บทที่ 2

การสำรวจเอกสาร ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น

การทำโครงงานการออกแบบเครื่องหั่นและอบแห้งหมากในครั้งนี้ จำเป็นต้องมีการสำรวจเอกสาร และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างเครื่องดังกล่าว ซึ่งจะได้มีการอธิบายโดยละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การสำรวจเอกสาร

จากการสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า ได้มีการสร้างเครื่องหั่นหมาก และมีการสร้างเครื่องอบผลิตภัณฑ์ตัวอื่นอยู่แล้ว ดังจะได้กล่าวโดยสรุปเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานในครั้งนี้ดังนี้

2.1.1 การออกแบบและสร้างเครื่องผ่าหมาก

สำหรับโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ การออกแบบและสร้างเครื่องผ่าหมาก (ไพรินทร์ อินนุ่ม, ยุทธนันท์ อังกูรสุทธิพันธ์ และธนากร เรืองทอง,2546) นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีเครื่องกล (ออกแบบเครื่องกล) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมีอาจารย์ที่ควบคุมโครงการ คือ อาจารย์ การุณย์ เศวตนัย และ อาจารย์ คมสันต์ ฐิตเมธ ลักษณะของโครงการดังกล่าวมีลักษณะดังนี้ เครื่องซอยหมากนี้ใช้มอเตอร์กระแสสลับขนาด 190 วัตต์ แรงดัน 220 โวลต์ เป็นต้นกำลัง โดยส่งกำลังขับผ่านเฟืองโซ่เพื่อส่งกำลังไปยังระบบต่างๆ ของเครื่อง ซึ่งการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบสั่น ระบบป้อนหมาก และระบบตัดเฉือน ซึ่งขั้นตอนการซอยหมากจะเริ่มจากการนำเอาหมากสดที่ผ่านการปอกเปลือกใส่ในกระบะสั่น จากนั้นกระบะก็จะเริ่มสั่นทำให้หมากตกลงในถังใส่หมากโดยที่ชุดป้อนหมากจะนำเอาหมากเข้าสู่ชุดตัดเฉือนทีละผล หลังจากหมากตกลงไปในชุดตัดเฉือนแล้ว ชุดดันหมากซึ่งรับกำลังจากเพลาลูกเบี้ยว ทำการดันผลหมาก ให้ผ่านชุดใบมีดที่วางตัวเรียงกันเป็นขั้นบันไดจำนวน 5 ชั้น หมากก็จะถูกดันออกเป็นแผ่นในตำแหน่งนี้ จากผลการทดลองและใช้งานจริงปรากฏว่า เครื่องซอยหมากสามารถใช้งานได้จริงตามปริมาณที่ได้กำหนดไว้ โดยได้แผ่นหมากมีความหนา 5 มิลลิเมตร เท่ากันทุกๆแผ่น และปริมาณการผลิตประมาณ 30 กิโลกรัม/ชั่วโมง

2.1.2 การพัฒนาเครื่องซอยหมาก

การพัฒนาเครื่องซอยหมาก (เมธี ศรีประเสริฐทรัพย์ และธนา ชั่งจีน,2547) นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีเครื่องกล (ออกแบบเครื่องกล) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

และมีอาจารย์ที่ควบคุมโครงการ คือ อาจารย์ ขวัญชัย เสวีนันท์ และอาจารย์ คมสันต์ ฐิตเมธ ลักษณะของโครงการดังกล่าวได้สร้างเครื่องซอยหมากนี้ใช้มอเตอร์ กระแสสลับขนาด 190 วัตต์ แรงดัน 220 โวลต์ เป็นต้นกำลัง โดยส่งกำลังขับผ่านเฟืองโซ่เพื่อส่งกำลังไปยังระบบต่างๆของเครื่อง โดยแยกการทำงานออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบป้อนหมาก และระบบตัดเฉือน การทำงานของเครื่องคือการนำหมากสดมาทำการปอกเปลือกใส่ลงในถังไปสู่ชุดป้อน โดยที่ชุดป้อนหมากจะนำเอาหมากเข้าสู่ชุดตัดเฉือนครั้งละ 1 ผลต่อช่องมีทั้งหมด 3 ช่อง หลังจากหมากตกลงไปในชุดตัดเฉือนแล้ว ชุดดันหมากซึ่งรับกำลังจากเพลาลูกเบี้ยว ทำการดันผลหมากให้ผ่านชุดใบมีดลักษณะขั้นบันไดจำนวน 5 ชั้น หมากจะถูกตัดออกเป็นแผ่นในตำแหน่งนี้ จากผลการทดลองและใช้งานจริงปรากฏว่า เครื่องซอยหมากสามารถใช้งานได้จริงตามปริมาณที่กำหนดไว้ โดยได้แผ่นหมากมีความหนา 5 มิลลิเมตร เท่ากันทุกๆแผ่น และปริมาณการผลิตประมาณ 14 ผล/นาที

2.1.3 งานวิจัยการอบผลิตภัณฑ์การเกษตร

ตู้อบแห้งเอนกประสงค์อุณหภูมิต่ำ (ฝ่ายพัฒนาโครงการ สำนักส่งเสริมถ่ายทอดเทคโนโลยี, 2542) สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 10-80 องศาเซลเซียส เพื่อให้อุณหภูมิเหมาะกับผลผลิตและการเกษตรแต่ละชนิด เช่น พืชผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และสมุนไพรได้ โดยที่ยังคงรักษาคุณค่าไว้ได้คงเดิม จุดเด่นของตู้อบแห้งเอนกประสงค์อุณหภูมิต่ำ คือ ประหยัดพลังงาน สามารถดึงความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ได้ 5 กรัม/ชั่วโมง และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ เพราะใช้พลังงานไฟฟ้า

ขั้นตอนและหลักการทำงานตู้อบแห้งอเนกประสงค์

1. นำผลผลิตการเกษตร เช่น พืชผัก หรือผลไม้ หรือเนื้อสัตว์ หรือสมุนไพร ที่ต้องการอบแห้งเข้าตู้อบแห้งฯ โดยวางบนชั้นวาง พร้อมกับปิดฝาตู้อบแห้งฯให้สนิท
2. จ่ายไฟฟ้าระบบ 1 เฟส 220 โวลต์ ให้แก่ตู้อบแห้งฯ
3. บิดสวิทซ์ตั้งอุณหภูมิของฮีทเตอร์ให้เหมาะสมกับผลผลิตการเกษตรแต่ละชนิด โดยสามารถตั้งอุณหภูมิของฮีทเตอร์ได้สูงถึง 80 องศาเซลเซียส
4. บิดสวิทซ์ตั้งอุณหภูมิภายในของตู้อบแห้งให้เหมาะสมกับผลผลิตการเกษตรแต่ละชนิด โดยสามารถตั้งอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งฯได้ระหว่าง 10 ถึง 80 องศาเซลเซียส
5. บิดสวิทซ์ตั้งเวลาปิดเครื่องเพื่อหยุดการทำงานของตู้อบแห้งฯได้ตั้งแต่ 0 ถึง 100 ชั่วโมง
6. ฮีทเตอร์จะเริ่มให้ความร้อนแก่ผลผลิตการเกษตรที่บรรจุอยู่ในตู้อบแห้งฯและระบบทำความเย็นของตู้อบแห้งฯจะเริ่มทำงาน
7. ความชื้นที่อยู่ภายในผลผลิตการเกษตรที่บรรจุอยู่ภายในตู้อบแห้งฯ จะเริ่มระเหยกลายเป็นไอน้ำ
8. ไอน้ำเมื่อลอยขึ้นไปข้างบน จะกระทบกับคอล์ยเย็น (Evaporator) ทำให้กลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ

9. หยดน้ำจะไหลไปตามท่อน้ำทิ้ง ออกสู่ภายนอกตู้อบแห้งฯ ดังนั้นจึงสามารถนำความชื้นภายในผลผลิตการเกษตรออกมาได้จนหมด
10. น้ำที่ได้จากการอบแห้งสามารถดื่มกินได้เพราะเป็นน้ำกลั่นที่สะอาด บริสุทธิ์
11. ผลผลิตที่ผ่านการอบแห้งจากตู้อบแห้งฯ จะยังคงมีคุณค่าเหมือนเดิม เช่น ผักสีเขียว เมื่อผ่านการอบแห้งแล้วก็จะยังคงมีสีเขียวเหมือนเดิม
12. ไม่ทำให้เกิดมลภาวะ ประหยัดพลังงาน และอบแห้งได้ทุกสภาวะอากาศ ไม่ว่าฝนตกหรือแดดออก

จากการสำรวจพบว่าเครื่องอบแห้งหมากยังไม่ได้มีหลักฐาน แสดงถึงการทำวิจัยด้านนี้มาก่อน

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้จำเป็นจะต้องมีการกล่าวถึงข้อมูล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์ต่อการงานวิจัย ดังนี้คือ

หมากมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Betel nut มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Areca catechu Linn หมากเป็นพืชที่คู่กับคนไทยมานานแล้ว ในปัจจุบันคนรุ่นใหม่ไม่นิยมกินหมาก แต่เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศทั้งในรูปหมากสดและหมากแห้ง หมากแห้งใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง ฟอกเส้นใย และทำยารักษาโรค และผลหมากสามารถใช้เป็นยาสมุนไพรในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น เช่น ใช้สมานแผล แก้ท้องเสีย รักษาโรคเหงือกและฟัน เป็นต้น หมากเป็นไม้ยืนต้นตระกูลปาล์ม เช่นเดียวกับมะพร้าว ถิ่นกำเนิดของหมากปรากฏหลักฐานไม่เด่นชัด แต่มีการแพร่กระจายในหลายประเทศ แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และอินเดีย ปัจจุบันแหล่งปลูกหมากที่เป็นเชิงการค้าของโลก ได้แก่ อินเดีย ศรีลังกา พม่า มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน อินโดนีเซีย ไทย แหล่งปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ ภาคกลาง พื้นที่ปลูกหมากของไทยมีประมาณ 116,756 ไร่ ผลผลิตรวม 437,010 ตัน/ปี จังหวัดที่มีการปลูกหมากมากที่สุด คือ จังหวัดชุมพร รองลงมาคือจังหวัดนครศรีธรรมราช ระนอง ฉะเชิงเทรา พัทลุง ตรัง พังงา ระยอง สุราษฎร์ธานี และ นครปฐม ตามลำดับ (ตามตารางที่ 2.1) การให้ผลผลิตหมากแบ่งได้เป็น 2 ช่วง ซึ่งหมากจะให้ผลเกือบตลอดปี ขึ้นอยู่กับอายุของต้นหมาก สภาพแวดล้อม อายุและความสมบูรณ์ ช่วงการเก็บเกี่ยวมีดังนี้

1. หมากปี จะเริ่มเก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - ตุลาคม ช่วงผลผลิตหมากมาก กรกฎาคม- สิงหาคม

2. หมากทะวาย จะเก็บเกี่ยวตั้งแต่ กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม หมากทะวายราคาแพงกว่าหมากปี บางครั้งขึ้นถึงผลละ 3-5 บาท

คนไทยบางคนโดยเฉพาะ ผู้เฒ่าผู้แก่ยังกินหมากอยู่ และชาวเขาบางเผ่า แต่ก็ลดปริมาณลงมาก หมากเป็นสินค้าส่งออกในรูปของหมากสดและหมากแห้ง หมากสดส่วนใหญ่จะขายเป็นหมากอ่อน (ส่งได้หวัน) หรือทิ้งไว้ให้สุกเพื่อทำหมากแห้งต่อไป

ตารางที่ 2.1 แหล่งเพาะปลูกหมาก 10 อันดับแรกของไทย

ลำดับที่	จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)
1	ชุมพร	24,516	6,700
2	นครศรีธรรมราช	18,408	6,091.84
3	ระนอง	13,556	3,430.74
4	ฉะเชิงเทรา	9,583	1958.4
5	พัทลุง	6,451	6,700
7	พังงา	4,282	5,362.81
8	ระยอง	4,048	2,089.88
9	สุราษฎร์ธานี	3,427	4,205.38
10	นครปฐม	3,409	3,172.30

หมายเหตุ : ข้อมูลจากปี 2544

ที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/futureofac/inde.htm

หมากมีประโยชน์มากมาย โดยแบ่งเป็นการใช้ประโยชน์ในรูปของยาสมุนไพรและภาคอุตสาหกรรม โดยใช้ส่วนของเมล็ด ราก ใบ รายละเอียดสามารถแยกอธิบายตามส่วนต่างๆ ดังนี้

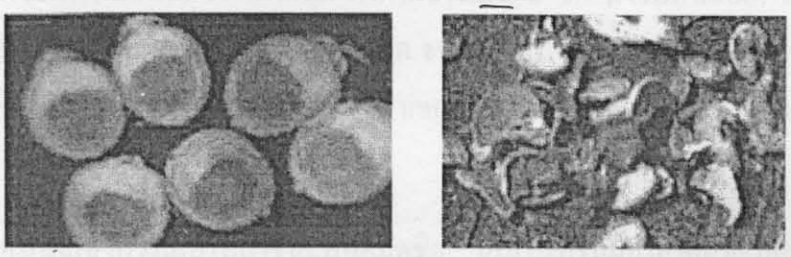
ในทางอุตสาหกรรม เนื้อหมากเมื่อนำมาสกัดจะได้ไขมัน ยางและสารอัลคาลอยด์ ชื่อ Arecoline มีแทนนิน (Tannin) สูง จึงสามารถใช้ในทางอุตสาหกรรมและยารักษาโรคได้หลายชนิด เช่น ใช้ทำสีต่าง ๆ ใช้ย้อมแห อวน ทำให้แห และอวนนิ่ม และอ่อนตัว ยืดอายุการใช้งานได้นาน เส้นด้าย ไม่เปื่อยเร็ว ใช้สกัดทำยารักษาโรค เช่น ยาสมานแผล ยาขับพยาธิในสัตว์ ยาแก้ท้องเดิน ท้องเสีย ยาขับพิษ ยาทาแก้คัน น้ำมันนวด ยาขับปัสสาวะ และยาแก้ปากเปื่อย เป็นต้น และใช้สกัดเป็นน้ำยาฟอกหนัง จะทำให้หนังนิ่ม และมีสีสวย ที่ประเทศอินเดียมีจำหน่าย ในชื่อต่าง ๆ กัน คือ Gambier catechu, Begal catechu, Bombay catech

การใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร เนื้อหมากใช้เป็นยากำจัดหนอน ในเวลาที่วัวควายเป็นแผลและมีหนอน ใช้เมล็ดหมากปิดที่แผล หนอนก็จะตายหมด ใช้เป็นยาสมานแผล ในเวลาหั่นหมากแล้วมีดบาดมือ ก็จะใช้เมล็ด (เนื้อ) หมากมาปิด ทำให้เลือดหยุดไหล และแผลจะหายเร็ว ใช้เป็นยา

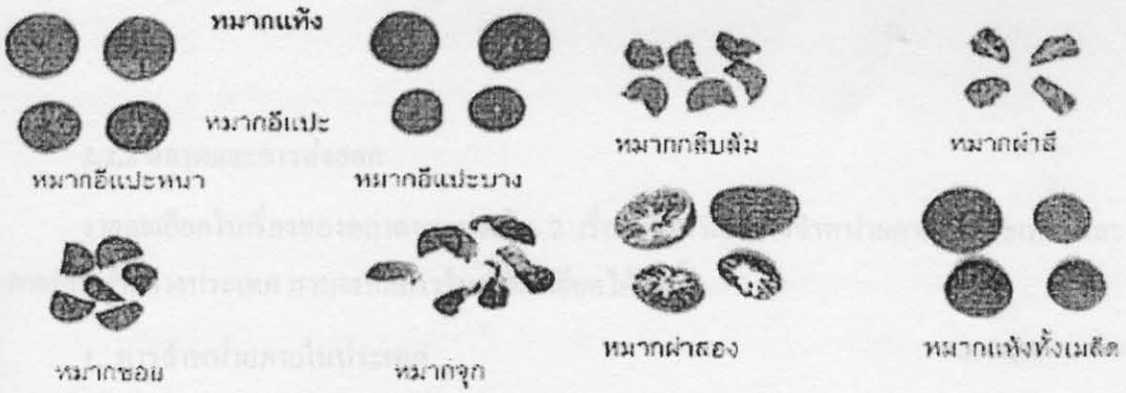
ถ่ายพยาธิในสัตว์ เช่น พยาธิตัวแบน ตัวกลม และตัวตืด (โดยเฉพาะผู้เลี้ยงไก่ชนจะนำผลแก่มาบดให้ไก่กิน) ใช้ขบเคี้ยว เพื่อรักษาเหงือก และฟันให้คงทน ซึ่งก็จะเห็นได้ว่า คนแก่ที่กินหมาก ฟันจะไม่ค่อยเสีย ใช้รักษาอาการท้องเดิน ท้องเสีย ในยุโรป ใช้เป็นส่วนผสมของยาสีฟัน เชื่อว่าทำให้ฟันขาว ราก นำมาต้มกิน แก้ปากเปื่อย ขับปัสสาวะ และโรคบิด และใบ นำมาต้มกิน เป็นยาขับพิษ นำมาทาแก้คัน

2.2.1 การแปรรูปหมาก

ผลหมากสามารถจำหน่ายได้ทั้งในรูปของหมากสด หรือหมากดิบ และในรูปของหมากแห้งด้วย (ดังที่แสดงในรูปที่ 2.1และ 2.2) หมากแห้งที่ทำจากหมากดิบ หรือหมากสด มี 5 ชนิด คือ หมากซอย หมากกลีบสับ หมากเสี้ยวหรือ หมากเจียน หมากจุก และ หมากป่น ส่วนหมากแห้งที่ทำจากหมากแก่หรือหมากสง มี 4 ชนิด คือ หมากหั่นหรือหมากอีแปะ หมากผ่าสองหรือหมากผ่าซีก หมากผ่าสี่ชิ้น และหมากแห้งทั้งผล ในการทำหมากแห้งโดยทั่วไป พบว่า



รูปที่ 2 .1 ตัวอย่างหมากสด และหมากแห้ง



รูปที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปหมาก

หมากสด 1000 ผลทำหมากแห้งได้ 5 กิโลกรัม และหมากสง 1000 ผลทำหมากแห้งได้ 14 – 15 กิโลกรัม ส่วนวิธีการทำหมากแห้งประเภทต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. **หมากซอย** มีวิธีการผลิต คือ นำหมากดิบ หรือหมากสด เฉาะเอาเนื้อแล้วผ่าเป็น 2 ซีก จากนั้นซอยออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ หนาประมาณ 0.3 ซม. แล้วตากแดดให้แห้ง หมาก 1,000 ผล ได้หมากซอยประมาณ 3-5 กก.

2. **หมากกลีบส้ม** มีวิธีการผลิต คือ ใช้หมากดิบปอกเอาเนื้อ แล้วผ่าประมาณ 5-7 กลีบ ตากแดดให้แห้ง

3. **หมากเสี้ยว มีวิธีการผลิต คือ ใช้หมากดิบผ่าตามยาว 4-5 ชิ้น แล้วนำมาเจียน แกะเอาเนื้อให้ติดเปลือกนอก ตากแดดให้แห้ง**

4. **หมากแว่น** มีวิธีการผลิต คือ นำหมากสงที่เปลือกมีสีเขียวปนเหลืองเฉาะเปลือกออก แล้วหั่นหรือไสด้วยเครื่องไสให้เป็นแว่น จากนั้นตากแดดให้แห้ง หมาก 1,000 ผล ได้หมากแว่น 14-15 กก.

5. **หมากผ่าซีก** มีวิธีการผลิต คือ ใช้หมากสุก ผ่าตามยาวเป็น 2 ซีก นำไปตากแดด 1 แดด แล้วแกะเนื้อออกจากเปลือก ตากแดดอีก 4-5 แดด จนแห้ง หมาก 1,000 ผล ได้หมากแห้ง 15 กก. ส่วนหมากผ่าสี่ และหมากแห้งทั้งเมล็ด ตากแดด 1 แดด แล้วแกะเอาแต่เนื้อเหมือนหมากผ่าซีก

ในการเก็บรักษาหมากแห้งควรเก็บในภาชนะที่ปิดมิดชิด เก็บในที่ร่มมีอากาศถ่ายเทสะดวก ไม่อับชื้น เมื่อเก็บไว้นาน ๆ ควรนำออกผึ่งแดดเป็นระยะเพื่อไล่ความชื้นที่สะสมอยู่ในภาชนะ

(http : //www.gpo.or.th/rdi/html/herb_parasite.html)

2.2.2 ตลาดและการส่งออก

รายละเอียดในเรื่องของตลาดจะแบ่งเป็น 2 เรื่องหลัก คือ การจำหน่ายภายในประเทศ และการจำหน่ายต่างประเทศ สามารถกล่าวในรายละเอียดได้ดังนี้

1. การจำหน่ายภายในประเทศ

การจำหน่ายภายในประเทศสามารถจำหน่ายได้หลายลักษณะด้วยกัน โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

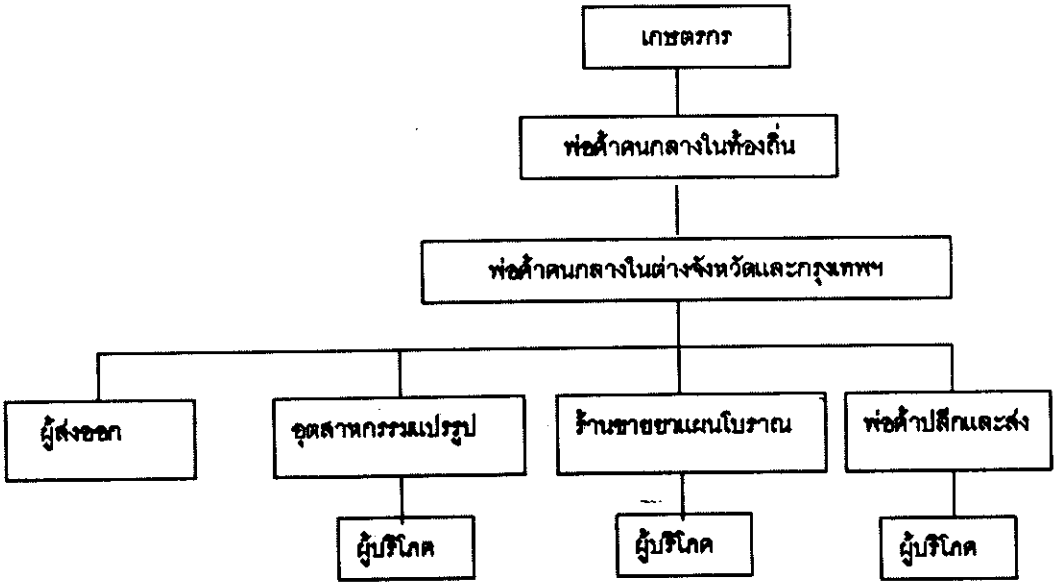
ก. การจำหน่ายในรูปของหมากสดหรือหมากดิบ การจำหน่ายในลักษณะนี้ ส่วนมากชาวสวนจะนำหมากไปขายในท้องตลาดในลักษณะของการขายปลีก โดยการนับจำนวนผลขาย ชาวสวนบางรายจำหน่ายผลผลิตในรูปขายส่งให้กับพ่อค้าที่มารับซื้ออีกต่อหนึ่ง มีทั้งการนับจำนวนขายเป็นร้อยผล และการชั่งขายเป็นกิโลกรัม นอกจากนี้ชาวสวนบางรายขายเหมาผลผลิตให้กับพ่อค้า โดยพ่อค้าเป็นผู้รับผิดชอบในการเก็บเกี่ยวเองทั้งหมด ทั้งนี้ลักษณะหมากสดหรือหมากดิบที่ตลาดต้องการ คือ ผลใหญ่ ฝาด เนื้อดี และหน้าเต็ม การรับซื้อจะไม่แบ่งพันธุ์ แต่จะคละกันทั้งผลกลมแป้นและผลรี (ดังแสดงในรูปที่ 2.3)

รูปที่ 2.3 ทลายหมากสด

ข. การจำหน่ายในรูปของหมากสง (หมากแก่) ในกรณีที่หมากดิบหรือหมากสดมีจำนวนมากเกินไปจนเก็บไม่ทัน หรือราคาถูกมาก ๆ ชาวสวนบางรายจะปล่อยให้หมากในสวนแก่และเอาไว้ขายในรูปของหมากสง โดยมีการจำหน่ายในลักษณะเช่นเดียวกับหมากสดหรือหมากดิบ แต่การจำหน่ายในรูปของหมากสงนี้ ราคาจะไม่ค่อยดีเหมือนกับหมากสดหรือหมากดิบ

ค. การจำหน่ายในรูปของหมากแห้ง ชาวสวนบางรายอาจทำหมากแห้งจำหน่ายให้กับพ่อค้าเป็นกิโลกรัม ทั้งนี้หมากแห้งจากหมากดิบเกือบทั้งหมดจะใช้บริโภคในประเทศ ในขณะที่หมากแห้งจากหมากสง ส่วนใหญ่ส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ

การจำหน่ายในประเทศ พ่อค้าคนกลางในท้องถิ่นจะทำหน้าที่รวบรวมหมากจากเกษตรกรเพื่อนำไปจำหน่ายแก่พ่อค้าส่งทั้งในต่างจังหวัดและกรุงเทพฯ นอกจากนั้นพ่อค้าคนกลางในท้องถิ่นบางรายยังทำหน้าที่รวบรวมผลผลิตให้แก่ผู้ส่งออกด้วย ซึ่งมีลักษณะในการจำหน่ายหมาก(ดังแสดงในรูปที่ 2.4)



รูปที่ 2.4 ผังการจำหน่ายหมาก

ที่มา : http://www.doae.go.th/library/html/detail/futureofac/inde.htm

2. การส่งออกต่างประเทศ

การส่งออกหมากไปจำหน่ายต่างประเทศจะส่งออก 2 รูปแบบคือ หมากสดและหมากแห้ง

ก. หมากสด หมากสดจะส่งขายในรูปของหมากอ่อน อายุการเก็บเกี่ยวหมากอ่อนระยะตั้งแต่เริ่มติดผล ประมาณ 5 วัน ก็ตัดขายได้ หมากอ่อน 1 กิโลกรัมจะมีประมาณ 190-200 ผล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 ซม. ตลาดที่รับซื้อหมากอ่อนมากที่สุด คือ ไต้หวัน ในปี 2544 มีมูลค่าการส่งออก 36.61 ล้านบาท ประเทศผู้นำเข้ารายใหญ่คือไต้หวัน โดยนำเข้าในรูปหมากอ่อน ซึ่งในปี 2546 มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 89.88 ล้านบาท (ดังแสดงในภาคผนวก ก. ตาราง ก.1) แต่ในปี 2547 การส่งออกหมากอ่อนลดน้อยลงมาก เหตุผลจากการที่ไต้หวันได้ปรับปรุงกฎระเบียบการนำเข้า ทำ ให้หมากไทยไม่สามารถส่งออกได้ โดยใช้มาตรฐานสินค้าเกษตรทางด้านอนุสัญญาว่าด้วยการอารักขาพืช ระหว่างประเทศ แต่ถ้าเป็นเหตุผลทางการเมืองรัฐบาลไต้หวันคงไม่อยากให้ประชาชนของเขากินหมากมากกว่า การส่งออกหมากอ่อนไปต่างประเทศนอกจากจะนำรายได้เข้ารัฐแล้วยังเป็นการตัดวงจรของหมากแก่ให้ลดลงถึง 30 % ของผลผลิตทั้งหมด ดังนั้นใน ปี 2547 นี้ คาดว่าผลผลิตหมากแก่จะมากในช่วงเดือนสิงหาคม – ตุลาคม ทำให้ราคาตกต่ำได้ ทางออกที่น่าพิจารณาคือการทำหมากแห้งต่อไป แต่ก็เป็นการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเท่านั้น

ข. หมากแห้ง ประเทศไทยมีการส่งออกหมากแห้ง ในปี 2544-2546 (ดังแสดงในภาคผนวก ก. ตาราง ก.2) ถึง 410.97 ล้านบาท 429.59 ล้านบาท และ 478.89 ล้านบาท ตามลำดับ ซึ่งรูปแบบการส่งออกหมากแห้งจะเป็นหมากสง (หมากแก่) ทั้งหมด ประเทศผู้นำเข้า คือ ปากีสถาน เกาหลี

แคนาดา สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ เป็นผู้นำเข้ารายใหญ่ของไทย ฉะนั้น สรุปได้ว่าการส่งออกหมากสดและหมากแห้งของไทย ในปี 2540 มีมูลค่าเพียง 160 ล้านบาท และเพิ่มขึ้น ในปี 2546 มีมูลค่าสูงถึง 569 ล้านบาท (ในภาคผนวก ก. ตาราง ก.1 ก.2 และ ก.3)

2.2.3 ทฤษฎีการออกแบบเครื่องจักร

แนวคิดและองค์ประกอบในการออกแบบ สามารถแสดงขั้นตอนและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

1.รับรู้ความต้องการ การออกแบบจะเริ่มต้นจากผู้ออกแบบรับรู้ความต้องการของลูกค้า ในด้านการใช้งาน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความแข็งแรง ความทนทาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์งานออกแบบ พัฒนา และปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์

2. กำหนดลักษณะจำเพาะและศึกษารายละเอียด รวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการให้ได้มากที่สุดเช่น คุณลักษณะ อายุการใช้งาน ขนาด จำนวนที่ผลิต ราคาและสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง อันเนื่องมาจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต การเลือกใช้วัสดุ การแข่งขันทางด้านตลาด เมื่อได้ลักษณะจำเพาะของสิ่งที่ออกแบบแล้ว ต่อไปให้ทำการศึกษารายละเอียด เพื่อกำหนดเลือกใช้วัสดุ วิธีการผลิตรวมถึงความต้องการของฝ่ายจัดจำหน่าย เนื่องจากบ่อยครั้งที่ได้ศึกษารายละเอียดออกมาแล้วต้องมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะจำเพาะใหม่เนื่องจากไม่สอดคล้องกับความต้องการของท้องตลาด

3. สังเคราะห์ความคิดในการออกแบบ ภายหลังทำการศึกษารายละเอียดของสิ่งที่จะออกแบบแล้ว ต้องดำเนินการสังเคราะห์ความคิด เพื่อวิเคราะห์หล่อหลอมความคิดเก่าและความคิดใหม่เข้าด้วยกัน จนทำให้เกิดสิ่งใหม่ซึ่งดีกว่า มีคุณค่า และอำนวยประโยชน์ได้มากที่สุด

4. วิเคราะห์ ออกแบบและปรับปรุง เมื่อผ่าน 3 ขั้นตอนแรกแล้ว ก็จะเข้าสู่การวิเคราะห์รายละเอียดต่างๆ ของสิ่งที่จะออกแบบ โดยพิจารณาถึงหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วน กลไกการทำงานที่สัมพันธ์กัน วิธีการผลิต ความสะดวกรวดเร็ว ต้นทุนต่ำ แล้วจึงทำการออกแบบส่วนประกอบใหญ่ๆ และชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนให้มีความสัมพันธ์กันจนสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์โดยมีขนาดและลักษณะรูปร่างที่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้จึงต้องย้อนกลับไปพิจารณาให้เป็นไปตามลักษณะจำเพาะ และทำการปรับปรุงให้เป็นไปตามความต้องการและการใช้งานให้มากที่สุด

สำหรับขั้นตอนการออกแบบสามารถแบ่งได้เป็น การออกแบบเบื้องต้นและการออกแบบรายละเอียด คือ การกำหนดรายละเอียด ขนาดจริงของชิ้นส่วน ส่วนประกอบต่างๆที่จะต้องผลิตขึ้นเองหรือเป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน (Standard part) โดยมีการแสดงรายละเอียดและขนาดต่างๆ ของชิ้นส่วนด้วยแบบ (Drawing) ซึ่งมีทั้งแบบแยกส่วน (Detail drawing) และแบบประกอบ (Assembly drawing) ซึ่งแสดงรายการวัสดุ จำนวนชิ้นส่วน ชื่อชิ้นส่วน วัสดุที่ใช้ ความละเอียดของผิว ค่าพิกัด

ความเผื่อ ความแข็งที่ต้องการ และอาจระบุถึงกรรมวิธีทางความร้อน ลักษณะการเชื่อมด้วย (ถ้ามี) หลังจากนั้นเป็นการสร้างเครื่องต้นแบบตามรายละเอียดที่ได้ออกแบบขึ้นทั้งหมด

5. ทดสอบและประเมิน เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จต้องทำการทดสอบหรือประเมิน ในปัจจุบันการทดสอบมีทั้งวิธีการทดสอบโดยส่งกำลังกระทำจริงต่อต้นแบบและทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ทางวิศวกรรม (Computer Aided Engineering) เพื่อบันทึกเป็นข้อมูล สำหรับใช้ย้อนกลับมาปรับปรุงการออกแบบเบื้องต้นหรือรายละเอียดบางประการ หลังจากเปลี่ยนแปลงปรับปรุงแล้วจะต้องทำการทดสอบใหม่ จนกระทั่งสิ่งที่ออกแบบนั้นมีคุณภาพ หรือมีสมรรถนะสามารถทำงานได้ตามต้องการ

ในการออกแบบเครื่องจักรมีการนำทฤษฎีการออกแบบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรดังต่อไปนี้ (กรรมมันต์ ชูประเสริฐ และคณะ, 2539)

การเลือกใช้ตลับลูกปืนและการออกแบบ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการพิจารณา มีดังนี้

1. อายุของตลับลูกปืน คือ อายุการใช้งานของตลับลูกปืน ปกติวัดเป็นจำนวนรอบทั้งหมดที่ตลับลูกปืนหมุน ตั้งแต่เริ่มการใช้งานจนระทั่งตลับลูกปืนเกิดการวิบัติ

2. อัตรารับภาระแบบพลวัตของตลับลูกปืน คือ ความสามารถรองรับภาระของตลับลูกปืนในขณะที่ลูกปืนหมุนด้วยความเร็วคงที่ และมีอายุการใช้งาน 1, 000,000 รอบ

3. อายุความล้าของตลับลูกปืน คือ อายุใช้งานของตลับลูกปืนที่สามารถใช้งานได้จริง หน่วยเป็นล้านรอบ

4. ภาระสมมูลหรือภาระกระทำคงที่เป็นค่าภาระที่กระทำกับตลับลูกปืนในขณะนั้น

5. อัตรารับภาระสถิต คือ ความสามารถในการรับภาระสถิตของตลับลูกปืน โดยกำหนดว่าภาระที่กระทำก่อให้เกิดการหดตัวถาวรในบริเวณภายในวงแหวนที่สัมผัสกับลูกกลิ้งภายในตลับลูกปืน มีค่าเท่ากับ 0.0001 ของเส้นผ่าศูนย์กลางเพลาหมุนที่ยึดกับตลับลูกปืน ค่านี้สามารถดูได้จากแคตตาล็อกของบริษัทผู้ผลิตตลับลูกปืน

สำหรับตลับลูกปืนที่รับภาระจากแนวแกนและรัศมีพร้อมๆ กัน จะเกิดภาระที่เรียกว่า ภาระสมมูลสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$P = XF_r + YF_a \qquad \text{....(1)}$$

เมื่อ P คือ ภาระสมมูล

F_r คือ ค่าภาระคงที่ประยุกต์ตามแนวรัศมี

F_a คือ ค่าภาระคงที่ประยุกต์ตามแนวแกน

X คือ ตัวประกอบภาระในแนวรัศมี (หาได้จากตารางในเอกสารแคตตาล็อก)

Y คือ ตัวประกอบภาระในแนวรัศมี (หาได้จากตารางในเอกสารแคตตาล็อก)

ในการคำนวณหาอายุการใช้งานของตลับลูกปืน จะใช้สมการ $L=\left(\frac{C}{P}\right)^3$ หรือ $L=\left(\frac{C}{P}\right)^{\frac{10}{3}}$ จะขึ้นอยู่กับชนิดของตลับลูกปืนที่ใช้ และภาระที่กระทำต่อตลับลูกปืน เพื่อใช้หาค่า X Y มาใช้คำนวณหาค่า P ต่อไป และขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ขนาดของตลับลูกปืนที่จะใช้งานจากตารางแคตตาล็อกเพื่อใช้ห่าคา C C_o สำหรับมาใช้คาดการณ์หาอายุการใช้งานของตลับลูกปืน

ส่วนการคำนวณเพื่อเลือกใช้ชนิดของตลับลูกปืนที่เหมาะสม จะคำนวณตามสมการที่ 2

$$C=P(L)^{\frac{1}{a}} \quad , \quad C_D=P_D(L_D)^{\frac{1}{a}} \quad , \quad L=\frac{60L_hS_D}{1{,}000{,}000} \qquad ....(2)$$

กำหนดให้ C_D เป็น ค่าภาระที่ต้องการให้ตลับลูกปืนสามารถขับได้

P_D เป็น ค่าภาระสมมูลที่ต้องการให้กระทำต่อตลับลูกปืน

L_D เป็น ค่าค่าอายุใช้งานที่ต้องการของตลับลูกปืน (ล้านรอบ)

L_h เป็น ค่าอายุใช้งานที่ต้องการของตลับลูกปืน (คิดเป็นชั่วโมงใช้งาน)

S_D เป็น ค่าความเร็วรอบที่ต้องการใช้ในการหมุนของตลับลูกปืน (หน่วยเป็นรอบต่อนาที)

ดังนั้นงานของผู้ออกแบบในการเลือกใช้ชนิดของตลับลูกปืน คือ ต้องคำนวณหาค่า C_D แล้วทำการเปิดแคตตาล็อกหาค่า C ของตลับลูกปืนแต่ละชนิด โดยต้องเลือกตลับลูกปืนชนิดที่มีค่า $C \geq C_D$ เสมอ จึงจะถือว่าเป็นตลับลูกปืนที่สามารถใช้งานได้

การออกแบบเพลาในสภาวะที่เพลารับภาระสถิตแบบดัดและบิด

เพลาถือเป็นชิ้นส่วนสำคัญในการเชื่อมต่อ เพื่อส่งถ่ายกำลังจากแหล่งต้นกำเนิดกำลังของเครื่องจักรผ่านชุดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่บนเพลา ได้แก่ มู่เล่ ชุดเฟือง เฟืองโซ่ เรามักพบการใช้งานเพลาอยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด แต่อาจมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน เพลาอาจรับแรงดึง แรงกด แรงบิด หรือแรงดัด หรือแรงหลายอย่างกระทำรวมกันก็ได้ ดังนั้นในการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเป็นผลให้เพลาเสียหายจากความล้าได้ ดังนั้นจึงต้องออกแบบเพลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนี้เพลายังต้องมีความแข็งเกร็งเพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในให้อยู่ในขีดจำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเพลาเช่นเดียวกัน เพราะถ้าเพลาโก่งมากจะเกิดการแกว่งขณะหมุนมีผลให้ความเร็ววิกฤตของเพลาลดลง เป็นผลให้เกิดอาการสั่นอย่างรุนแรงขณะที่ความเร็วของเพลาเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ได้ นอกจากนี้ระยะโก่งเองยังมีผลต่อการเลือกชนิดของอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนรองรับเพลาอีกด้วย เช่น ตลับลูกปืนต้องเลือกชนิดที่สามารถปรับระยะเยื้องศูนย์ขณะใช้งานให้ได้ระยะพอเหมาะกับเพลาด้วย เพลาในสภาวะรับภาระสถิตแบบ

ดัดและบิดเป็นเพลาที่รับภาระ 2 แบบพร้อมๆ กันคือ รับแรงดึงหรือแรงกดภายนอกที่กระทำบริเวณขอบนอกของเพลาและเกิดการบิดบนเพลาไปพร้อมๆ กัน แต่ไม่มีแรงดึงหรือแรงกดที่กระทำในแนวแกนเพลาหรือมีเพียงเล็กน้อยจนสามารถคิดได้ว่า $F = 0$

ดังนั้นสามารถหาค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพลากลางได้ ดังนี้

ถ้าใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด คำนวณหาเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กได้ดังสมการที่ 3

$$d = \left[\frac{32n}{\pi S_y}\left(M^2 + T^2\right)^{\frac{1}{2}}\right]^{\frac{1}{3}} \qquad \text{....(3)}$$

ถ้าใช้ทฤษฎีพลังงานบิดเบี้ยว คำนวณหาเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กได้ดังสมการที่ 4

$$d = \left[\frac{16n}{\pi S_y}\left(4M^2 + 3T^2\right)^{\frac{1}{2}}\right]^{\frac{1}{3}} \qquad \text{....(4)}$$

โดย n = ค่าตัวประกอบความปลอดภัย

S_y = ค่ากำลังที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างความเค้นหลักสูงสุดและต่ำสุด ณ จุดที่วัสดุเกิดการคราก

M = มวล หน่วย กิโลกรัม

T = เวลา หน่วย วินาที

การคำนวณระบบส่งกำลังด้วยสายพานวี

ขั้นตอนการคำนวณเพื่อเลือกสายพานวีที่เหมาะสมจากแคตตาล็อกของบริษัทผู้ผลิต โดยมีขั้นตอนการเลือกดังนี้

1. คำนวณหากำลังจากการออกแบบ โดยใช้สมการที่ 5

$$P = P_p C_B \qquad \text{....(5)}$$

เมื่อ P คือ ค่ากำลังจากการออกแบบ

P_p คือ ค่ากำลังของเครื่องจักรต้นกำลังที่ใช้ขับระบบ

C_B คือ ค่าตัวประกอบการใช้งานหาค่าได้จาก ตารางแสดงค่าตัวประกอบการใช้งานสำหรับการส่งกำลังด้วยสานพานวีแบบมาตรฐาน(ภาคผนวก ตาราง ก.4)

2. นำค่ากำลังจากการออกแบบ และความเร็วรอบของเครื่องต้นกำลังที่ใช้ในระบบ ไปเลือกขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายพานที่เหมาะสมกับงานจาก รูปแสดงแผนผังสำหรับเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานวีแบบมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับใช้งาน (ภาคผนวก รูปที่ ก.1)

3. เลือกขนาดของมู่เล่ขับ โดยเลือกจากตารางแสดงค่าอัตรากำลังสายพาน (ภาคผนวก ตาราง ก.5) เริ่มเลือกล้อสายพานขนาดโตที่สุดในตารางคำนวณค่าความเร็วของสายพานดูก่อนว่าความเร็ว

ของสายพานมีค่าเกิน 30 เมตรต่อวินาทีหรือไม่ ต้องไม่ให้เกิน 30 เมตรต่อวินาที โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6

$$V = \pi n_1 d_1 \quad \text{....(6)}$$

4. คำนวณหาค่าอัตราทดและขนาดของมู่เล่ตัวตามจากสมการที่ 7 และ 8

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2} \quad \text{....(7)}$$

$$d_2 = id_1 \quad \text{....(8)}$$

5. เลือกค่าระยะห่างระหว่างศูนย์กลางมู่เล่ที่เหมาะสม โดยค่าระยะห่างระหว่างศูนย์กลางมู่เล่ ควรอยู่ในช่วง $0.7(d_1 + d_2)$และ $2(d_1 + d_2)$

6. คำนวณหาค่าความยาวของสายพานที่ใช้ โดยใช้สมการที่ 9

$$\ell = 2c\cos\alpha + \frac{\pi}{360}(d_1\beta_1 + d_2\beta_2) \quad \text{....(9)}$$

จากนั้นให้ตรวจสอบดูว่าค่าความยาวที่ได้จากการคำนวณได้ เป็นค่าความยาวมาตรฐานหรือไม่ โดยตรวจสอบกับค่าในตารางแสดงความยาวมาตรฐานของสายพานวีมาตรฐานและค่าตัวประกอบความยาวสายพาน C_L (ภาคผนวก ก. ตาราง ก.6)

7. คำนวณค่าระยะห่างระหว่างศูนย์กลางมู่เล่จริงที่สอดคล้องกับความยาวมาตรฐานของสายพานวีมาตรฐานที่เลือกใช้โดยสมการที่ 10

$$c = \frac{\ell - 1.57(d_1 + d_2) - \dfrac{(d_2 - d_1)^2}{1.57(\ell - i)}}{2} \quad \text{....(10)}$$

8. คำนวณหาจำนวนสายพานที่ใช้ในการส่งกำลังว่าต้องใช้สายพานจำนวนกี่เส้นในการส่งกำลังโดยใช้สมการที่ 11 และ 12

$$Z = \frac{P}{P_N C_L C_A} \quad \text{....(11)}$$

$$P_N = P_R + \Delta P \quad \text{....(12)}$$

เมื่อ Z คือ จำนวนสายพานที่ต้องการใช้

P คือ ค่ากำลังจากการออกแบบ

C_L คือ ค่าตัวประกอบความยาวแก้ไข ดูจากตารางแสดงความยาวมาตรฐานของสายพานวีมาตรฐานและค่าตัวประกอบความยาวสายพาน(ภาคผนวก ก. ตาราง ก.6)

C_A คือ ค่าตัวประกอบมุมสัมผัสแก้ไข ดูจากตารางแสดงค่าตัวประกอบมุมสัมผัส (ภาคผนวก ก. ตาราง ก.7)

P_N คือ ค่าอัตรากำลังของสายพานหนึ่งเส้น โดยอาศัยข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิต

P_R คือ ค่าอัตรากำลังของสายพานหนึ่งเส้นที่ค่ามุมสัมผัส 180 องศา หรืออัตราทด = 1 (เป็นข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต)

ΔP คือ ค่ากำลังที่เพิ่มขึ้นต่อสานพานหนึ่ง เส้น หรือค่ากำลังที่สายพานเพิ่มได้อีก เมื่ออัตราทดมีค่ามากกว่า 1 (เป็นข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต)

(พิเชฐ ตระการชัยศิริ, 2547)

2.2.4 ทฤษฎีการอบแห้งและถ่ายเทความร้อน

การอบแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้นซึ่งส่วนใหญ่ใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้นเพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย โดยใช้ความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย วัสดุอบแห้งมีมากมายหลายชนิด ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชื้นหรือแห้ง ความชื้นในวัสดุสามารถแสดงได้เป็น 2 แบบ คือ

1. **ความชื้นมาตรฐานเปียก** สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 13

$$M_w = \frac{(w-d)}{w} \qquad ...(13)$$

เมื่อ M_w = ความชื้นมาตรฐานเปียก, เศษส่วน

w = มวลของวัสดุ, กิโลกรัม

d = มวลของวัสดุแห้ง (ไม่มีความชื้น), กิโลกรัม

ความชื้นแบบนี้นิยมใช้กันในวงการค้า โดยทั่วๆ ไปจะอ้างถึงในรูปของเปอร์เซ็นต์

2. **ความชื้นมาตรฐานแห้ง** สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 14

$$M_d = \frac{(w-d)}{d} \qquad ...(14)$$

ความชื้นแบบนี้นิยมใช้กันในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งทางทฤษฎี เพราะช่วยในการคำนวณสะดวกขึ้น ซึ่งเป็นเพราะมวลวัสดุแห้งจะมีค่าคงที่หรือเกือบคงที่ระหว่างการอบแห้ง (ศ. ดร. สมชาติโสภณรณฤทธิ์, 2540)

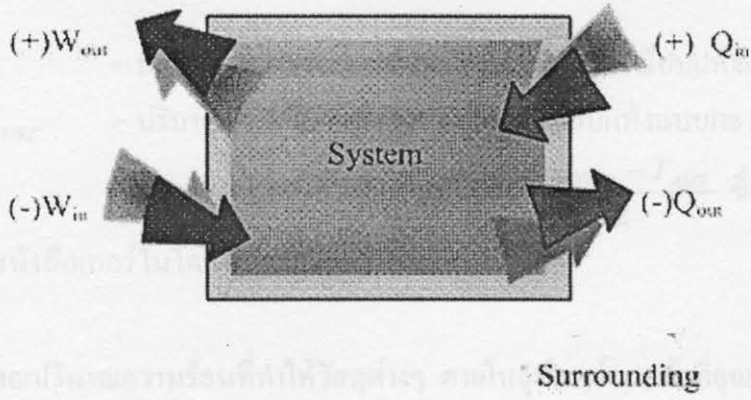
ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่ถ่ายเทระหว่างระบบกับระบบอื่น หรือระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม การถ่ายเทความร้อนระหว่างวัตถุสองชิ้นใดๆ จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อวัตถุทั้งสองนั้นมีอุณหภูมิแตกต่างกัน ดังนั้นพลังงานที่ถือว่าเป็นพลังงานความร้อนทางเทอร์โมไดนามิกส์จะหมายถึง พลังงานที่ถ่ายเทระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมโดยมีสาเหตุมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิ นอกจากนี้พลังงานที่เรียกว่าความร้อนนั้นจะหมายถึงเฉพาะในขณะที่พลังงานนั้นกำลังเดินทางข้ามขอบเขตของระบบเท่านั้น และเมื่อพลังงานนั้นได้เดินทางข้ามขอบเขตไปแล้วไม่ว่าจะอยู่ในระบบ หรือสิ่งแวดล้อมก็จะถือว่าพลังงานนั้นได้เปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานรูปอื่นไม่ใช่ความร้อนอีกต่อไป กล่าวอย่างง่ายๆ ก็คือความร้อนเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นที่ขอบเขต (boundary phenomena) เท่านั้น นอกจากนี้แล้วในเมื่อความร้อนเกิดขึ้นที่ขอบเขตแล้วเปลี่ยนรูปไปทันทีเมื่อข้ามขอบเขตไปแล้ว ความร้อนจึงไม่สามารถกำหนดสภาวะของระบบได้ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือความร้อนไม่เป็นคุณสมบัติของระบบ สำหรับกระบวนการใดๆที่เกิดขึ้นโดยที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อนเลยจะเรียกว่ากระบวนการอะเดียแบติก (adiabatic process) โดยวิธีการที่จะทำให้เกิดกระบวนการเช่นนี้ขึ้นได้มีอยู่สองวิธี วิธีแรกคือการหุ้มฉนวนระบบอย่างดี เพื่อทำให้ไม่สามารถเกิดการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบต่างๆ ได้ ดังนั้นในปัญหาที่จะได้พบต่อไปหากได้มีการกำหนดว่าระบบได้รับการหุ้มฉนวนอย่างดี หมายความว่า จะไม่เกิดการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม ส่วนวิธีที่สองคือการทำให้ระบบและสิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิเท่ากัน เพราะเนื่องจากว่าการถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นต่อเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิเท่านั้น เนื่องจากความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ดังนั้นความร้อนจึงมีมิติเป็นมิติของพลังงาน(หรืองาน) นั่นคือมีมิติเป็นมิติของแรงคูณกับมิติของระยะทาง สำหรับหน่วยนั้นในระบบหน่วย SI จะมีหน่วยเป็น kJ (โดย 1 kJ = 1 kN-m) และนิยมใช้สัญลักษณ์ Q_{12}หรือ Q แทนปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทขณะเกิดกระบวนการจากสภาวะที่ 1 ไปสู่สภาวะที่ 2 สำหรับปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทต่อหน่วยมวลจะใช้สัญลักษณ์ q ดังสมการที่ 15

$$q = Q/m \quad (4.1) \qquad \ldots.(15)$$

ส่วนอัตราการถ่ายเทความร้อน (rate of heat transfer) ก็คือปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทต่อหนึ่งหน่วยเวลาหรือ $\dot{Q} = Q/t$ และมีหน่วยในระบบหน่วย SI เป็น kJ/s หรือ kW

ความร้อนนั้นเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณ (quantity) เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่นหากกล่าวว่าเกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมปริมาณ 5 kJ จะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าเกิดการถ่ายเทจากแหล่งใดสู่แหล่งใด แต่ทิศทางของการถ่ายเทความร้อนนั้นมีความสำคัญเพราะเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าแหล่งนั้นมีพลังงานเพิ่มขึ้นหรือลดลง ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในทางเดียวกันจึงมีการกำหนดเป็นข้อตกลงเครื่องหมายของความร้อนขึ้น โดยกำหนดว่า ความร้อนที่ถ่ายเทสู่ระบบมีเครื่องหมายเป็นบวก และ ความร้อนที่ถ่ายเทออกจากระบบเป็นลบ ดังรูปที่ 2.5

(http://www.sut.ac.th/e-texts/Eng/thermo/index4-1.html)



รูปที่ 2.5 เครื่องหมายของงานและความร้อน

การคำนวณปริมาณร้อนสำหรับอบแห้งผลิตภัณฑ์

ปริมาณความร้อนส่วนใหญ่ของการอบแห้งมักจะมาจากปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ไปในการทำให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิสูงขึ้น จากอุณหภูมิบรรยากาศไปยังอุณหภูมิที่ใช้สำหรับอบแห้งซึ่งได้หาค่าเอาไว้แล้วในหัวข้อและการทดลองข้างต้น โดยสมการสำหรับหาปริมาณความร้อนสำหรับอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้

กรณีอบแห้งแบบกะ คำนวณปริมาณความร้อนได้ดังสมการที่ 16

$$Q_{PRODUCT} = m_{PRODUCT} \times C_P \times \left(T_{DRYING} - T_{AMB}\right) \quad \text{....(16)}$$

เมื่อ

$Q_{PRODUCT}$ = ปริมาณความร้อนสำหรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ กรณีอบแห้งแบบกะ (kg)

$m_{PRODUCT}$ = มวลของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง กรณีอบแห้งแบบกะ (kW)

C_P = ค่าความจุความร้อนของผลิตภัณฑ์ $\frac{kJ}{kg \cdot K}$

T_{DRYING} = อุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง (K)

T_{AMB} = อุณหภูมิของอากาศ (K)

การคำนวณปริมาณความร้อนสำหรับระเหยความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์

จากหัวข้อที่แล้วได้ทราบถึงค่าปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ซึ่งบอกด้วยค่าร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์แล้ว โดยจะต้องทราบทั้งปริมาณความชื้นก่อนอบแห้งและหลังอบแห้งเพื่อนำมาหาว่าจะต้องระเหยน้ำระหว่างการอบแห้งเป็นปริมาณเท่าใด ปริมาณความร้อนสำหรับระเหยความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์สามารถหาได้ด้วยสมการต่อไปนี้

กรณีอบแห้งแบบกะ คำนวณปริมาณความร้อนได้ดังสมการที่ 17

$$Q_{EVAP} = m_{MOISTURE} \times h_{fg} \quad \text{....(17)}$$

เมื่อ Q_{EVAP} = ปริมาณความร้อนสำหรับระเหยความชื้น กรณีอบแห้งแบบกะ (kJ)

$m_{MOISTURE}$ = ปริมาณความชื้นที่ต้องการระเหย กรณีอบแห้งแบบกะ kg

h_{fg} = ค่าเอนทัลปีของน้ำที่อุณหภูมิเฉลี่ย $\frac{T_{DRYING} - T_{AMB}}{2}$ ซึ่งหาได้จากตารางไอน้ำในหนังสือเทอร์โมไดนามิกส์ทั่วๆไป

การคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้วัสดุต่างๆ ภายในอุปกรณ์อบแห้งที่อุณหภูมิสูง

ความร้อนในส่วนอื่นนอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น เช่น รถเข็นถาดสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ วัสดุที่ทำให้อุปกรณ์อบแห้ง โดยสามารถหาปริมาณความร้อนในส่วนนี้ได้จากสมการ

<u>กรณีอบแห้งแบบกะ</u> คำนวณปริมาณความร้อนได้ดังสมการที่ 18

$$Q_{OTHER} = m_{OTHER} \times C_P \times (T_{DRYING} - T_{AMB}) \quad \text{....(18)}$$

เมื่อ Q_{OTHER} = ปริมาณความร้อนที่สูญเสียให้กับวัสดุต่างๆ กรณีอบแห้งแบบกะ (kJ)

m_{OTHER} = มวลของวัสดุส่วนต่างๆ (kg)

C_P = ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุส่วนต่างๆ $\frac{kJ}{kg \cdot K}$

T_{DRYING} = อุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง (K)

T_{AMB} = อุณหภูมิของอากาศ (K)

การคำนวณความร้อนที่สูญเสียให้กับบรรยากาศโดยรอบ

เมื่ออุปกรณ์อบแห้งผ่านการทำงานมาระยะหนึ่ง พื้นผิวนอกก็มีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่จะสูงขึ้นเท่าใด จะเท่ากับหรือใกล้เคียงอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งหรือไม่ ก็ขึ้นอยู่กับการหุ้มฉนวนของอุปกรณ์อบแห้งว่าใช้ชนิดที่เหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่ มีประสิทธิภาพอย่างไร

ซึ่งหากเราทราบว่าพื้นผิวของอุปกรณ์อบแห้งมีอุณหภูมิสูงขึ้นสิ่งที่ตามมาก็คือจะเกิดความร้อนสูญเสียให้กับบรรยากาศโดยรอบ ด้วยกระบวนการถ่ายโอนความร้อนในสองรูปแบบคือ การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน แต่อย่างไรก็ตามการคำนวณค่าการสูญเสียของความร้อนในสองรูปแบบนี้จะมีความแตกต่างกันในการคำนวณขึ้นอยู่กับรูปลักษณะของอุปกรณ์อบแห้งเป็นสำคัญ ในที่จึงของใช้ตัวเลขประมาณดังสมการที่ 19

$$Q_{LOSS} = 0.2(Q_{PRODUCT} + Q_{EVAP} + Q_{OTHER}) \quad \text{....(19)}$$

การคำนวณปริมาณความร้อนรวม

ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในการอบแห้งจะมาจากปริมาณความร้อนที่ได้พิจารณาแยกเป็นส่วนๆดังกล่าวข้างต้นซึ่งสามารถจะเขียนเป็นสมการสำหรับหาปริมาณความร้อนรวมได้ดังสมการที่ 20

$$Q_{TOTAL} = Q_{PRODUCT} + Q_{EVAP} + Q_{OTHER} + Q_{LOSS} \quad \text{....(20)}$$

การคำนวณปริมาณลมร้อนสำหรับอบแห้ง

ปริมาณลมร้อนที่ใช้สำหรับอบแห้งผลิตภัณฑ์สามารถที่จะพิจารณาได้จากแนวคิดที่ว่าปริมาณความร้อนรวมที่ใช้ในการอบจะต้องได้รับจากลมร้อนเท่านั้นทำให้สามารถเขียนสมการสำหรับคำนวณปริมาณลมร้อนที่ใช้ในการอบ ได้จาก

<u>กรณีอบแห้งแบบกะ</u> คำนวณปริมาณความร้อนได้ดังสมการที่ 21

$$Q_{TOTAL} = m_{AIR} \times C_P \times (T_{DRYING} - T_{AMB}) \quad \text{....(21)}$$

เมื่อ

Q_{TOTAL} = ปริมาณความร้อนรวม กรณีอบแห้งแบบกะ kJ

m_{AIR} = ปริมาณความร้อนที่ต้องการสำหรับการอบแห้ง kg

C_P = ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ $\frac{kJ}{kg \cdot K}$

T_{DRYING} = อุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง (K)

T_{AMB} = อุณหภูมิของอากาศ (K)

การหาค่าความร้อนจำเพาะ

Cp = 1.675 + 0.025w (กรณีที่ค่า w > 50%)

ในการทำงานวิจัยการออกแบบเครื่องหั่นและอบแห้งหมาก จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลเบื้องต้นที่มีประโยชน์ในการออกแบบ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับหมาก กระบวนการผลิตแบบดังเดิมพร้อมทั้งเวลาที่ใช้ในการผลิต จากนั้นก็ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อใช้ในการออกแบบ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3 การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น

ในการทำงานการออกแบบเครื่องหั่นหมาก จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลเบื้องต้นที่มีประโยชน์ในการออกแบบ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับหมาก กระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมพร้อมทั้งเวลาที่ใช้ในการผลิต จากนั้นก็ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อใช้ในการออกแบบ

ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับหมาก ทางทีมงานได้ทำการเก็บข้อมูลที่ จังหวัดระยองและฉะเชิงเทรา เนื่องจากทั้งสองจังหวัดดังกล่าวมีการผลิตหมากแว่นแห้ง และหมากอบรมควันเป็นจำนวนมาก ส่วนทางภาคใต้ส่วนใหญ่มีการขายเป็นหมากสดมากกว่าการตากแห้ง เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ยุ่งยาก และรูปแบบผลิตภัณฑ์ของหมากแห้งภาคใต้เป็นลักษณะหมากผ่าซีก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องไปเก็บข้อมูล เพื่อศึกษาถึงลักษณะของหมาก ความจำเป็นในการผลิต กระบวนการผลิต และการส่งออก จากนั้นก็จะมีการศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะของหมากในภาคใต้ ดังจะได้กล่าวรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับหมากในจังหวัดระยอง

จากการลงสำรวจพื้นที่ทำการเพาะปลูกหมากที่จังหวัดระยอง แหล่งที่ทำการเพาะปลูกหมากมากที่สุดของจังหวัดจะอยู่ที่ ต. หนองตะพาน อ. บ้านค่าย จ. ระยอง ซึ่งพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่จะทำการปลูกแซมกับสวนผลไม้ชนิดอื่น เช่น มังคุด เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.6 หมากส่วนใหญ่ที่ทำการปลูกจะเป็นหมากพื้นบ้านที่มีผลมีลักษณะค่อนข้างกลม การเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเก็บเกี่ยวได้ตลอดปีแต่จะทำการบำรุงมากช่วงก่อนที่หมากจะให้ผลผลิตในเดือน มกราคม – กุมภาพันธ์ เพราะว่าหมากจะมีราคาสูง ในช่วงนี้ราคาหมากดิบประมาณลูกละ 1 – 2 บาท ทำให้เกษตรกรมีรายได้มากและเกษตรกรก็ไม่ต้องเก็บไปขายเองเพราะจะมีพ่อค้ามารับซื้อที่ไร่และพ่อค้าจะทำการเก็บผลหมากเอง นอกจากนี้ ในช่วงที่หมากดิบมีราคาลดลงเกษตรกรได้ทำการแปรรูปหมาก จากหมากดิบไปเป็นหมากแห้ง ซึ่งหมากแห้งที่แปรรูปมีหลายชนิด เช่น หมากแว่น หมากรมควัน หมากกลีบส้ม หมากแห้งทั้งผล หมากผ่าซีก เป็นต้น หมากที่ได้แปรรูปเป็นหมากแห้งแล้วจะมีราคาสูงมากแล้วแต่ละชนิด เฉลี่ยแล้วประมาณ 70 – 100 บาทต่อ กิโลกรัม การที่เกษตรกรยังคงขายหมากดิบอยู่แทนที่จะทำการแปรรูปก็เพราะว่ากระบวนการแปรรูปยังคงใช้แบบพื้นบ้านอยู่ ทำให้ใช้เวลานานกว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ หากสภาพอากาศมีความชื้นสูงหมากจะแห้งไม่สนิททำให้เกิดเชื้อราขึ้นได้ ทำให้ขายไม่ได้ราคา จึงเป็นอุปสรรคในการแปรรูปหมาก ในการเก็บข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูลด้านกระบวนการแปรรูปหมาก กำลังการผลิต และการตลาด ดังจะกล่าวในรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 2.6 พื้นที่แหล่งเพาะปลูกหมาก

ผลิตภัณฑ์ของหมากแห้งแบ่งเป็น หมากแว่น หมากรมควัน และหมากแห้งทั้งเมล็ด ซึ่งมีกระบวนการผลิตของทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์สามารถอธิบายได้ดังนี้

การแปรรูปหมากที่มีกรรมวิธีขั้นตอนการทำคล้ายๆกันได้แก่

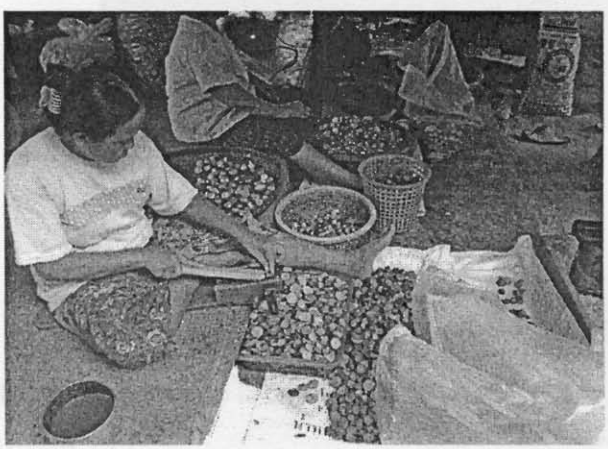
ก. หมากแว่น กระบวนการผลิตหมากแว่นสามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำหมากดิบที่มีอายุประมาณ 4 – 6 เดือน มาทำการปอกเปลือกเอาเฉพาะเนื้อที่อยู่ด้านในออกมา โดยการใช้มีดผ่าเปลือกเป็นกลีบๆแล้วแยกเปลือกออกดังแสดงในรูปที่ 2.7 ก็จะได้เนื้อของหมาก ดังแสดงในรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.7 การผ่าเปลือกหมาก

รูปที่ 2.8 เนื้อของหมากที่ได้จากการผ่า

ขั้นตอนที่ 2 นำเนื้อที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการไสโดยใช้ม้าสำหรับไสหมาก ซึ่งม้าไสหมากจะสามารถปรับความหนาของหมากที่หั่นออกมาได้ตามความต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2.9 รูปที่ 2.10 เป็นเครื่องมือในการไสหมาก และรูปที่ 2.11 เป็นเนื้อหมากที่ทำการไสแล้ว

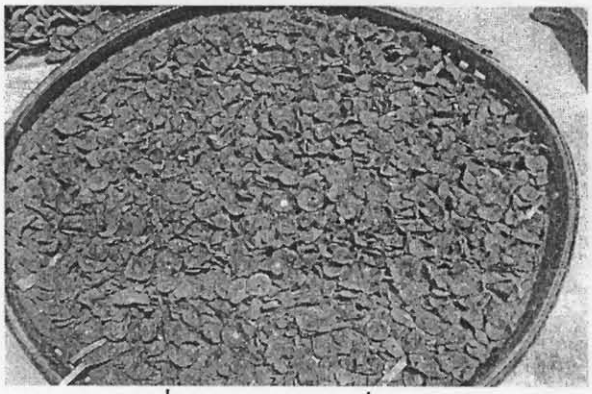


รูปที่ 2.9 วิธีการไสหมากให้เป็นแว่น

รูปที่ 2.10 เครื่องมือในการไสหมาก

รูปที่ 2.11 หมากที่ทำการไสแล้ว

ขั้นตอนที่ 3 นำหมากที่ทำการไสแล้วมาตากแห้งโดยใช้แสงแดดทำให้หมากแห้ง ถ้าหมากแว่นบางที่สุดประมาณ 2 เซนติเมตร จะใช้เวลาในการตากประมาณ 2 – 3 แดด เนื้อหมากที่ได้จะเป็นสีแดง ดังแสดงในรูปที่ 2.12



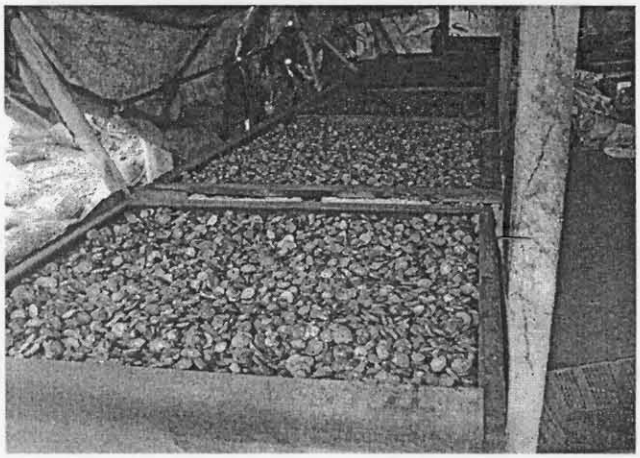
รูปที่ 2.12 หมากแว่นที่แห้งแล้ว

ข. หมากรมควัน กระบวนการผลิตหมากรมควันสามารถอธิบายได้ดังนี้

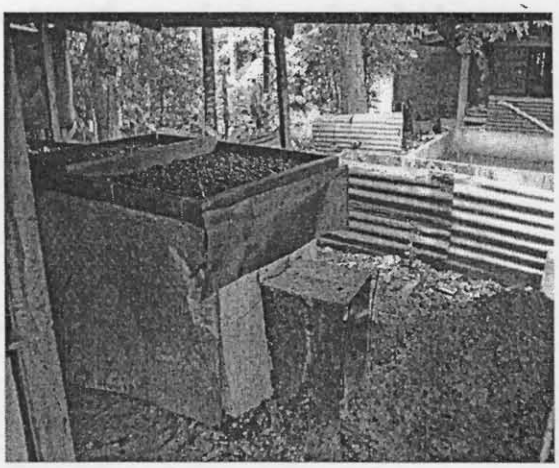
ขั้นตอนที่ 1 นำหมากดิบที่มีอายุประมาณ 4 – 6 เดือน มาทำการปอกเปลือกเอาเฉพาะเนื้อที่อยู่ด้านในออกมา โดยการใช้มีดผ่าเปลือกเป็นกลีบๆ แล้วแยกเปลือกออกก็จะได้เนื้อของหมาก ขั้นตอนนี้จะเหมือนกับการทำหมากแว่น

ขั้นตอนที่ 2 นำเนื้อที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการไสโดยใช้ม้าสำหรับไสหมาก ซึ่งม้าไสหมากจะสามารถปรับความหนาของหมากที่หั่นออกมาได้ตามความต้องการ ความหนาของหมากรมควันมีความหนามากกว่าหมากแว่นประมาณ 2 – 3 เท่า

ขั้นตอนที่ 3 เป็นกระบวนการอบหมากหรือย่างหมากให้แห้ง โดยจะอาศัยการนำความร้อนส่งผ่านท่อทำให้มีความร้อนทั่วถึง ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 2.13 และ 2.14 ทำการก่อไฟด้านหน้าเตาจะใช้เชื้อเพลิงเป็นไม้ (ฟืน) ที่ยังไม่แห้ง เพื่อที่จะลดการใช้เชื้อเพลิง เตาหนึ่งจะใช้เวลาในการย่าง 3 – 4 ชั่วโมง

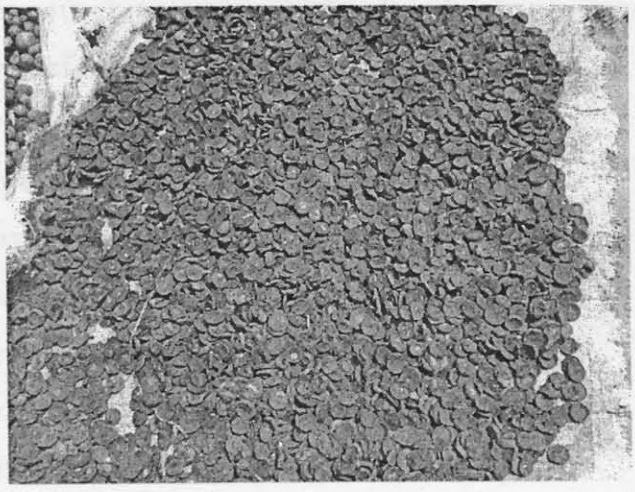


รูปที่ 2.13 ลักษณะของหมากรมควันที่วางบนเตาย่างหมาก



รูปที่ 2.14 ลักษณะของเตาย่างหมาก

ขั้นตอนที่ 4 จะเป็นการนำเอาหมากที่รมควันแล้วมาผึ่งแดดอีกประมาณ 3 – 4 ชั่วโมงจะได้หมากรมควันที่มีสีที่ค่อนข้างดำ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 หมากรมควันที่ออกจากเตาย่างแล้วนำมาผึ่งแดด

ค. หมากแห้งทั้งเมล็ด กระบวนการผลิตหมากแห้งทั้งเมล็ดสามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จะนำเอาหมากแก่ที่ไม่สามารถนำไปทำหมากทั้งสองแบบที่กล่าวมาได้ ลักษณะจะมีเปลือกที่เป็นสีเหลืองและมีความเหนียวมาก เนื้อของหมากจะแข็ง นำไปตากแดดจนเนื้อข้างในหมากคลอน

ขั้นตอนที่ 2 นำหมากที่แห้งได้ที่มาทำการผ่าเอาเนื้อข้างในออกมา โดยจะพยายามไม่ให้เนื้อหมากมีรอยขีดข่วนจากคมมีด เพราะพ่อค้าจะลดเกรดและได้ราคาที่ต่ำลง

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการนำเอาเนื้อหมากในขั้นตอนที่สองไปทำการตากแดดจนแห้งสนิท ดังแสดงในรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 ผลิตภัณฑ์หมากแห้งและหมากแห้งทั้งเมล็ด (แสดงดังลูกศร)

ลักษณะการผลิต

ในการผลิตหมากแห้งมีหลายกระบวนการก็จริงแต่ที่ ต. หนองตะพาน จะมีคนที่เป็นเจ้าของส่วนที่ทำการแปรรูป โดยเจ้าของสวนจะมีหมากอยู่แล้วก็จะทำการจ้างชาวบ้านในการแปรรูปหมากในบางกระบวนการและทำเองบ้างในกระบวนการสุดท้าย คือจะจ้างชาวบ้านปอกเปลือกและทำการไสหมากให้เป็นหมากแว่นโดยมีอัตราค่าจ้าง ดังนี้

1. ปอกเปลือกจะได้ 2 บาท/กิโลกรัม
2. ทำการไสหนา 1.5 บาท/กิโลกรัม
3. ทำการไสบาง 2 .5 บาท/กิโลกรัม

ซึ่งในการผลิตแต่ละกระบวนการเฉลี่ยแล้วจะได้ ดังนี้

1. กระบวนการปอกเปลือกหมาก 30 – 40 กิโลกรัม/คน/วัน
2. กระบวนการไสหมาก 100 – 150 กิโลกรัม/คน/วัน

ในการอบแห้งหมากจะได้ประมาณ 70 กิโลกรัม/เตา

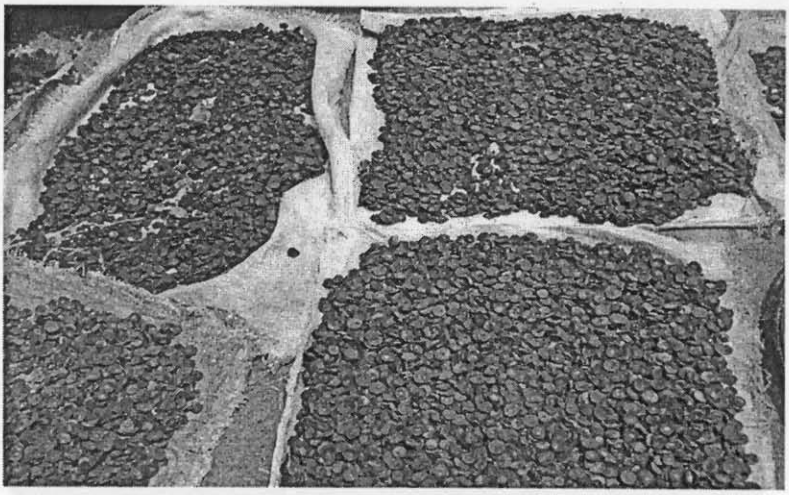
เนื่องจากแหล่งพื้นที่ที่ลงไปสำรวจมีจำนวนเตาอบแห้ง 3 เตาและมีการจ้างชาวบ้านจำนวนมากจึงทำให้ อัตราการผลิตที่สูงประมาณ 300 – 400 กิโลกรัม/วัน

การตลาด

ในด้านการตลาดการขายหมากแห้งนั้นมีราคาที่ค่อนข้างสูงกว่าหมากสดหลายเท่าตัว ราคาของหมากสดจะมีราคาที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆอย่าง เช่น ช่วงที่มีหมากมากในปีไหนปีนั้นราคาหมากสดก็ต่ำมาก แต่หมากแห้งจะมีราคาที่ค่อนข้างคงที่กว่า ในปัจจุบันราคาหมากแห้งจะมีหลักๆอยู่สองราคา คือ

1. หมากแว่นบาง 100 บาท/กิโลกรัม
2. หมากรมควัน หมากแว่นหนา หมากแห้งทั้งเมล็ด 70 บาท/กิโลกรัม

ในการจำหน่ายหมากแห้งส่วนใหญ่จะมีพ่อค้ามารับซื้อถึงที่ ซึ่งพ่อค้าก็จะทำการส่งขายอีกต่อหนึ่งในการส่งขายมีทั้งในประเทศและต่างประเทศ ภายในประเทศ เช่น ภาคอีสาน และภาคใต้ในบางช่วง ต่างประเทศ เช่น ตุรกี ปากีสถาน บังกลาเทศ อังกฤษ เป็นต้น ถ้าหมากที่ทำการส่งออกต่างประเทศจะมีการคัดเลือกความสวยของหมากด้วย ความสวยจะดูจาก รอยขีดข่วน ลูกลาย เมื่อทำการผ่าซีกเป็นเชื้อราหรือไม่ (หมากแห้งทั้งเมล็ด) สีของหมาก กรณีหมากรมควันสียิ่งดำยิ่งมีราคาสูง ดังแสดงในรูปที่ 2.17 เป็นต้น



รูปที่ 2.17 ลักษณะสีของหมากรมควันถ้ายิ่งดำยิ่งดี

2.3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับหมากในจังหวัดฉะเชิงเทรา

จากการลงสำรวจพื้นที่ทำการเพาะปลูกหมากที่จังหวัดฉะเชิงเทรา แหล่งที่ทำการเพาะปลูกหมากมากที่สุดของจังหวัดจะอยู่ที่ ต. บางไผ่ อ. เมือง จ. ฉะเชิงเทรา ซึ่งพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่จะทำการปลูกแซมกับสวนผัก เช่น ผักคะน้า ผักกุยช่าย เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.18 หมากส่วนใหญ่ที่ทำการปลูกจะเป็นหมากพื้นบ้านที่มีผลมีลักษณะค่อนข้างกลม การเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี การเก็บหมากที่นี่จะแตกต่างจากที่อื่นคือจะทำการเก็บโดยใช้ไม้ยาวที่มีตาขอสำหรับเกี่ยวทะลายหมากอยู่ที่ปลาย ด้านล่างก็มีคนคอยรับทะลายหมากโดยการใช้กระสอบซึ่งเรียกว่า การสะบัดหมาก เนื่องจากมีสวนผักอยู่ภายในบริเวณที่หมากตกจึงต้องทำการเก็บด้วยวิธีนี้ แต่ที่อื่นๆ ส่วนใหญ่จะใช้คนปีนขึ้นไปเก็บ การขายหมากที่นี่ส่วนใหญ่จะขายกันอยู่สองแบบ คือ ขายแบบเหมาไร่เป็นเวลาระยะหนึ่งกล่าวคือผู้รับเหมาจะทำการเก็บหมากได้ในช่วงเวลาที่กำหนด อาจจะครึ่งปีหรือเหนึ่งปีตามที่ตกลงโดยที่เจ้าของสวนไม่ต้องทำอะไร และอีกแบบหนึ่งจะเป็นการแปรรูปหมากสดเป็นหมากแห้งผลิตภัณฑ์หลักๆ ของหมากแห้งส่วนใหญ่จะเป็น หมากแว่น หมากกลีบส้ม หมากผ่าซีก เป็นต้น การแปรรูปหมากส่วนใหญ่จะจ้างชาวบ้านทำทั้งหมด โดยเจ้าของสวนจะมีหมากสดให้ แล้วให้ชาวบ้านแปรรูปตามต้องการเมื่อเป็นหมากแห้งแล้วชาวบ้านจะได้ราคากิโลกรัมละ 25 บาท ในการเก็บข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูลด้านกระบวนการแปรรูปหมาก กำลังการผลิตและการตลาด ดังจะกล่าวในรายละเอียดได้ดังนี้

รูปที่ 2.18 ลักษณะของสวนหมากที่มีการปลูกผักแซมด้วย

ในกระบวนการแปรรูปหมากสดเป็นหมากแห้งจะมีขั้นตอนการแปรรูปเหมือนกันในแต่ละชนิด การแปรรูปจะเป็น 3 ชนิด ได้แก่

ก. หมากแว่น กระบวนการผลิตหมากแว่นสามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำหมากดิบที่มีอายุประมาณ 4 – 6 เดือน มาทำการปอกเปลือกเอาเฉพาะเนื้อที่อยู่ด้านในออกมา โดยการใช้มีดผ่าเปลือกเป็นกลีบๆแล้วแยกเปลือกออกก็จะได้เนื้อของหมากเหมือนกันกับที่ จ. ระยอง

ขั้นตอนที่ 2 นำเนื้อที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการไสโดยใช้ม้าสำหรับไสหมาก ซึ่งม้าไสหมากจะ สามารถปรับความหนาของหมากที่หั่นออกมาได้ตามความต้องการ

ขั้นตอนที่ 3 นำหมากที่ทำการไสแล้วมาตากแห้งโดยใช้แสงแดดในการทำให้แห้ง จะใช้เวลาในการตากประมาณ 2 – 3 แดด เนื้อหมากที่ได้จะเป็นสีแดง ดังแสดงในรูปที่ 2.19 และ 2.20

รูปที่ 2.19 ลักษณะการตากแดดของหมากแว่น

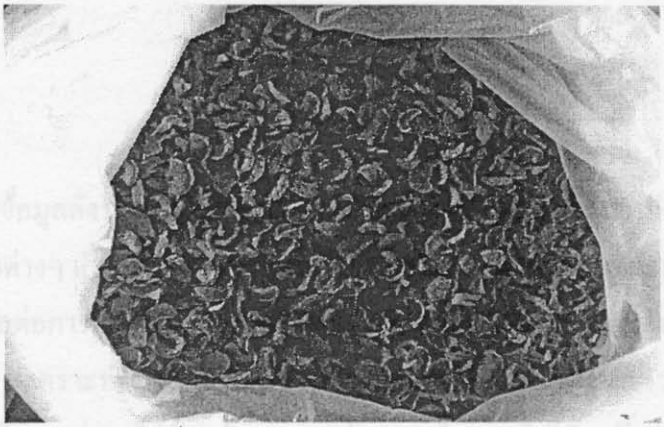
รูปที่ 2.20 หมากแว่นที่พร้อมขายแล้ว

ข. หมากกลีบส้ม กระบวนการผลิตหมากกลีบส้มสามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำหมากดิบที่มีอายุประมาณ 4 – 6 เดือน มาทำการปอกเปลือกเอาเฉพาะเนื้อที่อยู่ด้านในออกมา แต่เป็นเนื้อหมากที่แตกออกจากกัน

ขั้นตอนที่ 2 นำหมากที่แตกออกจากกันมาทำการซอยให้เป็นชิ้นเล็กๆ (สามเหลี่ยมคล้ายกลีบส้ม)

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการนำเอาหมากที่ผ่านการซอยมาแล้วมาตากแดด ซึ่งหมากที่ได้ก็จะมีสีแดงเหมือนกับหมากแว่น ดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 หมากกลีบส้มที่พร้อมขายแล้ว

ค. หมากผ่าซีก กระบวนการผลิตหมากผ่าซีกสามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จะนำเอาหมากแก่ที่ไม่สามารถนำไปทำหมากทั้งสองแบบที่กล่าวมาได้ ลักษณะจะมีเปลือกที่เป็นสีเหลืองและมีความเหนียวมาก เนื้อของหมากจะแข็ง นำไปผ่าครึ่ง

ขั้นตอนที่ 2 นำหมากที่ผ่าครึ่งแล้วไปตากแดดประมาณ 1 – 2 แดด

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการนำเอาเนื้อหมากออกจากเปลือก

ขั้นตอนที่ 4 นำเอาเนื้อหมากที่ออกจากเปลือกไปตากแดดให้แห้งสนิท

การตลาด ในด้านการตลาดจะมีลักษณะเหมือนกันกับที่ จ. ระยอง

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าว จะได้มีการวิเคราะห์ เพื่อนำเอาไปใช้ในการออกแบบเครื่องหั่นหมากต้นแบบ ในบทต่อไป