

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอะซาไดแรคตินในเมล็ดสะเดา
จากการใช้อุณหภูมิอบแห้งระดับต่างๆ
Quantitative Change of Azadirachtin Content in Neem Seed Kernel
from Difference Drying Temperatures

อัญชลี สงวนพงษ์¹

Unchalee Sanguanpong

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าการใช้อุณหภูมิระดับต่าง ๆ ในการอบแห้งเมล็ดสะเดาที่มีต่อปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน โดยการใช้อุณหภูมิ 60 , 75 และ 90 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับวิธีอบแห้งแบบธรรมดา 2 วิธีคือการตากแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์ และการตากแห้งร่วมกับการอบแห้งเมล็ดที่ 60 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินในเมล็ดสะเดาจากการตรวจวัดโดยใช้เครื่อง HPLC โดยวิธีอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารสูงสุด 4.75 ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อในเมล็ด รองลงมาคือการใช้อุณหภูมิ 90 และ 60 องศาเซลเซียสมีปริมาณสาร 4.13 และ 3.03 ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อในเมล็ด ในขณะที่การใช้การตากแห้งร่วมกับการอบแห้งเมล็ดที่ 60 องศาเซลเซียสและการตากแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์มีปริมาณสาร 3.07 และ 2.54 ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อในเมล็ดตามลำดับ อย่างไรก็ตามผลการใช้อุณหภูมิระดับต่าง ๆ ในการอบแห้งเมล็ดสะเดาต่อปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินในเมล็ดไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติกับวิธีอบแห้งทั้งสองวิธี

ในทางตรงกันข้าม การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาเพื่อลดความชื้นให้เหลือเพียง 14 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เวลาที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดสะเดาลดลงอย่างชัดเจน โดยที่การอบแห้งอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสต้องใช้เวลา 21 ชั่วโมง แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งขึ้นไปเป็น 75 และ 90 องศาเซลเซียส จะทำให้เวลาในการอบแห้งสั้นลงเหลือเพียง 6 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการตากแดดด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียสทำให้เวลาในการอบแห้งลดลงเหลือเพียง 16 ชั่วโมง ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาไม่มีผลต่อปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินในเมล็ดก่อนการสกัดและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและสามารถย่นระยะเวลาในการอบแห้งลงได้อีกด้วย

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป คณาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปทุมธานี 12110

ABSTRACT

The study on azadirachtin content in neem seed kernel affected by different drying temperatures at 60°, 75° and 90°c was compared to the two traditional methods : sunlight (control 1) and sunlight followed by drying at 60°c (control 2). Measuring the azadirachtin content by using High Performance Liquid Chromatography technique indicated that the maximum content was 4.75 $\mu\text{g/g}$ seed kernel in treatment with drying temperature at 75°c. The next in line were 4.13, 3.03 $\mu\text{g/g}$ seed kernel by drying temperature at 90° and 60°c respectively. While the azadirachtin content in control 1 was less than control 2. However, statistical difference between treatments was not found.

On the contrary, the drying time to reduce the moisture content in neem seed kernel to 14 % was drastically reduced by increasing temperature. By 60°c the drying time was 21 hours, while increasing temperature to 75° and 90°c could reduce the time to 6 and 4 hours respectively. Furthermore, it was found that drying time in control 2 was only 16 hours and less than by only drying at 60°c.

It was here shown that by increasing temperature the azadirachtin content in neem seed kernel was not affected, not statistical difference between each treatment and the drying time was also decreased.

บทนำ

ผลการศึกษาวิจัยการใช้สารสกัดสะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss) ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย โดยที่สารสกัดจากสะเดารูปแบบต่างๆ ทั้งสารสกัดแอลกอฮอล์ และสารสกัดประเภทน้ำมันมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงหลายแบบ เช่น การมีฤทธิ์เป็นสารไล่แมลง (repellent), ยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant), ยับยั้งการเจริญเติบโต (growth inhibitor) ตลอดจนการยับยั้งการวางไข่ของตัวเต็มวัย (oviposition deterrent) (Schmutterer, 1990; Schmutterer, 1995; Schmutterer and Freres, 1990) นอกจากนี้สารสกัดจากสะเดายังมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรศัตรูพืชชนิดต่างๆ ได้อีกด้วย (อัญชลี, 2537; Mansour and Ascher, 1995; Rajasri *et al.*, 1991, Sanguanpong and Schmutterer, 1992)

การสกัดสารจากเมล็ดสะเดาโดยทั่วไปนิยมใช้ผล เมล็ด หรือเฉพาะเนื้อในของเมล็ดสะเดาตากแห้ง มาสกัดด้วยน้ำหรือแอลกอฮอล์ เช่น เอทานอล (ethanol), เมทานอล (methanol) ฯลฯ น้ำหรือแอลกอฮอล์เป็นตัวสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชที่มีชื่อว่า Azadirachtin ($\text{C}_{36}\text{H}_{44}\text{O}_{16}$) ซึ่งเป็นสารพวกลิโมนอยด์ (Limonoid) หรือเททรานอร์ไทรเทอร์พีนอยด์ (Tetranortriterpenoid) ส่วนของผล เมล็ด หรือเฉพาะเนื้อในของเมล็ดสะเดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบควรตากให้แห้งสนิทเพื่อหลีกเลี่ยงการเข้าทำลายของเชื้อราและทำให้เกิดการเน่า ซึ่งอาจมีผลทำให้สารอะซา-ไดแรคตินเสื่อมสลายตัวได้ง่าย

(Hellpap and Dreyer, 1995) เนื่องจากสารอะซาไคเรคตินเป็นสารที่สลายตัวได้ง่ายในสภาพธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอุณหภูมิเกิน 60 องศาเซลเซียส (Ermel *et al.*,1987) ดังนั้นอุณหภูมิในขบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังการเก็บเกี่ยวเช่น ขบวนการตากแห้งหรืออบแห้งเมล็ด อุณหภูมิในการอัดบีบน้ำมันสะเดาตลอดจนอุณหภูมิในการสกัดสารจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้สารออกฤทธิ์อะซาไคเรคตินเสื่อมสลายตัวได้ จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาจึงควรเป็นอุณหภูมิที่ไม่ทำให้อุณหภูมิภายในเนื้อเมล็ดสูงเกิน 60 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ออกฤทธิ์อะซาไคเรคตินสลายตัว อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการตากแห้งผลผลิตทางการเกษตรควรต่ำกว่าค่าสูงสุดของอุณหภูมิที่จะมีผลต่อการนำผลผลิตนั้น ๆ ไปใช้ประโยชน์ (ศูนย์อบรมและวิจัยปิโตรเคมี, 2537) นอกจากนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการตากแห้งเมล็ดยังขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ในการตากแห้งอีกด้วยกล่าวคือ ถ้าใช้อุณหภูมิสูงควรใช้เวลาสั้น ๆ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำก็ควรใช้เวลานาน ๆ ซึ่งการใช้อุณหภูมิสูงจะมีผลเสียต่อผลผลิต โดยทำให้เมล็ดเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์โดยเกิดการแตกร้าวได้ (Brooker *et al.*,1974)

การค้นคว้าวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาที่มีผลต่อปริมาณของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาตลอดจนคุณภาพของสารออกฤทธิ์อะซาไคเรคตินในเมล็ดสะเดาเพื่อที่จะทำให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบที่ดีในขบวนการผลิตหรือเหมาะต่อการเก็บรักษาไว้ใช้ต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างองค์ความรู้ที่เป็นพื้นฐานเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตทางการเกษตร เช่น อุตสาหกรรมการผลิตสารสกัดจากสะเดาภายในประเทศ และนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตอีกทางหนึ่งด้วย

วิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. เมล็ดสะเดาตากแห้ง (ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ ~ 60.44)
2. ตู้อบแห้งเมล็ด (hot air oven)
3. เครื่องบดเมล็ด (blender)
4. เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic stirrer)
5. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณสารโดยอาศัยหลักการ HPLC (High Performance Liquid Chromatography)
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก 3 ตำแหน่ง (top loading balance)
7. เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น บีกเกอร์ กระจกบดวง ฟลาสค์ระเหย ฯลฯ
8. สารเคมีเช่น เฮกเซน (hexane) เมทานอล(methanol) ฯลฯ

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างเมล็ดสะเดาอบแห้ง

นำตัวอย่างเมล็ดสะเดาที่ต้องใช้ในการทดสอบไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้นและลดความชื้นให้เหลือ 14 เปอร์เซ็นต์โดยการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิระดับต่าง ๆ ตามทริตเมนต์ที่ได้วางไว้ตามวิธีของอัญชลี และคณะ (2538) ทั้งนี้เมื่อได้ตัวอย่างเมล็ดสะเดาอบแห้งที่ต้องการแล้วจึงนำไปทำการสกัดเพื่อเตรียมตัวอย่างในการตรวจวัดหาปริมาณสารอะซาไดแรคตินในขั้นต่อไป

2. การเตรียมสารตัวอย่างเพื่อตรวจวัดหาค่าปริมาณสารอะซาไดแรคติน

ในการเตรียมสารตัวอย่างเพื่อตรวจวัดหาค่าปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินโดยใช้เครื่อง HPLC นั้น ในขั้นต้นนำเอาเมล็ดสะเดาที่ผ่านการอบแห้งตามข้อ 1 มาสกัดเอาส่วนที่เป็นสารไม่มีขั้ว (non-polar components) ออกจากส่วนที่มีขั้ว (polar components) โดยการสกัดด้วยเฮกเซนจากนั้นจึงนำเอาส่วนกากที่ได้จากการสกัดซึ่งเป็นส่วนที่ไม่มีน้ำมันปนอยู่มาสกัดต่อด้วยเมทานอล สารละลายที่ได้จากการสกัดด้วยเมทานอล (MeOH extract) จะเป็นส่วนที่มีสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินละลายอยู่ (อัญชลี และคณะ, 2538) จากนั้นจึงนำส่วนสารละลายมาผสมกับเมทานอลเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 900 มล. คูณสารละลายที่ปรับปริมาตรแล้วมา 1 มล. ผสมกับเมทานอลให้เป็น 10 มล. นำสารละลายที่ได้ไปกรองผ่านเมมเบรนฟิลเตอร์ (0.5 μm) สารละลายที่ได้ใช้เป็นสารตัวอย่างเพื่อการตรวจวัดและวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 1

3. การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน

นำสารละลายที่ได้จากข้อ 2 มาตรวจสอบหาปริมาณสารอะซาไดแรคตินโดยเครื่อง HPLC (Jasco Tri Rotar SR) ภายใต้เงื่อนไขการทำงานดังนี้

column	250 mm x 4 mm
packing	ODS2 Spherisorb (Merck)
flow	0.5 ml/min
detection	UV 210 nm
sample loop	CH ₃ CN : H ₂ O (40:60)
column oven temp	40 °c

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาทดลองผลการอบแห้งเมล็ดสะเดาโดยใช้อุณหภูมิระดับต่าง ๆ คือ 60 75 และ 90 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม 2 วิธีคือการตากเมล็ดด้วยแสงอาทิตย์ และการตากเมล็ดด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับการอบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสพบว่า การใช้อุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ด 60 75 และ 90 องศาเซลเซียสทำให้ปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคตินในสารสกัดจากเมล็ดมีค่าเป็น 3.03 , 4.75 และ 4.13 ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อในเมล็ดตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุมคือการอบแห้ง

เมล็ดโดยการตากด้วยแสงอาทิตย์ และวิธีการตากด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับนำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียสมี ปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไคแรคตินในเมล็ด 2.54 และ 3.07 ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อในเมล็ดตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

อย่างไรก็ตามการอบแห้งเมล็ดสะเดาจากความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 60.44 ให้ลดลงเหลือความชื้นร้อยละ 14 โดยการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจะทำให้เวลาที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดสะเดาลงอย่างชัดเจน โดยที่ การลดความชื้นจากเมล็ดสะเดาโดยการอบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสต้องใช้เวลาในการอบแห้งนาน 21 ชั่วโมง ในขณะที่การเพิ่มอุณหภูมิเป็น 75 และ 90 องศาเซลเซียสทำให้เวลาในการอบแห้งลดลงเหลือเพียง 6 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ ส่วนการอบแห้งเมล็ดสะเดาโดยการตากด้วยแสงอาทิตย์ 1 แดด ร่วมกับการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียสพบว่าใช้เวลาในการอบแห้งเพียง 16 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการอบด้วย อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเพียงอย่างเดียวจะต้องใช้เวลานานถึง 21 ชั่วโมง กล่าวได้ว่าการตากแดดร่วมกับการอบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจะทำให้สามารถย่นระยะเวลาในการอบแห้งให้สั้นลงได้และยังไม่มี ผลต่อปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไคแรคตินด้วย

จากผลการทดลองดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับผลการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสกัดจากเมล็ดสะเดาและอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดโดยอัญชลี และคณะ (2538) ซึ่งรายงานผลการทดลองไว้ว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาทำให้สามารถสกัดเอาสาร ต่าง ๆ ออกจากเมล็ดสะเดาได้เพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางที่ 2 นอกเหนือจากปริมาณสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่มี สารออกฤทธิ์อะซาไคแรคติน (สารสกัดเมทานอล) ที่ได้จากการอบแห้งเมล็ดด้วยอุณหภูมิ 90 องศา เซลเซียสที่มีปริมาณมากกว่าการใช้อุณหภูมิ 60 และ 75 องศาเซลเซียสแล้ว ปริมาณสารสกัดส่วนที่เป็นน้ำ มันและเปอร์เซนต์ผลผลิตรวมยังมากกว่าด้วยเช่นเดียวกันซึ่งถึงแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติก็ ตาม แต่จากข้อมูลเหล่านี้จะเห็นได้ว่าการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดามีผลต่อคุณสมบัติของเมล็ด สะเดาในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตสารสกัดสะเดาโดยจะทำให้สามารถสกัดสารต่าง ๆ ออกจากเมล็ด สะเดาได้มากขึ้น และสามารถย่นระยะเวลาในการอบแห้งลงได้ นอกจากนี้ยังไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ต่อปริมาณสารอะซาไคแรคตินในเมล็ดก่อนการสกัดอีกด้วย

การศึกษาทดลองเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิที่มีต่อความคงตัวหรือสลายตัวของสารอะซาไค- แรคตินส่วนใหญ่มักพบว่าอุณหภูมิและแสงอาทิตย์ (UV-light) มีผลโดยตรงต่อการสลายตัวหรือเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณของสารออกฤทธิ์อะซาไคแรคตินก่อนหรือหลังการเก็บ (Ermel, 1995; Ermel *et al.*,1987; Gruber, 1991; Singh, 1987; Wendt, 1992;) โดยที่ Ermel *et al.*(1987) ได้ทำการทดลองอบเมล็ดสะเดาที่ อุณหภูมิระดับต่าง ๆ กันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะความชื้นสูง พบว่าการอบเมล็ดสะเดาโดยใช้ อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมงทำให้เกิดการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณของสาร อะซาไคแรคตินโดยทำให้ปริมาณสารอะซาไคแรคตินลดลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามเงื่อนไขการทดลอง ดังกล่าว (อุณหภูมิและความชื้นสูง) แตกต่างจากการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดสะเดาโดยทั่วไปที่นิยมอบ

เมล็ดให้แห้งสนิทแล้วคือ ลดความชื้นภายในเมล็ดให้ต่ำเพื่อป้องกันมิให้สารอะซาไคเรคตินเสื่อมสลายไป หรือเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารอนุพันธ์อื่น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาที่มีต่อปริมาณสารอะซาไคเรคตินในเมล็ดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในขบวนการผลิตสารสกัดเพื่อการป้องกันกำจัดศัตรูพืชพบว่า การอบแห้งเมล็ด โดยการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดให้สูงขึ้นเป็น 75 และ 90 องศาเซลเซียสไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือการสลายตัวของสารอะซาไคเรคตินในเมล็ดก่อนการนำไปสกัด นอกจากนี้ยังทำให้สามารถย่นระยะเวลาในการอบแห้งลงเหลือเพียง 4-6 ชั่วโมง โดยเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่เกษตรกรทั่วไปนิยมใช้คือตากแห้ง 1 แดด ร่วมกับการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสซึ่งต้องใช้เวลาในการอบแห้งเมล็ดนานถึง 16 ชั่วโมง หรือการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเพียงอย่างเดียวใช้เวลาในการอบแห้ง 21 ชั่วโมงจึงจะลดความชื้นในเมล็ดให้เหลือร้อยละ 14 นอกจากนี้ปริมาณสารสกัดชนิดต่าง ๆ ทั้งในรูปสารสกัดประเภทน้ำมันและสารละลายเมทานอลที่ได้จากการอบแห้งมีปริมาณมากขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นด้วย

จากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดสะเดาโดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งเมล็ดสะเดาเพื่อลดความชื้นก่อนการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบมีบทบาทสำคัญต่อการผลิตเป็นการค้า จากผลการทดลองชี้ชัดว่าสามารถพัฒนาเทคนิควิธีอบแห้งเมล็ดให้ใช้เวลาสั้นลง โดยได้ปริมาณสารสกัดเพิ่มขึ้นและยังคงรักษาคุณภาพของวัตถุดิบไว้ได้ตามที่ต้องการอีกด้วย อย่างไรก็ตามการนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ในสภาพปฏิบัติการจริงน่าจะได้มีการขยายขนาดการทดลองเพื่อทำการทดสอบถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดสะเดาซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการผลิตเพื่อใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขาดแคลนการพัฒนาเพื่อการผลิตเชิงการค้าเป็นเรื่องที่ควรทำการศึกษาในขั้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

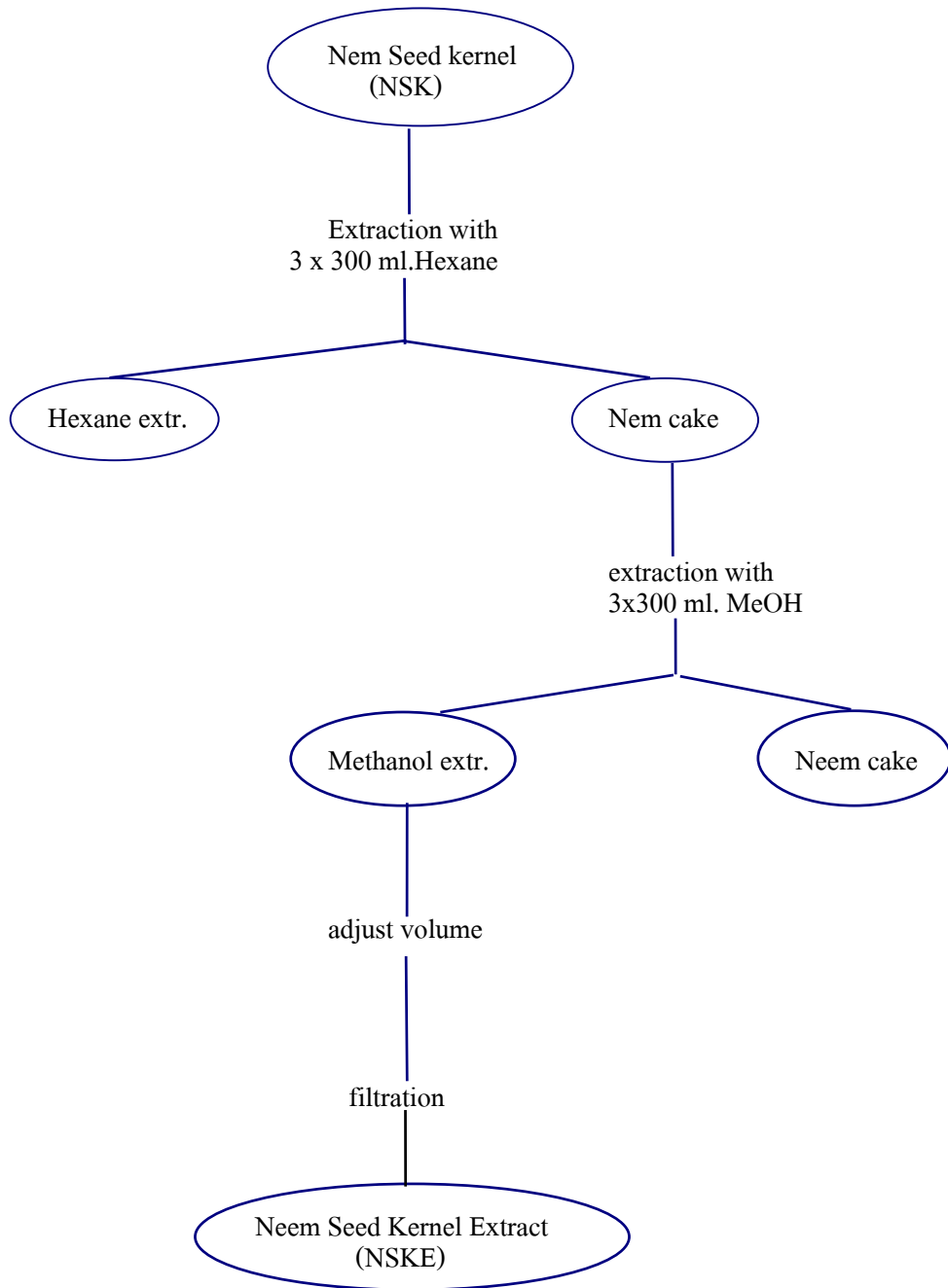
ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญญฤทธิ์ สายัมพล รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐมที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารอะซาไคเรคติน ตลอดจนคุณสมนึก พรหมแดง เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจวิเคราะห์สารในการทดสอบครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ศูนย์อบรมและวิจัยปีโตรเคมี. 2537. Design and Operation of Industrial Dryers. เอกสารประกอบการสัมมนา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 246 น.
- อัญชลี สงวนพงษ์. 2537. น้ำมันสะเดาข้าง/-อินเดีย : ศักยภาพในการป้องกันและกำจัดไรแดงสองจุดในระยะตัวเต็มวัย. การประชุมทางวิชาการประจำปีครั้งที่ 32. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- อัญชลี สงวนพงษ์, จรรย์ ลิขิตรัตนพร, พนิดา บุญปฤกษ์ และอรรรถพล นุ่มหอม. 2538. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารสกัดจากเมล็ดสะเดาและอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ด. ใน การประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13, ลำปาง .
- Brooker, D. B., F. W. Bakler-Arkema and C. W., Hall. 1974 . Drying cereal grain. The AVI Publishing Company , Inc., Westport, Connecticut.
- Ermel, 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.: pp. 89-92.
- Ermel, 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: pp. 171-184.
- 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. : pp. 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 Meliaceae Plants. VCH Publishers Inc., New York, USA. : pp. 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 : pp. 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): pp.637-646 .
- Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree *Azadirachta indica*. Ann. Rev. of Entomology 35 : pp. 271-297.
- . 1995. The Neem Tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other Meliaceous Plants. VCH Publishers Inc., New York, USA.
- 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 migratorioides* (R.&F.). Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten and Pflanzenschutz. 97 (4) : pp. 431-438.
- 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. : pp. 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

ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและการสกัดสารจากเมล็ดสะเดาเพื่อการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารอะซาไดแรคติน



ตารางที่ 1 ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาที่มีต่อปริมาณสารอะซาไดแรคตินในเมล็ดสะเดา (ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อใน) และระยะเวลาในการอบแห้งเมล็ด (ชั่วโมง)

Treatment	Azadirachtin content ($\mu\text{g/g}$ seed kernel)	Drying time (hour)
Sunlight	2.54 a ¹	-
Sunlight + 60 °c	3.07 a	16 b ²
60 °c	3.03 a	21 b
75 °c	4.75 a	6 a
90 °c	4.13 a	4 a

^{1,2} Within a column, means followed by a common letter do not differ significantly at

$p = 0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test

- means that drying time (hour) can not be calculated

ตารางที่ 2 ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งเมล็ดสะเดาที่มีต่อเปอร์เซ็นต์สารที่สกัดได้จากเมล็ดสะเดา
ประเภทต่างๆและปริมาณสารสกัดรวม(ตัดแปลงจาก อัญชลี และคณะ, 2538)

Treatment	Percentage of Extract		Total product (%)
	Oil-based	Methanol	
Sunlight	15.33 a ¹	10.00 a ²	25.33
Sunlight + 60 °c	17.76 a	20.00 a	37.76
60 °c	21.10 a	8.86 a	29.96
75 °c	26.66 b	8.86 a	35.52
90 °c	33.33 b	11.10 a	43.33

^{1,2} Within a column, means followed by a common letter do not differ significantly at $p = 0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test