75 ° และ 90 °ซ ตามลำดับ โดยมีวิธีควบคุม (Control) คือ การตากแดด 1 แดง (นานประมาณ 8 ชม.) และตากแดด 1 แดง แล้วจึงนำไปอบที่ 60 °ซ
- 1.4 เมื่อลดความชื้นจากเมล็ดได้ตามความต้องการจึงนำเมล็ดที่ได้ไปทำการสกัดเพื่อหาปริมาณผลิตภัณฑ์

2. การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสะเดา

- 2.1 นำตัวอย่างเมล็ดสะเดาที่ได้จากข้อ 1 ตัวอย่างละ 30 กรัม มาบดหรือปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเมล็ด
- 2.2 ใส่เมล็ดสะเดาบดละเอียดลงในปีกเกอร์ขนาด 500 มล. แล้วผสมด้วยเฮกเซน 300 มล. จากนั้นจึงนำไปกวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า นาน 2 ชั่วโมงโดยใช้ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที
- 2.3 นำเอาสารผสมที่ได้จากการกวนไปกรองเพื่อแยกเอาส่วนที่เป็นของเหลวออกจากกากสะเดา
- 2.4 ของเหลวที่ได้จากการกรองคือ เฮกเซนที่ละลายเอาน้ำมันออกจากเมล็ดตั้งนั้นเมื่อนำเอาของเหลวที่ได้ไปอบในตู้อบสภาพอุณหภูมิ 45°ซ นาน 12 ชม. จะได้ของเหลวชั้น สีเหลืองใส คือ น้ำมันสะเดา (neem oil)
- 2.5 จัดบันทึกน้ำหนักน้ำมันสะเดาที่ได้ในแต่ละที่ที่เม้นต์

3. การสกัดสารออกฤทธิ์ออกจากเมล็ดสะเดาด้วยเมทานอล

- 3.1 นำเอากากสะเดาที่เหลือจากการสกัดน้ำมันออกมาสกัดด้วย เมทานอล 300 มล. นาน 3 ชม.
- 3.2 กรองเอาของเหลวออกจากกากสะเดา และทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง
- 3.3 นำของเหลวที่ได้จากการสกัดมารวมกัน และนำไปอบที่อุณหภูมิ 45°ซ นาน 12 ชม. ของเหลวที่เหลืออยู่ คือ Methanol extract (MeOH extr.) ซึ่งจะเป็นส่วนที่มีสารออกฤทธิ์ Azadirachtin
- 3.4 จัดบันทึกน้ำหนักของเหลวที่ได้จากการอบแห้งในแต่ละวิธีการ

4. การวัดค่าสีโดย Colorimeter (Frederick, 1991)

4.1 นำตัวอย่างเมล็ดสะเดาที่ได้จากข้อ 1 มาตรวจวัดค่าสีด้วยเครื่อง Colorimeter โดยใส่ตัวอย่างหนา 0.5 ซม ลงในจานแก้ว (petridish) นำไปวางบนเลนส์ที่ต้องการวัดค่าต่าง ๆ

4.2 จดบันทึกข้อมูลค่า L-a-b ที่ใช้เป็นดัชนีหนึ่งในการกำหนดคุณภาพของเมล็ดที่อบแห้งโดยที่ ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (Lightness) ค่า a หมายถึงค่าสีแดง-เขียว ในขณะที่ค่า b หมายถึงค่าสีน้ำเงิน-เหลือง

4.3 นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองที่ได้จัดวางไว้

5. การเตรียมสารตัวอย่างเพื่อตรวจวัดหาค่าปริมาณสารอะซาไดแรคติน

นำสารละลายที่ได้จากการสกัดด้วยเมทานอล (MeOH extract) ซึ่งเป็นส่วนที่มีสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน ละลายอยู่ผสมกับเมทานอลเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 900 มล. ดูดสารละลายที่ปรับปริมาตรแล้วมา 1 มล. ผสมกับเมทานอลให้เป็น 10 มล. นำสารละลายที่ได้ไปกรองผ่านเมมเบรนฟิลเตอร์ (0.5 μm) สารละลายที่ได้ใช้เป็นสารตัวอย่าง เพื่อการตรวจวัดและวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน

6. การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน

นำสารละลายที่ได้จากข้อ 5 มาตรวจหาปริมาณสารอะซาไดแรคตินโดยเครื่อง HPLC (Jasco Tri Rotar SR) ภายใต้เงื่อนไขการทำงานคือ column 250 mm x 4 mm, packing ODS 2 Spherisorb (Merck), flow 0.5 ml/min, detection UV 210 nm, sample loop $\text{CH}_3\text{CN} : \text{H}_2\text{O}$ (40:60) และ column oven temp. 40 °c

ผลและวิจารณ์

วิธีการที่ 1. ผลการวัดค่าสี (L-a-b value)

ผลจากการอบแห้งเมล็ดที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กันพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดจะทำให้ค่าสีแดง-เขียว (a-value) เพิ่มมากขึ้นกล่าวคือลักษณะของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดงเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 90 °ซ เมล็ดสะเดาจะมีสีน้ำตาลปนแดงและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทุกวิธีการ ส่วนการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60° และ 75° ซ มีค่าสีแดง-เขียว (a-value) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการตากแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์ซึ่งเมล็ดสะเดายังคงมีสีเขียวเข้ม ในขณะที่ทั้งสองวิธีเมล็ดสะเดามีค่าสีแดง-เขียวไม่แตกต่างจากการตากแดดรวมกับการอบที่อุณหภูมิ 60° ซ อย่างไรก็ตามการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L-value) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b-value) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

Table 1 Difference drying temperatures of neem seed affected to L- a- b-value

Temperature(°C)	L -value	a- value	b -value
sunlight	20.56 a ¹	0.39 a	6.36 a
sunlight+ 60 °c	25.07 a	-1.08 b	6.68 a
60	26.79 a	1.26 b	10.41 a
75	31.19 a	2.81 b	12.61 a
90	38.06 a	3.46 c	15.84 a

1 Within column , means followed by a common letter are not significantly different at p= 0.05 , according

วิธีการที่ 2. ผลต่อความสามารถในการสกัดสารรูปน้ำมันและสารสกัดเมทานอล

ตารางที่ 2 แสดงผลการสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดสะเดาโดยใช้เฮกเซนและเมทานอลเป็นตัวทำละลายอินทรีย์พบว่า เมล็ดสะเดาที่ตากแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์ให้ผลผลิตในรูปน้ำมันสะเดาเพียง 4.66 กรัม จากน้ำหนักเมล็ดสะเดาเริ่มต้น 30 กรัมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก 15.53 % เมื่อเทียบกับการตากแห้งร่วมกับการอบที่อุณหภูมิ 60 °ซ จะให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสะเดา 17.76 % ส่วนการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดจะทำให้ความสามารถในการสกัดเอาส่วนที่เป็นน้ำมันออกจากเมล็ดมากขึ้นและแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการอบเมล็ดที่อุณหภูมิ 90 °ซ จะได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุดคือ 33.33 % รองลงมาคือการใช้อุณหภูมิ 75 °ซ ให้ผลผลิตน้ำมันสะเดา 26.66 % ในขณะที่การอบแห้งเมล็ดด้วยอุณหภูมิ 60 °ซ ให้ค่าผลผลิตน้ำมันสะเดาคิดเป็นร้อยละ 21.10 และไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการใช้แสงแดดและการตากแห้งร่วมกับการอบที่อุณหภูมิ 60 °ซ

การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาระดับต่างๆ ที่มีต่อปริมาณสารสกัดที่ได้ในรูปสารสกัดเมทานอลพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดทำให้ผลผลิตของสารสกัดเมทานอลในเชิงปริมาณของแต่ละวิธีแตกต่างกัน โดยที่การตากแดดเมล็ดสะเดาแล้วอบที่อุณหภูมิ 60 °ซ ให้ปริมาณสารสกัดสูงสุดคือ 6 กรัมหรือคิดเป็นร้อยละ 20 รองลงมาคือการอบแห้งที่อุณหภูมิ 90°, 75°, 60 °ซ ให้ปริมาณร้อยละของสารสกัด 11.10, 8.86 และ 8.86 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติต่อปริมาณสารสกัดที่ได้ในรูปสารสกัดเมทานอลในแต่ละวิธีการ อย่างไรก็ตามเมื่อนำปริมาณผลผลิตสารสกัดทั้งสองชนิดมารวมกันพบว่าทุกวิธีการไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติ

Table 2 Effects of difference seed drying temperatures on neem product in term of methanol extract and oil-based extract

Temperature (°C)	quantity of (g)		percentage of (%)		Total product (%)
	oil-based extr. ¹⁾	MeOH-extr. ²⁾	oil-based extr.	MeOH-extr.	
sunlight	4.66 a ³⁾	3.00 a	15.33 a	10.00 a	25.33 a
sunlight + 60°C	5.33 a	6.00 a	17.76 a	20.00 a	37.76 a
60°C	6.33 a	2.66 a	21.10 a	8.86 a	29.96 a
75°C	8.00 b	2.66 a	26.66 b	8.86 a	35.52 a
90°C	10.00 b	3.33 a	33.33 b	11.10 a	43.33 a

$$^1) \% \text{ oil-based extract} = \frac{\text{weight of neem oil} * 100}{\text{initial weight of neem seed}}$$

$$^2) \% \text{ Methanol extract} = \frac{\text{quantity of Methanol extract} * 100}{\text{initial weight of Methanol extract}}$$

³⁾ Within column, means followed by a common letter are not significantly different at $p = 0.05$, according to Duncan's New Multiple Range Test

วิธีการที่ 3. ผลต่อปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินในเมล็ดสะเดา

การตรวจวัดปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินในเมล็ดสะเดาที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60°, 75° และ 90°ซ พบว่าปริมาณสารมีค่าเป็น 3.039 , 4.755 และ 4.131 ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อในเมล็ดตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุมคือการอบแห้งเมล็ดโดยการตากด้วยแสงอาทิตย์ และวิธีการตากด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับการอบที่ 60°ซ มีปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินในเมล็ด 2.547 และ 3.072 ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อในเมล็ดตามลำดับรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3

อย่างไรก็ตามการอบแห้งเมล็ดสะเดาจากความชื้นเริ่มต้น 60.44% ให้ลดลงเหลือความชื้น 14% โดยการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจะทำให้เวลาที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดสะเดาล้นลงอย่างชัดเจน โดยที่การลดความชื้นจากเมล็ดสะเดาโดยการอบด้วยอุณหภูมิ 60 °ซ ต้องใช้เวลาในการอบแห้งนาน 21 ชั่วโมง ในขณะที่การเพิ่มอุณหภูมิเป็น 75° และ 90°ซ ทำให้เวลาในการอบแห้งลดลงเหลือเพียง 6 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ ส่วนการอบแห้งเมล็ดสะเดาโดยการตากด้วยแสงอาทิตย์ 1 แดด ร่วมกับการอบแห้ง 60 °ซ พบว่าใช้เวลาในการอบแห้งเพียง 16 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการอบด้วยอุณหภูมิ 60°ซ เพียงอย่างเดียวจะต้องใช้เวลานานถึง 21 ชั่วโมง กล่าวได้ว่าการตากแดดร่วมกับการอบด้วยอุณหภูมิ 60°ซ จะทำให้สามารถย่นระยะเวลาในการอบแห้งให้สั้นลงได้และยังไม่มีผลต่อปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินด้วย

Table 3 Azadirachtin content in num seed ($\mu\text{g/g}$ seed kernel), drying time (hour) and its dependence on drying temperature

Temperature (°c)	Azadirachtin content ($\mu\text{g/g}$ seed kernel)	drying time (hr)
sunlight	2.547 a ¹⁾	8 *
sunlight + 60°c	3.072 a	16 ²⁾
60°c	3.039 a	21
75°c	4.755 a	6
90°c	4.131 a	4

1), 2) Within column , means followed by a common letter are not significantly different at $p = 0.05$, according to Duncan's New Multiple Range Test

* Drying time (hour) can not be calculated

ผลการทดลองดังที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่าการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดามีผลต่อคุณสมบัติและคุณภาพของเมล็ดสะเดาในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตสารสกัดสะเดาโดยจะทำให้ลักษณะสีของเมล็ดเปลี่ยนแปลงไปกล่าวคือมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของอุณหภูมิในการอบแห้ง นอกจากนี้การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาทำให้สามารถสกัดสารต่าง ๆ ที่ต้องการใช้เป็นผลิตภัณฑ์ออกจากเมล็ดสะเดาได้มากขึ้น โดยสามารถย่นระยะเวลาในการอบแห้งลงได้ และไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติต่อปริมาณสารอะซาไดแรคตินในเมล็ดก่อนการสกัดอีกด้วย

การศึกษาทดลองเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิที่มีต่อความคงตัวหรือสลายตัวของสารอะซาไดแรคตินส่วนใหญ่มักพบว่าอุณหภูมิและแสงอาทิตย์ (UV-light) มีผลโดยตรงต่อการสลายตัวหรือเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณของสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินก่อนหรือหลังการเก็บ (Ermel *et al.*, 1987 ; Singh, 1987 ; Gruber , 1991 ; Wendt, 1992 ; Ermel, 1995) โดยที่ Ermel *et al.*(1987) ได้ทำการทดลองอบเมล็ดสะเดาที่อุณหภูมิระดับต่าง ๆ กันเป็นเวลา 24 ชม. ภายใต้สภาวะความชื้นสูง พบว่าการอบเมล็ดสะเดาโดยใช้อุณหภูมิสูงกว่า 60°ซ นาน 24 ชม. ทำให้เกิดการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณของสารอะซาไดแรคตินโดยทำให้ปริมาณสารอะซาไดแรคตินลดลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามเงื่อนไขการทดลองดังกล่าว (อุณหภูมิและความชื้นสูง) แตกต่างจากการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดสะเดาโดยทั่วไปที่นิยมอบเมล็ดให้แห้งสนิทกล่าวคือลดความชื้นภายในเมล็ดให้ต่ำเพื่อป้องกันมิให้สารอะซาไดแรคตินเสื่อมสลายไปหรือเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารอนุพันธ์อื่น

จากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดสะเดาโดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเมล็ดสะเดาเพื่อลดความชื้นก่อนการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบมีบทบาทสำคัญต่อการผลิตเป็นการค้า จากผลการทดลองชี้ชัดว่าสามารถพัฒนาเทคนิควิธีอบแห้งเมล็ดให้ใช้เวลาสั้นลง โดยได้ปริมาณสารสกัดเพิ่มขึ้นและยังคงรักษาคุณภาพของวัตถุดิบไว้ได้ตามที่ต้องการอีกด้วย อย่างไรก็ตามการนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ในสภาพปฏิบัติจริงน่าจะได้มีการขยายขนาดการทดลองเพื่อทำการทดสอบถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดสะเดาซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการผลิตเพื่อใช้งานโดยเฉพาะและยังขาดแคลนการพัฒนาเพื่อการผลิตเชิงการค้าซึ่งเป็นเรื่องที่ควรทำการศึกษาในขั้นต่อไป

สรุป

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดสะเดาที่ผ่านขบวนการอบแห้งโดยเฉพาะลักษณะสีของเมล็ดสะเดาพบว่าเมื่ออบเมล็ดสะเดาโดยการใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้ลักษณะสีเปลี่ยนแปลงไปโดยจะมีสีแดงน้ำตาลเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ จึงน่าจะมีการศึกษาลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อเป็นพื้นฐานข้อมูลสำหรับงานวิจัยในขั้นต่อไป

การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดามีผลต่อความสามารถในการสกัดสารประเภทน้ำมันออกจากเมล็ดสะเดา ในทางตรงกันข้ามการอบแห้งเมล็ดสะเดาโดยใช้อุณหภูมิต่าง ๆ ไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติต่อการให้ผลผลิตในรูปสารสกัดเมทานอล นอกจากนี้ปริมาณผลผลิตรวม (น้ำมันสะเดาและสารสกัดเมทานอล)จากการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสูงกว่าวิธีการที่เกษตรกรนิยมใช้กันโดยทั่วไปคือการตากแดดแล้วนำไปอบแห้งที่ 60°ซ ผลการทดลองดังกล่าวนี้นับว่าจะเป็นพื้นฐานข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตสารสกัดสะเดาซึ่งสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำมันสะเดาในรูปของสารป้องกันและกำจัดไรศัตรูพืช และการใช้สารสกัดเมทานอลเป็นสารป้องกันและกำจัดแมลง ดังนั้นหากมีขบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่จะกระตุ้นให้สามารถสกัดเอาสารต่าง ๆ ออกจากเมล็ดได้มากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตสูงขึ้น และคุ้มค่ากับการลงทุนมากขึ้นด้วย

การศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาที่มีต่อปริมาณสารอะซาไดแรคตินในเมล็ดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในขบวนการผลิตสารสกัดเพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืชพบว่า การอบแห้งเมล็ดโดยการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดให้สูงขึ้นเป็น 75° และ 90° ซ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือการสลายตัวของสารอะซาไดแรคตินในเมล็ดก่อนการนำไปสกัด นอกจากนี้ยังทำให้สามารถย่นระยะเวลาในการอบแห้งเหลือเพียง 4-6 ชั่วโมง โดยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่เกษตรกรทั่วไปนิยมใช้คือตากแห้ง 1 แดด ร่วมกับการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ

ซึ่งต้องใช้เวลาในการอบแห้งเมล็ดนานถึง 16 ชม. หรือการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60°C เพียงอย่างเดียวใช้เวลาในการอบแห้ง 21 ชั่วโมงจึงจะลดความชื้นในเมล็ดให้เหลือ 14%

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณคุณอรพรรณ ต้นสกุล ผู้จัดการหจก. รังสิตเศรษฐกิจการเกษตรที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยคุณ นอกจากนี้ใคร่ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญญฤทธิ์ สายั้มพล รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารอะซาไดแรคติน และคุณสมนึก พรหมแดง เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจวิเคราะห์สารในการทดสอบครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญชัย สมบัติศิริ, 2536. คำแนะนำการใช้สารสกัดสะเดาป้องกันกำจัดแมลง, น. 1-8. ใน การใช้สารสกัดจากพืชทดแทนการใช้เคมีภัณฑ์ทางการเกษตร. เอกสารทางวิชาการโครงการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กระทรวงศึกษาธิการ. 98 น.
- งามผ่อง คงคาทิพย์, 2536. เคมีของสะเดาและวิธีการสกัดสารจากสะเดา. น. 9-20. ใน การใช้สารสกัดจากพืชทดแทนการใช้เคมีภัณฑ์ทางการเกษตร. เอกสารทางวิชาการโครงการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กระทรวงศึกษาธิการ. 98 น.
- ศูนย์อบรมและวิจัยปิโตรเคมี, 2537. Design and Operation of industrial dryers. เอกสารประกอบการสัมมนา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 246 น.
- อัญชลี สงวนพงษ์, 2537.. น้ำมันสะเดาข้าง/-อินเดีย : ศักยภาพในการป้องกันและกำจัดไรแดงสองจุดในระยะตัวเต็มวัย. การประชุมทางวิชาการประจำปีครั้งที่ 32. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- Brooker , D.B. , F.W., Bakler-Arkema and C.W., Hall. 1974. Drying cereal grain. The AVI Publishing Company , Inc., Westport, Connecticut.
- Ernel, K. 1995. Azadirachtin content of neem seed kernels from different regions of the world. *In* H. Schmutterer (Ed.) The Neem Tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other Meliaceae Plants. VCH Publishers Inc., New York, USA. : 89-92.
- Ernel, K., E. Pahlich and H.Schmutterer. 1987. Azadirachtin content of neem kernels from different geographical locations, and its dependence on temperature, relative humidity and lights. *In* H. Schmutterer and K.R.S. Ascher (Ed.). Proc. 3rd Int. Neem conf., Nairobi :171-184.
- Frederick, J.F. 1991. Color Measurement and Interpretation. *In* Fung, D. Y. C. and Matthews, R.F. (Ed.) Instrumental methods for quality assurance in foods. Marcel Dekker, Inc. ASQC Quality Press. New York. :189-209.
- Hellpap, C. and M. Dreyer. 1995. Neem products for pest management, practical results of Neem application against arthropod pests, and probability of development of resistance. *In* H. Schmutterer (Ed.). The Neem Tree *Azadirachta indica* A.Juss. and other Meliaceae Plants. VCH Publishers Inc., New York, USA. : 367- 375.
- Gruber, A.K. 1991. Wachstum, Fruchtertrag und Azadirachtin gehalt der Samen von *Azadirachta indica*

- A.Juss auf verschiedenen Standorten in Nicaragua. Doctor thesis, Technical Univ.of Berlin, Germany
- Mansour, F.A. and K.R.S. Ascher. 1995. Acarina, mites. *In* H. Schmutterer (Ed.). The Neem tree *Azadirachta indica* A.Juss. and other Meliaceous Plants. VCH Publishers Inc., New York, USA. : 161-166.
- Rajasri, M., G. P. V. Reddy, M. M. Krishnamurthy and V. D. Prasad. 1991. Bioefficacy of certain newer insecticides including neem products against chilly pest complex. Indian Cacao, Arecanut and Spices J. 15 : 42-44.
- Sanguanpong, U. and H. Schmutterer. 1992. Laboratory trials on the effects of neem oil and neem-seed based extracts against the two - spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychidae). J. of Plant Diseases and Protection, 99(6) : 637-646 .
- Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree *Azadirachta indica*. Ann. Rev. of Entomology 35 : 271-297.
- Schmutterer, H. and T. Freres. 1990. Influence of neem oil on metamorphosis, color and behavior of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk), and the African migratory locust, *Locusta migratoria migratoriodes* (R.&F.). Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten and Pflanzenschutz. 97 (4) : 431-438.
- Schmutterer, H. 1995. The Neem Tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other Meliaceous Plants. VCH Publishers Inc., New York, USA.
- Singh, R.P. 1987. Comparison of antifeedant efficacy and extract yields from different parts and ecotypes of neem (*Azadirachta indica* A.Juss) tree. Proc.3rd Int. Neem Conf., Nairobi. : 185-194.
- Wendt, U. 1992. Untersuchungen zur Anwendung einfacher Niemprodukte gegen Schaedlinge an annuellen Kulturpflanzen in der Kuestenprovins Manabi, Ecuador. Doctor thesis, University of Giessen, Germany