ผลิตภาพการผลิตสารสกัดสะเดาจากต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชน

PRODUCTIVITY OF NEEM-BASED EXTRACT PROCESSING FROM RIT-PROTOTYPES FOR SMALL SCALE PRODUCTION

อัญชลี สงวนพงษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพ
คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปทุมธานี 12110

บทคัดย่อ: เทคโนโลยีการผลิตสารสกัดสะเดา (*Azadirachta siamensis* Valeton) เพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช เกี่ยวข้องกับกระบวนการ วิธีการและขั้นตอนตลอดจนเครื่องมือแปรรูปผลผลิตเกษตรจำนวนมาก วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาผลิตภาพของกระบวนการผลิตสารสกัดสะเดาโดยใช้เทคโนโลยีการผลิตแยกสารสกัดแบบ dispersed contacting หรือ maceration โดยใช้ต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชนที่สร้างขึ้นโดยคณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลที่ประกอบด้วยเครื่องมือหลัก 2 เครื่องคือเครื่องสกัดแบบถังกวน (agitated extraction vessel) และเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (vacuum evaporator) โดยใช้เฮกเซนและเมทานอลเป็นสารละลายอินทรีย์ในการสกัดสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน ($C_{36}H_{44}O_{16}$) จากเมล็ดสะเดา

การศึกษาเปรียบเทียบผลิตภาพของกระบวนการผลิตสารสกัดสะเดาจากระดับต้นแบบเครื่องมือผลิตและระดับห้องปฏิบัติการพบว่ามีความแตกต่างของผลิตภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปอร์เซ็นต์การสูญเสียสารละลายอินทรีย์ในขั้นตอนต่าง ๆ จากต้นแบบเครื่องมือผลิต ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาและปรับปรุงระบบการผลิตและเครื่องมือผลิตในระดับประยุกต์ต่อไป

ABSTRACT: Processing technology of neem-based extract basically concerns with various operations and equipments. This paper focuses on the productivity of neem processing technology based on dispersed contacting or maceration technique. The agitated extraction vessel and vacuum evaporator with stirring gear are operated for extraction and evaporation process respectively. Hexane and methanol are used as solvents to extract azadirachtin ($C_{36}H_{44}O_{16}$), the main biological active ingredient from neem seed.

The yield of different neem-based extracts obtained by RIT-prototypes for small scale production is comparatively studied with laboratory scale under the same procedures. It is determined that the productivity of certain neem-based extracts from RIT-prototypes is different from laboratory, in particular, percentage of solvent loss (recovery solvents). The datas obtained are discussed for development and improvement of processing and equipments for further study.

KEYWORDS: neem-based extract agitated extraction vessel vacuum evaporator

---

For further details, contact *Assist. Prof. Dr. Unchalee Sanguanpong, Department of Post harvest Technology and Processing Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, Rajamangala Institute of Technology, Patumtani 12110, Thailand. Tel. 0-2549-3360 ; E-mail : unchalee@access.rit.ac.th*

1. บทนำ

เมล็ดสะเดาประกอบด้วยสารออกฤทธิ์สำคัญหลายชนิดเช่น azadirachtin, salannin, meliantriol, nimbin, minbidin, desacetylsalannin ฯลฯ แต่สารออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพต่อการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชมากที่สุด คือ สารอะซาไดแรคติน (azadirachtin; $C_{36}H_{44}O_{16}$) ซึ่งเป็นสารประกอบพวก tetranortriterpenoids และสลายตัวได้ง่ายในธรรมชาติ จากรายงานผลการวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากสะเดามีฤทธิ์ต่อแมลงหลายอันดับเช่น Lepidoptera, Coleoptera, Orthoptera, Homoptera, Hemiptera และ Diptera ฯลฯ ประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชของสารสกัดสะเดามีหลายด้านเช่นเป็นสารไล่แมลง สารยับยั้งการกินอาหาร สารยับยั้งการเจริญเติบโต ลดความสามารถในการวางไข่ของแมลงตัวเต็มวัยรวมถึงลดความสามารถในการฟักของไข่แมลงและไรแดง [1], [2], [3], [4] กระบวนการผลิตสารสกัดจากเมล็ดสะเดาทำได้โดยใช้สารละลายอินทรีย์ชนิดที่มีขั้ว (polar solvents) เช่น น้ำหรือสารละลายอินทรีย์ชนิดแอลกอฮอล์ ได้แก่ เอทานอล (ethanol) , เมทานอล (methanol) ฯลฯ สกัดสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน เนื่องจากสารที่ได้จากการสกัดในขั้นตอนที่ผ่านมายังมีส่วนของน้ำมันสะเดาผสมอยู่เป็นปริมาณมากซึ่งอาจมีผลทำให้เกิดอาการเป็นพิษต่อพืชปลูก (phytotoxicity) ดังนั้นโดยทั่วไปจึงนิยมนำเอาเมล็ดสะเดามาอัดบีบหรือสกัดน้ำมันออกก่อนนำไปสกัดด้วยสารละลายอินทรีย์ดังกล่าว สารสกัดที่ได้จากขั้นตอนสกัดทั้งสองกระบวนการมีส่วนผสมของตัวทำละลายอินทรีย์อยู่มาก ดังนั้นจึงต้องระเหยเอาส่วนตัวทำละลายอินทรีย์ออกจากสารสกัดโดยลดปริมาตรของตัวทำละลายออกจากสารสกัดให้อยู่ในระดับคงที่ระดับหนึ่ง นอกจากนี้ควรผสมปรุงแต่งสารสกัดเพื่อป้องกันไม่ให้สารออกฤทธิ์เสื่อมสลายง่ายตลอดจนผสมสารที่มีฤทธิ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพและยืดอายุในการรักษาสารสกัดสะเดาก่อนนำสารสกัดสะเดาไปเก็บรักษาไว้ก่อนการบรรจุหรือบรรจุเพื่อจำหน่ายต่อไป

ในกระบวนการผลิตสารสกัดสะเดานี้จะใช้ต้นแบบเครื่องมือผลิตสารสกัดสะเดาระดับชุมชนที่ออกแบบและสร้างโดยคณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตรที่ประกอบด้วยเครื่องมือหลัก 2 เครื่องคือเครื่องสกัดแบบถังกวน (agitated extraction vessel) และเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (vacuum evaporator with stirring gear)โดยใช้เฮกเซนและเมทานอลเป็นสารละลายอินทรีย์ในการสกัดสารต่าง ๆ จากเมล็ดสะเดาเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลิตภาพของกระบวนการผลิตสารสกัดสะเดาจากระดับต้นแบบเครื่องมือผลิตสารสกัดสะเดาระดับชุมชนและระดับห้องปฏิบัติการ ตลอดจนศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างวัตถุดิบและตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการสกัด ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในกระบวนการปรับปรุงการผลิตขั้นต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 การผลิตสารสกัดจากต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชน

การสกัดน้ำมันสะเดาและสารสกัดแอลกอฮอล์ (extraction process) เริ่มจากนำเอาเมล็ดสะเดาแห้งมาบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบดเพื่อลดขนาดวัตถุดิบและเพิ่มพื้นที่ผิวในการสกัด นำวัตถุดิบที่ได้มาผสมกับเฮกเซนในปริมาณ 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์(น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ทำการผลิตแยกสารสกัดแบบ dispersed contacting หรือ maceration โดยใช้ต้นแบบเครื่องสกัดแบบถังกวน [5] อุณหภูมิไม่เกิน 55 ° ซ นาน 3 ชั่วโมงตั้งทิ้งไว้ให้อนุภาคของวัตถุดิบตกตะกอน แยกส่วนที่เป็นสารละลายของเหลวที่อยู่ด้านบนเก็บไว้ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการระเหยต่อไป แล้วจึงนำกากที่ตกตะกอนไปสกัดต่อโดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลายภายใต้ข้อกำหนดเดิมในการทำงาน ตั้งทิ้งไว้

ให้อนุภาคของวัตถุดิบตกตะกอนแยกส่วนที่เป็นสารละลายของเหลวเก็บไว้ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการระเหยเช่นเดียวกัน การระเหยสารสกัด (evaporation process) ที่ได้จากการสกัดน้ำมันสะเดาและสารสกัดแอลกอฮอล์โดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศที่ปรับปรุงจากอาทิตย์และอภิรมย์ [6] มีข้อกำหนดในการทำงานคืออุณหภูมิน้ำร้อน 60° ซ น้ำเย็น 10° ซ ความดัน 300 มิลลิบาร์ สารสกัดที่ระเหยเอาเฮกเซนออกจะมีสีเหลืองเข้ม ลักษณะข้นและเหนียวเรียกว่าน้ำมันสะเดา (neem oil) และสารสกัดที่ระเหยเอาเมทานอลออกจะมีสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะข้นเข้มและมีกลิ่นคล้ายกระเทียมสดเรียกว่าสารสกัดสะเดา (neem-based extract) บันทึกน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากกระบวนการสกัดและการระเหยเพื่อนำไปศึกษาเปรียบเทียบผลิตภาพการผลิต

2.2 การผลิตสารสกัดในห้องปฏิบัติการ

การสกัดน้ำมันสะเดาและสารสกัดแอลกอฮอล์ในห้องปฏิบัติการ มีวิธีการสกัดเมล็ดสะเดาเหมือนรายละเอียดดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.1 แต่ใช้เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic stirrer) แทนเครื่องสกัดแบบถังกวนโดยใช้เฮกเซนและเมทานอลเป็นตัวทำละลายอัตราส่วนต่อเมล็ดภายใต้ข้อกำหนดในการทำงานเช่นเดียวกับการผลิตสารสกัดจากต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชน สารละลายของเหลวที่ได้จะนำไปใช้ในกระบวนการระเหยโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary vacuum evaporator) โดยมีข้อกำหนดในการทำงานเช่นเดียวกับการระเหยสารสกัดจากต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชน สารสกัดที่ระเหยเอาเฮกเซนออกจะมีสีเหลืองเข้ม ลักษณะข้นคล้ายน้ำมันพืชทั่วไปเรียกว่าน้ำมันสะเดา (neem oil) และสารสกัดที่ระเหยเอาเมทานอลออกจะมีสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะข้นและมีกลิ่นคล้ายกระเทียมสดเรียกว่าสารสกัดสะเดา (neem-based extract) บันทึกน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากกระบวนการสกัดและการระเหยเพื่อนำไปศึกษาเปรียบเทียบผลิตภาพการผลิต

3. ผลการทดลอง

3.1 การผลิตสารสกัดจากต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชน

การใช้เฮกเซนสกัดน้ำมันจากเมล็ดสะเดาโดยใช้ต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชนทำให้ได้สารละลายน้ำมันสะเดาสีเหลืองใส จากการศึกษาผลิตภาพการผลิตจากการใช้อัตราส่วนวัตถุดิบต่อมวลรวม 30 % พบว่าอัตราส่วนดังกล่าวทำให้มีการดูดซึมเอาสารละลายอินทรีย์เฮกเซนเข้าไปไว้ในวัตถุดิบมากขึ้นโดยที่เปอร์เซ็นต์กากที่ได้มีค่าเท่ากับ 42.00 ± 5.00 และเปอร์เซ็นต์สารละลายที่ได้จากกระบวนการผลิตมีค่าเท่ากับ 55.00 ± 4.58 ในขณะที่การใช้การใช้อัตราส่วนวัตถุดิบต่อมวลรวม 25 % ดูดซึมเอาสารละลายอินทรีย์เฮกเซนเข้าไปไว้ในวัตถุดิบน้อยกว่าโดยมีค่าร้อยละของกากและสารละลายที่ได้จากกระบวนการผลิตเท่ากับ 30.00 ± 0.83 และ 66.94 ± 1.20 ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับการสกัดเมล็ดสะเดาโดยใช้เมทานอลที่ทำให้ได้สารละลายสีน้ำตาลเข้มซึ่งเป็นส่วนที่มีสารออกฤทธิ์ในการป้องกันและกำจัดแมลงอยู่พบว่าการผลิตที่ใช้วัตถุดิบ 30 % ให้สัดส่วนเปอร์เซ็นต์สารสกัดน้ำมันและสารสกัดแอลกอฮอล์จากกระบวนการน้อยกว่ากระบวนการผลิตที่ใช้วัตถุดิบ 25 % ทั้งนี้เพราะวัตถุดิบดูดซึมเอาสารละลายอินทรีย์ไว้มากทำให้ยากต่อการกรองหรือดึงออกโดยใช้วิธีปกติรายละเอียดข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังพบว่าเกิดการสูญเสียเฮกเซนและเมทานอลในระหว่างกระบวนการผลิตอีกด้วย

ตารางที่ 1 ผลิตภาพการผลิตสารสกัดสะเดาจากต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชน

Process	solvent	raw material [1] (%)	solution out [2] (%)	marc out [3] (%)	loss of solvent [4] (%)	recovery solvent [5](%)	resident time (hr.)
Extraction	Hexane	25	66.94 ±1.20	30.00 ±0.83	3.06 ±1.46	-	3
		30	55.00 ±4.58	42.00 ±5.00	3.00 ±1.00	-	3
	Methanol	25	63.60 ±1.59	31.95 ±1.36	4.45 ±0.27	-	3
		30	61.00 ±3.61	36.33 ±3.21	2.67 ± 0.58	-	3
Evaporation	Hexane	25	8.93 ± 0.58	-	11.07 ±0.87	80.00 ±1.13	4
		30	10.42 ± 2.95	-	6.25 ±2.95	83.33 ±5.89	6
	methanol	25	19.56 ±0.95	-	8.00 ±3.60	72.46 ±3.37	5
		30	15.97 ±2.50	-	3.94 ±1.03	80.09 ±1.47	7

[1] raw material (%) = (mass of raw material) *100 ;
total mass

[2] solution out (%) = (weight of extract)* 100 ;
total mass

[3] marc out (%) = (weight of marc)*100
total mass

[4] loss of solvent (%) = (total mass – solution out -marc out)*100
total mass

[5] recovery solvent (%) = (weight of recovery solvent)*100
weight of solvent

เมื่อนำสารสกัดที่ได้จากกระบวนสกัดไปทำการระเหยเอาเฮกเซนที่ใช้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ออกโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศภายใต้ข้อกำหนดดังที่กล่าวมาแล้วพบว่า จากการสกัดที่ใช้วัตถุดิบ 30 % ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสะเดา 10.42 ± 2.95 มากกว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันสะเดาที่ได้จากการสกัดที่ใช้วัตถุดิบ 25 % ได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสะเดาเพียง 8.93 ± 0.58 แต่ผลการระเหยสารสกัดเมทานอลพบว่ากระบวนการผลิตที่ใช้วัตถุดิบ 30 % ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์สารสกัดสะเดาน้อยกว่ากระบวนการผลิตที่ใช้วัตถุดิบ 25 % การศึกษาประสิทธิภาพการกลั่นกลับของตัวทำละลายอินทรีย์จากเครื่องต้นแบบพบว่า การเพิ่มน้ำหนักวัตถุดิบมีผลทำให้ใช้เวลาในการระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์นานขึ้นโดยเวลาที่ใช้ในการระเหยเฮกเซนจนได้น้ำหนักสารสกัดคงที่มีค่าน้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการระเหยการระเหยเมทานอลแต่การเพิ่มน้ำหนักวัตถุดิบช่วยลดการสูญเสียตัวทำละลายอินทรีย์ทั้งสองชนิดจากกระบวนการระเหยได้ อย่างไรก็ตามพบว่ามีการสูญเสียเฮกเซนมากกว่าเมทานอลทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบผลจากกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องกัน

3.2. การผลิตสารสกัดในระดับห้องปฏิบัติการ

ผลการทดลองในตารางที่ 2 แสดงผลิตภาพการผลิตสารสกัดสะเดาจากห้องปฏิบัติการพบว่า การใช้ปริมาณวัตถุดิบ 30 % ทำให้เกิดการดูดซึมสารละลายอินทรีย์เฮกเซนและเมทานอลไปไว้ที่กากในปริมาณมากกว่าการใช้ปริมาณวัตถุดิบ 25 % ทั้งนี้มีผลทำให้ปริมาณสารสกัดเจือจางที่ได้ (solution out) มีปริมาณน้อยกว่าสูตร 25 % นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการสูญเสียสารละลายอินทรีย์ในปริมาณที่สูงขึ้นตามไปด้วย เมื่อนำสารสกัดที่ได้จากกระบวนสกัดไปทำการระเหยเอาเฮกเซนที่ใช้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ออกพบว่า การสกัดที่ใช้วัตถุดิบ 30 % ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสะเดา 11.75 ±1.00 มากกว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันสะเดาที่ได้จากการสกัดที่ใช้วัตถุดิบ 25 % ซึ่งมีปริมาณน้ำมันสะเดาเพียง 9.82 ±0.54 แต่ผลการระเหยสารสกัดเมทานอลพบว่ากระบวนการผลิตที่ใช้วัตถุดิบ 30 % ทำให้ได้เปอร์เซ็นต์

สารสกัดสะเดาน้อยกว่ากระบวนการผลิตที่ใช้วัตถุดิบ 25 % เช่นเดียวกับการผลิตสารสกัดสะเดาจากต้นแบบเครื่องมือผลิต ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพการกลั่นกลับของตัวทำละลายอินทรีย์พบว่า เมื่อนำสารสกัดจากการผลิตที่ใช้น้ำหนักวัตถุดิบสูงมาระเหยภายใต้ข้อกำหนดในการทำงานได้แก่อุณหภูมิในการให้ความร้อนตลอดจนความดันที่ใช้อาจมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกลั่นกลับของตัวทำละลายอินทรีย์ไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดการสูญเสียตัวทำละลายอินทรีย์ทั้งสองชนิดเพิ่ม ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบผลจากกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องกัน

ตารางที่ 2 ผลิตภาพการผลิตสารสกัดสะเดาจากระดับห้องปฏิบัติการ

Process	solvent	raw material [1] (%)	solution out [2] (%)	marc out [3] (%)	loss of solvent [4] (%)	recovery solvent [5] (%)
Extraction	Hexane	25	58.75 ±4.13	39.58 ±4.16	1.67 ±0.48	-
		30	32.41 ±1.90	29.39 ±8.87	38.21 ±8.01	-
	Methanol	25	68.49 ±1.33	30.42 ±1.26	1.09 ±0.16	-
		30	32.78 ±4.59	58.01±4.37	9.21 ±2.56	-
Evaporation	Hexane	25	9.82 ±0.54	-	2.48 ±1.66	87.70 ±1.79
		30	11.75 ±1.00	-	11.55 ±6.40	76.69 ±6.06
	Methanol	25	11.82 ±1.14	-	1.13 ±0.61	87.05 ±0.85
		30	8.12 ±4.55	-	8.17 ±2.97	83.72 ±7.46

[1] raw material (%) = (mass of raw material) *100 ; total mass

[2] solution out (%) = (weight of extract) *100 ; total mass

[3] marc out (%) = (weight of marc) *100 total mass

[4] loss of solvent (%) = (total mass – solution out -marc out)*100 total mass

[5] recovery solvent (%) = (weight of recovery solvent)*100 weight of solvent

4. สรุปและวิจารณ์ผล

การศึกษาผลิตภาพการผลิตสารสกัดสะเดาโดยเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ จากกระบวนการผลิตสารสกัดสะเดาที่ได้โดยใช้อัตราส่วนวัตถุดิบต่อมวลรวม 25 % และ 30 % พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนวัตถุดิบต่อมวลรวมหรืออีกนัยหนึ่งคือการลดอัตราการใช้สารละลายอินทรีย์ในแต่ละงวดการผลิตมีผลทำให้ได้ปริมาณผลผลิตสารสกัดทั้งประเภทน้ำมันและสารสกัดแอลกอฮอล์น้อยลงทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นการผลิตโดยต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชนหรือจากระดับห้องปฏิบัติการโดยที่การใช้ปริมาณวัตถุดิบ 25 % ได้ปริมาณผลผลิตน้ำมัน 23.67±1.53% และสารสกัดแอลกอฮอล์ 43.67±2.08 % ซึ่งมากกว่าค่าปริมาณผลผลิตจากการใช้วัตถุดิบ 30 % รายละเอียดข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3 ส่วนการศึกษาผลิตภาพการผลิตสารสกัดสะเดาโดยเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจากกระบวนการผลิตสารสกัดสะเดาโดยต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชนกับระดับห้องปฏิบัติการพบว่าเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์น้ำมันสะเดาและสารสกัดสะเดาที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับ

ชุมชนมีค่ามากกว่าเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์จากระดับห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ให้ผลเหมือนกันไม่ว่าจะเป็นการผลิตโดยใช้อัตราส่วนวัตถุดิบต่อมวลรวม 25 % หรือ 30 % จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตจากต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการระเหยยังไม่สมบูรณ์จึงไม่สามารถลดปริมาตรของผลิตภัณฑ์ได้ตามข้อกำหนดตลอดจนยังมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียสารละลายอินทรีย์จากต้นแบบเครื่องมือผลิตระดับชุมชนในทุกขั้นตอนการผลิตหรืออาจเนื่องจากประสิทธิภาพในการกลั่นกลับของสารละลายอินทรีย์ยังไม่ดีพอ อย่างไรก็ตามในการผลิตสารสกัดสะเดาเชิงพานิชย์ไม่มีความจำเป็นต้องลดปริมาณสารสกัดจนได้น้ำหนักคงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการกำหนดสูตรผสมของแต่ละผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการระเหยจนได้น้ำหนักคงที่ไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารออกฤทธิ์หลักคือสารอะซาไดแรคตินซึ่งมีอยู่เดิมในวัตถุดิบคือเมล็ดสะเดา ดังนั้นหากมีการกำหนดเงื่อนไขในการทำงานที่แตกต่างไปจากการทดลองนี้หรือเปลี่ยนข้อกำหนดต่างๆในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมจะทำให้สามารถพัฒนากระบวนการผลิตและเพิ่มผลิตภาพในการผลิตสารสกัดจากต้นแบบเครื่องผลิตนี้ได้ซึ่งน่าจะได้มีการดำเนินการวิจัยในโอกาสต่อไป

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ จากกระบวนการผลิตสารสกัดสะเดาจากต้นแบบเครื่องมือผลิตสารสกัดสะเดาระดับชุมชนเปรียบเทียบกับระดับห้องปฏิบัติการ

raw material (%)	production scale	neem oil [1] (%)	neem-based extract [2] (%)	recovery solvent [3] (%)	
				hexane	methanol
25	Prototype	23.67 ±1.53	43.67 ±2.08	80.00±1.13	72.46±3.37
	Laboratory	22.97 ±0.83	32.40 ±3.28	87.70±1.79	87.05±0.85
30	Prototype	20.87 ±5.33	32.66 ±6.86	83.33±5.89	80.09±1.47
	Laboratory	12.66 ±0.59	8.47 ±3.55	76.49±6.06	83.72±7.42

[1] neem oil (%) = (weight of neem oil)*100 / weight of neem seed ;
[3] recovery solvent (%) = (weight of recovery solvent)*100 / weight of solvent

[2] neem-based extract (%) = (weight of neem-based extract)* 100 / weight of neem seed

เอกสารอ้างอิง

1. H. Schmutterer, The Neem Tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other meliaceous plants. VCH Publishers Inc., New York, USA. 696 pp., 1995.
2. S. Praneetvatakul, A. Sattarasat and U. Sanguanpong, Small-scale Industrial Production of Neem-based Pesticides in Thailand. Deutsche Gesellschaft fuer Technische zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 57 p., 1999.
3. P. Foerster and G. Moser, Status report on global Neem usage. Deutsche Gesellschaft fuer Technische zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 122 p., 2000.
4. อัญชลี สงวนพงษ์, เทคโนโลยีการผลิตสารสกัดสะเดา, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), ISBN : 974-85960-7-9, 136 หน้า, 2543.
5. อัญชลี สงวนพงษ์ นุสรณ์ นันทขว้าง สมศักดิ์ กิจกล้าและธนะรัตน์ แต้วัฒนา, การสร้างต้นแบบถังสกัดสารจากเมล็ดสะเดา, การประชุมสัมมนาทางวิชาการครั้งที่ 13 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ, 2538.

6. อาทิตย์ บุญญาภิสังขารและอภิรมย์ ชูเมฆา, การสร้างต้นแบบเครื่องระเหยสุญญากาศ, โครงงานวิศวกรรมระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กระทรวงศึกษาธิการ, ปทุมธานี, 81 หน้า, 2539.