

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

“สารสกัดจากพืชสมุนไพรสำหรับกำจัดสัตว์พาหะภายในโรงงาน”

“HERB EXTRACTS FOR ELIMINATE PESTS IN INDUSTRY”



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 305 497 สหกิจศึกษา

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 11 เมษายน พ.ศ.2545

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

“สารสกัดจากพืชสมุนไพรสำหรับกำจัดศัตรูพาหะภายในโรงงาน”

“HERB EXTRACTS FOR ELIMINATE PESTS IN INDUSTRY”



ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท เจียเม้ง จำกัด

119 หมู่ 8 ถ.มิตรภาพ-พิมาย ต.หนองงูเหลือม อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา 30000

วันที่ 11 เดือนเมษายน พ.ศ.2545

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร อาจารย์ปิยะวรรณ กาสลัก

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวเบญจวรรณ อัสวธีระ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา (305 497) ในระหว่างวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ.2544 ถึงวันที่ 12 เมษายน พ.ศ.2545 ในตำแหน่งผู้ช่วยพนักงาน HACCP PLAN แผนกคุณภาพ ณ บริษัท เจียเม็ง จำกัด และได้รับมอบหมายงานจาก job supervisor ให้นักศึกษา และได้ทำรายงานใน 3 หัวข้อ ดังนี้

- 1.) เรื่อง การทดลองหาสาเหตุการเกิดข้าวเหลือง
- 2.) เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่ใช้สำหรับกำจัดศัตรูพื้ภายในโรงงาน และการเก็บรักษาข้าวในไซโล
- 3.) เรื่อง การทวนสอบประสิทธิภาพเครื่องจักรในกระบวนการผลิตข้าวของบริษัทฯ

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมนี้จำนวน 3 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป โดยสำหรับรายงานในหัวข้อที่ 3 จะเป็นการส่งรายงานในรูปของบทคัดย่อแทรกอยู่ในรายงานเรื่องการทดลองหาสาเหตุการเกิดข้าวเหลือง

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



(นางสาวเบญจวรรณ อัสวธีระ)

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เจียเม้ง จำกัด ตั้งแต่วันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ถึงวันที่ 12 เมษายน พ.ศ. 2545 ผลจากการปฏิบัติงานทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ มากมายที่หาไม่ได้ในห้องเรียน สำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีเนื่องจากข้าพเจ้าได้รับความร่วมมือ และสนับสนุนจากบุคลากรหลายฝ่ายด้วยกัน ดังนี้

1. คุณถวัลย์ มานะธัญญา ประธานอำนวยการฝ่ายผลิต บริษัท เจียเม้ง จำกัด ที่เห็นความสำคัญของระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษา และได้ให้โอกาสอันมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อข้าพเจ้า
2. คุณประพิศ มานะธัญญา กรรมการผู้จัดการ (MD)
3. คุณคำรงค์ บุญอุทิศ ผู้จัดการทั่วไปฝ่ายผลิต (GMP)
4. คุณสมศักดิ์ กำจรกิจบวร ผู้จัดการฝ่ายคุณภาพ (SAN/QMR)
5. คุณบัญชา บุญนิศย์ ผู้จัดการฝ่ายทรัพยากรบุคคล (SCH)
6. คุณนิตยา แห่งล้อม ผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อ (SCB)
7. คุณนัยนา อยู่กำหนด ผู้จัดการฝ่ายบัญชีและการเงิน (SCA)
8. คุณขวัญชัย ศิริจันทร์ ผู้จัดการฝ่ายเกษตรกรรม (SCG)
9. คุณฉัตร เชื้อดกั้ง ผู้จัดการฝ่ายสนับสนุน (SCS)
10. คุณสุวิชัย แห่งล้อม ผู้จัดการฝ่ายผลิต (SCP)
11. คุณสาหร่าย ศรีศิริ ผู้จัดการแผนกคุณภาพ (R100)
12. คุณพิชาญ พบวันดี หัวหน้าหน่วยคุณภาพ (R110)
13. คุณเรงหนัย ส้าราญ พนักงาน HACCP PLAN ผู้เป็น Co-op Supervisor และบุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้าในการจัดทำรายงานให้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล และเป็นທີ່ปรึกษาแก่ข้าพเจ้าในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล และแนะนำสิ่งต่างๆ เพื่อให้ข้าพเจ้าเกิดความเข้าใจในการปฏิบัติงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

นางสาวเบญจวรรณ อัสวธีระ

ผู้จัดทำรายงาน

11 เมษายน พ.ศ. 2545

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่ง	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 : บทนำ	1 - 2
1.) วัตถุประสงค์	2
2.) รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท เจียเมิ่ง จำกัด	2
บทที่ 2 : รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ	3 - 33
1.) พิษสมุนไพรสำหรับกำจัดสัตว์พาหะในโรงงาน	3
2.) การสกัดสารในระดับห้องปฏิบัติการ	14
3.) การสกัดสารในระดับอุตสาหกรรม	21
4.) งานวิจัยเกี่ยวกับสารสกัดจากพืชสมุนไพร	32
บทที่ 3 : สรุปผลการปฏิบัติงาน	34 - 42
บทที่ 4 : ปัญหา และข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
1 แสดงโครงสร้างสารที่พบในตะเภา	๖
2 ดอก ผล และใบตะเภา	๖
3 พืชสมุนไพรบางชนิดที่ใช้เป็นสารสกัดสำหรับกำจัดศัตรูพืชในโรงงาน	13
4 แสดงเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต	14
5 แสดงตัวอย่าง Perculator	15
6 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดสารสำคัญจากพืช	16
7 แสดงเครื่องมือที่ใช้สกัดน้ำมันหอมระเหย	17
8 แสดง Thermomicro Analysis and Separation Ovens (TAS oven)	18
9 แสดงโครงสร้างสารที่มี donor atom แต่ไม่มี active hydrogen	19
10 แสดงโครงสร้างสารที่ละลายในเอทานอล	20
11 แสดงโครงสร้างสารที่ละลายในเอทานอล	20
12 เครื่องแยกเนื้อผลสด	28
13 เครื่องอบแห้งแบบโรตารี	29
14.1 ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งแบบแผ่นผัด	30
14.2 ภาพตัดขวางทิศทางการไหลของลมร้อนผ่านเครื่องอบแห้งแบบแผ่นผัด	30
15 เครื่องสกัดสารด้วยวิธีสกัด	31
16 เครื่องอบแห้งที่ใช้ความร้อน	33
17 เครื่องอบแห้งแบบประจุไฟฟ้า	33
18 เครื่องอบแห้งแบบ	34
19 เครื่องสกัดแบบอัลตราซาวด์	35
20 เครื่องสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ	36
21 เครื่องสกัดแบบเพอร์ริสแตเตอร์	36
22 เครื่องอบแห้งแบบ	37

สารบัญตาราง

ตาราง

	หน้า
1 แสดงพีชคณิตไฟโรบางชนิดที่มีฤทธิ์ในการกำจัดสัตว์พาหะที่พบภายในโรงงานได้	20
2 ผลของความชื้นภายในเมล็ดสะเดา และการปรับความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์ (รอบต่อนาที) ที่มีต่อประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะเปลือก	32



บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันมีการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตอาหารเพิ่มมากขึ้น ทั้งจากการใช้กับอาหารโดยตรงโดยการใส่เข้าไปในอาหารระหว่างกระบวนการผลิต และทางอ้อมโดยการปนเปื้อน หรือนำมาจากสัตว์พาหะและผู้ปฏิบัติงานด้วยวิธีการต่างๆ และเนื่องจากระบบการจัดการด้านสุขลักษณะสภาพแวดล้อมของกระบวนการผลิต หรือในประเทศสหรัฐอเมริกาจะเรียกว่า หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (Good Manufacturing Practices, GMP) ซึ่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้เป็นกฎหมาย GMP ว่าด้วยสุขลักษณะทั่วไป เป็นรากฐานสำคัญที่จะนำไปสู่การประยุกต์ใช้ระบบการควบคุมการผลิตต่างๆ ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารนั้น ระบบการจัดการ โปรแกรมขั้นพื้นฐาน (GMP) จะเป็นแนวทางนำไปสู่การจัดการระบบ HACCP ซึ่งจากการเฝ้าสังเกตการณ์ในกระบวนการผลิตของบริษัทฯ ทำให้พบสัตว์พาหะหลายชนิด และเพื่อป้องกันอันตรายของข้าวในกระบวนการผลิตทั้งอันตรายทางชีวภาพ อันตรายทางเคมี อันตรายทางกายภาพ และอันตรายทางคุณภาพไม่ให้ปนเปื้อนในอาหารทั้งทางตรง และทางอ้อม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสารสำคัญจากพืชที่มีฤทธิ์ในการป้องกัน หรือกำจัดสัตว์พาหะที่พบเพื่อลดการใช้สารเคมีในการกำจัดอย่างที่เป็นที่บริษัทฯ ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้

1.1 วัตถุประสงค์

- 1.) เพื่อรวบรวม และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการกำจัดสัตว์พาหะในโรงงาน
- 2.) เพื่อเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นจากการแพร่ระบาดของสัตว์พาหะในกระบวนการผลิตข้าว
- 3.) เพื่อศึกษาวิธีการ แนวทาง และเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ และระดับอุตสาหกรรม

1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท เจียเม้ง จำกัด

จุดเริ่มต้นของบริษัท เจียเม้ง จำกัด มาจากการก่อตั้งโรงสีข้าวที่บางซื่อในนามของห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟเจียเม้ง เมื่อปี พ.ศ. 2498 ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงสีไฟเจียเม้ง ได้ทำการส่งออกข้าวหอมมะลิโดยใช้ชื่อ “GOLDEN PHOENIX” หรือในชื่อภาษาไทยว่า “ข้าวหงษ์ทอง” และเมื่อผลิตกันข้าวหอมมะลิออกสู่ตลาดก็เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ต้องทำการขยายกิจการ เพื่อให้มีกำลังการผลิตเพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น และได้เปลี่ยนชื่อเป็น บริษัท บางซื่อโรงสีไฟเจียเม้ง จำกัด ในปี พ.ศ. 2511 ทั้งยังได้จัดตั้งบริษัทในเครือมากถึง 4 แห่ง ซึ่งหนึ่งในนั้นคือบริษัท เจียเม้ง จำกัด

บริษัท เจียเม้ง จำกัด เริ่มดำเนินกิจการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 มีสำนักงานตั้งอยู่ที่ 119 หมู่ 8 ถนนมิตรภาพ-พิมาย ตำบลหนองภูเหล็ก อําเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา มีคณะกรรมการบริหารบริษัท คือ คุณถวัลย์ มานะธัญญา เป็นประธานอํานวยการบริหารฝ่ายผลิต และคุณประพิศ มานะธัญญา เป็นกรรมการผู้จัดการ มีพนักงานจํานวน 362 คน ประกอบกิจการประเภทคัดและปรับปรุงคุณภาพผลิตผลทางการเกษตรเพื่อการส่งออก โดยเป็นผู้ผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพสูงภายใต้เครื่องหมายการค้าตรา “หงษ์ทอง” เพื่อขายภายในประเทศ และส่งออกต่างประเทศ ประมาณปีละ 150,000 ตัน มูลค่า 2,500-3,000 ล้านบาท/ปี

นโยบายคุณภาพ

สหราชอาณาจักรที่มีคุณภาพดี นำมาผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นเลิศ เหนือมาตรฐานสากล มีความปลอดภัยตามสื่อนามยี่ห้อผู้บริโภค ด้วยราคายุติธรรม และบริการส่งมอบ ด้วยความถูกต้อง แม่นยำ เป็นที่ประทับใจของลูกค้า โดยการสร้างสรรค์อาคาร พัฒนาระบบการผลิต ด้วยเทคโนโลยีอันทันสมัย ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ในต้นทุนที่เหมาะสม พร้อมทั้งความมุ่งมั่นในการรักษาระบบให้ยั่งยืน โดยตรวจติดตามระบบคุณภาพอย่างสม่ำเสมอ

ด้วยนโยบายคุณภาพของบริษัทฯ ทางระบบจึงนำระบบบริหารคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9002, HACCP, SQF 2000 มาใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าว ตั้งแต่ปลายปี พ.ศ.2541 เป็นต้นมา

ระบบคุณภาพมาตรฐานของบริษัทฯ

วันที่ 26 พฤษภาคม 2542 : ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9002 จากบริษัท SGS Yarsley International Certification Services Limited ประเทศอังกฤษ

วันที่ 23 กรกฎาคม 2542: ได้รับการรับรองระบบ HACCP และยังสามารถพัฒนามาสู่ระบบคุณภาพสูงสุด SQF2000 ในเวลาต่อมา ซึ่งเป็นการยืนยันความมั่นใจทั้งด้านคุณภาพ และความปลอดภัยให้ผู้บริโภค ได้อย่างแท้จริง

เป้าหมาย

- ผลิตสินค้าให้มีคุณภาพเป็นเลิศ ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย
- ให้มีการนำระบบคุณภาพที่จัดทำมาพัฒนา และปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ
- ให้มีการบริการแก่ลูกค้าด้วยความประทับใจสูงสุด

วิสัยทัศน์

- เป็นโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรที่ทันสมัยในศตวรรษที่ 21 มีระบบการจัดการด้านคุณภาพข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพสูงสุด และการบริการที่เป็นเลิศเป็นที่ยอมรับแก่ลูกค้าทั่วโลก
- ตั้งนโยบายชัดเจนในการพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่อง เพื่อความยั่งยืนตลอดไป

บทที่ 2

รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ

สารสกัดจากพืชสมุนไพรสำหรับกำจัดสัตว์พาหะในโรงงาน

สัตว์พาหะที่พบในโรงงาน

จากการสำรวจชนิดสัตว์พาหะที่เคยพบในโรงงานนั้นพบว่า มีหลายชนิดโดยมีทั้งชนิดที่เป็นพาหะนำโรค และไม่นำโรค ซึ่งพวกที่ไม่นำโรคจะทำความเสียหายโดยการทำลายเมล็ดข้าว สัตว์พาหะที่พบในโรงงานได้แก่ ฝีเสื้อข้าวเปลือก ฝีเสื้อข้าวสาร ค้างคาวข้าว มอดข้าวเปลือก แมลงสาบ หนู ชูง นกพิราบ และนกกระจอกบ้าน เป็นต้น ตามเอกสาร QMR\R120\SD39

พืชสมุนไพรสำหรับกำจัดสัตว์พาหะในโรงงาน

1. กะเพรา, กะเพราขาว, กะเพราแดง (holy basil)

ชื่ออื่น : กอมก้อ, กอมก้อดง (เชียงใหม่) และอื่นๆ

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Ocimum sanctum* Linn

วงศ์ : Labiatae

ประโยชน์ : - น้ำมันหอมระเหยจากใบสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดี โดยที่ความเข้มข้น 5% ขึ้นไป ยับยั้งการสร้างสปอร์ของ *Aspergillus* sp. ได้

- นำกิ่งก้านกะเพราที่ยังไม่ตัดใบออกมารวมคลุมกระสอบข้าวสาร หรือข้าวเปลือกจะสามารถป้องกันมอดเข้าทำลายได้ นิยมทำกับเมล็ดที่เก็บไว้ทำพันธุ์ ถ้าใบพืชหมดกลิ่นให้หามาเปลี่ยนใหม่

สารที่พบในใบ : ได้แก่ methyl eugenol (51.7%), methyl chavicol (9.9%), caryophyllene (27.4%), germacrene D และ - humulene (9.9%)

2. ตะไคร้หอม (citronella grass)

ชื่ออื่น : ตะไคร้แดง (ทุ่งสง)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Cymbopogon nardus* Rendle

วงศ์ : Gramineae

ส่วนที่ใช้ : ใบ ตัน

สารที่พบในหัวตะไคร้หอม : verbena oil, lemon oil, indian molissa oil มีฤทธิ์ในการไล่แมลง และสาร camphene เป็นยาฆ่าแมลง

แมลงเป้าหมาย : แมลงสาบ (cockroaches) ชูง

ประโยชน์ : บด หรือตำตะไคร้หอมแล้วนำไปวางไว้ตามขอบ หรือมุมห้อง จะมีผลทำให้แมลงสาบ ชูงหนีไปได้

3. น้อยหน่า (custard apple, sugar apple, sweet apple)

ชื่ออื่น : นอแน่ มะนอแน่ มะแน่ (พายัพ) มักเจียบ
(อีสาน) เตียบ (เขมร) น้อยแน่ (ใต้)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Annona squamosa* Burkill

วงศ์ : Annonaceae

ส่วนที่ใช้ : เปลือก เมล็ด

สารที่พบ : เปลือก และเมล็ดมีน้ำมันอยู่ประมาณ 45% เปลือกมีสารพวก crystalline alkaloid และ anonaine

ประโยชน์ : สารระเหยที่ได้จากการสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ผสมกับ acetone ในอัตราส่วน 1:20 ใช้สำหรับ

คลุกเมล็ดพืช และรักษาพืชต่างๆ เพื่อป้องกันแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ดี



4. พริกขี้หนู (brid-chilli, guinea-pepper, cherry capsicum)

ชื่ออื่น : คีปลี (ใต้)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Capsicum minimum* Roxb.

วงศ์ : Solanaceae

ส่วนที่ใช้ : ผล

แมลงเป้าหมาย : มอดข้าวสาร ค้างคาวข้าว (Lesser rice weevil)

สารที่พบ : capsaicin dihydrocapsaicin nordihydrocapsaicin homocapsaicin และ homodihydrocapsaicin

ประโยชน์ : พริกแห้ง หรือพริกขี้หนูโรยไว้ 4-5 เมล็ดจะทำให้มอดไม่มากินข้าวสาร



5. แมงลัก (hairy basil)

ชื่ออื่น : ก้อมก้อข้าว (เหนือ)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Ocimum canum* Sims.

วงศ์ : Labiatae

ส่วนที่ใช้ : ใบ

แมลงเป้าหมาย : มอดข้าวเปลือก (Lesser grain borer) มอดข้าวสาร ค้างคาวข้าว (Lesser rice weevil)

ประโยชน์ : ใบแมงลักที่ยังติดกิ่งก้านอยู่ (ไม่ต้องเด็ดใบออก) มาคลุมกระสอบข้าวสาร หรือข้าวเปลือก จะทำ

ให้มอดไม่เข้าทำลาย ถ้าใบหมดกลิ้งให้เปลี่ยนใบใหม่ (นิยมทำกับข้าวเปลือกที่เก็บไว้ทำพันธุ์)

หมายเหตุ : วิธีนี้ได้ข้อมูลจากผู้เก่าแก่ในหมู่บ้านชนบท ซึ่งปัจจุบันยังใช้อยู่ทั่วไปเพราะใช้ได้ผลดี

6. สนสามใบ (Pine)

ชื่ออื่น : สนเขา (กลาง) สนเกี๊ยะ เกี๊ยะเปลือกแดง เกี๊ยะเปลือกบาง (เหนือ) จ้วง (อีสาน)

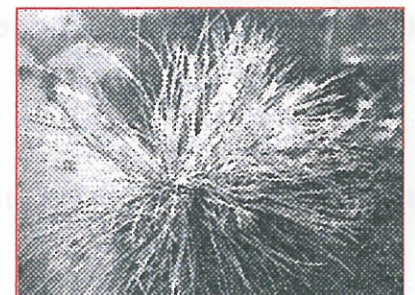
ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Pinus kesiva* Royle. Ex Gordon

วงศ์ : Pinaceae

ส่วนที่ใช้ : ลำต้น

แมลงเป้าหมาย : มอดข้าวสาร ค้างคาวข้าว

สารที่พบ : กลิ่นไม้สน (ต้องวิเคราะห์หือกว่าเป็นสารใด)



ประโยชน์ : ตัดไม้สนเป็นท่อนขนาดเท่ากับท่อนพื้น (ก×ย=2"×12") ปักไม้ในขั้วสารสามารถป้องกันมอด

ได้

7. สะเดาไทย (Neem)

ชื่ออื่น : สะเดียม (เหนือ) /เดา กะเคา (ใต้)/จะตั้ง (ถั่วย) /กะเคา (อีสาน)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Azadirachta indica* A. Juss. Var. *Siamensis* valeton

วงศ์ : Meliaceae

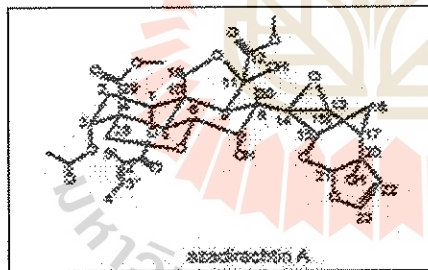
ส่วนที่ใช้ : เปลือก เมล็ด ใบ

สารที่พบ : meliantriol, salannin, azadirachtin A

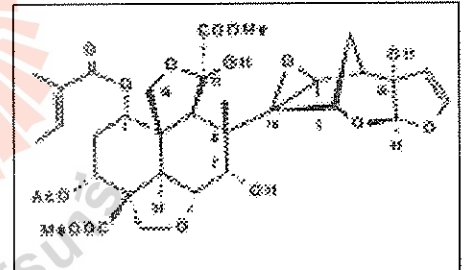
แมลงเป้าหมาย : ศีเสื้อข้าวเปลือก (Angoumois grain moth) มอดข้าวสาร ค้างวงงข้าว ยุง มอดแป้ง

ประโยชน์ : ใบสะเดา หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำมาคลุกกับข้าวเปลือกในอัตรา 10 กก. :1 กก. เก็บในถังพลาสติกจะสามารถป้องกันการทำลายของศีเสื้อข้าวเปลือก และค้างวงงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง และไม่สูญเสียความสามารถในการกอกเมื่อทดสอบความงอก

สารอะซาดีเรคติน เอ พบมีปริมาณมากในเนื้อในของเมล็ด โดยพบว่ามีมากที่สุดเนื้อในของเมล็ดสะเดาอินเดีย ปริมาณ 4.7-7.8 มิลลิกรัม ต่อเนื้อเมล็ด 1 กรัม รองลงมาได้แก่ สะเดาไทยมีสารอะซาดีเรคติน เอ ประมาณ 0.5-4.6 มิลลิกรัม ต่อเนื้อเมล็ด 1 กรัม ส่วนสะเดาช้าง หรือสะเดาเทียม มีสารอะซาดีเรคติน เอ เพียง 0.3-3.57 มิลลิกรัม ต่อเนื้อเมล็ด 1 กรัม ซึ่งสารอะซาดีเรคติน เอมีฤทธิ์ในการยับยั้งมิให้แมลงลอกคราบ ไม่ให้กินอาหาร ไม่ให้สร้างหรือฟักไข่ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการไล่แมลงมีผลต่อการพัฒนาการเจริญเติบโต และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับโครงสร้างของเซลล์



ก.) สารอะซาดีเรคติน เอ



ข.) สารกลุ่มอะซาดีเรคติน

ภาพที่ 1 : แสดงโครงสร้างสารที่พบในสะเดา

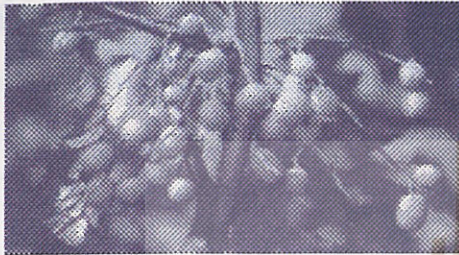
ที่มา: อัญชลี สงวนพงษ์, 2543

การเก็บผลสะเดาไปสกัด : สะเดาไทยจะให้ผลผลิตปีละ 1 ครั้ง ซึ่งจะออกดอกในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม โดยผลสุกจะเก็บได้ในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคมของทุกปี การเก็บผลสะเดาสุก ซึ่งจะมีสีเหลือง หรือเหลืองอมเขียวอาจใช้วิธีเขย่าต้นให้ผลสุกร่วงตกพื้น แล้วใช้ไม้กวาด กวาดรวมกันเป็นกองแล้วเก็บทีเดียว หรือใช้แผ่นพลาสติกรองพื้นแล้วเขย่าจากต้นโดยตรง การเตรียมเมล็ดสะเดาให้มีคุณภาพ มีวิธีการ ดังนี้

การเอาเนื้อออก

- นำผลสะเดาสุกมาบีบ แยกเนื้อออกจากเมล็ด ซึ่งอาจเก็บไว้ในถุงพลาสติก 1-2 วัน จะทำให้บีบแยกเนื้อออกได้ง่ายขึ้น
- นำเมล็ดที่ได้ไปขยำกับทราย เพื่อให้เนื้อที่ติดอยู่กับเปลือกเมล็ดหลุดออกไปให้หมด

- ล้างน้ำให้สะอาดแล้วรีบนำไปทำให้แห้งโดยเร็ว เนื่องจากสารออกฤทธิ์จะสลายตัวได้ง่ายในสภาพความชื้นสูง



ภาพที่ 2 : ดอก ผล และใบสะเดา

ที่มา : อัญชลี สงวนพงษ์, 2543 และ

จดหมายข่าวผลไม้, ฉบับที่ 6, 2544

การทำเมล็ดให้แห้ง

- นำเมล็ดไปผึ่งแดดให้แห้ง ประมาณ 5-7 วัน โดยเกลี่ยให้บางๆ อย่าให้ชั้นของเมล็ดทับซ้อนกันหนาเกินไป
- หลังจากนั้นนำไปผึ่งลมให้แห้งในที่ร่ม โดยเกลี่ยบางๆ เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา แล้วนำไปเก็บรักษาไว้

การเก็บรักษาเมล็ดสะเดาแห้ง

- เก็บไว้ในที่แห้ง ไม่อับชื้น อากาศถ่ายเทสะดวก
- ภาชนะที่เก็บควรให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก เช่น กระจสบที่ทำจากตาข่ายไนล่อน หรือเก็บไว้ในถุง
- เก็บไว้ในที่เย็น หลีกเลี่ยงแสงแดด และน้ำ ถ้าเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิ 20-22 องศาเซลเซียส จะเก็บเมล็ดไว้ที่มีคุณภาพคงที่ได้เป็นเวลานาน 1 ปี

คุณภาพของเมล็ดสะเดา สังเกตได้ง่ายๆ คือ

- ลักษณะภายนอกดูจากเปลือกของเมล็ดต้องมีเชื้อรา

- ตรวจสอบเนื้อในเมล็ด โดยการบีบเมล็ดให้แตก สังเกตเนื้อในเมล็ด ถ้ามีสีเขียว แสดงว่ามีคุณภาพดี ถ้ามีสีน้ำตาล แสดงว่ามีคุณภาพต่ำ มีสารออกฤทธิ์น้อย

8. หนอนตายหยาก (*S. curtisii* Hook. f., *S. burkillii* Prain)

ชื่ออื่น : กะเพียด (ประจวบ-ศรีราชา) / รากลิง (ใต้) / รากสามสิบ (ลาว)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Stemona tuberosa* Lour., *S. collinsae* Craib.

วงศ์ : Roxburghiaceae

ส่วนที่ใช้ : ราก

สารที่พบ : เป็นพวกแอลคาลอยด์ Stemonine tuberostemonine stemonidine และ isostemonidine นอกจากนี้ยังพบ

rotenoid compound stemonacetal stemonal และ stemonone

แมลงเป้าหมาย : ยุง หมัด

ประโยชน์ : ใช้รากลิง โขลกผสมกับน้ำ ใช้เป็นยาฆ่าลูกน้ำยุงลายได้ผลดีมาก

9. หางนกยูงไทย (peacock flower, bardados pride)

ชื่ออื่น : นกยูงไทย (ไทย) / ส้มผ่อ ชมพอ ชมพอเหลือง (เหนือ) / ขวางขอย (โคราช)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Caesalpinia sappan* Linn.

วงศ์ : Legaminosae

ส่วนที่ใช้ : ดอก

แมลงเป้าหมาย : มอดข้าวสาร ค้างคาวข้าว

ประโยชน์ : สารที่สกัดจากดอกในอัตราความเข้มข้น 10% สามารถฆ่าด้วงงวงข้าวได้ถึง 100% ภายในเวลา

96 ชั่วโมง

10. ว่านน้ำ (*Acorus Calamus*)

ชื่ออื่น : ชาวคางน้ำ (เหนือ) ส้มจีน (กลาง)

เป็นพืชอายุหลายปี พบขึ้นเองตามริมหนองน้ำ หรือที่ชื้นแฉะมีเหง้ายาวประมาณ 5-20 เซนติเมตร เจริญไปตามยาวขนานกับผิวดิน ไม่ค่อยแตกกิ่งก้าน

ส่วนที่ใช้ : เหง้า (สามารถขูดเก็บไว้ใช้ได้ตลอดปี แต่ขูด

เก็บในช่วงฤดูหนาวดีที่สุด) โดยขูดเก็บมาล้างให้สะอาด ตัดรากออกตากลมให้แห้งเก็บไว้ใช้

ประสิทธิภาพ : ในเหง้ามีน้ำมันหอมระเหยชนิด Calamol aldehyde ขับไล่แมลง ป้องกันแมลงมากัดกินผ้าได้ด้วย สารออกฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลงขับไล่ หยุดขงัการกิน และยับยั้งการสืบพันธุ์

ศัตรูเป้าหมาย : แมลงวันแดง แมลงวันทอง ด้วงหมัดผัก หนอนกระทู้ผัก แมลงในโรงเก็บ ด้วงงวงข้าว ด้วงเจาะเมล็ดถั่ว มอดตัวป้อม มอดข้าวเปลือก แมลงกัดกินผัก

วิธีเตรียมการใช้ :

วิธีที่ 1 ใช้เหง้าบดเป็นผง 30 กรัมค่อน้ำ 4 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 24 ชม. หรือต้มนานประมาณ 45 นาที ทิ้งให้เย็น แล้วนำไปฉีด



วิธีที่ 2 เหย็บคเป็นผง คลุกเคล้ากับเมล็ดพันธุ์ที่แห้งดีแล้วในอัตราส่วนเมล็ด 50 กก. ต่อว่านน้ำ 1 กก. ปี

กันแมลงในโรงเก็บ

วิธีที่ 3 ควบคุมแมลงในโรงเก็บเช่น การคลุกเคล้าเมล็ดถั่ว หรือเมล็ดพืชไร่ด้วยน้ำมันว่านน้ำ หรือการ

ขึ้นส่วนของเหง้าลงไปคลุกด้วย

11. หางไหลแดง (Derris)

ชื่ออื่น : โต้ดิน อวดน้ำ

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Derris elliptica* Bentham, *D. malaccensis* Prain

วงศ์ : Papilionaceae

เป็นไม้เลื้อยชนิดเนื้อแข็ง (Twining shrub) ใบประกอบแบบขนนกได้ จากพืช 2 ชนิดคือ *D. elliptica* และ *D. malaccensis* เป็นพืชที่มีลักษณะใกล้เคียง กัน ออกดอกเป็นช่อมีขนาดเล็ก และมีสีแดงอ่อน รูปร่างของดอกเหมือนดอกถั่ว ผลเป็นฝัก

ส่วนที่ใช้ : ราก

สารสำคัญที่พบ : รากของหางไหลจะมีสารชื่อ rotenone อยู่ประมาณ 8-12% นอกจากนี้ยังมี deguelin, tephros toxicarol, elliptone, sumatrol, malaccol เป็นต้น

ประโยชน์ : ผลการทดลองพบว่า rotenone และ deguelin มีฤทธิ์ฆ่าแมลงมากที่สุด ส่วนสารอื่นๆ มีฤทธิ์ น้อยมาก การใช้รากหางไหลจะใช้รากของต้นที่มีอายุประมาณ 2 ปีขึ้นไป การใช้น้ำสกัดจากรากหางไหลเป็นยาฆ่าแมลงนับ ปลอดภัยแก่ผู้ใช้ เพราะสาร rotenone สลายตัวได้ง่ายไม่ติดค้างอยู่บนพืช จึงเหมาะที่จะใช้หางไหลเป็นยาฆ่าแมลงแก่พืช สวนครัว และพืชที่ปลูกในบริเวณบ้าน



12. ไพรีทรัม (Insect flower, Pyrethrum flower)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Chrysanthemum cinerariaefolium* Bocc.

วงศ์ : Compositae

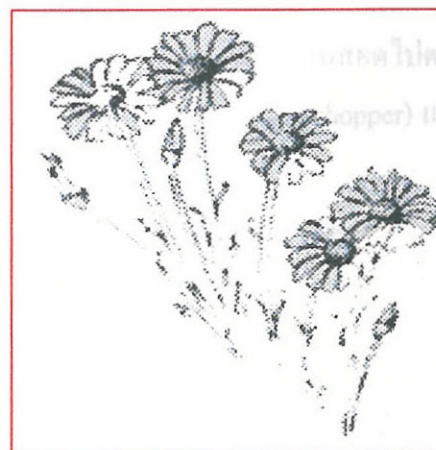
ต้นไพรีทรัมเป็นไม้ล้มลุก สูงประมาณ 1 เมตร ขอบใบลึกเป็น รูปขนนกดอกคล้ายเบญจมาศหนูสีเหลือง หรือสีครีม เส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 2 ซม.

ส่วนที่ใช้ : ดอกแห้ง

สารสำคัญที่พบ : มีร้อยละ 1-2 ของเอสเทอร์ 2 กลุ่มได้แก่

- 1.) มี pyrethrin I jasmolin I และ cinerin I ซึ่งเป็นเอสเทอร์ของ chrysanthemic acid (chrysanthemum monocarboxylic acid)
- 2.) มี pyrethrin II jasmolin II และ cinerin II ซึ่งเป็นเอสเทอร์ของ pyrethrin acid (monomethylester chrysanthemum decarboxylic acid) นอกจากนี้ยังมีสารที่เป็นพวก keto-alcohol เช่น pyrethrolone และ triterpenoid pyrethrol

ประโยชน์ : ใช้เป็นยาฆ่าแมลงโดยให้สัมผัสกับแมลง ใช้ในรูปที่เป็นผง หรือสกัดจากดอกแล้วละลาย ด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมใช้ฉีด หรือพ่น



13. งา (Sesame, Teel, Benne, Gingelly)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Sesamum indicum* Linn.

วงศ์ : Pedaliaceae

เป็นพืชล้มลุก และมีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย ดอกงามมีสีขาว และมีสีม่วงแดงแซมบางๆ ดอกเป็นหลอดออกดอกโดยรอบลำต้นตอนบน แต่จะบิดออกมาบานในแนวกิ่งเดียวกันทางด้านหนึ่งของลำต้น ผลจะมี 4 พู เมื่อแก่จัดจะแตกออก มีเมล็ดเป็นจำนวนมาก เมล็ดงาจะมีสีดำ (งาคั่ว) และนวล (งาขาว)

ส่วนที่ใช้ : เมล็ด

สารสำคัญที่พบ : ในเมล็ดจะมีน้ำมันอยู่ 45-55% ประกอบด้วยกรดไขมัน เช่น oleic acid, linoleic acid, palmitic acid และ stearic acid และยังมีประกอบด้วยสารพวก lignan มีชื่อว่า sesamol, d-sesamin, sesamolol

ประโยชน์ : น้ำมันงาจะมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน ใช้เป็นอาหาร และสารพวก lignan ในน้ำมันงาจะมีคุณสมบัติในการเสริมฤทธิ์ของดอกไฟรีทรม ให้มีฤทธิ์ในการเป็นยาฆ่าแมลงให้ดีขึ้นกว่าเดิม 2 เท่า ดังนั้นจึงมักใช้น้ำมันงาเป็นตัวยุทธศาสตร์ที่ได้จากดอกไฟรีทรม

14. เกียนดอกม่วง (Persian Lilac, Bead Tree)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Melia azedarach* Linn.

วงศ์ : Meliaceae

เกียนเป็นไม้พุ่มถึงไม้ยืนต้นขนาดใหญ่พบทั่วไปในทวีปเอเชียเขตร้อนทุกส่วนของดินมีรสขม ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกหลายชั้น ดอกมีสีม่วงอ่อน (Lilac) กลิ่นหอม เป็นช่อ ผลค่อนข้างกลม หนึ่งผลประกอบด้วยเมล็ดหลายเมล็ด ผลเมื่ออ่อนมีสีเขียวมีรสฝาด เมื่อสุกมีสีเหลือง และรสหวาน เมื่อแห้งมีสีม่วงดำ

ส่วนที่ใช้ : ใบ เปลือก และผล

สารสำคัญ : ผลมีเบอตาไซทอยด์ azaridine และมีน้ำมันในเมล็ด

ประโยชน์ : ใบเปลือก และผล มีคุณสมบัติเป็นยาไล่แมลง (insect-repellent) นิยมใช้ใบเกียนสอไปคานหนังสือจะป้องกันมิให้แมลงมากัดหนังสือได้ ใบแห้งนำมาต้มกับน้ำในความแรง 2-5% ใช้ไล่ไล่ตั๊กแตน (grasshopper) และคอกแตนห่า (locusts)

หมายเหตุ พืชในวงศ์เดียวกันนี้ อีกต้นที่ใช้ทำนองเดียวกันคือ สะเดาอินเดีย (Ncm) *Azadirachta indica* Juss.

15. สารลี

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Mammea americana*

วงศ์ : Guttiferaceae

ส่วนที่ใช้ : เมล็ดแก่ ใบ และเปลือกลำต้น

สารสำคัญ : ยังไม่มีรายงาน

แมลงเป้าหมาย : ไร ค้างคาวข้าว (*Sitophilus oryzae*)

ลักษณะทั่วไป : ต้นสารลีมีความสูง 20 เมตร มีถิ่นกำเนิดในแถบคาริบเบียน และทางเหนือของอเมริกาใต้ ในปัจจุบันแพร่กระจายไปในเขตร้อนของแอฟริกา และเอเชีย สามารถเจริญขึ้นได้ดีในความสูง 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล และสามารถเก็บผลได้ถึง 2 ครั้งต่อปี และแต่ละต้นจะเก็บผลได้ 300-400 ผล

เมล็ดแก่มีคุณสมบัติฆ่าแมลง ส่วนใบ และเปลือกลำต้นมีคุณสมบัติในการฆ่าแมลงเล็กน้อยเท่านั้น

ประโยชน์ : เป็นสารฆ่าแมลง ขับไล่แมลง สารฆ่าไส้เดือนฝอย และมีผลต่อเห็บ

วิธีใช้ : ผงที่ได้จากเมล็ดสารภี ใช้ได้ทั้งฉีด และพ่นแบบผง หรือสารละลาย นอกจากละลายในน้ำแล้ว ยัง

อาจละลายในน้ำมันก๊าด ใช้กำจัดแมลงศัตรูในบ้านเรือน หรือแช่ผงสารภี 225 กรัมในน้ำมันก๊าด 1.2 ลิตร นาน 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องแล้วกรอง สารนี้เป็นพิษต่อแมลงสาบ แมลงวัน และมด

ข้อสังเกต : - หลังจากทิ้งผงสารภีไว้กลางแดด ลม และน้ำค้าง 4 วันแล้วจะยังคงฤทธิ์ความเป็นพิษเท่าเดิม
- ในหมู่เกาะเวสต์อินดีส มีการใช้ยางของต้นสารภีกำจัดแมลงวันทราย (sand flies)

16. บัวบก (ผักหนอก)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Centella asiatica* (Linn.) Urban

ชื่อพ้อง : *Hydrocotyle asiatica* Linn.

วงศ์ : Umbelliferae

บัวบกเป็นพืชไม้เลื้อยไปตามดินที่แฉะๆ จะมีรากออกมาตามข้อของลำต้นใบมีรูปลักษณ์ไต ปลายใบกลม ก้านใบยาว ขอบใบมีหยักเล็กน้อย ดอกมีสีม่วงแดงเข้ม เป็นพืชที่พบอยู่ทั่วไปในเขตร้อน

ส่วนที่ใช้ : ทั้งต้น

สารสำคัญที่พบ : บัวบกประกอบด้วย glucoside มีชื่อว่า asiaticoside อันเป็นสารพวก triterpenoid น้ำมันระเหย sitosterol tannin resin สารที่มีรสขม vallarine

ประโยชน์ : asiaticoside ใช้เป็นยาฆ่าแมลงได้



17. ขอบชะนาง (หญ้าหนอนตาย)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Pouzolzia pentandra* Benn.

วงศ์ : Urticaceae

ขอบชะนางเป็นไม้ล้มลุก มักเอนเลื้อยไปกับดิน แต่ตั้งยอดตรง ใบเดี่ยวยาวรียาว ดอกเล็กออกเป็นกระจุกตรงซอกใบกับต้น ผลเล็ก พืชชนิดนี้เปลี่ยนสีต้นได้เป็นเขียว แดง และเรียกชื่อเป็นขอบชะนางขาว ขอบชะนางแดง

ส่วนที่ใช้ : ทั้งต้น

สารสำคัญที่พบ : ยังไม่มีรายงาน

ประโยชน์ : ฆ่าหนอน ฆ่าเหา

18. ขมิ้นชัน (Turmeric)

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Curcuma longa* Linn. ,

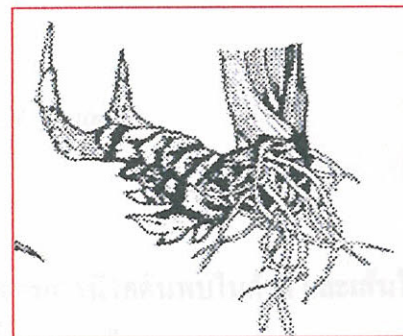
C. domestica Valetton

วงศ์ : Zingiberaceae

ส่วนที่ใช้ : แง่ง หรือเหง้า (Rhizome)

สารสำคัญที่พบ : ยังไม่มีรายงาน

ประโยชน์ : นำแง่งขมิ้นมาบดเป็นผง



อัตรา 0.5 กก. ผสมน้ำ 2 ลิตร หมักทิ้งไว้ 1 คืน คั้นเอาแต่น้ำ นำน้ำที่คั้นได้ 400 มิลลิลิตรผสม

น้ำ 2 ลิตรนำไปฉีดพ่นขับไล่หนอน หรือจะใช้มันจันทน์มาซึ่งลมให้แห้ง บดให้ละเอียดนำไปคลุกยัดค้ำหรือเพื่อกำจัดศัตรูพืชได้
ขมิ้นชันมีประสิทธิภาพในการขับไล่ และกำจัดแมลง ได้แก่ ค้างคาว งวง ค้างคาวเขียว มอดข้าวเปลือก
มอดแป้ง และแมลงวันได้

19. ชาบาดิลลา

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Schoenocaulon officinale*

วงศ์ : Liliaceae

ส่วนที่ใช้ : รวงเมล็ดอ่อน

สารสำคัญที่พบ : ยังไม่มีรายงาน

แมลงเป้าหมาย : แมลงสาบ หนู และแมลงต่างๆ

ลักษณะทั่วไป : ชาบาดิลลา เป็นพืชขึ้นต้นสูง 50 เซนติเมตร คล้ายต้นบัวฝรั่ง

มีถิ่นกำเนิดในเวเนซุเอลา โคลัมเบีย และเม็กซิโก

ประโยชน์ : เป็นสารฆ่าแมลง ขับไล่แมลง และเบื่อหนู

วิธีใช้ : - สารสกัดที่มีพิษสูงสามารถเตรียมได้โดยอุ่นเมล็ดบดละเอียด
500 กรัม ในน้ำมันก๊าด 4 ลิตรเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความร้อน
จะเพิ่มพิษของสารสกัด

- ความเป็นพิษของเมล็ดบดละเอียดยังเพิ่มขึ้น โดยการใช้ความร้อนเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องเติมสารอื่นใดเข้าไป

- การให้ความร้อนกับผงเมล็ดบดละเอียด และการเติมด้วยโซดาแอชก่อนทำการสกัด จะช่วยเพิ่มพิษของสารที่ไม่มีฤทธิ์ เมื่อใช้ทั้งความร้อน และ โซดาแอชร่วมกันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจะเพียงพอสำหรับการสกัดสารออกฤทธิ์ได้ ฟูนาฆา และจี๊ดไม่กินน้ำจะทำให้สารละลายเป็นค่างได้

ข้อสังเกต : เมล็ดชาบาดิลลาที่บดละเอียดยังเก็บไว้นานจะยังมีฤทธิ์ฆ่าแมลงเพิ่มมากขึ้น จากการทดลองพบว่า สารสกัดน้ำมันก๊าดจะเพิ่มฤทธิ์มากขึ้นตามเวลาที่เก็บ แต่ต้องเก็บไว้ในที่มืด และจะคงทนอยู่ได้ 1-2 ปี แสดงจะลดประสิทธิภาพของสารสกัดอย่างรวดเร็ว

- ที่อุณหภูมิห้อง สารสกัดจากผงเมล็ดชาบาดิลลาสดจะไม่มีสารออกฤทธิ์ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสารสกัดที่ไม่มีฤทธิ์นี้จะมีพิษมากขึ้น โดยอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการทำสารออกฤทธิ์ของชาบาดิลลาในน้ำมันก๊าด

20. ยาสูบ

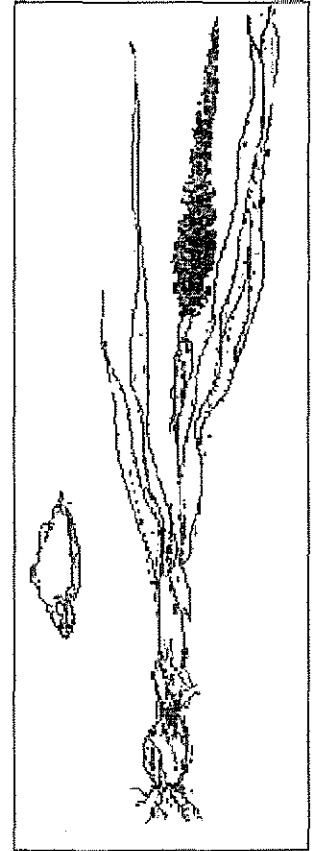
ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Nicotiana tabacum, N. rustica, N. glutinosa*

วงศ์ : Solanaceae

ส่วนที่ใช้ : ใบ และก้าน

สารสำคัญที่พบ : สารนิโคติน โดยปริมาณสูงสุดของสารนิโคตินพบในก้าน และต้นใบ

แมลงเป้าหมาย : ค้างคาว ทำลายเมล็ด หนอนผีเสื้อ รา และไร



ลักษณะทั่วไป : ยาสูบเป็นไม้พื้นเมืองของอเมริกาใต้ แต่ในปัจจุบันมีปลูกกันทั่วโลก และขึ้นได้ดีในสภาพนิเวศหลายประเภท ยาสูบไม่ชอบดินที่น้ำขัง และดินเค็ม ขึ้นได้ดีในที่ที่มีอากาศอบอุ่น และต้องการปริมาณฝนเพียงพอรหว่างช่วงที่ยังอ่อนอยู่

ประโยชน์ : เป็นสารฆ่าแมลง ขับไล่แมลง สารฆ่ารา และฆ่าไร

วิธีใช้ : นำยาสูบ 250 กรัม สบู่เหลว 30 กรัม น้ำ 9 ลิตร มาผสมรวมกันนาน 30 นาที แล้วเจือจางโดยเติมน้ำลงไป 4 ส่วนต่อน้ำยาสูบ 1 ส่วน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ควรเติมปูนขาวเล็กน้อย สารละลายนี้ใช้ควบคุมแมลง เช่น หนอนผีเสื้อด้วงได้

ข้อสังเกต : ยาสูบบินิโคตินซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีพิษสูงที่สุดชนิดหนึ่ง นิโคตินจากบุหรี่เพียงครึ่งซองเพียงพอก็จะฆ่ามนุษย์วัยฉกรรจ์ได้ จึงควรระวังไม่ใช้น้ำยาที่สกัดกระเด็นมาถูกตัวได้ในระหว่างการใช้ หลังจากการฉีดพ่น พืชอาหารต้องทิ้งไว้ 3-4 วันก่อนที่จะนำไปรับประทาน เพื่อให้สารนิโคติน (ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม) นั้นสลายตัวไป และนำยาสูบเมื่อฉีดพ่นจะให้ผลดีมากขึ้นเมื่อใช้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส

21. สเปียร์มินต์

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Mentha spicata*

วงศ์ : Labiaceae

ส่วนที่ใช้ : ใบ

สารสำคัญที่พบ : ยังไม่มีรายงาน

แมลงเป้าหมาย : ด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensis*) มอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) ด้วงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*)

ลักษณะทั่วไป : สเปียร์มินต์เป็นพืชที่มีกลิ่นหอมที่รู้จักกันดีในเขตอบอุ่น และเขตร้อน มีปลูกกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา ทางเหนือของอินเดีย และแอฟริกาใต้

ประโยชน์ : เป็นสารฆ่าแมลง และขับไล่แมลง

วิธีใช้ : มี 2 วิธีการในการนำเอสเปียร์มินต์มาใช้ป้องกันผลผลิตในโรงเก็บคือ ผงจากใบแห้ง และน้ำมันหอมระเหย

- ในการทดลองใช้สเปียร์มินต์ซึ่งผงแห้งในที่ร่ม บดเป็นผงด้วยครก นำมาผสมคลุกเคล้ากับถั่วหัวข้างในอัตรา 0.25, 0.5 และ 1.0% โดยน้ำหนักใส่ด้วงถั่วเหลืองตัวเต็มวัยลงไปภายใน 48 ชั่วโมงจะพบว่า อัตราการตายของแมลงเท่ากับ 88.8, 88.8 และ 96.3% ตามลำดับ

- ในการทดลองกับด้วงวงข้าวใช้ผงสเปียร์มินต์ในอัตรา 0.5, 1.0 และ 2.0% โดยน้ำหนัก ผสมคลุกเคล้ากับข้าวสารดี ทั้ง 3 กรณีแมลงจะตายภายใน 15 วัน ในการทดลองแรกแมลงจะตายหลังจากทดลอง 1 วัน และในการทดลองในอัตรา 1.0% และ 2.0% แมลงทั้งหมดตายภายใน 96 ชั่วโมง

นอกจากพืชสมุนไพรที่ยกตัวอย่างมาแล้วนี้ ยังมีพืชสมุนไพรอื่นๆ อีกที่มีความสามารถในการกำจัดศัตรูพืชภายในโรงงานได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงพืชสมุนไพรบางชนิดที่มีฤทธิ์ในการกำจัดสัตว์พาหะที่พบภายในโรงงานได้

ชื่อพืชสมุนไพร	การออกฤทธิ์
1. หญ้าแห้วหมู (เหง้า)	ฆ่ามอดหัวป้อม ค้าง
2. จันทน์หอม (แก่น)	ไล่แมลง
3. แคลฝรั่ง (ใบ)	ฆ่าแมลง
4. ทานตะวันป่า (ดอก)	ไล่แมลง
5. น้ำมันเขียวจากเสม็ดขาว	ฆ่าแมลงวัน
6. น้ำมันพริกหาง	ไล่แมลง
7. น้ำมันยูคาลิปตัส	ไล่แมลง
8. ประคำดีควาย (ผล)	ฆ่าแมลงวัน

ที่มา : ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย, 2542



ก.) ยูคาลิปตัส



ข.) ผลมะคำดีควาย

ภาพที่ 3 : พืชสมุนไพรบางชนิดที่ใช้เป็นสารสกัดสำหรับกำจัดสัตว์พาหะในโรงงาน

ที่มา : นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ดันติวัฒน์, 2541 และ
ฝ้ายเศษแพร์ และรณรงค์ กรมวิชาการเกษตร, 2535

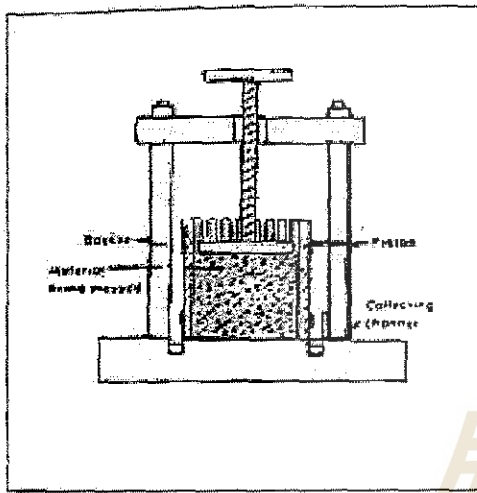
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การสกัดสารสำคัญจากพืชในระดับห้องปฏิบัติการ

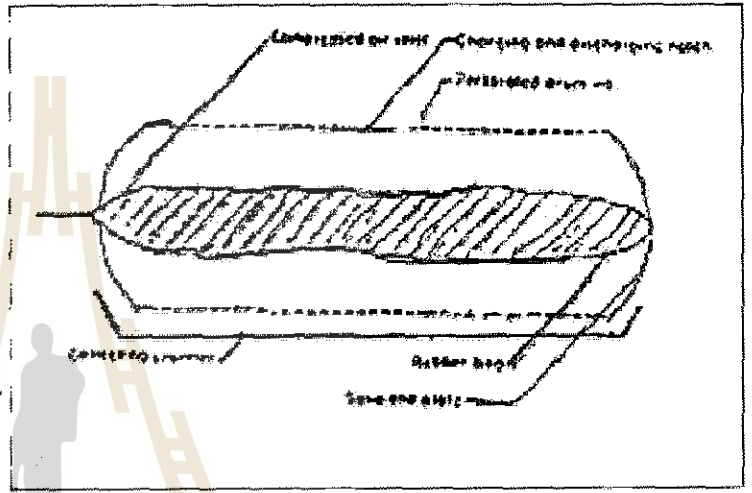
การสกัดสารสำคัญจากพืชอาจทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่สกัด คุณสมบัติของสารในการทนต่อความร้อน ชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดี และข้อจำกัดต่างกันไป วิธีเหล่านี้ได้แก่

1. Maceration

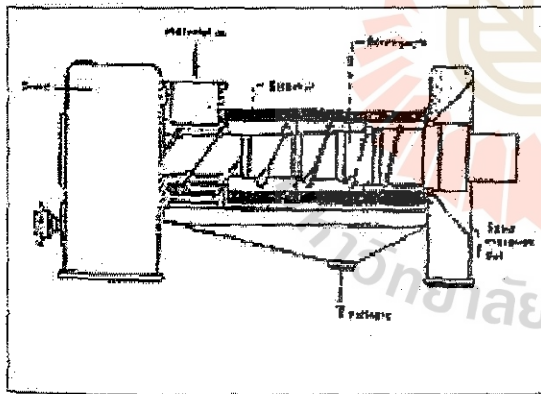
เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญจากพืชโดยวิธีหมักสมุนไพรกับตัวทำละลายในภาชนะที่ปิดเช่น ขวดปากกว้าง ขวดรูปชมพู่ หรือโถ เป็นต้น ทิ้งไว้ 7 วัน หมั่นเขย่า หรือคนบ่อยๆ เมื่อครบกำหนดเวลาจึงค่อยๆ กรองเอาสารสกัดออก พยายามบีบเอาสารละลายออกจากกาก (marc) ให้มากที่สุด รวมสารสกัดที่ได้นำไปกรอง การสกัดถ้าจะสกัดให้หมดจด (exhausted) อาจจำเป็นต้องสกัดซ้ำหลายๆ ครั้ง วิธีนี้มีข้อดีที่สารไม่ถูกความร้อน แต่เป็นวิธีที่สิ้นเปลืองตัวทำละลายมาก



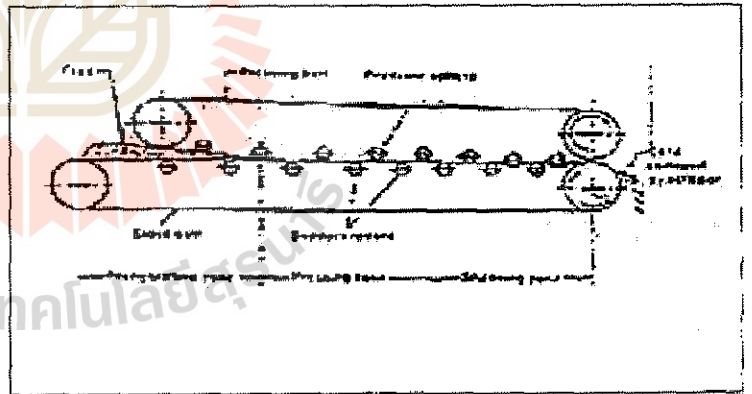
ก.) Basket Presses



ข.) Willmers Presses



ค.) Screw Presses



ง.) Sieve belt presses

ภาพที่ 4: แสดงเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการบีบเอาสารสกัดออก

ที่มา : วันดี กฤษณพันธ์, 2536

เนื่องจากกระบวนการสกัดด้วยวิธี Maceration ช้า จึงมีผู้ดัดแปลงใช้ mixer หรือ homogenizer มาช่วยทำให้เซลล์พืชแตกออก การสกัดจึงเร็วขึ้น เรียกวิธีการสกัดนี้ว่า “Vortical (turbo) extraction” ซึ่งต่อมาได้พัฒนาใช้ Ultrasound extraction โดยใช้เสียงที่มีความถี่สูงเกิน 20,000 Hz แต่การใช้เสียงช่วยในการสกัดอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำไปเป็น peroxide ซึ่งอาจมีผลต่อสารที่สกัด และยังอาจทำให้เกิดการ oxidation ต่อสารโดยตรง เพราะขณะที่ใช้ ultrasound จะเกิดช่องว่าง และมีอากาศเข้าไปแทรกในตัวทำละลาย นอกจากนี้ยังอาจเพิ่มความเร็วในการสกัดได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิ แต่ต้อง

ระวังการสลายตัวของสารสำคัญเช่นกัน และยังมีผู้พัฒนาใช้ Electrical discharge ในการช่วยทำให้เนื้อเยื่อแตก และการสกัดเร็วขึ้น โดยกระแสไฟฟ้าจะทำให้ช่องว่าง และพลังงาน ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว และแรงพอที่ทำให้เนื้อเยื่อแตกออก

เมื่อกรองเอาสารสกัดออกแล้วจะพบว่า ยังมีสารสกัดตกค้างอยู่ในกากจำนวนหนึ่ง จึงควรมีบเอาสารออก ซึ่งทำได้โดยใช้

ก.) Basket Presses หรือ Wine Presses ซึ่งบีบสารสกัดโดยเอากากใส่ในตะกร้า ซึ่งมีรูข้างๆ แล้วบีบด้วย piston ดังภาพที่ 4

ข.) Filter หรือ Strainer Presses เป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยแผ่นเหล็กมีรูใส่ไว้ใน Chamber แล้วใช้ hydraulic pressure บีบลงมา

ค.) Willmers Presser เป็นเครื่องมือบีบที่ทำเป็นรูปนอน คนึงมีรู ภายในมีรูจาง เมื่อปล่อยลมเข้าไปถูกลมก็ จะดัน และบีบให้สารสกัดออกมา

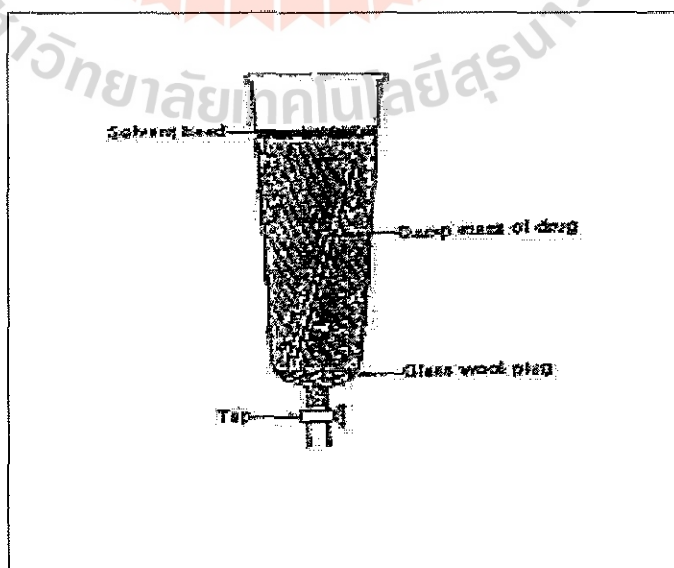
ง.) Screw Presses โดยมี screw ซึ่งค่อยๆ หมุนไปบีบเอาสารสกัดออกมดังภาพที่ 4

จ.) Sieve belt presses เป็นเครื่องมือที่ประหยัด โดยเอากากใส่ลงบนสายพาน ซึ่งจะหมุนไประหว่างลูกกลิ้ง และถูกบีบเป็นแผ่นบางๆ แสดงได้ดังภาพที่ 4

2. Percolation

เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญแบบต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า "Percolator" นำสมุนไพรมาหั่นกับตัวทำละลายพอชื้นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมงเพื่อให้พองตัวเต็มที่ แล้วค่อยๆ บรรจุผงยาที่ละน้อยเป็นชั้นๆ ลงใน percolator เติมตัวทำละลายลงไปให้ระดับตัวทำละลายสูงเหนือสมุนไพร (solvent head) ประมาณ 0.5 ซม. ทิ้งไว้ 24 ชม. จึงเริ่มไขเอาสารสกัดออกโดยค่อยเติมตัวทำละลายเหนือสมุนไพร ระวังอย่าให้แห้ง เก็บสารสกัดจนการสกัดสมบูรณ์ บีบกากเอาสารสกัดออกให้มากที่สุด นำสารสกัดที่เก็บได้ทั้งหมดรวมกันแล้วนำไปกรอง

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารในขั้นตอนอุตสาหกรรม ใช้ percolator ค่อยกันหลายตัว เรียกว่า "Countercurrent-operated percolator battery" และมีการดัดแปลงวิธีการสกัดให้มีการเคลื่อนที่ของสารที่จะสกัด และตัวทำละลายเข้าหากัน เรียกว่า "Counter current extraction"



ภาพที่ 5 : แสดงเครื่อง Percolator

ที่มา : วันดี กฤษณพันธ์, 2536

3. การสกัดด้วย Soxhlet Extractor

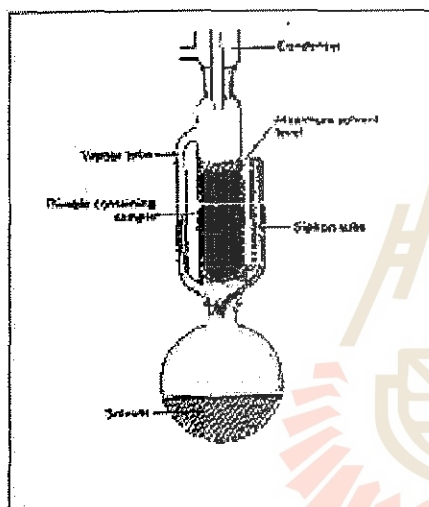
เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้ตัวทำละลาย ซึ่งมีจุดเดือดต่ำ การสกัดทำได้โดยใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายใน flask ระเหยขึ้นไป แล้วกลั่นตัวลงมาใน thimble ซึ่งบรรจุสมุนไพรไว้ เมื่อตัวทำละลายใน extracting chamber สูงถึงระดับจะเกิดกลั่นน้ำ สารสกัดจะไหลกลับลงไปใน flask ด้วยวิธีการแบบกลั่นน้ำ Flask นี้ได้รับความร้อนจาก heating mantle หรือหม้ออังไอน้ำ ตัวทำละลายจึงระเหยขึ้นไป ทั้งสารสกัดไว้ใน flask ตัวทำละลายเมื่อกระทบ condenser จะกลั่นตัวกลับลงมาสกัดสารใหม่วนเวียนเช่นนี้จนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์ การสกัดด้วยวิธีนี้ใช้ความร้อนจึงอาจทำให้สารเคมีบางชนิดสลายตัว ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวนี้แสดงได้ดังภาพที่ 6ก.

4. Liquid-liquid Extraction

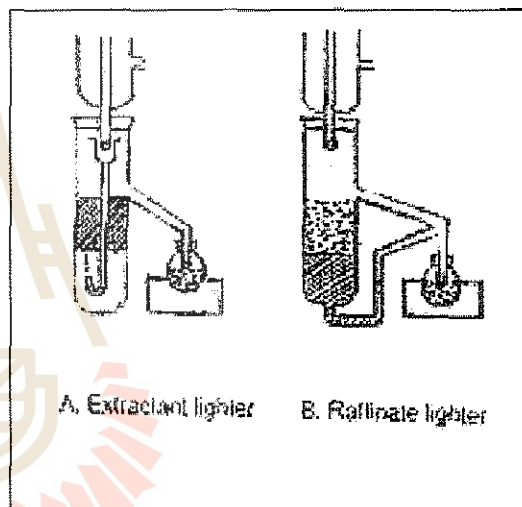
เป็นการสกัดสารจากสารละลายซึ่งเป็นของเหลวลงในตัวทำละลายอีกชนิดหนึ่งโดยใช้เครื่องมือดังภาพที่ 6ข. ซึ่งไม่ผสมกับตัวทำละลายชนิดแรกแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

4.1) Extractant lighter คือ ตัวทำละลายที่ใช้สกัดมากกว่าตัวทำละลายที่ใช้ละลายสาร

4.2) Raffinate lighter คือ ตัวทำละลายที่ใช้สกัดหนักกว่าตัวทำละลายที่ใช้ละลายสาร



ก.) Soxhlet apparatus



ข.) Liquid-liquid extractor

ภาพที่ 6 : แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดสารสำคัญจากพืช

ที่มา : วันเด็ กฤษณพันธ์, 2536

5. การสกัดน้ำมันหอมระเหย (Extraction of volatile oil)

5.1 Resorption เป็นวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยวิธีดูดซับ โดยมากใช้สกัดกลีบดอก ซึ่งอาจทำได้โดย

5.1.1) Enfleurage เป็นวิธีการดูดซับโดยเรียงกลีบดอกลงไปบนขี้ผึ้ง ซึ่งเคลือบไว้บนแผ่นแก้ว เมื่อน้ำมันหอมระเหยถูกดูดซับแล้วให้รีบเปลี่ยนกลีบดอกแล้วจึงนำขี้ผึ้ง ไปสกัดน้ำมันหอมระเหยอีกครั้งหนึ่ง

5.1.2) นำกลีบดอกไปดัดกับไขมันที่อุณหภูมิต่ำๆ แล้วกรองเอากลีบดอกออก นำไขมันไปสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม

5.1.3) ผ่านอากาศซึ่งอุ่นเข้าไปพร้อมกับละอองของไขมันเหนือกลีบดอกเพื่อดูดซับน้ำมันหอมระเหยไว้

5.2 Solvent Extraction เป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น สกัดน้ำมันกานพลูโดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์

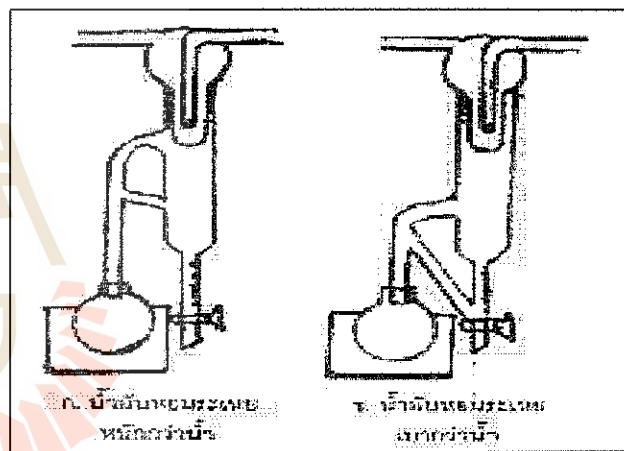
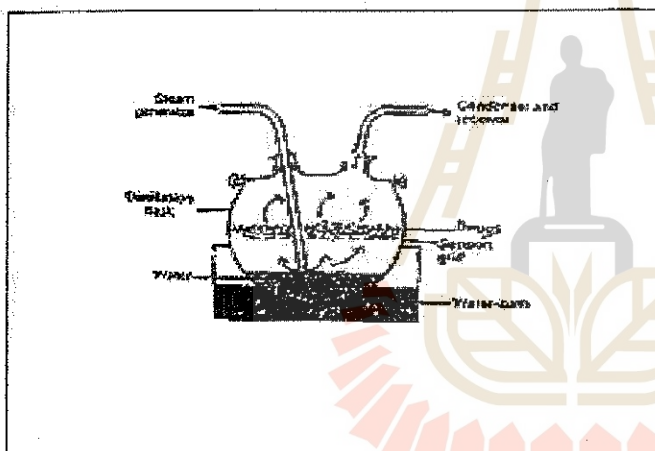
5.3 Mechanical Expression เป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีบีบ เช่น นำเปลือกผลส้มไปบีบจะได้ water-in-oil emulsion ซึ่งแยกน้ำมันหอมระเหยออก โดยวิธี centrifugation

5.4 Steam Distillation เป็นการกลั่นโดยใช้ไอน้ำ โดยผ่านไอน้ำไปบนสมุนไพร ซึ่งบรรจุไว้ใน flask พร้อมกับ น้ำ ไอน้ำจะพาเอาน้ำมันหอมระเหยไปยัง condenser แล้วกลั่นตัวเป็นของเหลว เมื่อทิ้งไว้ น้ำมันจะแยกตัวออกจากน้ำ

5.5 Water distillation เป็นวิธีการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรโดยต้มกับน้ำ เมื่อน้ำและน้ำมันหอมระเหยระเหยขึ้นไปถึง condenser จะกลั่นตัว แล้วจึงนำของเหลวที่ได้ไปแยกน้ำมันหอมระเหยจากชั้นน้ำ เครื่องมือที่ใช้คือ Cleveneaur's apparatus ซึ่งมีชนิดสำหรับน้ำมันหอมระเหย ซึ่งหนักกว่าน้ำ และสำหรับน้ำมันหอมระเหยที่เบากว่าน้ำ

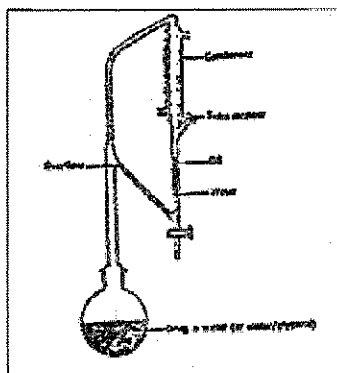
6. การสกัดน้ำมันพืช

การสกัดน้ำมันพืชจากเมล็ดพืชอาจทำได้โดยใช้ความร้อน หรือไม่ใช้ความร้อนก็ได้ การบีบโดยใช้ความร้อนจะได้น้ำมันออกมามากกว่า แต่จะบริสุทธิ์น้อยกว่า เครื่องมือที่ใช้บีบน้ำมันทางอุตสาหกรรมที่นิยมกันคือ เครื่องบีบชนิดเกลียว (Screw press หรือ expeller) เมื่อบีบเมล็ดพืชเข้าไปจะเกิดแรงกดทำให้เมล็ดพืชแตกออก ให้น้ำมันไหลออกมาทางหนึ่ง ส่วนกากจะไหลออกอีกทางหนึ่ง กากที่ได้จากการบีบนี้มักจะยังมีน้ำมันค้างอยู่ 2-4% ในทางอุตสาหกรรมจึงมักจะนำไปสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดไม่มีขั้ว เช่น เฮกเซน อีกครั้งหนึ่ง



ก.) เครื่องมือกลั่นน้ำมันหอมระเหยชนิดกลั่นด้วยไอน้ำ

ข.) เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยชนิด Clevenger apparatus



ค.) เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบ BPC

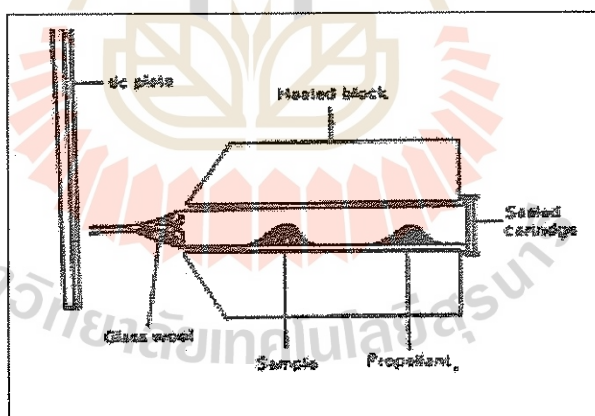
ภาพที่ 7 : แสดงเครื่องมือที่ใช้สกัดน้ำมันหอมระเหย

ที่มา : วันดี กฤษณพันธ์, 2536

กระบวนการผลิตน้ำมันทางอุตสาหกรรมนั้นมีขั้นตอนโดยย่อ ดังนี้ คือ ขั้นแรกจะทำความสะอาดเมล็ดพืช และเปลือก (husk) ซึ่งรวมทั้งผนังรังไข่ และเยื่อหุ้มเมล็ด แล้วแต่ว่าเป็นพืชชนิดใด จากนั้นจึงผ่านไปยังเครื่องบด แล้วจึงไปผ่านความร้อนเพื่อลดปริมาณความชื้น ขั้นตอนนี้เรียกว่า “Conditioning” ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยให้ไขมันออกมาง่ายขึ้น และช่วยทำลายโปรตีน จากนั้นจึงไปทำให้เป็นเกล็ด แล้วส่งผ่านไปยังเครื่องบีบเอาน้ำมัน อาจมีการบีบซ้ำหลายหนก่อนนำกากไปสกัดด้วยเฮกเซน กากสุดท้ายมักจะมีโปรตีนสูงจึงนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ น้ำมันที่ได้ยังต้องนำไปผ่านการทำให้บริสุทธิ์ได้แก่ Refining ซึ่งเป็นกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ โดยใช้ caustic soda ทำให้ได้น้ำมันที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง Deguming เป็นกระบวนการกำจัดพวกกัม (gum) และมิวซิเลจ (mucilage) โดยผสมน้ำมันกับน้ำที่อุณหภูมิ 32-49°C Bleaching เป็นกระบวนการกำจัดสี ซึ่งมักทำให้สี และรสของน้ำมันไม่ดี ทำได้โดยใช้ fuller’s earth (diatomaceous earth) หรือ charcoal ดูดซับ Deodorizing เป็นวิธีการกำจัดกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยโดยกลั่นด้วยไอน้ำ และ Winterizing ซึ่งเป็นวิธีการกำจัดสารซึ่งจะแข็งตัวเมื่ออุณหภูมิเย็นลงทำให้น้ำมันขุ่น ทำได้โดยนำน้ำมันไปทำให้เย็นที่ 7°C แล้วกรองสารที่ตกตะกอนออก น้ำมันที่ได้นี้อาจต้องนำไปผ่านกระบวนการอื่นๆ อีก แล้วแต่การนำน้ำมันไปใช้ประโยชน์ กระบวนการที่ใช้มากคือ Hydrogenation เพื่อเปลี่ยนกรดไขมันไม่อิ่มตัว เป็นกรดไขมันอิ่มตัว

7. Extraction by Thermomicrodistillation

เป็นการสกัดสารโดยใช้เครื่องมือ Thermomicro Analysis and Separation Ovens (TAS oven) เป็นการสกัดสารขนาดเล็ก นำสารใส่ลงใน cartridge ซึ่งข้างหนึ่ง seal อีกข้างหนึ่งเป็น capillaries เมื่อใส่เข้าไปใน oven ความร้อนจะทำให้สารระเหย หรือระเหิดออกมาทาง capillaries รองรับสารที่ระเหย หรือระเหิดออกมาด้วยแผ่น TLC แล้วนำไปตรวจสอบอีกทีหนึ่ง



ภาพที่ 8 : แสดง Thermomicro Analysis and Separation Ovens (TAS oven)

ที่มา : วันดี กฤษณพันธ์, 2536

การเลือกใช้ตัวทำละลาย

ในการสกัดจะได้ผลดีหรือไม่ อยู่ที่การคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม ตัวทำละลายที่ดีควรมีคุณสมบัติ

1. เป็นตัวทำละลายที่ละลายสารที่เราต้องการสกัดได้ดีพอ
2. ไม่ระเหยง่าย หรือยากเกินไป
3. ไม่ทำปฏิกิริยา กับสารที่เราต้องการสกัด
4. ไม่เป็นพิษ

5. ราคาพอสมควร

ในการเลือกใช้ตัวทำละลายเราอาศัยหลักเกณฑ์ต่อไปนี้ คือ

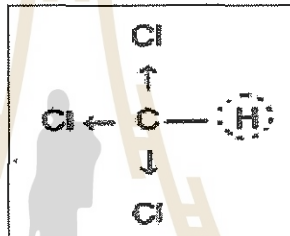
1. สารละลาย และตัวทำละลายมีคุณสมบัติควมมีขั้วคล้ายคลึงกัน
2. ละลายสารที่ต้องการออกมามากที่สุดในขณะที่ละลายสารที่ไม่ต้องออกมาน้อยที่สุด (selectivity)
3. แรง (force) แรงซึ่งเกี่ยวข้องในการละลายที่สำคัญ คือ

3.1) Dispersion force เป็นแรงที่เกิดจาก Transient charger induced ในโมเลกุล พวกตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วจะประกอบด้วย โมเลกุล ซึ่งเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ ทำให้พวกสารที่ไม่มีขั้วเข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างโมเลกุลได้ง่าย

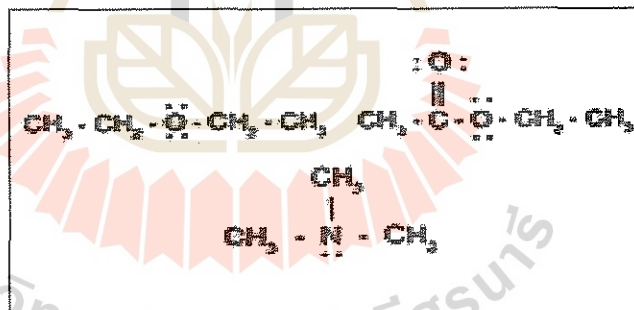
3.2) Dipole-dipole force เป็นแรงที่พบในตัวทำละลายที่มีขั้วเกิดการเหนี่ยวนำในโมเลกุลเกิดเป็นขั้วบวก และขั้วลบ ทำให้โมเลกุลของตัวทำละลายที่มีขั้วจับกันแน่น พวกสารซึ่งไม่มีขั้วจะแทรกตัวเข้าไปได้ยาก

3.3) H-bonding สารที่สามารถสร้าง H-bonding กับตัวทำละลายได้ดีก็จะละลายได้ดี สารซึ่งสามารถสร้าง H-bonding ได้แบ่งออกเป็น

- 3.3.1 สารซึ่งมี active hydrogen แต่ไม่มี donor atom เช่น CHCl_3



- 3.3.2 สารที่มี donor atom แต่ไม่มี active hydrogen



ภาพที่ 9 : แสดงโครงสร้างสารที่มี donor atom แต่ไม่มี active hydrogen

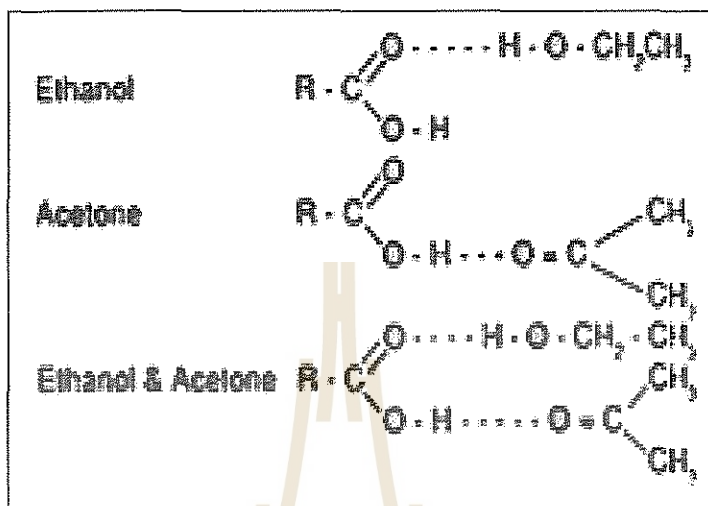
ที่มา : วันดี กฤษณพันธ์, 2536

- 3.3.3 สารที่มีทั้ง donor และ active hydrogen

- 3.3.4 สารซึ่งสามารถจับตัวต่อเนื่องกันเป็นร่างแห เกิดเป็นโมเลกุลใหม่ (network of bonding) ได้แก่ น้ำ polyphenols และ hydroxy acids

โดยทั่วไปแล้วตัวทำละลายที่มีขั้วเหมาะกับสารที่มีขั้ว และตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วเหมาะกับสารที่ไม่มีขั้ว การผสมระหว่างตัวทำละลายที่มีขั้ว และไม่มีขั้วอาจทำให้การละลายดีขึ้น เช่น กรดสามารถละลายได้ทั้งในเอทานอล อะซิโตน และ ส่วนผสมของตัวทำละลายทั้ง 2 ดังแสดงในภาพที่ 10

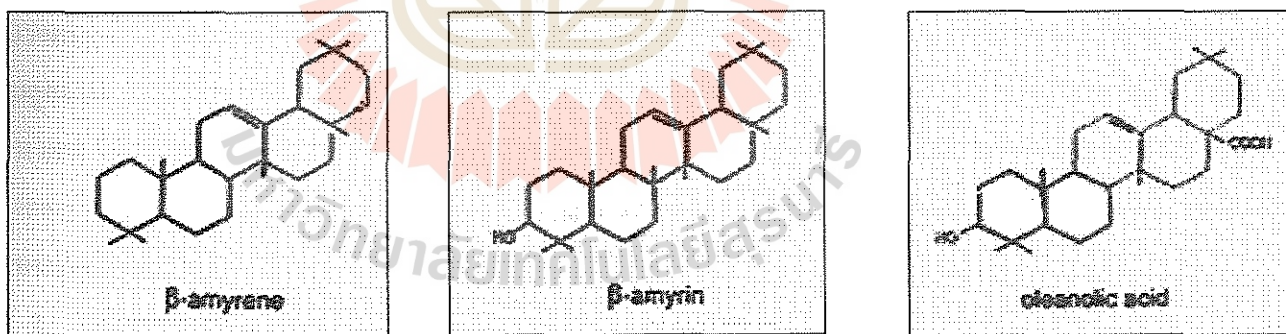
บางครั้งการเลือกใช้ตัวทำละลายอาจจะอาศัยการพิจารณาสูตรโครงสร้างทางเคมีของสาร เช่น β -amyrene β -amyrin และ oleanolic acid มีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกันดังภาพที่ 11 แต่การละลายจะแตกต่างกันคือ β -amyrene จะละลายดีในเฮกเซนเพราะเป็นสารที่ไม่มีขั้ว β -amyrin ซึ่งมี $-\text{OH}$ เพิ่มขึ้นจะละลายได้ดีในคลอโรฟอร์ม และอีเทอร์เพราะมีขั้วเพิ่มขึ้น ส่วน oleanolic acid มีทั้ง $-\text{COOH}$ และ $-\text{OH}$ จึงต้องใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วมากขึ้น เช่น เอทิลอะซิเตท และอะซิโตน



ภาพที่ 10 : แสดงโครงสร้างตัวทำละลายบางชนิด

ที่มา : วันดี กฤษณพันธ์, 2536

ตัวทำละลายอาจจัดเรียงตามลำดับความมีขั้วจากน้อยไปมากได้ ดังนี้ Cyclohexane, Carbontetrachloride, Benzene, Ether, Chloroform, Acetone, Ethyl acetate, Ethanol, Methanol, Water, Acids & Bases



ภาพที่ 11 : แสดงโครงสร้างทางเคมีของสารบางชนิด

ที่มา : วันดี กฤษณพันธ์, 2536

ตัวทำละลายที่ใช้กันมากๆ ได้แก่

1. คลอโรฟอร์ม เป็นตัวทำละลายที่ดี แต่มี selectivity น้อย เกิด emulsion ง่าย ถ้าใช้สกัดสารซึ่งเป็นด่างแก้อาจจะสลายตัวให้กรดเกลือ
2. อีเทอร์ มีความสามารถในการละลายน้อยกว่าคลอโรฟอร์ม แต่มี Selectivity ดีกว่าคลอโรฟอร์ม ข้อเสียคือระเหยง่าย ระบิดง่าย เกิด oxide ได้ง่าย และดูดน้ำได้มาก

3. แยกเซน เหมาะสำหรับพวกสารที่ไม่มีขี้ว มักใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับกำจัดไขมันจากสมุนไพร ข้อดี คือ ราคาถูก
4. แอลกอฮอล์ ที่ใช้มากคือ เมธานอล และเอทานอล เป็น all purpose solvent เนื่องจากมีอำนาจในการละลายกว้างมาก และยังใช้ทำลายเอนไซม์ในพืชด้วย

การสกัดสารจากพืชสมุนไพรในเชิงอุตสาหกรรม

ในการสกัดสารจากพืชสมุนไพรในระดับอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีการใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ขนาดใหญ่กว่าที่ใช้กันทั่วไปในห้องปฏิบัติการดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อก่อน ในที่นี้จะยกตัวอย่างเครื่องมือ หรืออุปกรณ์พื้นฐานสำหรับใช้ในการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งพืชสมุนไพรบางชนิดอาจจำเป็นต้องใช้เครื่องมือทุกชนิดที่กล่าวถึงต่อไปนี้ แต่พืชสมุนไพรบางชนิดก็อาจไม่จำเป็นต้องใช้ทุกเครื่อง ทั้งนี้ผู้ใช้ควรเลือกประยุกต์ใช้เครื่องมือต่างๆ ให้เหมาะสมกับพืชสมุนไพรแต่ละชนิด

1. เครื่องแยกเนื้อผลสด (depulper)

สำหรับพืชสมุนไพรที่ใช้ส่วนของผลมาสกัดออกฤทธิ์เช่น สะเดา เป็นต้นนั้นควรมีการใช้เครื่องแยกเนื้อผลสด เนื่องจากหากทำการผลิตในระดับอุตสาหกรรมแล้วจะต้องมีการเก็บเกี่ยวผลเหล่านี้จำนวนมาก ซึ่งหากเก็บกองรวมกันไว้โดยไม่แยกเอาเนื้อผลทิ้งออกไปจะทำให้เกิดการบูด เหม็นเน่า ก่อให้เกิดเชื้อราเจริญขึ้นได้ และมีผลทำให้เกิดผลเสียต่อวัตถุดิบในการผลิตได้ ซึ่งหน้าที่หลักของเครื่องแยกเนื้อผลคือ การฉีก หรือคัดส่วนที่เป็นเนื้อของผล (pulp) ออกทิ้งไปโดยเหลือแต่เมล็ดที่ยังมีเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) หุ้มอยู่ และปัจจุบันเครื่องมือเฉพาะเจาะจงสำหรับการแยกเนื้อผลออกจากเมล็ดยังไม่มีการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมา แต่ได้มีการประยุกต์ใช้เครื่องกะเทาะเมล็ดข้าวโพด และเครื่องแยกเนื้อผล (pulper finisher) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้มาทำการแยกเนื้อผลออกจากเมล็ด ซึ่งในการประยุกต์ใช้ยังมีข้อจำกัด และประสิทธิภาพในการแยกยังไม่ดีพอ ลักษณะของเครื่องแยกเนื้อผลที่ดัดแปลงมาใช้งานนี้มีลักษณะเป็นเครื่องกะเทาะ หรือนวด ที่มีลูกนวดแบบซี่เหล็กกลมหมุนรอบแกนด้วยแรงขับจากมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้ผลถูกเคลื่อนหรือกระทบเข้ากับผนังหรือฝาครอบลูกนวด แรงเหวี่ยงนี้จะทำให้เนื้อผลหลุดออกจากเมล็ดได้โดยง่าย นอกจากนี้ในระหว่างที่ลูกนวดหมุนจะมีน้ำไหลผ่านลูกนวดทำให้เนื้อผลหลุดออกจากเมล็ด และเมล็ดที่มีขนาดพอดีกับรูตะแกรงที่รองรับด้านล่างของลูกนวดจะไหลผ่านรูตะแกรงออกไปได้พร้อมกับน้ำล้างซึ่งสามารถแยกส่วนของเมล็ดออกมา และนำไปเข้ากระบวนการต่อไปได้ รายละเอียดของลักษณะเครื่องแยกเนื้อผลสดแสดงได้ดังภาพที่ 12

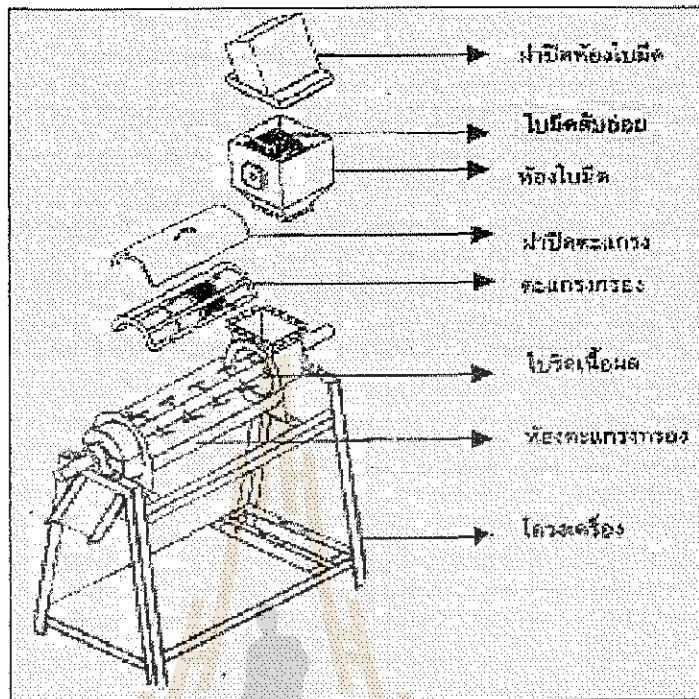
2. เครื่องอบแห้ง (dryer)

ปัจจุบันการอบแห้งโดยใช้เครื่องมืออบแห้งมีหลากหลายชนิด และวิธีการ สำหรับการอบแห้งเมล็ดพืชที่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องอบแห้งที่สามารถลดความชื้นภายในเมล็ดที่ค่อนข้างสูงให้ลดลงเหลือความชื้นต่ำๆ ได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะเมล็ดพืชส่วนใหญ่มีความชื้นภายในสูงมากประมาณ 60-70% และการใช้อุณหภูมิอบแห้งสูง และระยะเวลาในการอบแห้งนานเกินไปอาจจะมีผลทำให้สารสำคัญที่ต้องการซึ่งอยู่ภายในเมล็ดพืชนี้เสื่อมสลายลงได้ ดังนั้นการเลือกใช้นิยามของเครื่องอบแห้งจึงมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการจัดเตรียมวัตถุดิบ เครื่องอบแห้งที่นิยมใช้กับเมล็ดพืชในปัจจุบันมี 2 แบบ คือ

2.1) เครื่องอบแห้งแบบโรตารี (rotary dryer)

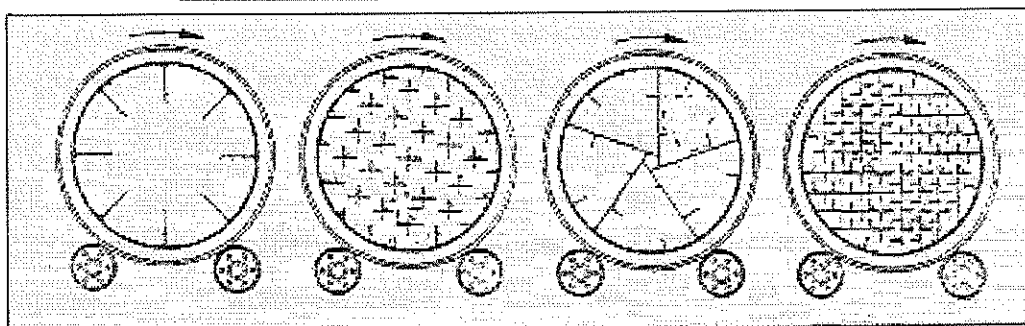
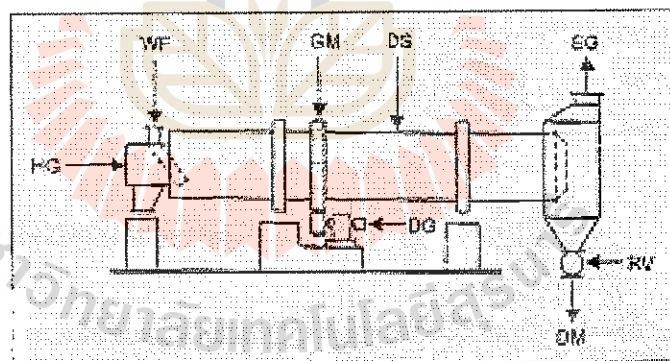
เป็นเครื่องอบแห้งที่ประยุกต์มาจากเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกที่ใช้กันโดยทั่วไปในสภาพไร่ นา เครื่องอบแห้งแบบโรตารีจะมีท่อทรงกระบอกที่หมุนตามแนวแกนนอน โดยการจับของเกี่ยวภายในท่อทรงกระบอกจะมี

ครีบอกุภายในซึ่งอาจมีลักษณะต่างๆ กัน ในขณะที่ท่อทรงกระบอกหมุนวัสดุเกษตรจะถูกป้อนจากปลายด้านใดด้านหนึ่ง และไหลไปยังด้านตรงกันข้าม โดยมีลมร้อนเป่าจากด้านที่ป้อนวัสดุโดยทั่วไปนิยมใช้แก๊สแอลพีจี (แก๊สหุงต้ม) เป็นตัวทำให้เกิดพลังงานความร้อน ไอความร้อนดังกล่าวจะพัดเอาความชื้นจากเมล็ดออกไปตามทิศทางแรงลม และลอยตัวออกทางด้านบนของปลายท่อฝั่งตรงข้าม ส่วนของวัสดุเกษตร (เมล็ด) จะตกลงในภาชนะรองรับ ลักษณะรายละเอียดเครื่องอบแห้งแบบโรตารีดูได้จากภาพที่ 13



ภาพที่ 12 : เครื่องแยกเนื้อผลสด

ที่มา : กั้น และเอกพงษ์, 2541



ภาพที่ 13 : เครื่องอบแห้งแบบโรตารี

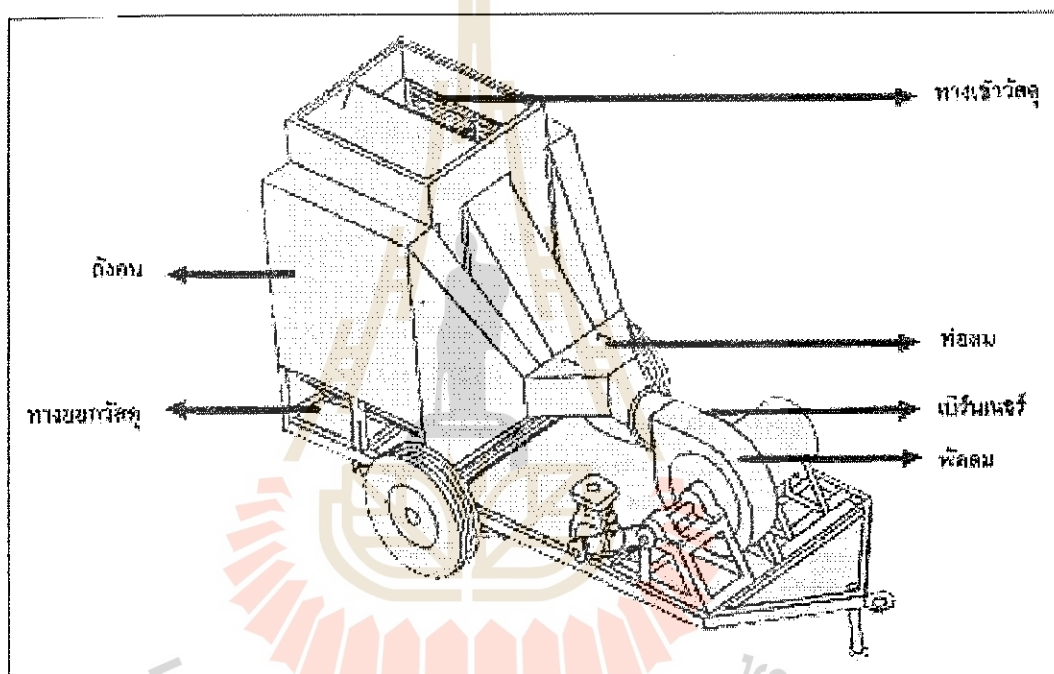
ที่มา : Sattler and Feindt, 1995

- หมายเหตุ: DM = ทางออกของวัสดุเกษตร (dry material discharge)
 EG = ทางออกของลมร้อน (exhaust gas discharge)

HG	=	ทางเข้าของลมร้อน (hot gas inlet)
RV	=	วาล์วเปิด-ปิดทางออกวัสดุ (rotary valve)
GM	=	แหวนเกียร์ (gear mounting)
WF	=	ที่ป้อนวัสดุ (feed chute)
DG	=	เกียร์ขับ (driving gear)

2.2) เครื่องอบแห้งแบบแฟลชคราย (flash dryer)

หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบแฟลชคราย (farm flash dryer) คล้ายกับแบบโรตารีแต่แตกต่างกันที่บริเวณถังอบซึ่งเป็นบริเวณที่มีการอบแห้งของแฟลชครายจะไม่มีลมหมุน ส่วนของเมล็ดพืชจะถูกเทจากด้านบนของถังอบ (drying bin) และไหลผ่านถังอบที่มีลมร้อนพัดผ่าน ลมร้อนสามารถปรับให้มากหรือน้อยได้จากการปรับวาล์วลมร้อน (air valve) โดยบังคับให้ลมร้อนเข้าทางด้านข้างของถัง และระบายออกตรงกลาง (damper position 1) หรือปรับให้ลมเข้าทางท่อวาล์วระหว่างถังอบและระบายออกด้านข้าง (damper position 2) ก็ได้ ดังภาพที่ 14



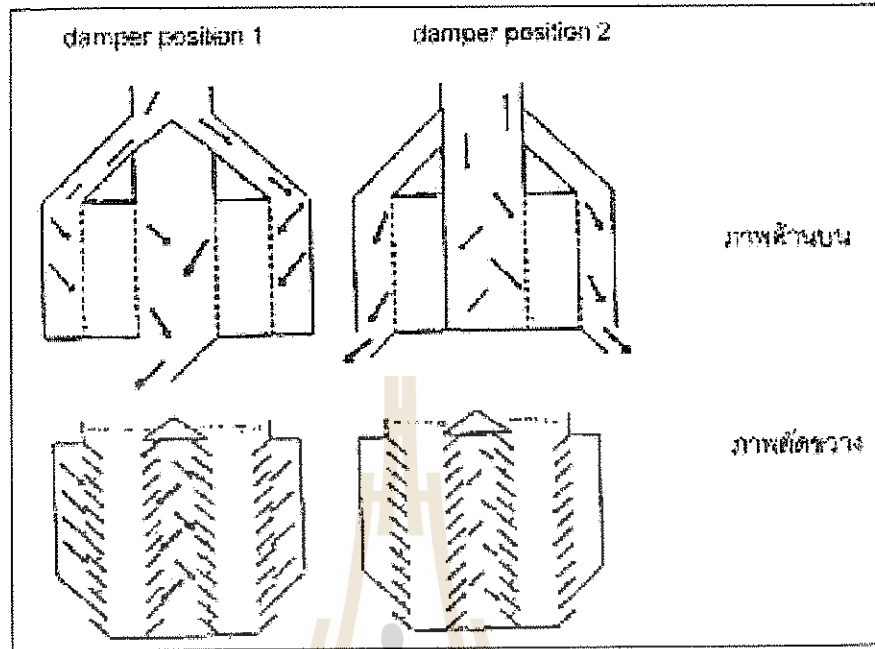
ภาพที่ 14.1 : ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งแบบแฟลชคราย

ที่มา : Manalabe *et al.*, 1990

3. เครื่องกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ด (seed decorticator)

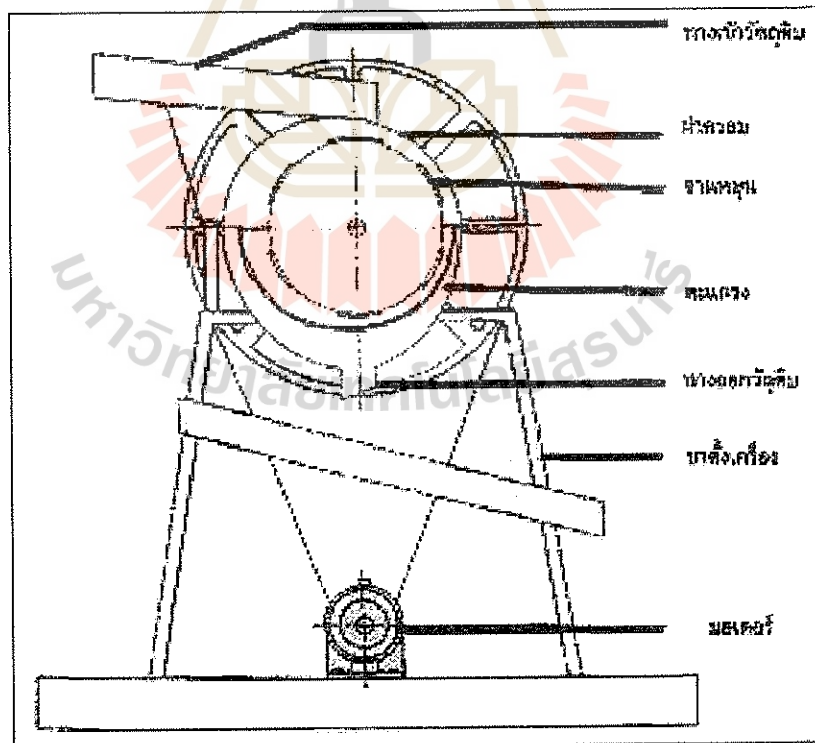
เมื่ออบเมล็ดพืชให้แห้งจนมีความชื้นพอเหมาะแล้ว (ประมาณ 12-14%) เราสามารถจะนำเอาไปกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดออกได้โดยง่าย ลักษณะเครื่องกะเทาะเปลือกมีลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องมืออื่นๆ สามารถดัดแปลงจากเครื่องกะเทาะเปลือกอั่วลิสง หรือเครื่องกะเทาะเมล็ดพืชอื่นๆ ได้ ลักษณะเครื่องประกอบด้วยส่วนที่ป้อนเมล็ด (feed hopper) ซึ่งจะป้อนเมล็ดเข้าสู่ตุ้ม หรือถังกะเทาะเปลือก (threshing chamber) ภายในจะมีถังหมุน (rotor หรือ shelling drum) ซึ่งมีแผ่นยางหุ้มอยู่เป็นระยะๆ โดยรอบตามแนวแกนทรงกระบอก ด้านข้างของถังกะเทาะจะมีตะแกรงซึ่งจะเอารูขนาดเท่ากับเมล็ดพืชนั้นๆ และสามารถปรับระยะห่างจากถังหมุนได้ตามต้องการ เมื่อถังหมุนด้วยแรงขับจากมอเตอร์ (ขนาด 1 แรงม้า) จะทำให้เมล็ดพืชถูกเหวี่ยงกระทบกับถังกะเทาะทำให้เปลือกแตกออกส่วนเมล็ดจะลอดผ่านรูตะแกรงไหลลงมารวมกันด้านล่างของถัง รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 16 อย่างไรก็ตามการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะเปลือกนี้ขึ้นกับปัจจัย

หลายอย่าง ได้แก่ ความชื้นของเมล็ด ผลการทดลองพบว่า การใช้เมล็ดพืชความชื้นต่ำๆ 8%(w.b.) ทำให้ประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงกว่าการใช้เมล็ดความชื้น 10 และ 20%(w.b.) เมื่อเครื่องทำงานที่ความเร็วรอบเท่าๆ กัน นอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่มความเร็วรอบการหมุนของการกะเทาะเปลือก (กิโลกรัมเมล็ดต่อชั่วโมง) มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกกลับลดลง (shelling efficiency, %) ตัวอย่างเช่น เมล็ดสะเดา มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 14.2 : ภาพตัดขวางทิศทางการไหลของลมร้อนผ่านเครื่องอบแห้งแบบแฟลชคราย

ที่มา : Manalabc *et al.*, 1990

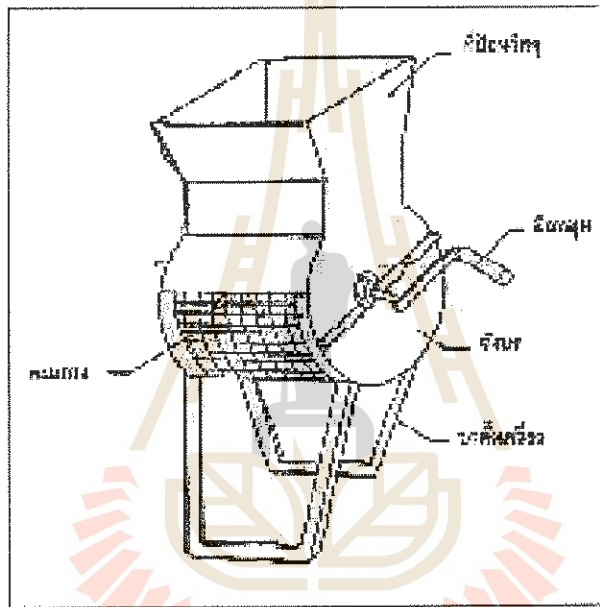


ภาพที่ 15 : เครื่องกะเทาะเปลือกหุ้มเมล็ด

ที่มา : Sivakumar *et al.*, 1996

4. เครื่องบด หรือป้อนเมล็ด (seed crusher)

เครื่องบดเมล็ดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสามารถประยุกต์ใช้เครื่องบดใบไม้ที่หมุนด้วยมือ (hand grinder) เช่นในภาพที่ 16 หรืออาจใช้เครื่องบดอเนกประสงค์ (multipurpose mill) ที่นิยมใช้ในการย่อยวัสดุเกษตรดังภาพที่ 16 ก็ได้ หน้าที่หลักของเครื่องบด หรือป้อนเมล็ดคือ ลดขนาดของเมล็ดให้มีขนาดอนุภาคเล็กกลงโดยอนุภาคที่มีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับสารละลายอินทรีย์มากขึ้น เครื่องบดประกอบด้วยตัวป้อนเมล็ด (feed hopper) ที่ป้อนวัสดุเข้าสู่ถังบด (drum) ซึ่งภายในจะมีใบมีดตัดติดอยู่กับเพลาคี่ที่หมุนโดยรอบด้วยมอเตอร์ขับเคลื่อน ในกรณีของเครื่องบดด้วยมือจะใช้การหมุนแกนเพลาคี่โดยมีก้านหมุน (handle) วัสดุเกษตรจะถูกสับให้มีขนาดเล็กกลง และถูกร่อนแยกผ่านรูตะแกรง (mesh) แล้วไหลลงมารวมกันผ่านช่องทางออกของวัสดุ (product outlet) อย่างไรก็ตามการบดเมล็ดพืชซ้ำกันหลายครั้งอาจทำให้ขนาดของอนุภาคที่ถูกบดละเอียดเกินไป และอาจทำให้การสกัดมีปัญหาโดยเฉพาะการใช้ถังสกัดแบบมีมอเตอร์กวน ทั้งนี้เพราะตะกอนละเอียดจะทำให้เกิดการอุดตันที่บริเวณทางออกของสารสกัด และอาจเกิดการตกตะกอนค้ำกันถัง โดยที่เมล็ดพืชบดจะถูกจุ่มแช่ในสารละลายอินทรีย์โดยไม่ถูกกวน ดังนั้นจึงควรระวังเกี่ยวกับการบดอย่าให้ละเอียดมากเกินไปด้วย รวมทั้งการบดใบไม้ ถ้าด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 16 : เครื่องบด ใบไม้หมุนด้วยมือ

ที่มา : Dakshinamurthy, 1996

5. เครื่องมือสกัดสารออกฤทธิ์ (solid-liquid extractor)

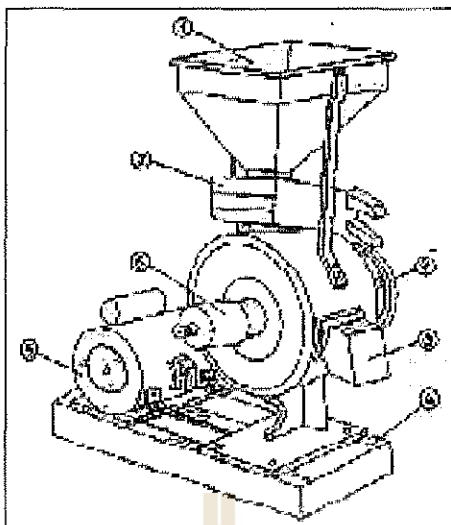
ในประเทศไทยเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรมีหลายชนิด ถ้าเป็นการสกัดสารออกฤทธิ์จากเมล็ดพืชส่วนใหญ่จะใช้เครื่องมือที่ทำงานโดยอาศัยหลักการสกัดแบบ maceration หรือ moving - bed contacting กล่าวคือ วัสดุคั่ว (เมล็ดพืชบด) จะถูกทำให้เคลื่อนที่โดยสัมผัสกับสารละลายอินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวทำละลาย (Solvent) ในการสกัดตลอดระยะเวลาที่มีการสกัด การเคลื่อนที่ของวัสดุคั่วอาจเกิดขึ้นจากการกวน หรือหมุนด้วยใบพัดในกรณีที่ใช้ถังกวน (agitated vessel) หรือวัสดุคั่วเคลื่อนที่โดยการลำเลียงผ่านสกรูที่มีตัวทำละลายอินทรีย์ไหลผ่านในทิศทางตรงกันข้ามในกรณีที่ใช้เครื่องสกัดแบบ ฮิลด์แบรนด์ท์สกรู (hildebrandt screw conveyor extractor) หรือทูลสกรูคอนเวเยอร์ (two screw conveyor extractor)

แต่มีในประเทศเมียนมาร์ที่ใช้ระบบการผลิตสารสกัดแบบ percolation หรือ fix-bed contacting กล่าวคือ ในระหว่างการสกัดพืชสมุนไพรจะถูกบรรจุอยู่ในถังสกัดโดยไม่มีการเคลื่อนที่สารละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการสกัด สารออก

ฤทธิ์จะถูกบีบด้วยแรงดันผ่านถึงสกัดเพื่อชะสารออกฤทธิ์ออกมา

ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดแบบนี้เรียกว่า

percolator รายละเอียดของเครื่องมือชนิดต่างๆ จะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไปนี้



ภาพที่ 17 : เครื่องบดคอกประสงค์

ที่มา : Dakshinamurthy, 1996

- หมายเหตุ :
- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. ที่ป้อนเมล็ด (feed hopper) | 5. มอเตอร์ขับ (motor) |
| 2. รอก (V-belt pullet) | 6. ตัวปรับระยะ (clearance variator) |
| 3. ทางออกของวัสดุ (product outlet) | 7. ถังทำความสะอาด (cleaning variator) |
| 4. ฐานตั้งเครื่อง (platform) | |

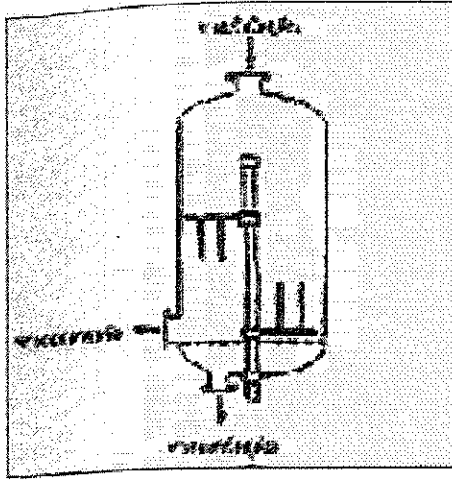
5.1) ถังกวนสารสกัด (agitated extraction vessel)

ถังกวนมีส่วนประกอบหลักคือ ถังทรงกระบอกที่ใช้บรรจุวัตถุดิบ และตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งมีมอเตอร์หมุนใบพัดในถังให้เกิดการไหลวนของของเหลวในถัง และมีผลทำให้วัตถุดิบที่ถูกกวนไหลวนอยู่กับตัวทำละลายอินทรีย์ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ตามที่กำหนด เมื่อการกวนสิ้นสุดลงจะปล่อยให้อนุภาคของวัตถุดิบตกตะกอนอยู่ด้านล่าง สารละลายที่อยู่ชั้นบนจะเป็นสารสกัดที่มีสารออกฤทธิ์ที่ต้องการซึ่งสามารถปล่อยผ่านก๊อทด้านหน้าของถังเพื่อนำไปเข้ากระบวนการต่อไป ส่วนกากที่ได้สามารถนำมาสกัดอีกครั้ง หรือปล่อยให้หลุดออกทางด้านล่างเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้ นอกจากนี้ลักษณะถังกวนยังอาจเป็นถังแนวนอนโดยมีใบพัดกวนแนวนอน หรือในบางกรณีถังสกัดจะหมุนได้ ระบบนี้นิยมใช้เป็นเซลล์ต่อพ่วงกันในระบบ countercurrent system รายละเอียดของถังกวนสารสกัดดูได้จากภาพที่ 18

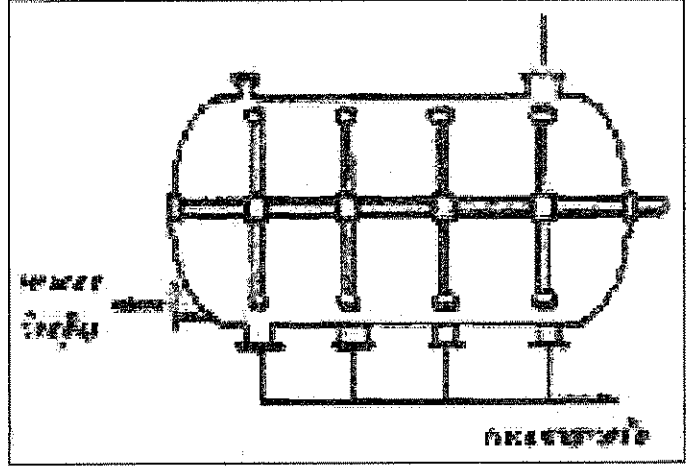
ตารางที่ 2 : ผลของความชื้นภายในเมล็ดสะเดา และการปรับความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์ (รอบต่อนาที) ที่มีต่อประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะเปลือก

1. ความชื้นภายในเมล็ด (8% wb.)							
ตัวอย่าง	รอบ/ นาที	เนื้อใน (ก)	เปลือก (ก)	เมล็ด (ก)	เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพ (กก/ชม)	ประสิทธิภาพ (%)
1	100	350	620	30	4.0	15.0	97.0
1	150	323	605	72	2.5	24.0	92.8
1	200	310	578	112	1.5	40.0	88.8
1	300	288	559	153	1.0	60.0	84.7
1	350	276	542	182	0.7	85.7	81.8
2. ความชื้นภายในเมล็ด (10% wb.)							
ตัวอย่าง	รอบ/ นาที	เนื้อใน (ก)	เปลือก (ก)	เมล็ด (ก)	เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพ (กก/ชม)	ประสิทธิภาพ (%)
1	100	340	580	80	5.0	12.0	92.0
1	150	320	570	110	2.0	30.0	89.0
1	200	300	550	150	1.5	40.0	85.0
1	300	280	520	200	1.0	60.0	80.0
1	350	270	500	230	0.7	86.0	77.0
3. ความชื้นภายในเมล็ด (12% wb.)							
ตัวอย่าง	รอบ/ นาที	เนื้อใน (ก)	เปลือก (ก)	เมล็ด (ก)	เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพ (กก/ชม)	ประสิทธิภาพ (%)
1	100	345	560	95	4.5	13.3	90.5
1	150	320	570	110	1.8	33.3	89.0
1	200	305	545	150	1.5	40.0	85.0
1	300	285	515	200	0.9	66.6	80.0
1	350	275	490	235	0.7	86.0	76.5

ที่มา : Sivakumar *et al.*, 1996



a) ถังกวนแนวตั้ง



b) ถังกวนแนวนอน

ภาพที่ 18 : ถังกวนสารสกัด

ที่มา : Schweitzer, 1988

ในการผลิตสารสกัดจากพืชสมุนไพรนี้อาจใช้ถังกวนนี้สกัดน้ำมันออกจากเมล็ดโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายอินทรีย์หลังจากได้สารสกัดเฮกเซน ภาคที่อยู่ภายในถังจะถูกสกัดต่อไปด้วยเมทานอลหรือเอทานอลตามวิธีการเดิม ในระหว่างการกวนควรปิดภาชนะเพื่อป้องกันการระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์ ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับตัวทำละลายอินทรีย์ ตลอดจนเป็นการรักษาความปลอดภัยในระหว่างกระบวนการผลิต และป้องกันการเกิดเพลิงไหม้ในระบบอีกด้วย

นอกจากนี้ถังสกัดบางชนิดอาจเพิ่มถังน้ำร้อนหุ้มถึงสกัดอีกชั้นหนึ่งทั้งนี้เพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการสกัด และยังเป็น การเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดด้วย อย่างไรก็ตามอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้เมื่อถ่ายเทความร้อนให้ถึงชั้นในผ่านตู้สารสกัดควรมีอุณหภูมิไม่เกินกว่าอุณหภูมิที่จะทำให้สารสกัดเสื่อมสลายตัว ซึ่งสามารถตั้งเครื่องตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิของสารสกัดไม่ให้เกิน 55 องศาเซลเซียสได้ (อัญชติ และคณะ, 2538)

5.2) ฮิลเดบรันด์สกรู (Hildebrandt total-immersion extractor)

นอกเหนือจากการใช้ถังกวนสารสกัดดังกล่าวแล้วยังมีการใช้ระบบที่มีการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบ โดยการลำเลียงด้วยสกรู ดังภาพที่ 19 สกรูในระบบมี 3 ส่วน ซึ่งช่วยในการลำเลียงวัตถุดิบโดยจัดเรียงเป็นรูปตัวยู (U) เกือบ สกรูจะเอาระงูเพื่อให้สารละลายอินทรีย์ไหลผ่านวัตถุดิบที่ถูกลำเลียงโดยมีสารละลายอินทรีย์ไหลผ่านในทิศทางตรงกันข้ามกับการลำเลียง วัตถุดิบที่จะใช้ในระบบนี้ควรมีน้ำหนักเบา และยอมให้สารละลายอินทรีย์ซึมผ่านได้ดี (permeable)

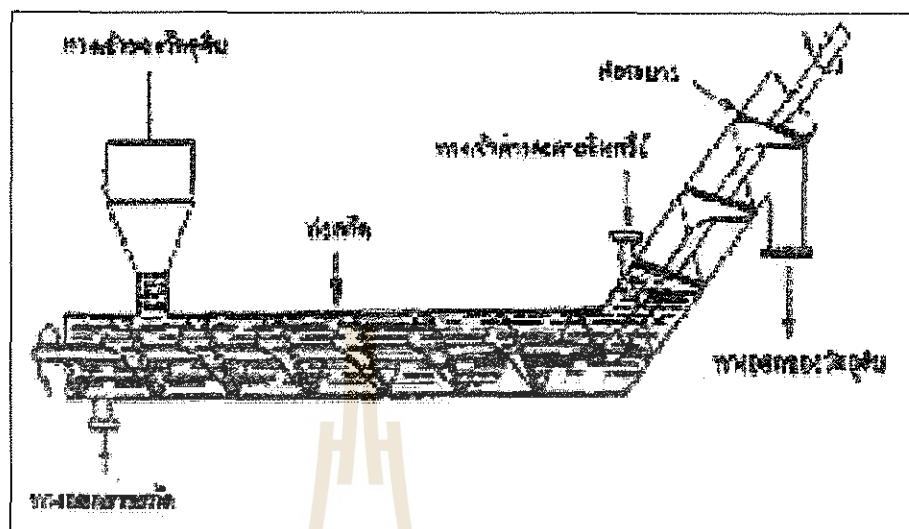
5.3) ทูสกรูคอนวเยอร์ (Two screw conveyor extractor)

เครื่องมือสกัดแบบทูสกรูคอนวเยอร์ (ภาพที่ 20) พัฒนาขึ้นเพื่อลดจำนวนสกรูที่ใช้ในการลำเลียง วัตถุดิบในแบบฮิลเดบรันด์สกรู เครื่องประกอบด้วยสกรูแนวนอนที่เป็นส่วนที่ใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพร และมีสกรูแนวเอียงเพื่อใช้ในการลำเลียงวัตถุดิบ สารละลายอินทรีย์จะไหลผ่านวัตถุดิบในทิศทางตรงกันข้ามกับการลำเลียง การทำงานในระบบนี้สามารถลดปริมาตรของสารละลายอินทรีย์ที่ไหลผ่านสกรูได้มาก

5.4) เพอร์โคเลเตอร์ (percolator)

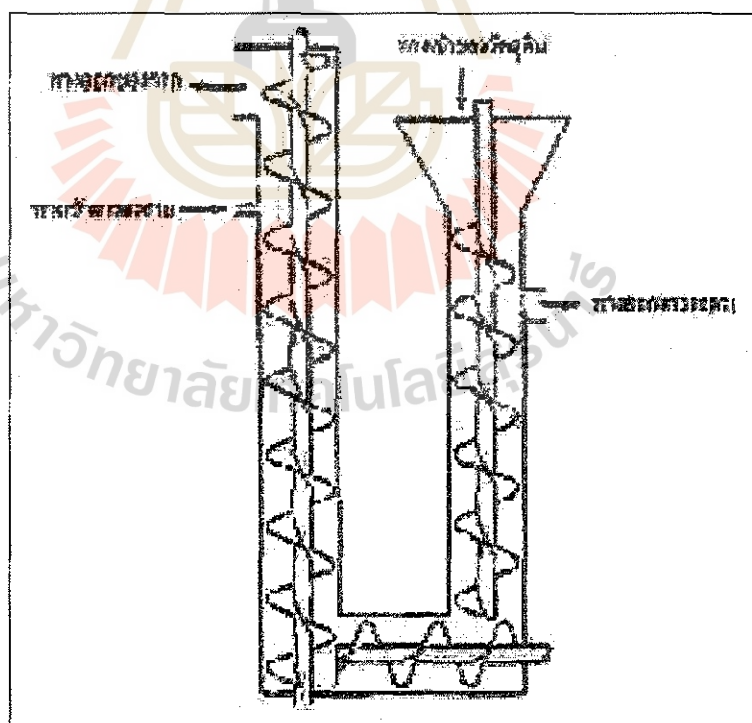
เครื่องสกัดแบบเพอร์โคเลเตอร์ทำงานโดยอาศัยหลัก fixed-bed ลักษณะดังเป็นถึงปิด หรือเปิดที่บรรจุวัตถุดิบที่ต้องการสกัดโดยที่สารละลายอินทรีย์จะไหลผ่านถังโดยการสเปรย์ (spray percolation) จุ่มแช่ (immersion)

หรือสเปร์ยสลับการจุ่มแช่ (intermittent) สารละลายอินทรีย์จะไหลเวียนไปตามถังต่างๆ โดยระบบการทำงานของปั๊ม หรือการปล่อยให้ไหลตามแรงโน้มถ่วง วัตถุประสงค์ที่บรรจุในถังต่างๆ จะต้องมีความเหมาะสมทางกายภาพเหมือนกันทั้งขนาด และรูปร่าง ถังปัดจะช่วยทำให้ลดการสูญเสียปริมาตร และแรงดันของสารละลายอินทรีย์ ตลอดจนช่วยทำให้การใช้อุณหภูมิที่จุดเดือดของสารละลายอินทรีย์เป็นไปได้ง่ายขึ้น (ภาพที่ 21)



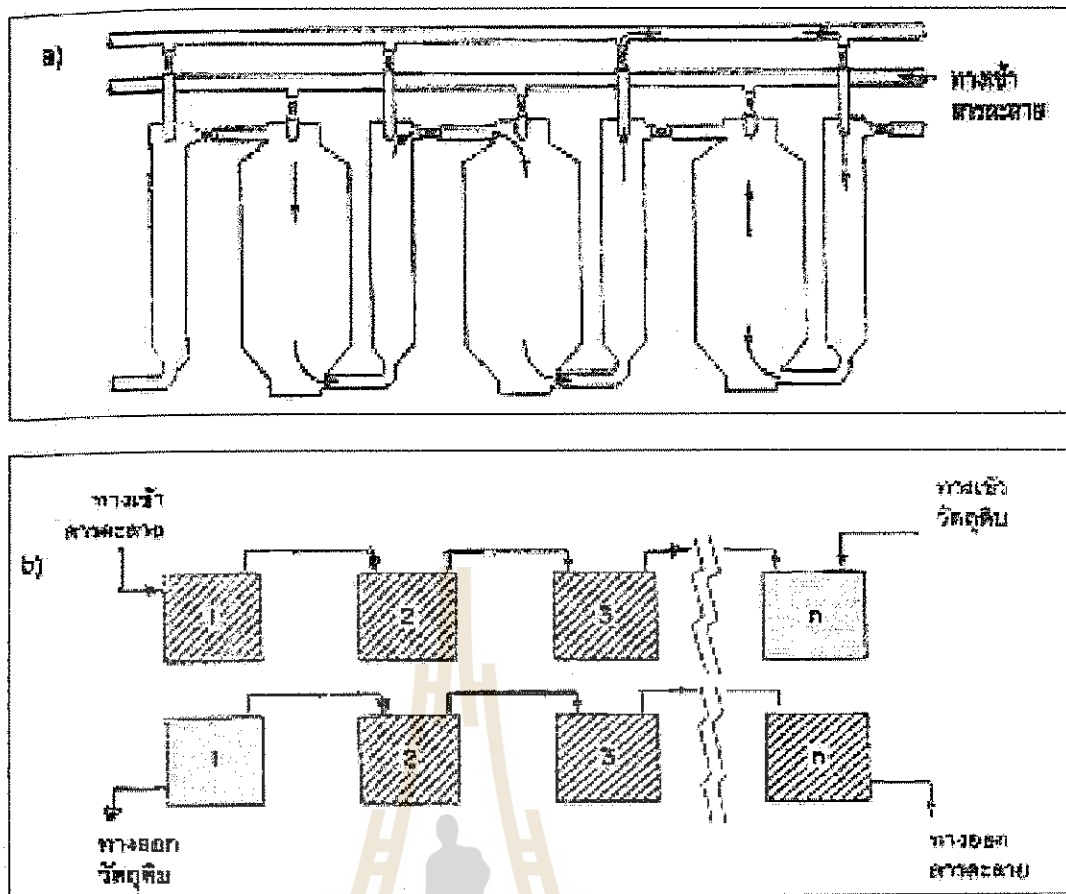
ภาพที่ 19 : เครื่องสกัดแบบฮิลเดอรับรานด์สกรู

ที่มา : Schweitzer, 1988



ภาพที่ 20 : เครื่องสกัดทูลสกรูคอนเวเยอร์

ที่มา : Schweitzer, 1988



ภาพที่ 21 : เครื่องสกัดแบบเพอร์โกลเทออร์

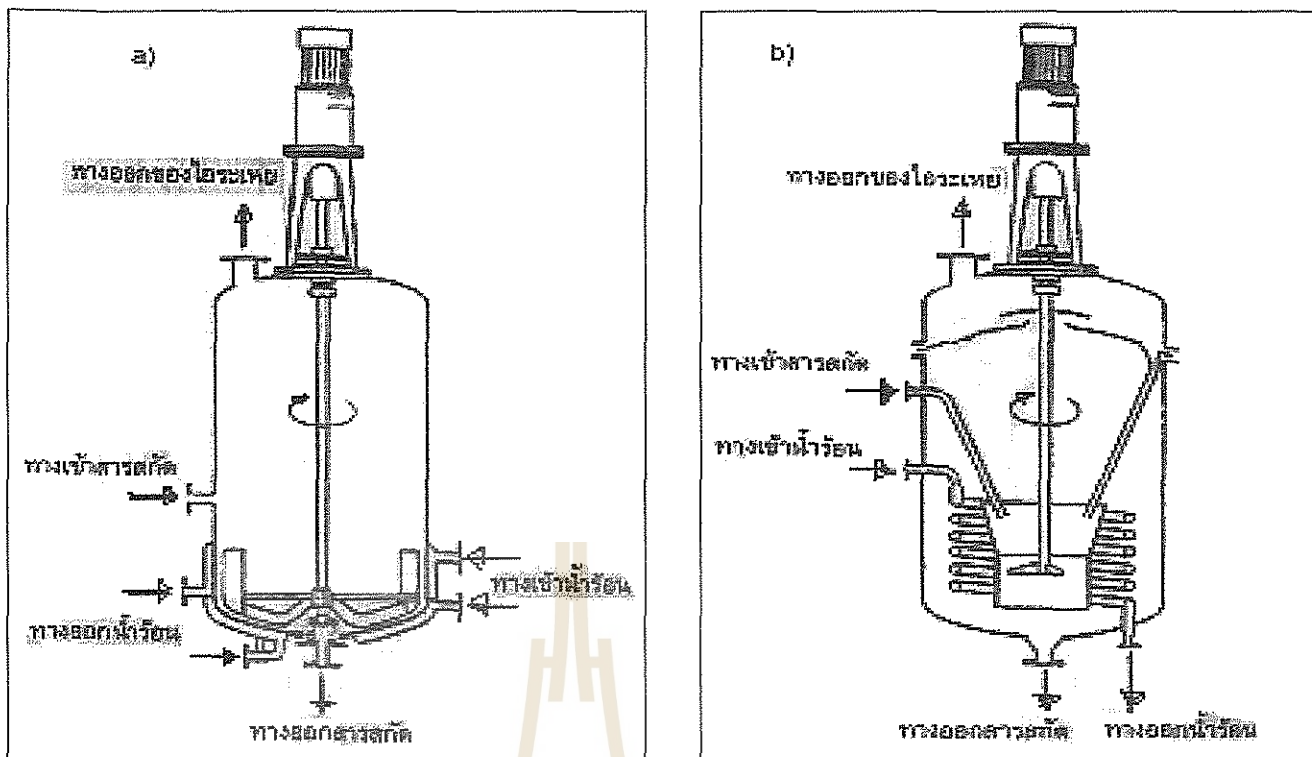
a) การจัดเรียงถังสกัดแบบเพอร์โกลเทออร์

b) การไหลของวัตตูดิบ และสารละลายอินทรีย์ในระบบสกัด

ที่มา : Schweitzer, 1988

6. เครื่องระเหยสารสกัด (vacuum evaporator with stirring gear)

เครื่องระเหยสารสกัด หรือถังระเหยสารสกัดประกอบด้วยถังทรงกระบอกที่บรรจุสารสกัดความเข้มข้นต่ำด้านนอกของถังบริเวณที่มีการระเหยจะถูกหุ้มด้วยถังที่มีน้ำร้อนถ่ายเทความร้อนให้กับถังชั้นใน และผนังถังจะถ่ายเทความร้อนให้แก่สารจนเกิดการระเหย ในระหว่างการถ่ายเทความร้อนสารสกัดจะถูกกวนโดยใบพัดที่หมุนโดยการขับเคลื่อนมอเตอร์ ไอระเหยของสารสกัดจะระเหยออกทางด้านบนของถังที่ต่อเชื่อมกับปั๊มสุญญากาศ ซึ่งจะทำให้ตัวทำละลายอินทรีย์ระเหยกลายเป็นไอโดยมีจุดเดือดต่ำลงทำให้เกิดการระเหยเร็วขึ้น เช่นเดียวกับการหมุนกวนของสารสกัดจะช่วยทำให้พื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องมือ การเลือกชนิดของใบพัดในถังระเหยนับว่ามีความสำคัญอีกประการหนึ่ง หากสารสกัดที่ระเหยมีความหนืดปานกลาง และค่อนข้างเหลว ควรใช้ใบพัดแบบโพรเพลลอร์ (propellor stirrer) แต่หากสารสกัดมีความหนืดสูงควรเปลี่ยนใบพัดเป็นแบบแองเคอร์ (anchor stirrer) รายละเอียดของเครื่องดังแสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 : เครื่องมือระเหยสารสกัด

a) ใบกวนชนิดแองเคอร์ (anchor) สำหรับสารที่มีความหนืดสูง

b) ใบกวนชนิดโพรเพลเลอร์ (propellor) สำหรับสารที่มีความหนืดต่ำถึงปานกลาง

ที่มา : Sattler and Feindt, 1995

จากที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิตสารสกัดจากพืชสมุนไพรเชิงอุตสาหกรรม หรือในเชิงพาณิชย์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ มากมาย แต่ละขั้นตอนเกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือหลายชนิดซึ่งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ตลอดจนสามารถควบคุมความสม่ำเสมอในการดำเนินการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ และมาตรฐานได้ อย่างไรก็ตามการลงทุนในส่วน of เครื่องมือชนิดต่างๆ นั้นไม่จำเป็นต้องลงทุนในคราวเดียวกัน เนื่องจากบางท้องถิ่นสามารถใช้แรงงานทดแทนการใช้เครื่องจักรในบางขั้นตอนได้

งานวิจัยเกี่ยวกับสารสกัดจากพืชสมุนไพร

สะเดา :

- 1.) Arnason, J. T., Philogene, B. J. R., Donskov, N., Huden, M., McDougall, C., Fortier, C., Morand, P., Gardner, D., Lambert, J., Morris, C. and C. Nozzolillo. 1985. Antifeedent and insecticidal properties of azadirachtin to the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. Exp. Appl. 38, p. 29-34.
- 2.) Hegde, N. G. 1993. Neem Production and Development-Constraints at Grass Root Level. World Neem Conference "Souvenir". Feb. 24th-28th, 1993. Bangalore, India. pp. 1-7.
- 3.) Hull, C. J. Jr., Dutton, W. R. and B. S. Switzer. 1993. Quantitation of azadirachtins in insecticidal formulations by high performance liquid chromatography. J. chromatogr. 633, p. 300-304.
- 4.) Isman, M. B. Koul, O., Luczynski, A. and J. Kaminski. 1990a. Insecticidal and antifeedant bioactivities of neem oils and their relationship to azadirachtin content. J. Agric. Food Chem. 38, p. 1406-1471.
- 5.) Isman, M. B. 1996. Some Target and Non-Target Effects of Neem Insecticides Abstract of the Int. Neem Conf. Queensland 4-9 Feb. 1996. : p.1.
- 6.) Kleeberg, H. 1992a. Stable azadirachtin-rich insecticidal powder from neem seeds. Deutsches offenes Patent No. 4109473. Sept. 24, 1992.
- 7.) Schmutterer, H. and R. P. Singh. 1995. List of Insect Pests Susceptible to Neem Products. The Neem Tree. VCH publisher. Germany. pp. 326-365.
- 8.) Voellinger, M. 1987. The Possible Development of Resistance against Neem Seed Kernel Extract and Deltamethrin in *Plutella xylostella*. Proc. 3rd Ec. Int. Neem Conf., Nairobi. 10-15 July 1986, pp. 543-554.

หญ้าหนอนตายหยาก :

- 1.) กฤษณา กุศลคาม. 2525. รวบรวมการศึกษารากหนอนตายหยาก. เชียงใหม่ เกษษสาร ปีที่ 1 น. 1. เชียงใหม่. หน้า 28-34.
- 2.) นุฉัตรา วีระฉัตร. 2528. ผลของสารสกัดหนอนตายหยาก (*Stemona collinsae*) ต่อสัตว์น้ำบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 46 หน้า.
- 3.) ประคอง พันธุ์อุไร. 2520. รายงานการศึกษาชีววิเคราะห์ของรากหนอนตายหยาก. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปีที่ 19 น.3.
- 4.) เลาจนา ชีรภัทรสกุล และประคอง พันธุ์อุไร. 2520. การศึกษาพิษของหนอนตายหยากที่มีกับหนอนแมลงวันบ้าน. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปีที่ 19 น. 4. กรุงเทพมหานคร. หน้า 217-226.
- 5.) วิสุทธิ์ เสงวนศรี และคณะ. 2526. ศึกษาประโยชน์ของหนอนตายหยากในการใช้ป้องกันกำจัดแมลง. รายงานผลการวิจัย. กองวัดภูมิพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพมหานคร.

ยาสูบ :

- 1.) อุดมศักดิ์ อุ่นจิตต์วรธนะ และคณะ. 2525. การผลิตวัดภูมิพืชจากยาสูบ. รายงานผลการทดลองและวิจัยของวัดภูมิพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพมหานคร.

- 2.) อุดมลักษณ์ อุ่่นจิตต์วรัรณะ. 2523. การศึกษาวิธีการสกัดและปรุงแต่งสารพิษจากต้นยาสูบ. รายงานผลการทดลองและวิจัย. กองกฤษฎและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพมหานคร.

โล่ดิน (หางไหลแดง) :

- 1.) เฉลิม เนตรศิริ. 2526. มาปลูก . . . โล่ดินหรือหางไหลแดงไว้ฆ่าแมลงกันดีไหม?. วารสารชาวเกษตร ฉ. 28 (ก.ช. 2526). กรุงเทพมหานคร. หน้า 3-15.



บทที่ 3

สรุปผลการปฏิบัติงาน

จากการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีประสิทธิผลในการกำจัดสัตว์พาหะที่พบภายในโรงงานของบริษัท เจียเม็ง จำกัดสามารถสรุปรายละเอียดที่สำคัญๆ พอสังเขปเกี่ยวกับพืชสมุนไพรเหล่านี้ได้ดังแสดงในตารางที่ 2 และทำให้ทราบถึงวิธีการสกัดสารสำคัญจากธรรมชาติทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ และระดับอุตสาหกรรม โดยในระดับอุตสาหกรรมนั้นได้กล่าวถึงเครื่องมือที่สามารถใช้ในการสกัด ได้แก่ เครื่องกระเทาะเปลือก เครื่องแยกเนื้อผล เครื่องสกัดสาร และเครื่องผสมสารให้เป็นเนื้อเดียวกัน เป็นต้น

สำหรับข้อมูลที่รวบรวมไว้ในรายงานฉบับนี้จะส่งผลให้บริษัทฯ ได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการกำจัดสัตว์พาหะในโรงงาน ซึ่งเมื่อทำการศึกษา และทดลองต่อไป บริษัทฯ อาจใช้สารสกัดธรรมชาติที่มีประโยชน์มากมายนี้มาผลิตเป็นสารกำจัดสัตว์พาหะในโรงงานเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี และลดอันตรายจากสารเคมีเหล่านี้ต่อไปในอนาคตได้

ตารางที่ 2 : สรุปข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการกำจัดสัตว์พาหะที่พบในโรงงาน

ชนิดของพืช	ฤดูกาลเก็บเกี่ยว/แหล่งปลูก	ส่วนที่ใช้	การออกฤทธิ์	สารออกฤทธิ์	แมลงเป้าหมาย	วิธีการสกัด
1. กะเพรา (holy basil)	-	ใบ, กิ่งก้าน	- ไล้แมลง - ยับยั้งการเจริญ และการสร้างสปอร์ของเชื้อรา	- methyl eugenol - methyl chavicol - caryophyllene - germacrene D - humulene	- มอดทำลายเมล็ด ข้าวสาร หรือ ข้าวเปลือก	สกัดน้ำมันหอมระเหย
2. ตะไคร้ หอม (citrone-lla grass)	ตลอดปี	ใบ, ต้น	- ไล้แมลง - ขี้แมลง	- verbena oil - lemon oil - indian molissa oil - camphene	- แมลงสาบ - ยุง	บด หรือตำ
3. น้อยหน่า (custard apple)	-	เปลือก, เมล็ด	- ไล้แมลง	- น้ำมันจากเปลือก และเมล็ด - crystalline alkaloid และ anonaine ในเปลือก	- แมลงศัตรูในโรง เก็บ	สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ผสมกับอะซิโตนในอัตราส่วนเท่ากับ 1:20
4. พริก ชี้หนู (cherry capsicum)	ตลอดปี	ผล	- ไล้แมลง	- capsaicin - dihydrocapsaicin - nordihydrocapsaicin - homocapsaicin - homodihydrocapsaicin	- มอดข้าวสาร - ตัวงวงข้าว	-

ชนิดของพืช	ฤดูกาลเก็บเกี่ยว/แหล่งปลูก	ส่วนที่ใช้	การออกฤทธิ์	สารออกฤทธิ์	แมลงเป้าหมาย	วิธีการสกัด
5. แมงลัก (hairy basil)	-	ใบ	- ไส้แมลง	-	- มอดข้าวเปลือก - มอดข้าวสาร	-
6. สนสาม ใบ (Pine)	ตลอดปี	ลำต้น	- ไส้แมลง	ยังไม่มีรายงานแต่สารออกฤทธิ์ นี้จะพบในกลิ่นไม้สน	- มอดข้าวสาร - ค้างวงงข้าว	-
7. สะเดา ไทย (Neem)	ผล : เม.ย.- พ.ค. ใบ : ตลอดปี	เปลือก, เมล็ด, ใบ และผล	- ไส้แมลง - ฆ่าแมลง - ยับยั้งการเจริญของ แมลง	- meliantriol - salannin - azadirachtin A	- ผีเสื้อข้าวเปลือก - มอดข้าวสาร - ค้างวงงข้าว - ยุง - มอดแป้ง	บีบเอาน้ำที่สกัดได้จาก สะเดา
8. หนอน ตายห ยาก	-	ราก	- ฆ่าแมลง	- Stemonine - Tuberostemonine - Stemonidine - Isostemonidine - Retenoid compound - Stemonacetal - Stemonal - Stemonone	- ยุง - หมัด	โกลกผสมกับน้ำ

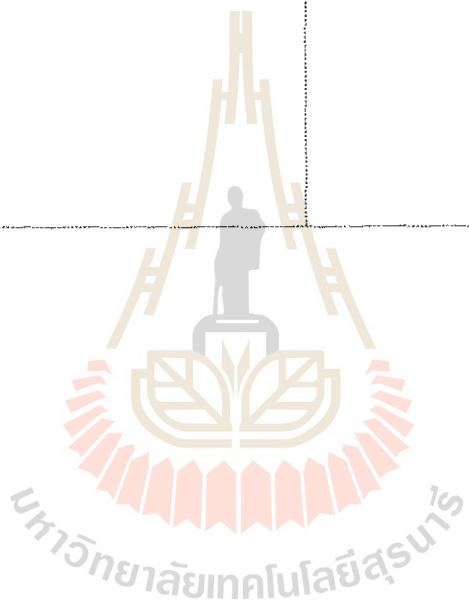
ชนิดของพืช	ฤดูกาลเก็บเกี่ยว/แหล่งปลูก	ส่วนที่ใช้	การออกฤทธิ์	สารออกฤทธิ์	แมลงเป้าหมาย	วิธีการสกัด
9. หางนกยูงไทย (peacock flower)	-	ดอก	- ขำแมลง	สารสกัดจากดอกที่ความเข้มข้น 10%	- มอดข้าวสาร - ค้างคาวข้าว	-
10. ว่านน้ำ (Acorus Calamus)	ตลอดปีแต่ฤดูหนาวดีที่สุด	เหง้า	- ไต้แมลง - ขำแมลง - ยับยั้งการสืบพันธุ์	- calamol aldehyde	- แมลงวัน - แมลงในโรงเก็บ - มอดข้าวหอมมอด ข้าวเปลือก - ค้างคาวเมสตีต	สกัดน้ำมันหอมระเหย
11. หางไหลแดงหรือโล่คีน (derris)	ตลอดปี	ราก	- ขำแมลง	- rotenone - dequelin - tephrosin - toxicarol - elliptone - sumatrol - malaccol	- แมลงตามบ้าน เรือน	ใช้น้ำสกัดสารจากราก
12. ไพรีทรัม (pyrethrum flower)	-	ดอกแห้ง	- ขำแมลง	- pyrethrin I, II - jasmolin I, II - cinerin I, II	- แมลงทั่วไป	ใช้น้ำมันงาเป็นตัวละลายสิ่งสกัดที่ได้จากดอกไพรีทรัม

ชนิดของพืช	ฤดูกาลเก็บเกี่ยว/แหล่งปลูก	ส่วนที่ใช้	การออกฤทธิ์	สารออกฤทธิ์	แมลงเป้าหมาย	วิธีการสกัด
13. งา (sesame)	ตลอดปี และมีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย	เมล็ด	- น้ำมัน - เกล็ดขี้ผึ้งของดอก ไฟริทรีม	- oleic acid - linoleic acid - palmitic acid - stearic acid - sesamol - d-sesamin - sesamolins	- แมลงทั่วไป	สกัดน้ำมันในเมล็ด
14. เลียนดอกม่วง(persian lilac)	พบทั่วไปในทวีปเอเชียเขตร้อน	ใบ, เปลือกและผล	- ไล่แมลง	สารแอลคาลอยด์ azaridine	- แมลงทั่วไป - เหาหนังสือ	-
15. สารภี	เก็บผลได้ปีละ 2 ครั้ง และมีถิ่นกำเนิดในแถบคาริบเบียน และทางเหนือของอเมริกาใต้ แต่ปัจจุบันแพร่กระจายไปในเขตร้อนของแอฟริกา และเอเชีย	เมล็ดแก่, ใบและเปลือกกล้าต้น	- น้ำมัน - ขับไล่แมลง	-	- ไร - ค้างคาว - แมลงศัตรูในบ้านเรือน เช่น แมลงสาบ แมลงวัน และมด	ทำผงจากเมล็ดสารภีแล้วละลายในน้ำมันก๊าด หรือแช่ผงสารภี 225 กรัมในน้ำมันก๊าด 1.2 ลิตร นาน 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องแล้วกรอง

ชนิดของพืช	ฤดูกาลเก็บเกี่ยว/แหล่งปลูก	ส่วนที่ใช้	การออกฤทธิ์	สารออกฤทธิ์	แมลงเป้าหมาย	วิธีการสกัด
16. บัวบก	พบทั่วไปในเขตร้อน	ทั้งต้น	- ชำแมลง	- asiaticoside - น้ำมันหอมระเหย - sitosterol	- แมลงทั่วไป	-
17. ขอบชะนาง	-	ทั้งต้น	- ชำหนอน - ชำเหา	-	- หนอนต่างๆ - เหา	-
18. ขมิ้นชัน (Turmeric)	เก็บได้ตลอดปี	แง่ง หรือเหง้า	- ชำแมลง - ขับไล่แมลง	-	- ค้างงวง - ค้างถั่วเขียว - มอดข้าวเปลือก - มอดแป้ง - แมลงวัน	นำแง่งขมิ้นมาคบเป็นผงในอัตรา 0.5 กก.ผสมน้ำ 2 ลิตรแล้วหมักทิ้งไว้ 1 คืน คั้นเอาแต่น้ำแล้วจึงนำน้ำที่ได้ 400 มิลลิลิตรผสมน้ำ 2 ลิตรไปใช้ได้
19. ชาบาติล ลา	มีถิ่นกำเนิดในประเทศเวเนซุเอลา	รวงเมล็ดอ่อน	- ชำแมลง - ขับไล่แมลง - เชื้อหนู	-	- หนู - แมลงต่างๆ - แมลงสาบ	- อุ่นเมล็ดบดละเอียด 500 กรัมในน้ำมันก๊าด 4 ลิตรเป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 150°C - ให้ความร้อนกับผงเมล็ดบดละเอียด และเติมด้วยโซดาแอชก่อนทำการสกัดจะช่วยเพิ่ม

ชนิดของพืช	ฤดูกาลเก็บเกี่ยว/แหล่งปลูก	ส่วนที่ใช้	การออกฤทธิ์	สารออกฤทธิ์	แมลงเป้าหมาย	วิธีการสกัด
						พืชของสารที่ไม่มีฤทธิ์ได้โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
20. ยาสูบ	มีแหล่งกำเนิดที่อเมริกาใต้ แต่ในปัจจุบันมีปลูกกันทั่วโลก สามารถเจริญได้ดีในสภาพนิเวศหลายประเภท แต่ไม่ชอบดินที่น้ำขัง และดินเค็ม โดยเจริญได้ดีในที่ที่มีอากาศอบอุ่น และปริมาณฝนเพียงพอระหว่างช่วงที่ยังอ่อนอยู่	ใบ และก้าน	<ul style="list-style-type: none"> - ช่่าแมลง - จับไล่แมลง - ช่่ารา - ช่่าไร 	สารนิโคติน	<ul style="list-style-type: none"> - ดั้วงวงทำลาย - เมล็ด - หนอนผีเสื้อ - รา - ไร 	นำยาสูบ 250 กรัม สบู่เหลว 30 กรัม น้ำ 9 ลิตร มาเข้รวมกันนาน 30 นาที แล้วเข้จากโดยเติมน้ำลงไป 4 ส่วนต่อน้ำเข้ยาสูบ 1 ส่วน ควรเติมน้ำขาวเล็กน้อย
21. สเปียร์มินต์	พบในเขตอบอุ่น และเขตร้อน มีปลูกกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา ทางเหนือของอินเดีย และแอฟริกาใต้	ใบ	<ul style="list-style-type: none"> - ช่่าแมลง - จับไล่แมลง 	-	<ul style="list-style-type: none"> - ดั้วงด้วเห็ลือง - มอดแป้ง - ดั้วงวงข้่าว 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้สเปียร์มินต์ที่ผ่านการผึ่งให้แห้งในที่ร่ม มาบดเป็นผงด้วครก นำมาผสมคลุกเคล้ากับ เมล็ดพันธุ์ธัญพืชต่างๆ

ชนิดของพืช	ฤดูกาลเก็บเกี่ยว/แหล่งปลูก	ส่วนที่ใช้	การออกฤทธิ์	สารออกฤทธิ์	แมลงเป้าหมาย	วิธีการสกัด
						- ใช้ผงสเปียร์มินต์ในอัตรา 0.5, 1.0 และ 2.0 % โดยน้ำหนักผสมลูกเคล้ากับเมล็ดข้าว



บทที่ 4

ปัญหา และข้อเสนอแนะ

- 1.) พืชที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของพืชสมุนไพรทั้งหมดที่มีฤทธิ์ในการป้องกัน หรือกำจัดศัตรูพื้ที่พบในโรงงาน เนื่องจากมีความจำกัดด้านเวลาในการปฏิบัติงาน ซึ่งควรมีการสืบค้น และเก็บรวบรวมข้อมูลด้านนี้ต่อไปเรื่อยๆ
- 2.) เนื่องจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นมหาวิทยาลัยเฉพาะทางเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จึงส่งผลให้การสืบค้น และรวบรวมข้อมูลทางด้านพืชสมุนไพรอาจรวบรวมได้ไม่ทั้งหมด และประกอบกับเป็นมหาวิทยาลัยที่ก่อตั้งมาได้ไม่นานจึงมีหนังสือ ไม่ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการนัก ดังนั้นจึงควรสืบค้น และรวบรวมข้อมูลด้านนี้จากแหล่งข่าวสารอื่นๆ ประกอบเพิ่มเติม อาทิเช่น ห้องสมุดมหาวิทยาลัย หรือสถานศึกษาแห่งอื่นๆ หน่วยงานทางราชการ และเอกชน และวารสารต่างๆ เป็นต้น
- 3.) หากทำการสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรมาใช้จริงควรมีการทดลองย่อยก่อนเพื่อทดสอบวิธีการสกัด และประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด หรือควรมีการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการให้แน่ใจในผลการใช้อย่างชัดเจนก่อนเริ่มใช้กับพื้นที่จริง



บรรณานุกรม

- กัน ภูจัน และเอกพงษ์ ศรีโคตร. 2541. เครื่องคั้นน้ำสับประรด. โครงการงานวิศวกรรมระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปทุมธานี.
- ชูวิทย์ สุขปรากร. 2543. แมลงศัตรูผลิตผลเกษตร และการป้องกันกำจัด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- ทวี หอมขง. 2543. แมลง ศัตรูของคน และสัตว์. ชมรมเด็ก.
- นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534. พืชสมุนไพร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ฝ่ายเผยแพร์ และบรรณรักษ์. 2535. คู่มือเบื้องต้นการป้องกัน และกำจัดศัตรูพืชโดยไม่ใช้สารเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 3. สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม.
- วิโรจิต แซ่จิว และสุวิมล หิรัญมูทราภรณ์. 2531. วิทยาการทดแทนสารเคมี: การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นสำหรับทดลองใช้ในพื้นที่. โครงการสำรวจวิทยาการทดแทนสารเคมี สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม.
- วันดี กฤษณพันธ์. 2536. ยา และผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2526. แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของประเทศไทย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- อินทวัฒน์ บุรีคำ. 2537. บทปฏิบัติการกัญวิทยาการเกษตร. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิรัตน์ มากมน และไชยา เฟื่องอุ่น. 2534. วิทยาการทดแทนสารเคมีระดับชาวบ้าน (ฉบับปรับปรุงใหม่ครั้งที่ 1). สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม.
- อัญชลี สงวนพงษ์. 2543. เทคโนโลยีการผลิตสารสกัดสะเดา. คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. กรุงเทพมหานคร.
- Dakshinamurthy, A. 1996. Technology for production of insecticides of plant origin at rural level. World Neem Conf., India, p. 921-937.
- Manalabe, R. E., M. C. Bulaong and T. F. Anchiboy. 1990. Drying of high moisture paddy using a mobile farm flash dryer. In Proc. Of the 13th Asean Seminar on Grain Postharvest, p. 144-167.
- Sattler, K. and H.J. FEINDT. 1995. Thermal Separation Process. VCH P ublisher, Weinheim, Germany, p. 367.
- Schweitzer, P.A. 1988. Handbook of separation techniques for chemical engineering. (2nd Ed.) Mc. Graw-Hill, Inc. p. 2-131.
- Sivakumar, S. S., Palanisamy, P. T., Varadharaju, N., Gothandapani, L. and K. R. Waminathan. 1996. Machineries for Neem Processing in India. World Neem Conf. (Bangalore, India), p. 909-920.
- Stoll, Gaby. 2531. หลักการควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีธรรมชาติ. มุถุนิการศึกษานเพื่อชีวิต และสังคม สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม.