

บทที่ 3

กรรมวิธีการผลิตสารเคมีจากพืชธรรมชาติ (สารสกัดสะเดา)

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ เพื่อประกอบการตัดสินใจลงทุน หรือตัดสินใจประกอบธุรกิจนั้นๆ ผู้ประกอบการจำเป็นต้องทราบรายละเอียดของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อประเมินค่าใช้จ่ายที่จำเป็น และนำมาวิเคราะห์หาความเหมาะสมของการลงทุนต่อไป

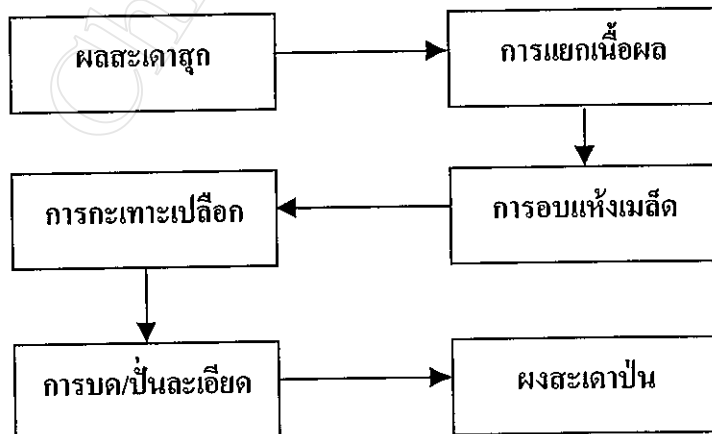
ขั้นตอนหรือกระบวนการผลิตสารเคมีจากพืชธรรมชาติ (สารสกัดสะเดา) สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ (อัญชลี สงวนพงษ์, 2543)

1. กระบวนการจัดเตรียมวัตถุดิบ (Raw material preparation)
2. กระบวนการสกัดสารออกฤทธิ์ (Extraction Process)
3. กระบวนการระเหย (Evaporation Process)
4. กระบวนการบรรจุหีบห่อ (Packaging)

3.1 กระบวนการจัดเตรียมวัตถุดิบ

กระบวนการจัดเตรียมวัตถุดิบ (Raw material preparation) เป็นกระบวนการที่สำคัญมากต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะคุณภาพของสารสกัดที่ดีขึ้นอยู่กับปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน ซึ่งมีอยู่ในเมล็ดสะเดา ดังนั้น หากเมล็ดสะเดาที่ใช้เป็นวัตถุดิบไม่มีสารออกฤทธิ์ดังกล่าวอยู่ สารสกัดที่ได้ย่อมเป็นสารสกัดที่ไร้คุณภาพเช่นกัน ในการนำเอาเมล็ดสะเดาไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชไม่ว่าในรูปแบบผลิตภัณฑ์แบบใดก็ตาม การจัดเตรียมวัตถุดิบในขั้นนี้ นับว่าเป็นหัวใจในการผลิต กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมวัตถุดิบแบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอนย่อยคือ (ภาพที่ 3.1)

ขั้นตอนการจัดเตรียมวัตถุดิบ



ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

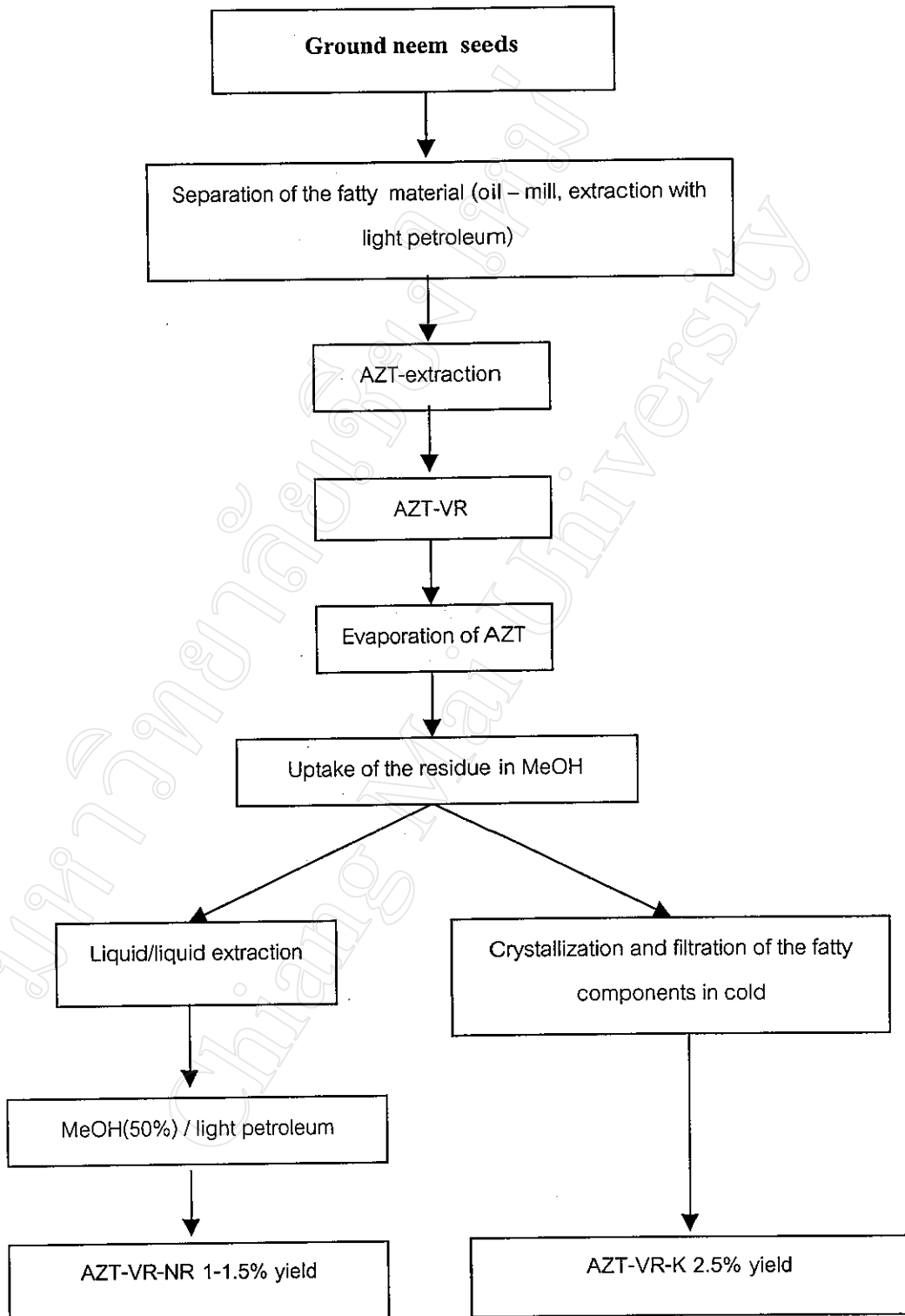
3.2 กระบวนการสกัดสารออกฤทธิ์

ในที่นี้จะกล่าวถึงกระบวนการสกัดสารออกฤทธิ์ (Extraction Process) ที่ทำภายในประเทศ ซึ่งเรียกว่าเป็นกระบวนการการสกัดแบบแยกสารภายในเมล็ดออกมาทีละขั้นตอน ดังนั้น จึงทำให้ปริมาณสารออกฤทธิ์จากเมล็ดสะเดาออกมาในปริมาณมาก (Multiple-step extraction) กล่าวคือ หลังจากบดหรือป่นเมล็ดสะเดาให้ละเอียดแล้วจึงนำเอาผงสะเดามาอัดบีบส่วนที่เป็นน้ำมันออกจากเมล็ด หลังจากนั้นนำกากที่ได้ไปสกัดด้วยแอลกอฮอล์ (เมทิลแอลกอฮอล์ หรือเอทิลแอลกอฮอล์) ทีละขั้นตอน นอกจากนี้ยังอาจมีการผสม-ปรุงแต่งสารสกัดในกระบวนการถัดไป เพื่อให้สารออกฤทธิ์คงทนและเก็บรักษาไว้ได้นาน อย่างไรก็ตามราคาของผลิตภัณฑ์ย่อมแพงขึ้นตามต้นทุนที่เพิ่มขึ้นด้วย ในต่างประเทศกระบวนการผลิตสารสกัดจากสะเดาไม่ได้ดำเนินการเพียงขั้นตอนเดียวแต่เป็นการสกัดหลายขั้นตอน เพื่อเอาสารประกอบกลุ่มไกลโคไซด์กันออกมาทีละขั้นและสารชนิดอื่นๆ ที่ไม่ต้องการปนอยู่น้อยทำให้ได้สารสกัดที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์และมีความบริสุทธิ์สูง (enriched neem extract) ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างกระบวนการผลิตสารสกัดสะเดา AZT ในประเทศเยอรมัน (Adhikary,S,1981) ซึ่งในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการสกัดสารเคมีจากพืชธรรมชาติ (สารสกัดสะเดา) จะใช้กระบวนการผลิตสารสกัดสะเดา AZT ได้ดังนี้ (อัญชลี สงวนพงษ์, 2543)

สารสกัดอะซีโอโทรพิกมิกซ์เจอร์ (AZT Extract)

ขั้นตอนการผลิตขั้นแรกทำได้โดยนำเอาเนื้อในเมล็ดสะเดาป่นมาสกัดเอาส่วนที่เป็นน้ำมันออก โดยใช้เฮกเซน (hexane) หรือ ปีโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) กากที่ได้จะถูกนำไปสกัดด้วยส่วนผสมของอะซีโอโทรพิกมิกซ์เจอร์ (azeotropic mixture) ของเมทานอลและเมทิลเทอร์เชียรีบิวทิลอีเทอร์ (methyl-tertiary-butyl-ether) สารสกัดที่ได้ (AZT-VR) จะนำไปแยกเอาส่วนที่เป็นน้ำมันที่ยังติดค้างอยู่โดยวิธีการ Liquid-liquid extraction โดยใช้ส่วนผสมของเมทานอล 80% และเอทิลอะซิเตท (ethylacetate) หรือ ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane) ทำซ้ำอีกครั้งและในครั้งที่สองส่วนที่เป็นสารออกฤทธิ์จะอยู่ในชั้น organic layer ในทางตรงกันข้ามส่วนที่เป็นน้ำตาลและสารอื่นๆ จะอยู่ใน aqueous layer ชั้นของสารละลายที่ได้นี้ (aqueous layer) จะถูกนำไประเหยจนกระทั่งได้สารสกัดรูปผงซึ่งมีปริมาณสารอะซีโอโทรพิกมิกซ์เจอร์ (AZT-VR-NR) และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานในภาชนะปิดสนิทเมื่อต้องการนำมาใช้ก็สามารถนำมาปรุงแต่งได้ ในกรณีการผลิตสาร AZT-VR-K ให้นำเอาสาร AZT-VR ไปแช่เย็นเพื่อให้ชั้นไขมันแข็งตัวและแยกทิ้งออกไป (ภาพที่ 3.2)

แผนผังแสดงขั้นตอนการสกัดสาร AZT



ภาพที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการสกัดสาร AZT

3.3 กระบวนการระเหย

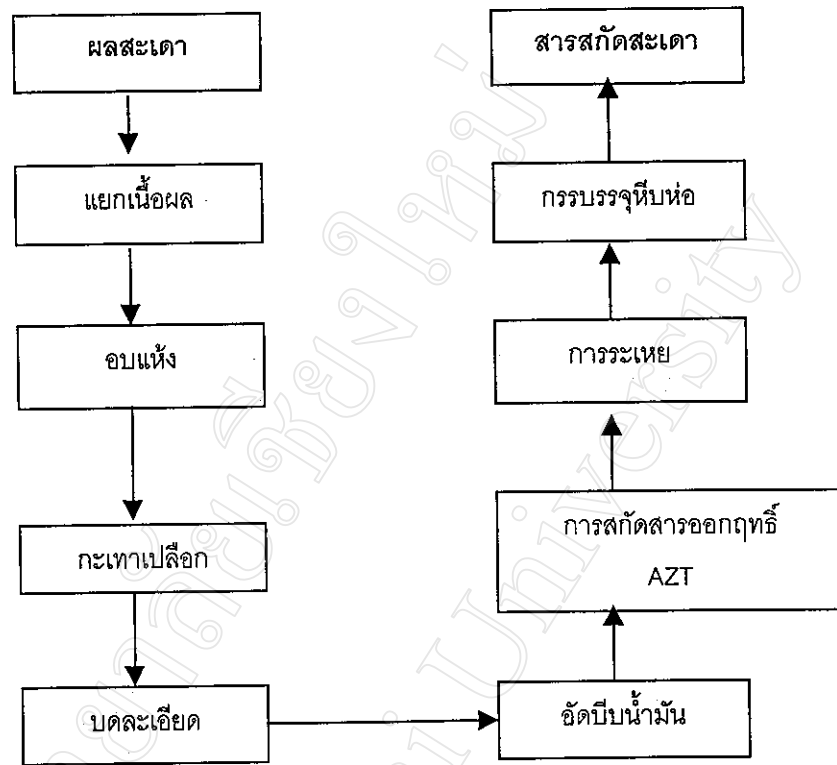
ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตสารสกัดสะเดา สารที่จะนำเข้าสู่กระบวนการระเหย คือ สารสกัดจากขั้นตอนสกัดสารออกฤทธิ์ ซึ่งมีปริมาณสารออกฤทธิ์เจือจางอยู่ในแอลกอฮอล์ เนื่องจากมีปริมาณของแอลกอฮอล์อยู่ค่อนข้างมาก ดังนั้น เป้าหมายของกระบวนการระเหยคือการลดปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในสารสกัดให้น้อยลง เครื่องมือที่ใช้ในการระเหยสารสกัดสะเดาในโรงงานผลิตต่างๆ ส่วนใหญ่จะใช้ถังระเหยแบบดั้งเดิมที่มีระบบการผลิตเป็นครั้งไม่ต่อเนื่องกัน (batch type) โดยถังระเหยจะมีลักษณะเป็นถังโลหะสองชั้น ถังชั้นนอกจะเป็นชั้นที่มีน้ำร้อนไหลเวียนเพื่อถ่ายเทความร้อนให้แก่ผนังถังชั้นใน ซึ่งบรรจุสารสกัดสะเดาความเข้มข้นต่ำ กระบวนการระเหยจะเกิดขึ้นภายใต้ความดันสูญญากาศและควบคุมอุณหภูมิของสารสกัดในถังไม่เกิน 55 องศาเซลเซียส หลังจากการระเหยแอลกอฮอล์ให้ได้ความเข้มข้นตามต้องการแล้วจะได้สารสกัดที่มีลักษณะเป็นสารละลายน้ำสีน้ำตาลเข้มมีความหนืดเล็กน้อย และมีกลิ่นฉุนคล้ายกระเทียมเรียกว่า สารสกัดสะเดาด้วยแอลกอฮอล์ (neem-based alcoholic extract) ซึ่งเป็นสารสกัดที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชและเป็นที่ยูจกกันดี

3.4 กระบวนการบรรจุหีบห่อ

สารสกัดสะเดาที่ผลิตได้จากกระบวนการดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น ควรนำไปบรรจุในขวด หรือภาชนะที่ทึบแสง ซึ่งอาจเป็นขวดสีชา หรือแกลลอนทึบทั้งนี้เพื่อป้องกันการสลายตัวของสารออกฤทธิ์ เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีที่อาจเกิดขึ้นจากแสงหรือออกซิเจน ภายหลังจากการบรรจุในภาชนะแล้วควรปิดฝาให้สนิทเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่างๆ และกั้นการปนเปื้อนอื่นๆ จากนั้นจึงปิดฉลากที่ระบุลักษณะรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ตลอดจนวันเดือนปีที่ผลิต การระบุนวันเดือนปีที่ทำการผลิตจะมีส่วนช่วยทำให้สามารถตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

สารสกัดสะเดาที่ผลิตได้จะสามารถเก็บรักษาได้นาน 1 ปี หากผู้ผลิตต้องการปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัด สามารถเติมสารผสมหรือปรุงแต่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ หรือยืดอายุการเก็บรักษาไว้ให้นานขึ้นได้ อย่างไรก็ตามควรจะได้มีการทดสอบประสิทธิภาพในสภาพไร่นาตลอดจนศึกษาถึงผลข้างเคียงหรือผลกระทบต่อสภาพนิเวศทางการเกษตรควบคู่ไปอีกทางหนึ่งด้วย จากเทคโนโลยีการผลิตตามที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้สามารถเขียนแผนภูมิการผลิตได้ดังแสดงในภาพที่ 3.3

ภาพแสดงขั้นตอนการผลิตสารสกัดจากสะเดา



ภาพที่ 3.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตสารสกัดจากสะเดา

3.5 สารสกัดสะเดาที่มีจำหน่ายในประเทศที่สำคัญ

ผลิตภัณฑ์สารสกัดสะเดาทางการค้าทั้งในประเทศ และต่างประเทศมีหลายชนิดที่เป็นสารสกัดเข้มข้น หรือสารสกัดที่ผสมปรุงแต่ง (enriched extract) ในที่นี้ใคร่ขอยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่รู้จักกันดีได้แก่

-สะเดาไทย 111 เป็นผลิตภัณฑ์และใช้วัตถุดิบภายในประเทศโดย บริษัท ผลิตภัณฑ์สะเดาไทย จำกัด จังหวัดสุพรรณบุรี และเป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดสะเดาชนิดแรกที่ได้รับการขึ้นทะเบียนและผ่านการรับรองประสิทธิภาพจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยขึ้นทะเบียนการใช้ป้องกันและกำจัดแมลงหนอนชอนใบส้ม นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์จากสะเดาเพื่อใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชรูปอื่นๆ อีกเช่น อัคเมียด ผงสะเดา กากสะเดา ตลอดจนเมล็ดแห้งเพื่อนำไปผลิตใช้เอง

-นิมบอนด์ เอ นอกเหนือจากผลิตภัณฑ์สารสกัดสะเดาไทยชนิดแรกที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีผลิตภัณฑ์ที่ผลิตและใช้วัตถุดิบภายในประเทศเช่นเดียวกันภายใต้ชื่อการค้า “นิมบอนด์ เอ” ซึ่งผลิตโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัดรังสิตเศรษฐกิจการเกษตร จังหวัดปทุมธานี เป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดสะเดารูป

ของเหลวละลายน้ำอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับการขึ้นทะเบียน และผ่านการรับรองประสิทธิภาพจากกระทรวง เกษตรและสหกรณ์ โดยขึ้นทะเบียนการใช้ป้องกันและกำจัดด้วงวงงั่ว

-กรีน โกลด์ ผลิตภัณฑ์สารสกัดสะเดาจากประเทศออสเตรเลีย (Rice,1993a) ซึ่งมีถึง 5 สูตรและมีปริมาณสารอะซาไดแรคตินตั้งแต่ 0.30-90% แต่ไม่พบรายละเอียดเกี่ยวกับแหล่งผลิต พบแต่เพียงรายงานว่ามีการนำไปใช้ทดสอบประสิทธิภาพกับแมลงศัตรูพืชหลายชนิด โดยให้ผลดีในการป้องกัน และกำจัดแมลงศัตรูพืช

-อะชาดิน เป็นผลิตภัณฑ์จากสะเดารูปสารละลายน้ำ ที่ผลิตเป็นการค้าและมีขายในตลาด ประเทศสหรัฐอเมริกาผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันดี บริษัทผู้ผลิตคือ บจก.แอกกริไดน์ (AgriDyne Technology inc.) ประเทศสหรัฐอเมริกา สารสกัดประกอบด้วย ปริมาณสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน 3% สารอนุพันธ์อื่นๆ 27% และสารเพิ่มประสิทธิภาพ (additives) 70%

-นิมอะชาล ผลิตภัณฑ์สารสกัดสะเดารูปผง จากบริษัท Trifolio-m เมืองลาห์เนา (Lahnau) ประเทศเยอรมันมีสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน 10-30% และสารสกัดในรูปน้ำภายใต้ชื่อการค้า Neem Azal-F ซึ่งมีสารออกฤทธิ์อะซาไดแรคติน 50% ผลิตภัณฑ์สารสกัดนี้ระบุไว้ว่ามีอายุการเก็บรักษานาน 2-3 ปี ภายใต้สภาพการเก็บรักษา 20-30 องศาเซลเซียส

-มาร์โกซาน-โอ ผลิตภัณฑ์สารสกัดสะเดาชนิดแรกที่ผลิตและได้รับการขึ้นทะเบียน และผ่านการรับรองประสิทธิภาพของหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาในปี 2536 เป็นของ บริษัท W.R. Grace and Co., แต่ปัจจุบันได้เปลี่ยนบริษัทผู้ดำเนินการและยังไม่เป็นที่ปรากฏว่ามีผลิตภัณฑ์ สารสกัดสะเดาของบริษัทผู้ท้องตลาด

นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์สารสกัดจากสะเดาเพื่อใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ผลิต ในประเทศอินเดียอีกเป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 3.4 แสดงดอกและผลสะเดาดิบ



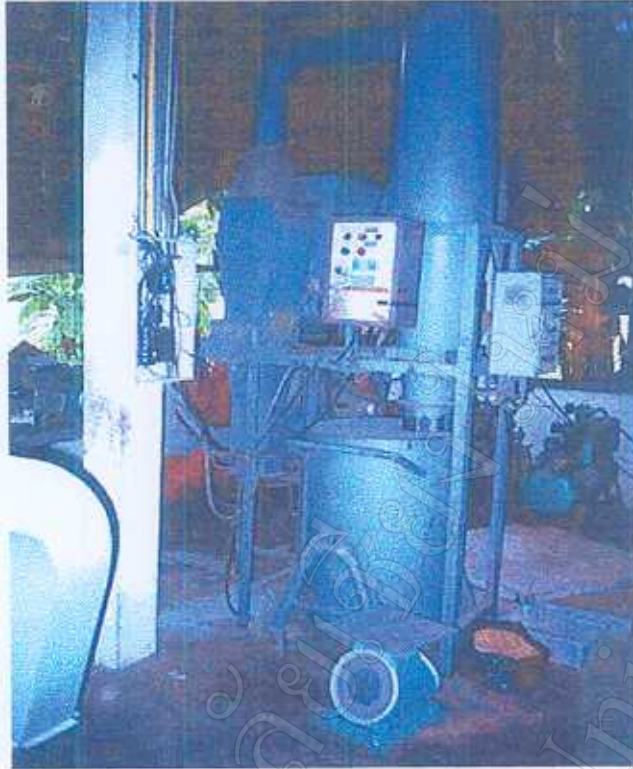
ภาพที่ 3.5 แสดงผลสะเดาสุกรอการเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 3.6 แสดงสภาพภายในอาคารโรงงานสกัดสารสะเดา



ภาพที่ 3.7 แสดงชุดอุปกรณ์เครื่องจักรสกัดสารตะกั่ว



ภาพที่ 3.8 แสดงอุปกรณ์เครื่องบดและกะเทาะเปลือกเมล็ดสะเดา



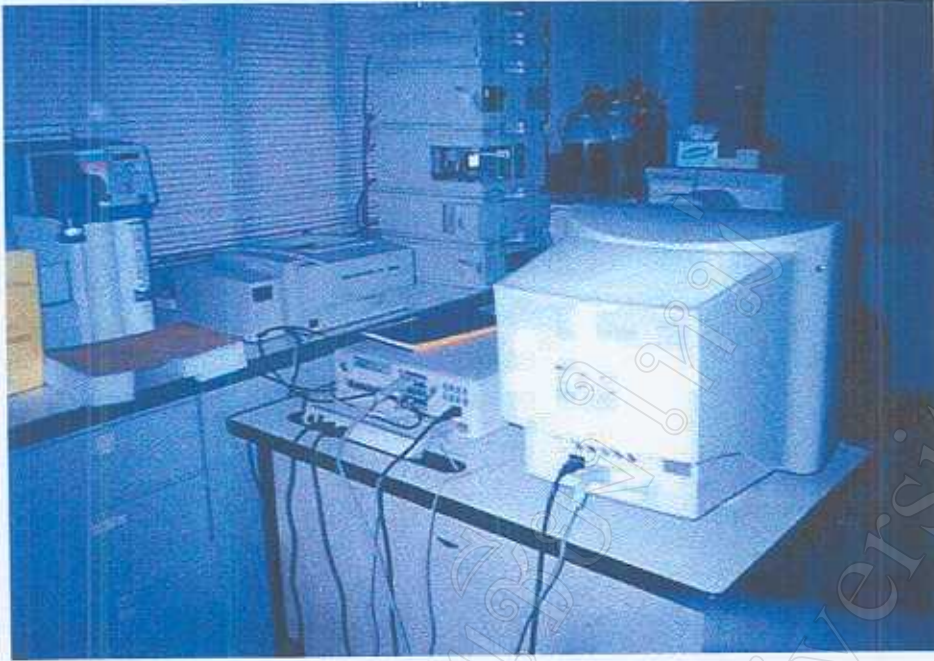
ภาพที่ 3.9 แสดงแท็งค์บรรจุสารสกัดสะเดา



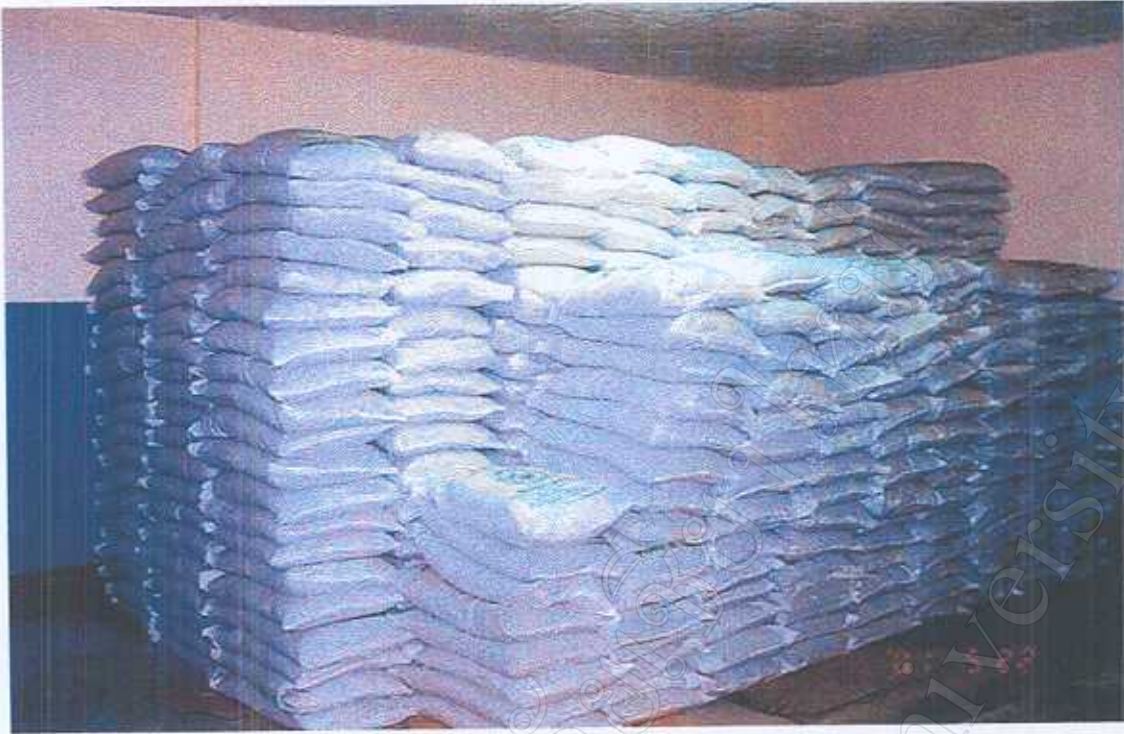
ภาพที่ 3.10 แสดงชุดอุปกรณ์ปฏิบัติการทางเคมีสารสกัดสะเดา



ภาพที่ 3.11 แสดงชุดตรวจสอบคุณภาพสารสกัดสะเดา (ห้องปฏิบัติการทางเคมี)



ภาพที่ 3.11 แสดงชุดตรวจสอบคุณภาพสารสกัดสะเดา (ห้องปฏิบัติการทางเคมี)



ภาพที่ 3.12 แสดงห้องเก็บวัตถุดิบผงสะเดารอการผลิต



ภาพที่ 3.13 แสดงห้องเก็บผลิตภัณฑ์สารเคมีจากพืชธรรมชาติ (สารสกัดสะเดา) รอจำหน่าย