ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสกัดจากเมล็ดสะเดาและอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ด

อัญชลี สงวนพงษ์ [1], จรัญ ลิขิตรัตนพร [1], พนิดา บุษปฤกษ์ [1], อรรถพล นุ่มหอม [2]

Relationship between quantity of neem extracts and seed drying temperature

Unchalee Sanguanpong[1], Charun Likitratanaporn[1], Phanida Busaparoek[1], Atthapol Noomhorm [2]

ABSTRACT

The study on different drying temperatures of neem seed at 60°, 75° and 90°C compared with conventional methods such as sunlight and sunlight plus drying at 60 °C /18 hours was founded that different drying temperatures had influenced on quantity of neem oil from extraction. Drying at 75 ° and 95 °C showed significantly better yield than both of conventional methods. The quantity of neem oil were 8.00, 10.00 , 4.66 and 5.33 g respectively. Only 6.33 g was recieved by drying at 60° C. On the other hand the different drying temperature had not influenced on quantity of polar compounds in the methanol extract which contains the active ingredient azadirachtin.

To Study on the physical property such as the difference of color by using calorimeter after Judd-Hunter L-a-b-solid method, the lightness (L-value) and b-value were not influenced by drying temperature, whereas it had significantly effected on the a-value. Compare with conventional methods in which the neem seeds were green color, the seed were nearly red by high temperature. By drying at 90 ° C the color were signficantly difference from sunlight and sunlight plus drying at 60 ° C/18 hrs.

บทคัดย่อ

การศึกษาการอบแห้งเมล็ดสะเดาโดยใช้อุณหภูมิระดับต่าง ๆ กัน คือ 60 °, 75 ° และ 90 °C เปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้เป็นตัวควบคุม 2 แบบ คือ การตากเมล็ดด้วยแสงแดด 1 แดด และวิธีการตากแดด 1 แดด แล้วจึงนำเมล็ดไปอบที่ 60 °C นาน 18 ชั่วโมง ซึ่งเป็นวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติกันโดยทั่วไปนั้น พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดมีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตในรูปน้ำมัน การใช้อุณหภูมิ 75 ° และ 90 °C สามารถทำให้ได้ปริมาณผลผลิตในรูปน้ำมันสะเดาสูงกว่าวิธีการที่ใช้เป็นตัวควบคุมทั้ง 2 แบบและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่น้ำหนักของน้ำมันสะเดาที่ได้จากการสกัดมีค่าเป็น 8.00, 10.00, 4.66 และ 5.33 กรัม ตามลำดับ ส่วนการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ด 60 °C ให้น้ำหนักน้ำมันสะเดา 6.33 กรัม โดยไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ใช้เป็นตัว

---

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพ คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลองหก ปทุมธานี 12100

[2]Agricultural and Food Engeneering Program, Asian Institute of Technology, Patumtani

ควบคุมทั้ง 2 แบบ ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อความสามารถในการสกัดสารประเภทมีขั้ว (polar compouncls) ที่อยู่ในสารสกัดเมทานอล (MeOH-extr) ซึ่งเป็นส่วนที่มีสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน (azadirachtin) ออกจากเมล็ดสะเดา

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพโดยการวัดค่าสีโดยใช้แคลอริ่มิเตอร์ตามวิธี Judd-Hunter L-a-b solid พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดระดับต่าง ๆ ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความสว่าง (Lightness/L-value) และค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b-value) ในขณะที่อิทธิพลของอุณหภูมิมีผลต่อค่าสีแดง-เขียว (a-value) โดยลักษณะสีของวิธีการที่ใช้เป็นตัวควบคุมมีค่ามีค่อนไปทางสีเขียว แต่การอบเมล็ดด้วยอุณหภูมิสูงจะได้ค่าสีค่อนไปทางสีแดง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอบด้วยอุณหภูมิ 90 °C จะได้ค่าสีแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการตากแดด หรือตากแดดแล้วอบที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 18 ชั่วโมง

คำนำ

สะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss) เป็นไม้ยืนต้นที่เราสามารถนำเอาส่วนของผล หรือ เมล็ด มาใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดสารที่สามารถนำมาใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น Lepidoptera , Orthoptera, Coleoptera,Hemiptera ฯลฯ โดยที่สารสกัดจากสะเดามีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลงหลายแบบ ได้แก่ การมีฤทธิ์เป็นสารไล่แมลง (repellent), ยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant), ยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor) ตลอดจนถึงการยับยั้งการวางไข่ของตัวเต็มวัย (Oviposition deterrent) (อัญชลี, 2531, 2537 ก, ข; Schmutterer, 1990; Schmutterer and Freres, 1990; von der Heyde et al, 1984; Warthen, 1989; Sanguanpong and Schmutterer, 1992) การสกัดสารจากเมล็ดสะเดาทำได้โดยนำเอาผลหรือเมล็ดสะเดาตากแห้งหรือเฉพาะเนื้อในของเมล็ดสะเดามาสกัดด้วยน้ำหรือตัวทำละลายชนิดที่มีขั้ว (polar solvents) เช่น น้ำ หรือสารละลายแอลกอฮอล์ เช่น เอทานอล (ethanol), เมทานอล (methanol) ฯลฯ เป็นตัวสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชที่มีชื่อว่า Azadirachtin ($C_{36}H_{44}O_{16}$) ซึ่งเป็นสารพวก Limonoid (Tetranortriterpenoid) และสลายตัวได้ง่ายในสภาพธรรมชาติ (งามผ่อง, 2536)

โดยทั่วไปในการตากแห้งหรืออบแห้งเมล็ดสะเดาของเกษตรกรภายในประเทศเกษตรกรจะนำเอาผลสะเดาสุกและแก่จัดที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นดินมาบีบหรือปั่นเอาส่วนเนื้อของผลออกจนเหลือแต่เมล็ด หลังจากนั้นจึงนำเอาเมล็ดที่ได้ไปล้างน้ำให้สะอาด แล้วจึงนำเอาไปผึ่งลมหรือตากแดดให้แห้ง ถ้าแดดดีสามารถตากให้แห้งได้ภายใน 1 วัน (ขวัญชัย, 2536) เนื่องจากสารอะซาไดแรคตินเป็นสารที่สลายตัวได้ง่ายในสภาพธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอุณหภูมิเกิน 60 ° c ดังนั้นอุณหภูมิในขบวนการต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังการเก็บเกี่ยวเช่นขบวนการตากแห้งหรืออบแห้งเมล็ด อุณหภูมิในการอัดบีบน้ำมันสะเดาตลอดจนอุณหภูมิในการสกัดสารจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้สารออกฤทธิ์เสื่อมประสิทธิภาพได้ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการตากแห้งผลผลิตทางการเกษตรควรจะต่ำกว่าค่าสูงสุดของอุณหภูมิที่จะมีผลต่อการนำผลผลิตนั้น ๆ ไปใช้ประโยชน์ (ศูนย์อบรมและวิจัยปิโตรเคมี, 2537)

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาจึงควรเป็นอุณหภูมิที่ไม่ทำให้อุณหภูมิภายในเนื้อเมล็ดสูงเกิน 60 °c ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้สารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินสลายตัว นอกจากนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการ

ตากแห้งเมล็ดยังขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ในการตากแห้งอีกด้วยกล่าวคือ ถ้าใช้อุณหภูมิสูงควรใช้เวลาสั้น ๆ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำก็ควรใช้เวลานาน ๆ อย่างไรก็ตามการใช้อุณหภูมิสูงจะมีผลเสียต่อผลผลิต โดยทำให้เมล็ดเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์โดยเกิดการแตกร้าวได้ (Brooker et a1.,1974)

อย่างไรก็ตาม การค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิในการตากแห้งเมล็ดสะเดาที่มีผลต่อปริมาณของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาตลอดจนคุณภาพของสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินในเมล็ดสะเดา เพื่อที่จะทำให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ดีในขบวนการผลิตยังไม่มีการรายงานไว้ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตสารสกัดจากสะเดา โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิในการอบแห้งวัตถุดิบที่จะใช้ในขบวนการผลิตจะเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นพื้นฐานส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตทางการเกษตร เช่น อุตสาหกรรมการผลิตสารสกัดจากสะเดาภายในประเทศ และนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตอีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเมล็ดสะเดาเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตสารสกัดจากพืช
2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดที่มีต่อปริมาณสารสกัดที่ผลิตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดสะเดาตากแห้ง 1 แดด
2. ตู้อบแห้งเมล็ดพันธุ์ (Hot air oven)
3. เครื่องกะเทาะเมล็ด (Husker)
4. เครื่องบดเมล็ด (Blender)
5. viewing cabinet พร้อม UV-Lamp ปรับความยาวคลื่น
6. เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic stirrer)
7. เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น บีกเกอร์, กระบอกตวง, กรวยแยก ฯลฯ
8. สารเคมีเช่น เฮกเซน (Hexane); เมทธานอล (Methanol);

วิธีการ

1. การอบแห้งหรือลดความชื้นจากเมล็ด

1.1 ชั่งน้ำหนักเมล็ดตัวอย่างละ 100 กรัม

1.2 นำไปหาเปอร์เซนต์ความชื้นเริ่มต้น (% Initial Moisture Content) โดยวิธีทางตรง (Direct method) เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการลดความชื้นจากเมล็ดสะเดา

1.3 นำตัวอย่างแต่ละอันไปทำการอบแห้งเพื่อลดความชื้นในเมล็ดให้เหลือเพียง 14% โดยใช้อุณหภูมิในการอบแต่ละทรีตเมนต์ต่าง ๆ กัน คือ 60 °, 75 ° และ 90 °C ตามลำดับ โดยมีตัวควบคุม (Control) คือ เมล็ดสะเดาตากแดด 1 แดดและตากแดด 1 แดด แล้วจึงนำไปอบที่ 60 °C นาน 18 ชม.

1.4 เมื่อลดความชื้นจากเมล็ดได้ตามความต้องการจึงนำเมล็ดที่ได้ไปทำการสกัดเพื่อหาปริมาณผลิตภัณฑ์ต่อไป

2. การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสะเดา

2.1 นำตัวอย่างเมล็ดสะเดาที่มีความชื้น 14% ตัวอย่างละ 30 กรัม มาบดหรือปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเมล็ด

2.2 ใส่เมล็ดสะเดาบดละเอียดลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มล. แล้วผสมด้วยเฮกเซน 300 มล. จากนั้นจึงนำไปกวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้านาน 2 ชั่วโมงโดยใช้ความเร็วรอบ 900 รอบต่อนาที

2.3 นำเอาสารผสมที่ได้จากการกวนไปกรองเพื่อแยกเอาส่วนที่เป็นของเหลวออกจากกากสะเดา

2.4 ของเหลวที่ได้จากการกรองคือ เฮกเซนที่ละลายเอาน้ำมันออกจากเมล็ดดังนั้นเมื่อนำเอาของเหลวที่ได้ไปอบในตู้อบสภาพอุณหภูมิ 45°C นาน 12 ชม.จะได้ของเหลวข้น สีเหลืองใส คือ น้ำมันสะเดา (neem oil)

2.5 จดบันทึกน้ำหนักน้ำมันสะเดาที่ได้ในแต่ละทรีตเมนต์

3. การสกัดสารออกฤทธิ์ออกจากเมล็ดสะเดาด้วยเมทานอล

3.1 นำเอากากสะเดาที่เหลือจากการสกัดน้ำมันออกมาสกัดด้วย เมทานอล 300 มล. นาน 3 ชม.

3.2 กรองเอาของเหลวออกจากกากสะเดา และทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง

3.3 นำของเหลวที่ได้จากการสกัดมารวมกัน และนำไปอบที่อุณหภูมิ 45 o c นาน 12 ชม. ของเหลวที่เหลืออยู่คือ Methanol extract (MeOH extr.) ซึ่งจะเป็นส่วนที่มีสารออกฤทธิ์ Azadirachtin

3.4 จดบันทึกน้ำหนักของเหลวที่ได้จากการอบแห้งในแต่ละทรีตเมนต์

4. การวัดค่าสีโดย Colorimeter (Fung and Matthews, 1991)

4.1 นำตัวอย่างเมล็ดสะเดาบด วัดค่าสีโดยใช้ Colorimeter โดยเตรียมตัวอย่างหนา 0.5 ซม ใส่ลงในจานแก้ว (petridish) นำไปวางบนเลนส์ที่ต้องการวัดค่าต่าง ๆ

4.2 จดบันทึกข้อมูล ค่า L-a-b ที่ได้จากการตรวจวัด และและนำค่าที่ได้ไป

4.3 วิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองที่ได้จัดวางไว้

ผลการทดลอง

1. <u>ความสามารถในการให้ผลผลิตในรูปน้ำมันสะเดา</u>

ผลการทดลองสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดสะเดาโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ พบว่าเมล็ดสะเดาที่ตากแห้งโดยใช้แสงแดด 1 แดด ให้ผลผลิตในรูปน้ำมันสะเดาเพียง 4.66 กรัม จากน้ำหนักเมล็ดสะเดาเริ่มต้น 30 กรัมคิดเป็นเปอร์เซนต์น้ำหนัก 15.53 % เมื่อเทียบกับการตากแห้ง 1 แดด แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °c นาน 18 ชั่วโมง จะให้เปอร์เซนต์น้ำมันสะเดามากกว่า คือ 17.76 % การใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้งเมล็ดจะทำให้ความสามารถในการสกัดเอาส่วนที่เป็นน้ำมันออกจากเมล็ดดีขึ้นและแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยการอบเมล็ดที่อุณหภูมิ 90 °c จะได้เปอร์เซนต์น้ำมันสูงที่สุดคือ 33.33 % รองลงมาคือการใช้อุณหภูมิ 75 °c ให้ผลผลิตน้ำมันสะเดา 26.60 % ในขณะที่การอบแห้งเมล็ดด้วยอุณหภูมิ 60 °C ให้ค่าผลผลิตน้ำมันสะเดาไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ใช้เป็นตัวควบคุมทั้ง 2 แบบ โดยให้ผลผลิตน้ำมันสะเดา คิดเป็นร้อยละ 21.10 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

<u>Table 1</u> Effects of seed drying temperature on quantity of neem product in term of neem oil

Temperature(^{O}C)	quantity of neem oil (g)	percentage of neem oil (%)[1]
sunlight	4.66 a [2]	15.33 a
sunlight+ 60 ^{O}c/18 hrs.	5.33 a	17.76 a
60	6.33 a	21.10 a
72	8.00 b	26.66 b
90	10.00 b	33.33 b

1 % neem oil = <u>weight of neem oil * 100</u>
initial weight of neem seed

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

2. <u>ผลผลิตในรูปสารสกัดเมทานอล (MeOH-extr.)</u>

ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาระดับต่างๆ ที่มีต่อปริมาณสารสกัดที่ได้ในรูปสารสกัดเมทานอล จากผลการทดลองพบว่า การอบแห้งเมล็ดสะเดาที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ ไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติกับทรีตเมนต์ควบคุม อย่างไรก็ตามผลผลิตของสารสกัดประเภทมีขั้ว (MeOH-extr.) ในเชิงปริมาณของแต่ละทรีตเมนต์มีความแตกต่างกันโดยที่การตากแดดเมล็ดสะเดาแล้วอบที่อุณหภูมิ 60 ° C นาน 18 ชั่วโมง ให้ปริมาณสารสกัดสูงสุดคือ 6 กรัม รองลงมาคือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 ° C ให้ริมาณสารสกัด 6.33 กรัม

Table 2 Quantity of methanol extract recieving from different drying temperatures of neem seed

Temperature(^{O}C)	quantity of methanol extract (g)	percentage of methanol extract(%)[1]
sunlight	3.00 ns	10.00
sunlight+ 60 ^{O}c/18 hrs.	6.00 ns	20.00
60	2.66 ns	8.86
72	2.66 ns	8.86
90	3.33 ns	11.10

1 %Methanol extract = $\frac{\text{quantity of Methanol extract} * 100}{\text{initial weight of Methanol extract}}$

3. ผลต่อค่า L-a-b

ผลจากการอบแห้งเมล็ดที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน พบว่า การใช้อุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดที่สูงขึ้นจะทำให้ค่าสีแดง-เขียว (a-value) เพิ่มมากขึ้นแสดงถึงความเปลี่ยนแปลงของค่าสีเขียวที่ลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 90 °C จะมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทุกทรีตเมนต์ โดยเมล็ดสะเดาจะมีสีน้ำตาลปนแดง ในขณะที่ทรีตเมนต์ควบคุมมีสีเขียวต่อค่าความกว้าง (L-value) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน ดังแสดงในตารางที่ 3

Table 3 L, a, b-value of differents drying temperature on neem seed

Temperature(^{O}C)	L -value	a- value	b -value
sunlight	20.56	0.39 a [1]	6.36
sunlight+ 60 ^{O}c/18 hrs.	25.07	-1.08 b	6.68
60	26.79	1.26 b	10.41
72	31.19	2.81 b	12.61
90	38.06	3.46 c	15.84

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

สรุป

จากการทดลองพบว่า การอบแห้งเมล็ดสะเดาโดยใช้อุณหภูมิในระดับต่าง ๆ กันมีผลต่อความสามารถในการสกัดสารประเภทน้ำมันออกจากเมล็ดสะเดา ในทางตรงกันข้ามการอบแห้งเมล็ดสะเดาโดยใช้อุณหภูมิต่าง ๆ ไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติต่อการให้ผลผลิตในรูปสารสกัดเมทานอล อย่างไรก็ตามปริมาณสารสกัดที่ได้จากการสกัดเมล็ดที่อบด้วยอุณหภูมิสูง 90°c จะมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าการสกัดเมล็ดที่ตากแดดเพียง 1 ครั้ง และตากแดดพร้อมอบที่ 60°c นาน 18 ชั่วโมง นอกจากนี้ปริมาณผลผลิตรวม (น้ำมันสะเดาและสารสกัดเมทานอล)จากการอบแห้งเมล็ดโดยใช้อุณหภูมิ 75 °c และ 90 °c จะใกล้เคียงหรือสูงกว่าการตากแดดแล้วนำไปอบแห้งที่ 60 °c นาน 18 ชั่วโมง ผลการทดลองดังกล่าวนี้นับว่าจะเป็นพื้นฐานข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตสารสกัดสะเดาซึ่งสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำมันสะเดาในรูปของสารป้องกันและกำจัดไร และสารสกัดเมทานอลสามารถใช้เป็นสารป้องกันและกำจัดแมลง ดังนั้นหากมีขบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่จะกระตุ้นให้สามารถสกัดเอกสารต่าง ๆ ออกจากเมล็ดได้มากขึ้น จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตสูงขึ้น และคุ้มค่ากับการลงทุนมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามคุณภาพของสารสกัดยังเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่น่าจะทำการศึกษาวิจัยค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาขีดความสามารถของการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีและมีผลในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดสะเดาที่ผ่านขบวนการอบแห้งโดยเฉพาะลักษณะสีของเมล็ดสะเดาพบว่า เมื่ออบเมล็ดสะเดาโดยใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้ลักษณะสีเปลี่ยนแปลงไปโดยจะมีสีแดงน้ำตาลเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆที่เกี่ยวข้องได้ จึน่าจะมีการศึกษาลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อเป็นพื้นฐานข้อมูลสำหรับงานวิจัยในขั้นต่อไป

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 วัฒนโสภณ, 2531. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันสะเดาที่มีต่อเพลี้ยจั๊กจั่นสีเขียวข้าวระยะตัวเต็มวัยและตัวอ่อน. การประชุมทางวิชาการประจำปีครั้งที่ 26. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 120-121 น.

อัญชลี สงวนพงษ์, 2537 ก. หมายเหตุในการใช้สารสกัดจากสะเดา. วารสารเกษตรก้าวหน้า. ปีที่ 9 ฉบับที่ 3, 17-25 น.

อัญชลี สงวนพงษ์, 2537 ข. น้ำมันสะเดาช้าง/-อินเดีย : ศักยภาพในการป้องกันและกำจัดไรแดงสองจุดในระยะตัวเต็มวัย. การประชุมทางวิชาการประจำปีครั้งที่ 32. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

Brooker , D.B. , F.W., Bakler-Arkema and C.W., Hall. 1974. Drying ereal grain. The AVI Publishing Company , Inc., Westport, Connecticut.

Fung, D. Y. C. and Matthews, R.F., 1991. Instrumental methods for quality assurance in foods. Marcel Dekker, Inc. ASQC Quality Press. New York. 310 p**.**

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 p.

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-seed oil on metamorphosis, color and behavior of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk), and the African migratory locust, *Locusta migratoria migratariodes* (R.&F.). Zeitschrift fuer Pflanzenkrahkheiten and Pflanzenschutz. 97 (4) : 431-438.

Von der Heyde, J., R. C. Saxena and Schmutterer, 1984. Neem oil and neem extracts as potential insecticide for control of hemipterons rice pests. Schrifteureiche GTZ 1 61.377.

Warthen, Jr., J. D. 1989. Neem (*Azadirachta indica* A.Juss): Organisms affected and reference list update. Proc. of the Entomological Society of Washington. 91 (3): 367-388.

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสกัดจากเมล็ดสะเดา และอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ด

อัญชลี สงวนพงษ์ , จรัญ ลิขิตรัตนพร , พนิดา บุษปฤกษ์ , อรรถพล นุ่มหอม

Relationship between quantity of neem extracts and seed drying temperature

Unchalee Sanguanpong, Charun Likitratanaporn,

Phanida Busaparoek ,Atthapol Noomhorm