บทที่ 4
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 ผลการสำรวจสถานภาพทั่วไปของโรงงานผลิตสมุนไพร

จากการสำรวจสถานภาพทั่วไป ทำให้ทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นของ บริษัท ล็อตและริช จำกัด ดังนี้ บริษัทตั้งอยู่เลขที่ 246 หมู่ที่ 3 ตำบลสันทรายน้อย อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จัดตั้งเป็นโรงงานขนาดเล็ก มีพื้นที่ 1 ไร่ มีทุนจดทะเบียนที่ 1,800,000 บาท ทำการผลิตสมุนไพรจำหน่ายในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และจังหวัดใกล้เคียง โดยมีการผลิตยาสมุนไพรชนิดแคปซูล ได้แก่ สมุนไพรส้มแขก ใบแปะก๊วย กระชาย มะระขี้นก และเห็ดหลินจือ รวมทั้งสิ้น 240,000 แคปซูล หรือ 4,000 ขวดต่อปี และผลิตสมุนไพรชนิดชาชง ได้แก่ ชาใบแปะก๊วย ชาเห็ดหลินจือ ชาดอกคำฝอย ชาเก๊กฮวย และชาใบมะขามแขก รวมทั้งสิ้น 33,600 ซองหรือ 1,680 กล่องต่อปี โดยรับซื้อวัตถุดิบจากเกษตรกรและร้านค้าส่งในจังหวัดเชียงใหม่ และภาคใต้ของประเทศไทย ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน (ตารางที่ 4.1) บริษัทมีการผลิตยาสมุนไพรส้มแขกนิดแคปซูลเป็นผลิตภัณฑ์หลัก โดยนำวัตถุดิบแห้งที่สั่งซื้อมาผ่านกระบวนการแปรรูป บรรจุขวด และส่งขาย โดยมีปัจจัยการผลิตดังนี้ สมุนไพรส้มแขกแห้ง 60 กิโลกรัมต่อปี แคปซูลใสเบอร์1 จำนวน 146,000 แคปซูลต่อปี กระดาษฟอยด์ที่ตัดเป็นรูปวงกลมขนาดเท่าฝาขวด 2,400 ชิ้นต่อปี ปริมาณการใช้น้ำ 556 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ปริมาณการใช้ไฟฟ้า 2,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม 360 กิโลกรัมต่อปี ขวดพลาสติกทึบ 2,400 ขวดต่อปี สารกันความชื้นปริมาณ 2,400 ซองต่อปี ฟองน้ำที่ตัดเป็นวงกลม 2,400 ชิ้นต่อปี พลาสติกใส 500 กรัมต่อปี โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ สมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูล จำนวน 144,000 แคปซูลหรือ 2,400 ขวดต่อปี ส่วนคุณภาพน้ำทิ้งเมื่อเทียบกับมาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า มีค่าความเป็นกรดต่ำกว่า 5.5, ค่าบีโอดี (BOD) เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าซีโอดี (COD) เกิน 120 มิลลิกรัมต่อลิตร ข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดของโรงงานผลิตสมุนไพรต่อไป (ตารางที่ 4.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานผลิตยาสมุนไพร บริษัท ล็อตและริช จำกัด

ข้อมูลทั่วไป			
ประเภทของกิจการ โรงงานแปรรูปสมุนไพร			
จำนวนพนักงานและเจ้าของกิจการรวม 7 คน - เจ้าของกิจการ 1 คน - พนักงานทั่วไป 2 คน - พนักงานแผนกการผลิต 4 คน		เวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน 6 วันต่อสัปดาห์ หรือ 26 วันต่อเดือน	
ผลิตภัณฑ์	**ร้อยละของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด**	**กำลังการผลิต** (หน่วยต่อปี)	**ราคาขาย** (บาทต่อหน่วย)
ผลิตภัณฑ์ชนิดแคปซูล			
- สั้มแขกชนิดแคปซูล	60	2,400 ขวด	120
- แปะก๊วยชนิดแคปซูล	20	800 ขวด	100
- เห็ดหลินจือชนิดแคปซูล	10	400 ขวด	60
- มะระขี้นกชนิดแคปซูล	5	200 ขวด	60
- กระชายชนิดแคปซูล	5	200 ขวด	60
ผลิตภัณฑ์ชนิดชาชง			
- ดอกคำฝอย	50	840 กล่อง	55
- ใบแปะก๊วย	20	336 กล่อง	55
- เห็ดหลินจือ	10	168 กล่อง	55
- เก๊กฮวย	10	168 กล่อง	55
- ใบมะขามแขก	10	168 กล่อง	55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการผลิตยาสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูล

วัตถุดิบ	**ปริมาณ** (กิโลกรัมต่อปี)	**ราคา** (บาทต่อหน่วย)	**สารเคมี**	**ปริมาณ** (กิโลกรัมต่อปี)	**ราคา** (บาทต่อหน่วย)
สมุนไพรส้มแขก	60	200	-	-	-
การใช้ปัจจัยการผลิต					
ทรัพยากรและสาธารณูปโภค	**ปริมาณการใช้**		**วัตถุประสงค์การใช้**		**ราคา** (บาทต่อหน่วย)
แหล่งน้ำประปา	556 ลูกบาศก์เมตรต่อปี		- ทำความสะอาดวัตถุดิบ - ทำความสะอาดเครื่องจักร - ทำความสะอาดอุปกรณ์		10.55*
ไฟฟ้า	2,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี		- การทำงานของเครื่องจักร		2.77*
ก๊าซหุงต้ม	360 กิโลกรัมต่อปี		- กระบวนการอบแห้ง		17.53
คุณภาพน้ำทิ้ง	คุณภาพน้ำทิ้งเกินมาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรม คือ มีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 3.25, มีค่าสารแขวนลอย (SS) เฉลี่ยเท่ากับ 42 มิลลิกรัมต่อลิตร, มีค่าบีโอดี (BOD) เฉลี่ยเท่ากับ 697 มิลลิกรัมต่อลิตร, มีค่าซีโอดี (COD) เฉลี่ยเท่ากับ 1,480 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาคผนวก ค)				

หมายเหตุ *ราคาปัจจัยการผลิต ไม่รวมค่ารักษามิเตอร์ และภาษีมูลค่าเพิ่ม ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2547

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การสำรวจกระบวนการผลิต และการจัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิต

ผลจากการสำรวจโรงงานของ บริษัท ล็อต และริช จำกัด (ภาพที่ 4.1) พบการผลิตมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ภาพที่ 4.1 โรงงานผลิตยาสมุนไพรของบริษัท ล็อตและริช จำกัด

1. การตรวจรับวัตถุดิบ ทางโรงงานจะมีการตรวจคุณภาพวัตถุดิบที่รับซื้อจากเกษตรกร เป็นส้มแขกแห้งหั่นเป็นแว่น (ภาพที่ 4.2) โรงงานจะรับซื้อวัตถุดิบโดยพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ส้มแขกจะต้องมีสีน้ำตาลแดง ไม่เป็นสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ หั่นเป็นแว่นตากแห้ง ไม่มีเชื้อราและสิ่งปลอมปนที่ติดมากับวัตถุดิบ ซึ่งในขั้นตอนนี้พนักงานจะทำการคัดแยกสิ่งปลอมปนออกจากส้มแขกก่อนการจัดเก็บวัตถุดิบ (ภาพที่ 4.3)

ภาพที่ 4.2 ส้มแขกหั่นเป็นแว่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 4.3 การคัดแยกสิ่งปลอมปนออกจากส้มแขก

2. การจัดเก็บวัตถุดิบที่ผ่านการคัดคุณภาพ นำส้มแขกแห้งเก็บไว้ในห้องเก็บวัตถุดิบ โดยเก็บวัตถุดิบในกระสอบขนาดใหญ่ โดยจะเก็บไว้ก่อนการผลิตล่วงหน้า 1-2 เดือน

3. การล้างส้มแขก นำส้มแขกล้างทำความสะอาด 3 ครั้ง โดยล้างในกะละมังให้น้ำไหลผ่าน (ภาพที่ 4.4) แล้วใช้ตะแกรงรองรับวัตถุดิบเพื่อนำไปตากในโรงตาก

ภาพที่ 4.4 การล้างส้มแขก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. โรงตาก ตากส้มแขกในโรงตากที่เป็นพลาสติกโปร่งแสง เพื่อป้องกันสัตว์และแมลง ใช้เวลาในการตากนาน 3 วัน (ภาพที่ 4.5)

ภาพที่ 4.5 โรงตาก

5. การอบส้มแขก อบส้มแขกด้วยตู้อบ ซึ่งประยุกต์จากตู้อบขนมปัง โดยอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที ซึ่งใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง (ภาพที่ 4.6)

ภาพที่ 4.6 การอบส้มแขก

6. การบดส้มแขก นำส้มแขกที่อบแห้งเรียบร้อยแล้ว มาบดด้วยเครื่องบดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งประยุกต์ใช้จากเครื่องปั่นน้ำแข็ง มีขนาดมอเตอร์เท่ากับ 2.2 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง นาน 30 นาที ใช้เวลาในการบด 30 นาที (ภาพที่ 4.7)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 4.7 การบดส้มแขก

7. การร่อนส้มแขกเพื่อคัดขนาด นำส้มแขกที่บดละเอียดแล้วมาร่อนในตะแกรงเบอร์ 40 มีขนาดรูตะแกรง 0.4 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4.8) ส่วนส้มแขกผงที่ขนาดใหญ่ไม่สามารถผ่านตะแกรงได้นำไปบดซ้ำอีกครั้ง

ภาพที่ 4.8 การร่อนส้มแขกเพื่อคัดขนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

8. การอบไล่ความชื้น นำผงส้มแขกที่ผ่านการร่อน อบไล่ความชื้นครั้งที่ 2 เพื่อให้แห้งสนิท ด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (ภาพที่ 4.9)

ภาพที่ 4.9 การอบไล่ความชื้น

9. การร่อนเพื่อให้ผงส้มแขกกระจายตัว นำวัตถุดิบที่บดเสร็จมาร่อนในตะแกรงเบอร์ 40 (ขนาดรูตะแกรง 0.4 มิลลิเมตร) เพื่อให้ส้มแขกที่ผ่านการอบกระจายตัวดี ไม่เกาะตัวกันแน่น ก่อนการบรรจุแคปซูล (ภาพที่ 4.10)

ภาพที่ 4.10 การร่อนเพื่อให้ผงส้มแขกกระจายตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

10. การบรรจุแคปซูล นำผงส้มแขกมาบรรจุใส่แคปซูลใสเบอร์1 ซึ่งบรรจุส้มแขกได้ 250 มิลลิกรัม โดยใช้เครื่องบรรจุแคปซูล มีลักษณะการทำงานที่ใช้คนงานควบคุม สามารถบรรจุแคปซูลได้ครั้งละ 150 แคปซูลต่อถาด

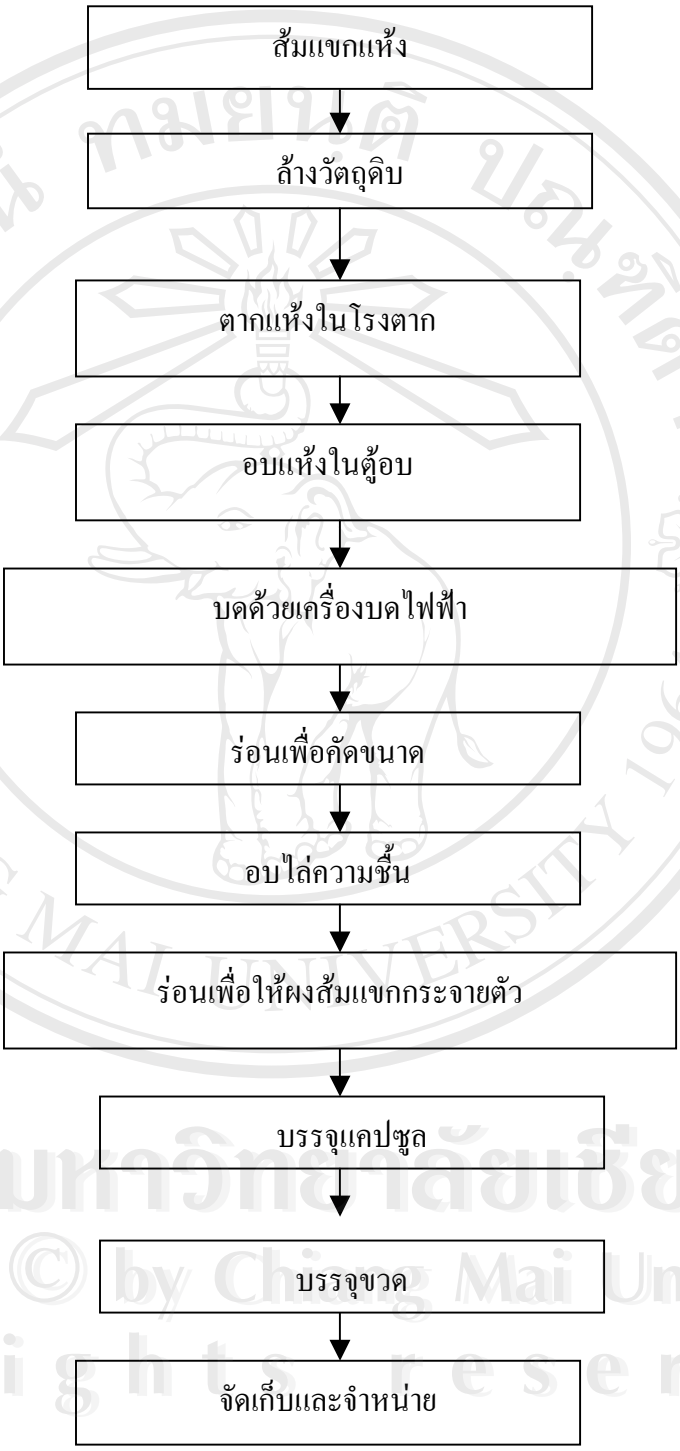
11. การบรรจุขวด นำส้มแขกที่บรรจุแคปซูลเรียบร้อยแล้ว บรรจุลงในขวดพลาสติกทึบ สมุนไพรส้มแขก 1 ขวด บรรจุ 60 แคปซูล (ภาพที่ 4.11) ซึ่งภายในจะบรรจุสารกันชื้น ปิดทับแคปซูลด้วยฟองน้ำ ผนึกด้วยกระดาษฟอยด์ และปิดฝาให้แน่น ปิดฉลาก และหุ้มด้วยพลาสติกใส ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนำไปจัดเก็บเพื่อเตรียมส่งขาย (ภาพที่ 4.12)

ภาพที่ 4.11 การบรรจุขวด

ภาพที่ 4.12 ผลิตภัณฑ์ยาสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูลสำเร็จรูปพร้อมจำหน่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการผลิตส้มแขกชนิดแคปซูลข้างต้น (ภาพที่ 4.13)

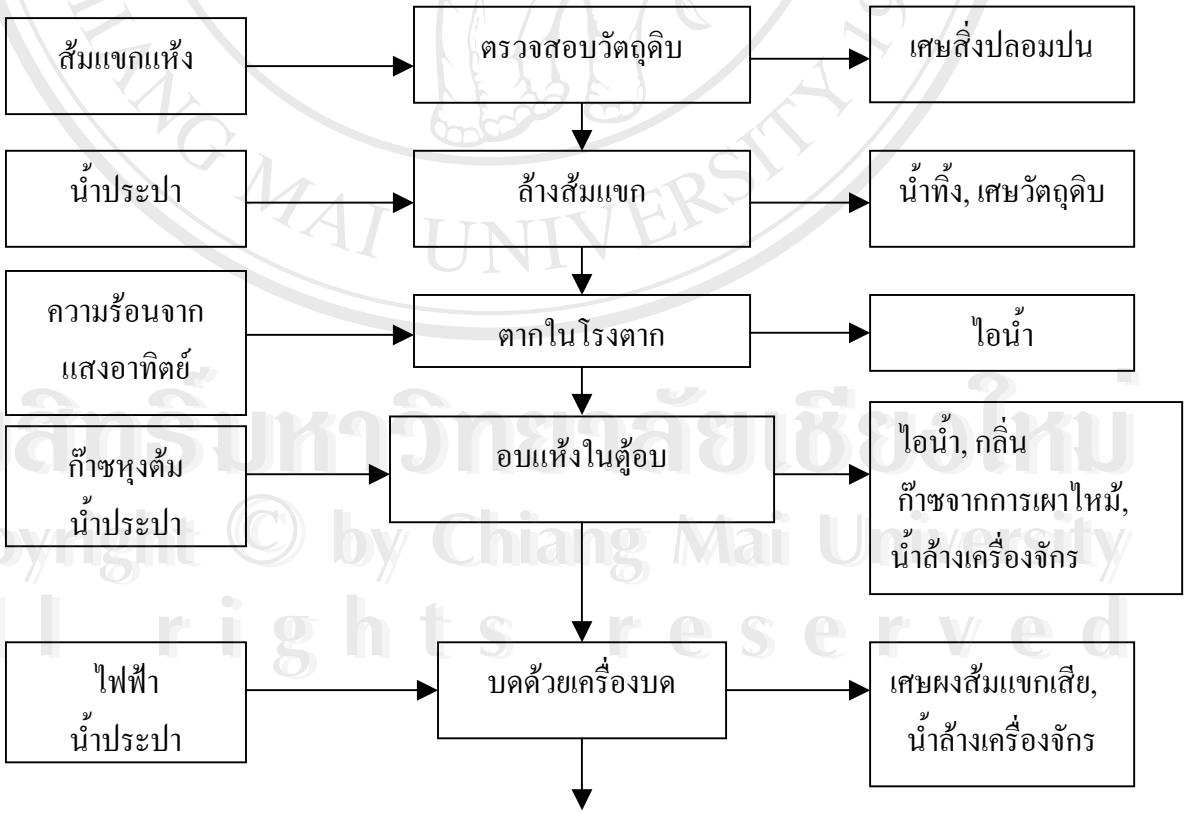


ภาพที่ 4.13 ขั้นตอนการผลิตส้มแขกชนิดแคปซูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

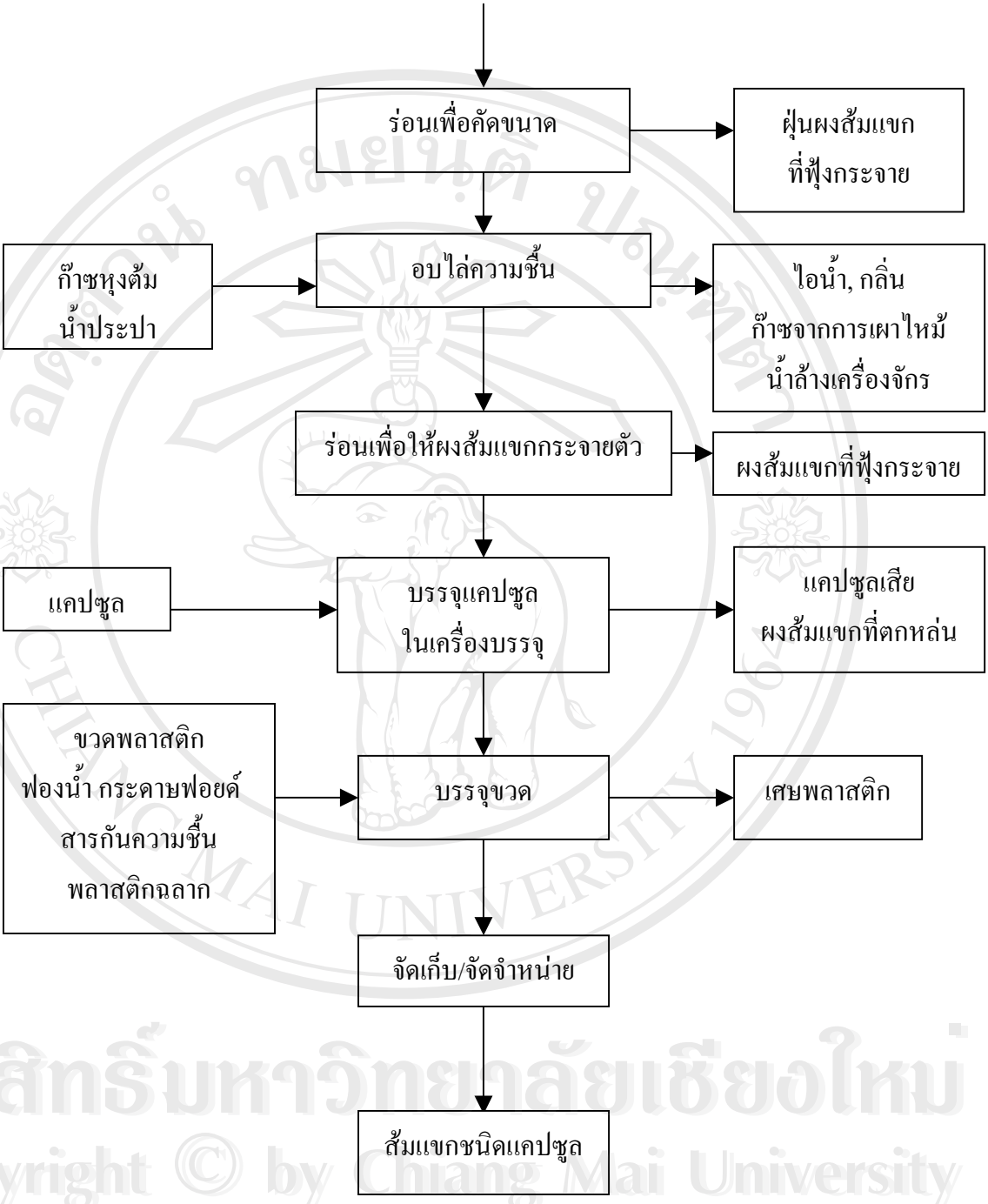
4.2 การประเมินโอกาสเบื้องต้น

ผลจากการสำรวจกระบวนการผลิตสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูลนั้น นำข้อมูลที่ได้มาประเมินมวลเข้าและออกในการผลิตสมุนไพร เพื่อทราบการใช้ทรัพยากรและการสูญเสียในกระบวนการผลิตสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูล โดยทำในรูปแบบการทำมวลและพลังงานที่เข้าและออกในแต่ละขั้นตอนการผลิตสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูล (ภาพที่ 4.14) ซึ่งพบว่า ในกระบวนการผลิตสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูลนั้น มีมวลขาเข้าประกอบด้วย ส้มแขกแห้ง แคปซูลใสเบอร์1 กระดาษฟอยด์ ฟองน้ำ ขวดพลาสติก สารกันความชื้น ฉลาก พลาสติกใส และน้ำประปา มีพลังงานขาเข้าประกอบด้วย ไฟฟ้าและก๊าซหุงต้ม ส่วนมวลขาออกหรือทรัพยากรที่สูญเสียจากกระบวนการผลิตสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูลประกอบด้วย เศษส้มแขกที่ไม่ได้คุณภาพและสิ่งปลอมปน ผงส้มแขกที่ตกหล่นระหว่างการผลิต แคปซูลเสียจากแคปซูลที่ไม่ได้คุณภาพ และแคปซูลเสียขณะบรรจุ เศษพลาสติก น้ำทิ้ง และไอน้ำซึ่งไม่สามารถวัดปริมาณการสูญเสียได้ พลังงานขาออกประกอบด้วยไฟฟ้า ก๊าซหุงต้ม กลิ่น และเสียง นอกจากนี้ ยังเกิดมลพิษจากการเผาไหม้ของก๊าซ มลพิษจากเสียง (ภาพที่ 4.15)



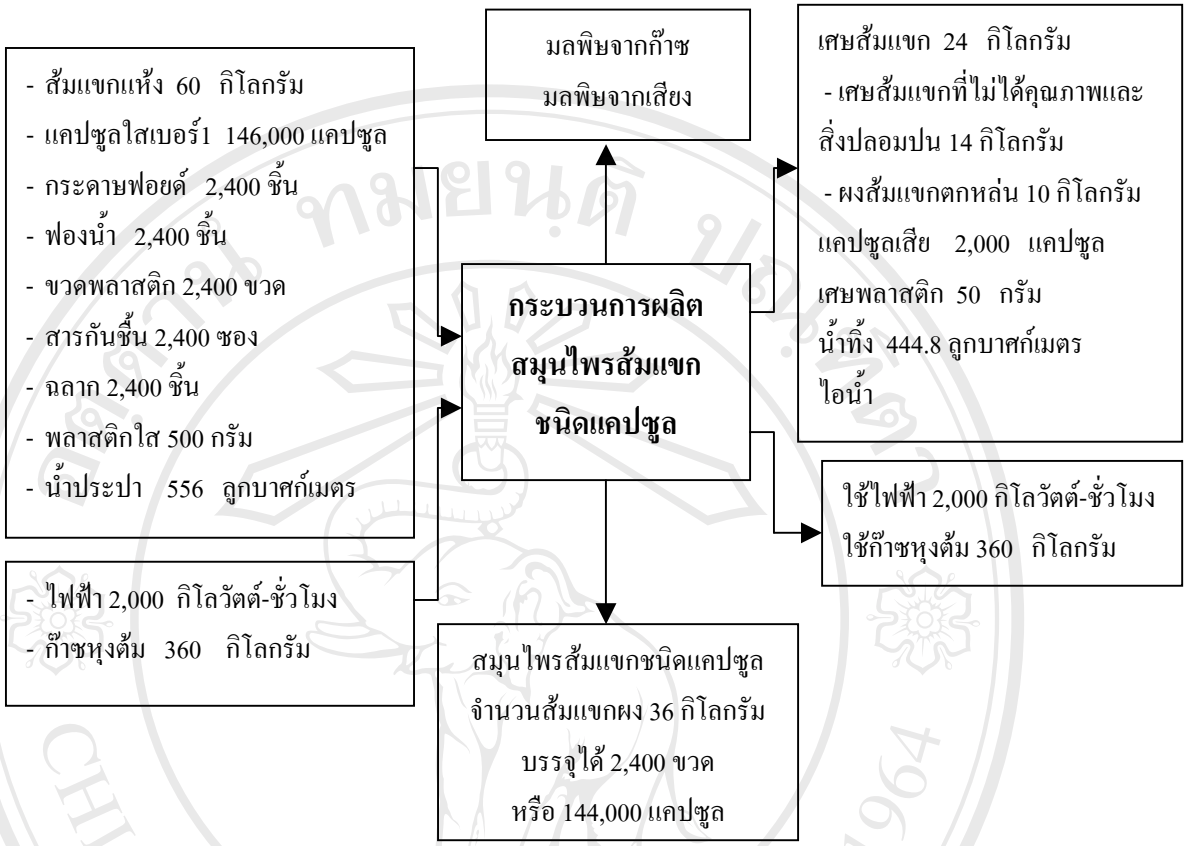
ภาพที่ 4.14 มวลและพลังงานที่เข้าและออกในการผลิตสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.14 มวลและพลังงานที่เข้าและออกในการผลิตสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูล (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.15 ปริมาณมวลและพลังงานของการผลิตสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูลต่อปี

4.3 การเลือกหน่วยการผลิตหรือบริเวณเพื่อตรวจประเมินโดยละเอียด

จากการสำรวจกระบวนการผลิตสมุนไพรในทุกขั้นตอนการผลิต พบว่า มีหน่วยการผลิตที่ทำให้เกิดของเสียและของทิ้งจำนวนมากซึ่งไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ โดยใช้เกณฑ์ในการเลือก คือ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ปริมาณ/ความเป็นพิษ) การลงทุน โอกาสการทำเทคโนโลยีสะอาดที่เห็นชัดเจน และความสนใจร่วมมือของบริษัท (ตารางที่ 4.3) พบว่า การอบวัตถุดิบเป็นหน่วยการผลิตที่มีคะแนนสูงเป็นอันดับหนึ่ง การล้างวัตถุดิบมีคะแนนเป็นอันดับสอง การคัดคุณภาพ และการล้างเครื่องจักรมีคะแนนเป็นอันดับสาม และการบดวัตถุดิบมีคะแนนเป็นอันดับสี่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.3 การเลือกหน่วยการผลิตเพื่อทำการประเมินโดยละเอียด

หน่วยการผลิต	เกณฑ์การเลือก (คะแนน)*				คะแนนรวม	ลำดับที่
	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ปริมาณ/ความเป็นพิษ)	การลงทุน **	โอกาสการทำ CT ที่เห็นชัดเจน	ความสนใจร่วมมือ		
การอบวัตถุดิบ	2	3	3	3	11	1
การล้างวัตถุดิบ	3	1	3	3	10	2
การคัดคุณภาพ	2	2	2	2	8	3
การล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์	2	3	1	2	8	3
การบดวัตถุดิบ	1	1	3	2	7	4

* คะแนน 1 = ต่ำ 2 = ปานกลาง 3 = สูง

** คะแนนสำหรับการลงทุนเพื่อให้มีโอกาสทำเทคโนโลยีสะอาด

1 = ลงทุนสูง 2 = ลงทุนปานกลาง 3 = ลงทุนต่ำ

ลำดับความสำคัญ ลำดับที่ 1 = สำคัญมากที่สุด ลำดับที่ 4 = สำคัญน้อยที่สุด

4.4 การจัดลำดับความสำคัญประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด

นำหน่วยการผลิตที่คัดเลือกได้จากข้อ 4.3 มาจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด (ตารางที่ 4.4) พบว่า การใช้น้ำและเชื้อเพลิงเป็นประเด็นที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรก เนื่องจากในกระบวนการผลิตสมุนไพรมีการใช้น้ำในการล้างวัตถุดิบ วัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักรในปริมาณ 556 ลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยที่น้ำล้างถูกทิ้งไปอย่างเปล่าประโยชน์ อันดับที่สองคือการใช้พลังงานเชื้อเพลิง พบว่า การอบแห้งสมุนไพรส้มแขกต้องใช้ก๊าซหุงต้มปริมาณ 360 กิโลกรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่า 6,600 บาท และประเด็นสำคัญอื่น ๆ ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม กลิ่น เสียง และมลพิษทางอากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 การจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด

หน่วยการผลิตหรือประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด	เกณฑ์การประเมิน (คะแนน*)				คะแนนรวม	ลำดับ
	ปริมาณ	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	กฎหมายและมาตรฐาน	นโยบายบริษัท		
การใช้น้ำ/น้ำทิ้ง	3	1	3	3	10	1
การใช้พลังงานไฟฟ้า	2	2	2	1	7	3
การใช้พลังงานเชื้อเพลิง	3	2	2	3	10	2
การใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม	3	1	1	2	7	3
มลพิษทางอากาศ	1	1	2	1	5	5
กลิ่น	1	2	2	1	6	4
เสียง	2	2	1	1	6	4

หมายเหตุ * คะแนน เกณฑ์การประเมิน 1 = ต่ำ, 2 = ปานกลาง และ 3 = สูง

4.5 การประเมินหาสาเหตุของการสูญเสีย

จากตารางที่ 4.5 พบว่า เกิดการสูญเสียส้มแขกขณะคัดคุณภาพ โดยใช้โต๊ะคัดคุณภาพที่ไม่มีขอบโต๊ะทำให้วัตถุดิบที่นำมาคัดคุณภาพตกลงบนพื้น (ภาพที่ 4.16) ส่วนการล้างวัตถุดิบพนักงานทำการล้างด้วยน้ำประปาแบบน้ำไหลผ่าน ทำให้น้ำที่ใช้ล้างสูญเสียไปจำนวนมากโดยเปล่าประโยชน์ และพนักงานทำงานได้ไม่สะดวก (ภาพที่ 4.17) การล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์พนักงานมีการล้างอุปกรณ์ด้วยสายยางที่ไม่มีหัวฉีดปิดเปิดน้ำ ทำให้ใช้น้ำเกินความจำเป็น โดยไม่สามารถควบคุมปริมาณการใช้น้ำเท่าที่จำเป็นได้ (ภาพที่ 4.18) สำหรับการอบวัตถุดิบ ได้ทำการอบด้วยเตาอบโดยใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซหุงต้ม จากการสังเกตพบว่าไม่มีหัวปรับความแรงของก๊าซ ทำให้พนักงานต้องคอยระมัดระวังในการปรับอัตราการไหลของก๊าซให้สม่ำเสมอ (ภาพที่ 4.19) ส่วนการบดวัตถุดิบ เนื่องจากเครื่องบดวัตถุดิบไม่สามารถบดให้ละเอียดเพียงพอต่อการบรรจุแคปซูลได้ ทำให้สูญเสียผงส้มแขกที่ฟุ้งกระจายจากการร่อน โดยตะแกรงร่อนไม่มีฝาครอบ และต้องนำส้มแขกที่บดไม่ละเอียดมาบดซ้ำอีกครั้ง ทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าในการบดซ้ำอีกครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 การประเมินสาเหตุการสูญเสียในกระบวนการผลิตสมุนไพรส้มแขกชนิดแคปซูล

ของเสีย	แหล่งกำเนิด	สาเหตุ
ส้มแขกตกลงพื้น	การคัดคุณภาพ	ไม่มีขอบโต๊ะกั้นวัตถุดิบไม่ให้ตกพื้น
น้ำทิ้ง	การล้างวัตถุดิบ	ล้างในกะละมัง ในลักษณะล้างแบบน้ำไหลผ่าน
	การล้างเครื่องจักร	ใช้สายยางฉีด ไม่มีหัวปรับเปิดปิดที่ปลายสายยาง
ก๊าซหุงต้ม	การอบวัตถุดิบ	ไม่สามารถปรับระดับการไหลของแก๊สให้สม่ำเสมอ ทำให้ปริมาณก๊าซถูกส่งผ่านโดยตรงจากถังก๊าซไปยังเครื่องอบมากเกินไป
ส้มแขกผง	การบดวัตถุดิบ	เครื่องบดไม่สามารถบดให้ละเอียดพอ ทำให้สูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการร่อนเนื่องจากเกิดการฟุ้งกระจายของผงส้มแขก
	การบดวัตถุดิบ	เครื่องบดไม่สามารถบดให้ละเอียดพอ ทำให้ต้องนำส้มแขกที่บดไม่ละเอียดมาบดซ้ำอีกครั้ง

ภาพที่ 4.16 โต๊ะคัดคุณภาพวัตถุดิบไม่มีขอบโต๊ะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 4.17 การล้างวัตถุดิบแบบให้น้ำไหลผ่านวัตถุดิบในกะละมัง

ภาพที่ 4.18 การล้างเครื่องจักรด้วยสายยางที่ไม่มีหัวฉีดปิดเปิดน้ำ

ภาพที่ 4.19 พนักงานปรับปริมาณและความแรงของก๊าซระหว่างการอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.6 การกำหนดทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

เมื่อทราบสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากตารางที่ 4.6 พบว่า หน่วยการผลิตที่ควรปรับปรุง คือ การคัดคุณภาพวัตถุดิบ การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ การอบวัตถุดิบ และการบดวัตถุดิบ จากการสังเกต วิเคราะห์ และศึกษาจากแหล่งความรู้ รวมถึงบริษัทผู้จำหน่ายอุปกรณ์ และเครื่องจักรต่าง ๆ ทำให้พบทางเลือกที่ควรนำมาใช้ปรับปรุงแก้ไข ทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาด ได้แก่

1) การทำขอบโต๊ะให้สูงขึ้น ซึ่งจะสามารถป้องกันวัตถุดิบไม่ให้ตกพื้น

2) การล้างวัตถุดิบ สามารถสร้างอ่างซีเมนต์และระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อความสะดวกในการล้างวัตถุดิบของพนักงานตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) ซึ่งหมายถึง การประยุกต์ใช้วิชาการทางด้านชีววิทยาของมนุษย์ และวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้ากับคนงานและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เพื่อให้คนงานเกิดความพอใจในการทำงาน และได้ผลผลิตสูงสุด และสามารถลดการสูญเสียน้ำจากการล้างแบบน้ำไหลผ่าน

3) การล้างเครื่องจักร สามารถแก้ไขได้โดยติดหัวฉีดสำหรับปิดเปิดน้ำที่ปลายสายยาง เพื่อควบคุมการใช้น้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4) การอบวัตถุดิบ แก้ไขโดยการเปลี่ยนหัวปรับก๊าซที่สามารถปรับระดับความแรงของก๊าซให้สม่ำเสมอ

5) การบดวัตถุดิบ แก้ไขโดยโดยการใช้เครื่องบดละเอียด เพื่อลดขั้นตอนการร่อน และลดการบดซ้ำซึ่งจะทำให้สูญเสียวัตถุดิบ พลังงานไฟฟ้า และค่าแรงงาน รวมทั้งการร่อนวัตถุดิบก็ทำให้สูญเสียวัตถุดิบส่วนหนึ่งไปกับการฟุ้งกระจายของ ผงส้มแขก

4.7 การคัดเลือกเทคโนโลยีสะอาด

จากการคัดเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่สามารถปฏิบัติได้ (ตารางที่ 4.7) พบว่า รายการที่สามารถทำได้ทันที คือ การทำขอบโต๊ะที่ใช้ในการตรวจคัดคุณภาพ การติดตั้งหัวฉีดปิดเปิดน้ำ ขณะล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ การเปลี่ยนหัวปรับก๊าซสำหรับปรับความแรงของก๊าซให้สม่ำเสมอ ส่วนรายการที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม คือ การสร้างอ่างซีเมนต์สำหรับล้างวัตถุดิบ และการใช้เครื่องบดละเอียดเพื่อลดการสูญเสียจากการร่อนวัตถุดิบ เนื่องจากทางเลือกดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซึ่งทางโรงงานยังไม่พร้อมที่จะลงทุนในขณะที่ทำการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.6 รายการทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

หน่วยผลิต	ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด	เทคนิคเทคโนโลยีสะอาด
การคัดคุณภาพ	ปรับอุปกรณ์	ทำขอบโต๊ะให้สูงขึ้น เพื่อกั้นวัตถุดิบไม่ให้ตกพื้น
การล้างวัตถุดิบ	เปลี่ยนอุปกรณ์	สร้างอ่างซีเมนต์ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำงานให้กับพนักงานและช่วยให้ประหยัดน้ำ
การล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์	ปรับอุปกรณ์	ติดหัวฉีดสำหรับเปิดปิดที่ปลายสายยาง เพื่อควบคุมปริมาณการใช้น้ำ
การอบวัตถุดิบ	ปรับอุปกรณ์	เปลี่ยนหัวปรับก๊าซให้สามารถปรับความแรงของก๊าซให้สม่ำเสมอ
การบดวัตถุดิบ	เปลี่ยนเครื่องมือ	ใช้เครื่องบดละเอียดเพื่อจะได้ไม่ต้องร่อน และบดซ้ำอีกครั้งหลังจากการบดหยาบ

ตารางที่ 4.7 การคัดเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่สามารถปฏิบัติได้

เทคนิคเทคโนโลยีสะอาด	ทำได้ทันที	ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้	หมายเหตุ
1. ทำขอบโต๊ะที่ใช้ในการตรวจคัดคุณภาพ	✓			
2. ติดตั้งหัวฉีดปิดเปิดน้ำ	✓			
3. เปลี่ยนหัวปรับก๊าซ	✓			
4. สร้างอ่างซีเมนต์		✓		มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง
5. การใช้เครื่องบดละเอียด		✓		มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.8 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกทางเทคนิค

เมื่อนำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดทุกรายการจากตารางที่ 4.7 มาทำการประเมินความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม พบว่า จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ทางเลือกทางเศรษฐศาสตร์ของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ทันที (ตารางที่ 4.8) ได้แก่ การทำขอบโต๊ะที่ใช้ในการตรวจคัดวัตถุดิบ การติดตั้งหัวฉีดสำหรับปิดเปิดน้ำ การเปลี่ยนหัวปรับก๊าซ มีความเป็นไปได้ทางเทคนิคเป็น 14, 14, 14 คะแนน ตามลำดับ ส่วนทางเลือกทางเศรษฐศาสตร์ของประเด็นที่ยังไม่สามารถปฏิบัติได้ (ตารางที่ 4.9) คือ การสร้างอ่างซีเมนต์และการใช้เครื่องบดละเอียด มีความเป็นไปได้ทางเทคนิคเป็น 15 และ 14 คะแนน ซึ่งทุกทางเลือกมีความเป็นไปได้ทางเทคนิคที่จะนำไปประยุกต์ใช้

4.9 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกทางเศรษฐศาสตร์

นำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดทุกรายการจากตารางที่ 4.7 มาทำการประเมินความ เป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ทางเลือกทางเศรษฐศาสตร์ของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ทันที (ตารางที่ 4.10) ได้แก่ การทำขอบโต๊ะที่ใช้ในการตรวจคัดวัตถุดิบ การติดตั้งหัวฉีดสำหรับปิดเปิดน้ำ การเปลี่ยนหัวก๊าซ มีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เป็น 7, 7, 6 คะแนน ตามลำดับ ส่วนทางเลือกทางเศรษฐศาสตร์ของประเด็นที่ยังไม่สามารถปฏิบัติได้ (ตารางที่ 4.11) คือ การสร้างอ่างซีเมนต์และการใช้เครื่องบดละเอียด มีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เป็น 6 และ 5 คะแนน (ตารางที่ 4.11) ซึ่งทุกทางเลือกจึงมีความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อมที่จะนำไปประยุกต์ใช้

4.10 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกทางสิ่งแวดล้อม

นำทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดทุกรายการจากตารางที่ 4.7 มาทำการประเมินความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม พบว่า จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ทางเลือกทางสิ่งแวดล้อมของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ทันที (ตารางที่ 4.12) ได้แก่ การทำขอบโต๊ะที่ใช้ในการตรวจคัดวัตถุดิบ การติดตั้งหัวฉีดสำหรับปิดเปิดน้ำ การเปลี่ยนหัวปรับก๊าซ มีความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อมเป็น 5, 3, 4 คะแนน ตามลำดับ ส่วนทางเลือกทางสิ่งแวดล้อมของประเด็นที่ยังไม่สามารถปฏิบัติได้ (ตารางที่ 4.13) คือ การสร้างอ่างซีเมนต์และการใช้เครื่องบดละเอียด มีความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อม 7 และ 8 คะแนน ซึ่งทุกทางเลือกมีความเป็นไปได้ทางสิ่งแวดล้อมที่จะนำไปประยุกต์ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.8 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกทางเทคนิคของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ทันที

ลำดับ	รายการ	ใช่			ไม่ใช่			ไม่แน่ใจ		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	เคยมีบริษัทอื่นใช้ทางเลือกนี้มาก่อนหรือไม่	✓	✓	✓						
2	ทางเลือกนี้จะรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้หรือไม่	✓	✓	✓						
3	ทางเลือกนี้ไม่กระทบต่อกระบวนการผลิต	✓	✓	✓						
4	ไม่ต้องเพิ่มจำนวนพนักงานใช่หรือไม่	✓	✓	✓						
5	พนักงานสามารถทำการผลิตโดยใช้ทางเลือกนี้ได้หรือไม่	✓	✓	✓						
6	ไม่ต้องให้การอบรมพนักงานเพิ่มเติมใช่หรือไม่	✓	✓	✓						
7	ทางเลือกนี้จะทำให้ของเสียน้อยลง	✓	✓	✓						
8	ทางเลือกนี้จะไม่เป็นการเปลี่ยนชนิดของของเสียจากอย่างหนึ่งเป็นอย่างอื่นซึ่งอันตรายมากกว่า	✓	✓	✓						
9	ทางเลือกนี้เหมาะสมกับผังของโรงงานหรือไม่	✓	✓	✓						
10	ผู้ขายเทคโนโลยีสามารถรับประกันได้หรือไม่	✓	✓	✓						
11	ทางเลือกนี้จะทำให้สภาพแวดล้อมของการทำงานดีขึ้น ปลอดภัยขึ้นหรือไม่	✓	✓	✓						
12	ทางเลือกนี้ลดของเสียที่แหล่งกำเนิดหรือไม่	✓	✓	✓						
13	อะไหล่หาง่ายหรือไม่	✓	✓	✓						
14	เป็นทางเลือกที่ใช้ง่ายหรือไม่	✓	✓	✓						
15	ทางเลือกนี้ส่งเสริมการนำกลับมาใช้ใหม่หรือไม่				✓	✓	✓			
คะแนนรวม		**14**	**14**	**14**	**1**	**1**	**1**	**-**	**-**	

หมายเหตุ 1 = การทำขอบโต๊ะที่ใช้ในการตรวจคัดวัตถุดิบ

2 = การติดตั้งหัวฉีดสำหรับปิดเปิดน้ำขณะใช้งาน

3 = การเปลี่ยนหัวก๊าซเพื่อปรับความแรงของก๊าซให้สม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.9 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกทางเทคนิคของของประเด็นที่ยังไม่สามารถปฏิบัติได้

ลำดับ	รายการ	ใช่		ไม่ใช่		ไม่แน่ใจ	
		4	5	4	5	4	5
1	เคยมีบริษัทอื่นใช้ทางเลือกนี้มาก่อนหรือไม่	✓	✓				
2	ทางเลือกนี้จะรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้หรือไม่	✓	✓				
3	ทางเลือกนี้ไม่กระทบต่อกระบวนการผลิต	✓	✓				
4	ไม่ต้องเพิ่มจำนวนพนักงานใช่หรือไม่	✓	✓				
5	พนักงานสามารถทำการผลิตโดยใช้ทางเลือกนี้ได้หรือไม่	✓	✓				
6	ไม่ต้องให้การอบรมพนักงานเพิ่มเติมใช่หรือไม่	✓	✓				
7	ทางเลือกนี้จะทำให้ของเสียน้อยลง	✓	✓				
8	ทางเลือกนี้จะไม่เป็นการเปลี่ยนชนิดของของเสียจากอย่างหนึ่งเป็นอย่างอื่นซึ่งอันตรายมากกว่า	✓	✓				
9	ทางเลือกนี้เหมาะสมกับผังของโรงงานหรือไม่	✓	✓				
10	ผู้ขายเทคโนโลยีสามารถรับประกันได้หรือไม่	✓	✓				
11	ทางเลือกนี้จะทำให้สภาพแวดล้อมของการทำงานดีขึ้น ปลอดภัยขึ้นหรือไม่	✓	✓				
12	ทางเลือกนี้ลดของเสียที่แหล่งกำเนิดหรือไม่	✓	✓				
13	อะไหล่หาง่ายหรือไม่	✓	✓				
14	เป็นทางเลือกที่ใช้ง่ายหรือไม่	✓	✓				
15	ทางเลือกนี้ส่งเสริมการนำกลับมาใช้ใหม่หรือไม่	✓			✓		
คะแนนรวม		**15**	**14**	**-**	**1**	**-**	**-**

หมายเหตุ 4 = การสร้างอ่างซีเมนต์

5 = การใช้เครื่องบดละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.10 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกทางเศรษฐศาสตร์ของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ทันที

ลำดับ	รายการ	ใช่			ไม่ใช่			ไม่แน่ใจ		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการใช้วัตถุดิบหรือไม่	✓	✓	✓						
2	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนสาธารณูปโภคหรือไม่	✓	✓	✓						
3	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจัดเก็บวัสดุและของเสียหรือไม่	✓	✓				✓			
4	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนค่าปรับตามกฎหมายหรือไม่				✓	✓	✓			
5	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนเรื่องการเจ็บป่วย/อุบัติเหตุของคนงานหรือไม่	✓	✓	✓						
6	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจ่ายค่าประกันหรือไม่			✓	✓	✓				
7	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการกำจัดของเสียหรือไม่	✓	✓				✓			
8	ทางเลือกนี้มีระยะเวลาคืนทุนที่น่าพอใจหรือไม่	✓	✓	✓						
9	ทางเลือกนี้เหมาะสมกับการลงทุนหรือไม่ (พิจารณาทั้งต้นทุนขั้นแรกและต้นทุนในการบำรุงรักษา)	✓	✓	✓						
คะแนนรวม		**7**	**7**	**6**	**2**	**2**	**3**	**-**	**-**	**-**

หมายเหตุ 1 = การทำขอบโต๊ะที่ใช้ในการตรวจคัดวัตถุดิบ
2 = การติดตั้งหัวฉีดสำหรับปิดเปิดน้ำขณะใช้งาน
3 = การเปลี่ยนหัวก๊าซเพื่อปรับความแรงของก๊าซให้สม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.11 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกทางเศรษฐศาสตร์ของประเด็นที่ยังไม่สามารถปฏิบัติได้

ลำดับ	รายการ	ใช่		ไม่ใช่		ไม่แน่ใจ	
		4	5	4	5	4	5
1	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการใช้วัตถุดิบหรือไม่	✓	✓				
2	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนสาธารณูปโภคหรือไม่	✓	✓				
3	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจัดเก็บวัสดุและของเสียหรือไม่		✓			✓	
4	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนค่าปรับตามกฎหมายหรือไม่	✓			✓		
5	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนเรื่องการเจ็บป่วย/อุบัติเหตุของคนงานหรือไม่	✓					✓
6	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจ่ายค่าประกันหรือไม่			✓	✓		
7	ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการกำจัดของเสียหรือไม่	✓	✓				
8	ทางเลือกนี้มีระยะเวลาคืนทุนที่น่าพอใจหรือไม่	✓	✓				
9	ทางเลือกนี้เหมาะสมกับการลงทุนหรือไม่ (พิจารณาทั้งต้นทุนขั้นแรกและต้นทุนในการบำรุงรักษา)					✓	✓
คะแนนรวม		**6**	**5**	**1**	**2**	**2**	**2**

หมายเหตุ 4 = การสร้างอ่างซีเมนต์

5 = การใช้เครื่องบดละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.12 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกทางสิ่งแวดล้อมของประเด็นที่สามารถปฏิบัติได้ทันที

ลำดับ	รายการ	ใช่			ไม่ใช่			ไม่แน่ใจ		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของของเสียและกากตะกอนหรือไม่	✓				✓	✓			
2	ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของน้ำทิ้งหรือไม่	✓	✓				✓			
3	ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของมลพิษทางอากาศหรือไม่			✓	✓	✓				
4	ทางเลือกนี้ทำให้สุขภาพ และความปลอดภัยของพนักงานดีขึ้นหรือไม่			✓				✓	✓	
5	ทางเลือกนี้ลดการใช้วัตถุดิบ (ต่อหน่วยผลผลิต)หรือไม่	✓				✓	✓			
6	ทางเลือกนี้ลดการใช้สารเสริมในกระบวนการผลิต (ต่อหน่วยผลผลิต) หรือไม่				✓	✓	✓			
7	ทางเลือกนี้ลดปริมาณการใช้พลังงาน (ต่อหน่วยผลผลิต) หรือไม่			✓	✓	✓				
8	ทางเลือกนี้ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อีก	✓	✓	✓						
9	ทางเลือกนี้เพิ่มโอกาสในการนำเอาของเสียกลับมาใช้ใหม่หรือไม่	✓	✓				✓			
10	ทางเลือกนี้เพิ่มโอกาสในการนำเอาผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่หรือไม่				✓	✓	✓			
คะแนนรวม		**5**	**3**	**4**	**4**	**6**	**6**	**1**	**1**	**-**

หมายเหตุ 1 = การทำขอบโต๊ะที่ใช้ในการตรวจคัดวัตถุดิบ

2 = การติดตั้งหัวฉีดสำหรับปิดเปิดน้ำขณะใช้งาน

3 = การเปลี่ยนหัวก๊าซเพื่อปรับความแรงของก๊าซให้สม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.13 การประเมินความเป็นไปได้ของทางเลือกทางสิ่งแวดล้อมของของประเด็นที่ยังไม่สามารถปฏิบัติได้

ลำดับ	รายการ	ใช่		ไม่ใช่		ไม่แน่ใจ	
		4	5	4	5	4	5
1	ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของของเสียและกากตะกอนหรือไม่	✓	✓				
2	ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของน้ำทิ้งหรือไม่	✓	✓				
3	ทางเลือกนี้ลดความเป็นพิษและปริมาณของมลพิษทางอากาศหรือไม่		✓	✓			
4	ทางเลือกนี้ทำให้สุขภาพ และความปลอดภัยของพนักงานดีขึ้นหรือไม่	✓	✓				
5	ทางเลือกนี้ลดการใช้วัตถุดิบ (ต่อหน่วยผลผลิต)หรือไม่	✓	✓				
6	ทางเลือกนี้ลดการใช้สารเสริมในกระบวนการผลิต (ต่อหน่วยผลผลิต) หรือไม่			✓	✓		
7	ทางเลือกนี้ลดปริมาณการใช้พลังงาน (ต่อหน่วยผลผลิต) หรือไม่		✓	✓			
8	ทางเลือกนี้ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อีก	✓	✓				
9	ทางเลือกนี้เพิ่มโอกาสในการนำเอาของเสียกลับมาใช้ใหม่หรือไม่	✓	✓				
10	ทางเลือกนี้เพิ่มโอกาสในการนำเอาผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่หรือไม่	✓			✓		
คะแนนรวม		**7**	**8**	**3**	**2**	**-**	**-**

หมายเหตุ 4 = การสร้างอ่างซีเมนต์

5 = การใช้เครื่องบดละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.11 การคัดทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติ

เมื่อได้ผลการประเมินในด้านต่าง ๆ จากข้อ 4.8 – 4.10 แล้วได้ทำการสรุปความเหมาะสมของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด (ตารางที่ 4.14) ซึ่งพบว่า ทางเลือกที่สามารถนำมาปฏิบัติได้ในระยะสั้น คือ การทำขอบโต๊ะคัดคุณภาพเพื่อป้องกันวัตถุดิบตกพื้น การติดตั้งหัวฉีดน้ำเพื่อควบคุมปริมาณการใช้น้ำ และการเปลี่ยนหัวปรับก๊าซเพื่อปรับระดับความแรงของก๊าซ ส่วนรายการทางเลือกการสร้างอ่างซีเมนต์ และการใช้เครื่องบดละเอียดยังไม่สามารถปฏิบัติได้ทันที แต่ได้ทำการเสนอให้กับโรงงานเพื่อนำไปประกอบการพิจารณาเพื่อลดปริมาณของเสีย และลดค่าใช้จ่ายของโรงงานในอนาคต

ตารางที่ 4.14 การคัดทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติ

ทางเลือก CT	คะแนนความเป็นไปได้			รวมคะแนน	ปฏิบัติได้/ไม่ได้
	ด้านเทคนิค*	ด้านเศรษฐศาสตร์ **	ด้านสิ่งแวดล้อม ***		
ทำขอบโต๊ะคัดคุณภาพวัตถุดิบ	3	3	2	8	ได้
ติดตั้งหัวฉีดน้ำ	3	3	1	7	ได้
เปลี่ยนหัวก๊าซปรับระดับความแรงให้สม่ำเสมอ	3	2	2	7	ได้
สร้างอ่างซีเมนต์	3	2	3	8	ได้
ใช้เครื่องบดละเอียด	3	2	3	8	ได้

หมายเหตุ : คะแนนเกณฑ์การประเมิน 1 = ต่ำ, 2 = ปานกลาง, 3 = สูง โดยประเมินจากผลรวมคะแนนการประเมินความเป็นไปได้ในด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม

* จากตารางที่ 4.8 - 4.9 คะแนน 1-5 ได้ 1 (ต่ำ), 6-10 ได้ 2 (ปานกลาง), 11-15 ได้ 3 (สูง)

** จากตารางที่ 4.10 - 4.11 คะแนน 1-3 ได้ 1 (ต่ำ), 4-6 ได้ 2 (ปานกลาง), 7-9 ได้ 3 (สูง)

*** จากตารางที่ 4.12 - 4.13 คะแนน 1-3 ได้ 1 (ต่ำ), 4-6 ได้ 2 (ปานกลาง), 7-10 ได้ 3 (สูง)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.12 มูลค่าการประหยัดและระยะเวลาคืนทุนของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด

จากการคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติในข้อ 4.11 พบว่า สามารถแบ่งเทคนิคทางเทคโนโลยีสะอาดออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ รายการทางเลือกทางเทคโนโลยีสะอาดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ทันที ได้แก่ การทำขอบโต๊ะตรวจคัดวัตถุดิบให้สูงขึ้น การติดตั้งหัวฉีดน้ำเพื่อควบคุมปริมาณการใช้น้ำ การเปลี่ยนหัวก๊าซเพื่อปรับความแรงของก๊าซให้สม่ำเสมอ และรายการทางเลือกทางเทคโนโลยีสะอาดที่เสนอให้ควรมีการปรับปรุง ได้แก่ การสร้างอ่างซีเมนต์สำหรับล้างวัตถุดิบและการใช้เครื่องบดละเอียด มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปปฏิบัติ

1. รายการทางเลือกทางเทคโนโลยีสะอาดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ทันที

1.1 การทำขอบโต๊ะตรวจคัดวัตถุดิบให้สูงขึ้น

ได้ทำขอบโต๊ะสำหรับคัดคุณภาพวัตถุดิบให้สูงขึ้น จำนวน 2 ตัว โดยใช้แผ่นเหล็กปลอดสนิมกั้นรอบโต๊ะ สูง 3 นิ้ว (ภาพที่ 4.20) ราคาค่าวัสดุรวมการติดตั้งตัวละ 1,000 บาท รวมเป็นเงิน 2,000 บาท มีส้มแขกตกพื้นมีประมาณ 5 กิโลกรัมต่อปี ราคาขายส้มแขกกิโลกรัมละ 200 บาท คิดเป็นมูลค่า 1,000 บาทต่อปี ลดการล้างทำความสะอาดพื้นจาก 44 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ลงเหลือ 20 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ทำให้ลดปริมาณน้ำทิ้ง 24 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ราคาน้ำเท่ากับ 10.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร คิดเป็นมูลค่าการประหยัด 252.00 บาท ดังนั้นจะมีมูลค่าการประหยัดรวม 1,252.00 บาทต่อปี (ตารางที่ 4.15) มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2,000/1,252.00 = 1.6 ปี หรือ 19 เดือน 6 วัน เมื่อทำการติดขอบโต๊ะเรียบร้อยแล้ว สามารถนำไปใช้ในสายการผลิตอื่นได้ ทำให้มีมูลค่าการประหยัดเพิ่มขึ้น และมีระยะเวลาคืนทุนเร็วขึ้น

ภาพที่ 4.20 การคัดเลือกวัตถุดิบหลังจากมีการติดขอบโต๊ะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.15 มูลค่าการประหยัดในการทำขอบโต๊ะตรวจคัดคุณภาพ

ประเด็น การทำเทคโนโลยีสะอาด	ก่อนการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสะอาด	หลังการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสะอาด	มูลค่าการประหยัด (บาทต่อปี)
วัตถุดิบตกพื้น	5 กิโลกรัมต่อปี	-	1,000
น้ำล้างทำความสะอาด	44 ลูกบาศก์เมตรต่อปี	20 ลูกบาศก์เมตรต่อปี	252.00
รวมมูลค่าการประหยัด			**1,252.00**

1.2 การติดตั้งหัวฉีดปิดเปิดน้ำที่ใช้ล้างอุปกรณ์และพื้น

โดยติดตั้งหัวฉีดน้ำ 1 อัน ราคาอันละ 125 บาท รวมเป็นเงิน 125 บาท (ภาพที่ 4.21) วิธีนี้สามารถลดปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการล้างเครื่องมือ อุปกรณ์และพื้น จาก 242 ลูกบาศก์เมตร ต่อปี เหลือ 128 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ทำให้ลดปริมาณการใช้น้ำลงเหลือ 114 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ราคาน้ำประปาเท่ากับ 10.50 บาท รวมมูลค่าการประหยัดได้รวม 1,197.00 บาทต่อปี (ตารางที่ 4.16) มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 125/1,197.00 = 0.1 ปี หรือ 1 เดือน 6 วัน เนื่องจากการติดตั้งหัวฉีดปิดเปิดน้ำสามารถนำหัวฉีดไปใช้ในการล้างเครื่องจักรในสายการผลิตสมุนไพรชนิดอื่นได้อีก ทำให้มีมูลค่าการประหยัดเพิ่มขึ้น และอาจมีระยะเวลาคืนทุนเร็วกว่าที่คาดการณ์ไว้

ภาพที่ 4.21 การล้างทำความสะอาดเครื่องจักรหลังจากติดตั้งหัวฉีดน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.16 มูลค่าการประหยัดในการติดตั้งหัวฉีดน้ำ

ประเด็น การทำเทคโนโลยีสะอาด	ก่อนการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสะอาด	หลังการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสะอาด	มูลค่าการประหยัด (บาทต่อปี)
การล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์	242 ลูกบาศก์เมตรต่อปี	128 ลูกบาศก์เมตรต่อปี	1,197.00
รวมมูลค่าการประหยัด			**1,197.00**

1.3 การติดตั้งหัวปรับก๊าซเพื่อปรับระดับความแรงให้สม่ำเสมอ

ตู้อบเป็นแบบ 5 หัวเตา มีตัวปรับความดันแบบคงที่ (Fix pressure regulator) ต้องทำการปรับทีละหัว เพื่อให้ความร้อนสม่ำเสมอ เมื่อเปลี่ยนเป็นหัวปรับก๊าซแบบหัวเร่ง (Variable pressure regulator) เพื่อควบคุมระดับความแรงของก๊าซที่ออกจากถังก๊าซ โดยติดตั้งทั้งหมด 1 หัว เป็นเงิน 350 บาท (ภาพที่ 4.22) จากการทดลองหาปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในกระบวนการอบสมุนไพรส้มแขกก่อนการติดตั้งหัวปรับก๊าซ พบว่า ระหว่างเดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน 2547 มีการใช้ก๊าซหุงต้มทั้งหมด 6 ถัง ซึ่งบรรจุก๊าซถังละ 15 กิโลกรัม ดังนั้นจะมีการใช้ก๊าซหุงต้ม 24 ถัง หรือ 360 กิโลกรัมต่อปี ดังนั้น คิดเป็นเงิน 6,600 บาทต่อปี หลังจากติดตั้งหัวปรับก๊าซแล้ว ได้วัดปริมาณการใช้ก๊าซในระยะเวลา 3 เดือนต่อมา คือ เดือนธันวาคม 2547 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2548 พบว่า ซึ่งจากปริมาณการผลิตที่เท่ากัน สามารถลดการใช้ก๊าซหุงต้มลงเหลือ 5 ถัง หรือคิดเป็น 20 ถังหรือ 300 กิโลกรัมต่อปี ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มได้ 4 ถังต่อปี และลดค่าใช้จ่ายลงเหลือ 5,500 บาทต่อปี มีมูลค่าการประหยัดเท่ากับ 1,100 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 350/1,100 = 0.32 ปี หรือ 3 เดือน 25 วัน (ตารางที่ 4.17)

ภาพที่ 4.22 การปิดเปิดก๊าซ โดยควบคุมที่หัวปรับก๊าซแบบหัวเร่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.17 มูลค่าการประหยัดในการติดตั้งหัวปรับก๊าซเพื่อปรับระดับความแรงของก๊าซ

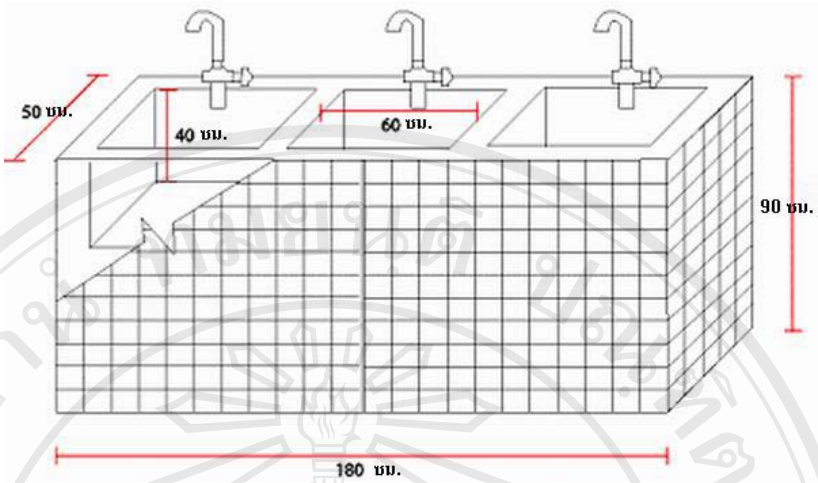
ประเด็น การทำเทคโนโลยีสะอาด	ก่อนการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสะอาด	หลังการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสะอาด	มูลค่าการประหยัด (บาทต่อปี)
การใช้ก๊าซหุงต้ม	360 กิโลกรัมต่อปี	300 กิโลกรัมต่อปี	1,100.00
รวมมูลค่าการประหยัด			**1,100.00**

2. รายการทางเลือกทางเทคโนโลยีสะอาดที่เสนอให้ควรมีการปรับปรุง

2.1 การสร้างอ่างซีเมนต์

การสร้างอ่างซีเมนต์ปูกระเบื้อง 3 อ่าง ขนาดกว้าง 0.5 เมตร ยาว 1.80 เมตร สูง 0.90 เมตร ลึก 0.40 เมตร (ภาพที่ 4.23) ราคาวัสดุอุปกรณ์รวมค่าแรงทั้งหมด 5,785 บาท ลดปริมาณวัตถุดิบที่สูญเสียไปกับการล้างทั้งหมด 2 กิโลกรัมต่อปี จากวัตถุดิบขนาดเล็กที่ไหลไปกับน้ำขณะน้ำล้น ราคาขายส้มแขกกิโลกรัมละ 200 บาท คิดเป็นมูลค่า 400 บาทต่อปี และลดปริมาณการใช้น้ำในการล้างวัตถุดิบแบบน้ำไหลผ่าน โดยมีอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ราคาน้ำประปาเท่ากับ 10.50 บาท จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ 270 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นเงิน 2,835.00 บาทต่อปี ถ้าเปลี่ยนเป็นการล้างวัตถุดิบในอ่างซีเมนต์ จะใช้น้ำ 97.2 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นเงิน 1,020.60 บาท ดังนั้นการสร้างอ่างซีเมนต์จะลดการสูญเสียน้ำได้ คิดเป็นมูลค่าการประหยัดน้ำทั้งสิ้น 1,814.40 บาท ดังนั้นการสร้างอ่างซีเมนต์ จะสามารถลดปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบที่ไหลไปกับน้ำขณะน้ำล้น และลดการใช้น้ำอย่างสิ้นเปลือง นอกจากนี้ การสร้างอ่างซีเมนต์จะช่วยให้ประหยัดเวลาในการล้างวัตถุดิบ โดยที่ประสิทธิภาพในการล้างไม่ลดลง เนื่องจากกระบวนการล้างวัตถุดิบมีวัตถุประสงค์เพื่อล้างดิน และฝุ่นละอองที่ติดมากับวัตถุดิบ ดังนั้นการสร้างอ่างซีเมนต์จะมีมูลค่าการประหยัดทั้งหมด 2,214.40 บาทต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 5,785/2,214.40 = 2.61 ปี หรือ 31 เดือน 10 วัน (ตารางที่ 4.18) อ่างซีเมนต์ที่ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว สามารถนำไปใช้ในสายการผลิตอื่นได้ ทำให้มีมูลค่าการประหยัดเพิ่มขึ้น และระยะเวลาคืนทุนเร็วขึ้นด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.23 การออกแบบอ่างซีเมนต์สำหรับล้างวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.18 มูลค่าการประหยัดในการสร้างอ่างซีเมนต์สำหรับล้างวัตถุดิบ

ประเด็นการทำเทคโนโลยีสะอาด	ก่อนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด	ความคาดหมายหลังการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด	มูลค่าการประหยัด (บาทต่อปี)
สูญเสียวัตถุดิบจากการล้าง	2 กิโลกรัมต่อปี	-	400
น้ำล้างทำความสะอาด	270 ลูกบาศก์เมตรต่อปี	97.2 ลูกบาศก์เมตรต่อปี	1,814.40
รวมมูลค่าการประหยัด			**2,214.40**

2.2 การใช้เครื่องบดละเอียดเพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าและลดขั้นตอนการร่อน

จากการประเมินความสูญเสีย ขณะล้างวัตถุดิบ พบว่า เกิดการสูญเสียผงส้มแขกจากการร่อน 3 กิโลกรัมต่อปี ราคาวัตถุดิบที่ผ่านการบดราคากิโลกรัมละ 300 บาท คิดเป็นเงิน 900 บาทต่อปี และสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในการบดวัตถุดิบซ้ำเนื่องจากเครื่องบดไม่สามารถบดส้มแขกให้ละเอียดได้เพียงพอ โดยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าบดซ้ำซึ่งเครื่องบดมีขนาดมอเตอร์เท่ากับ 2.2 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จะมีการสูญเสียไฟฟ้า 4,680.19 บาทต่อปี ถ้าเปลี่ยนไปใช้เครื่องบดละเอียด ขนาด 24 นิ้ว กำลังไฟฟ้า 1.5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เครื่องบดราคา 25,000 บาท (ภาพที่ 4.24) จะใช้พลังงานไฟฟ้า 3,191.04 บาท สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ 1,489.15 บาทต่อปี นอกจากนี้ ยังพบว่า เครื่องบดละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ชนิดนี้จะสามารถบดวัตถุดิบให้ละเอียดพร้อมที่จะบรรจุแคปซูลได้ทันที ใช้เวลาในการบด 20 นาที ลดการฟุ้งกระจายของผงส้มแขก และลดขั้นตอนการร่อนเพื่อคัดขนาดได้เมื่อเทียบกับเครื่องจักรเดิม ดังนั้นจึงมีมูลค่าในการประหยัด เท่ากับ 2,389.15 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 25,000/2,389.15 = 10.46 ปี หรือ 10 ปี 5 เดือน 16 วัน (ตารางที่ 4.19) เครื่องบดละเอียดนี้ยังไม่ได้นำมาประยุกต์ใช้ในขณะทำการศึกษาเนื่องจากบริษัทยังไม่พร้อมที่จะลงทุนในขณะนี้ การใช้เครื่องบดละเอียดยังสามารถนำไปใช้ในสายการผลิตอื่นได้อีก ทำให้มีมูลค่าการประหยัดเพิ่มขึ้น และมีระยะเวลาคืนทุนเร็วขึ้น

ที่มา ร้านบอมเบเชียงใหม่

ภาพที่ 4.24 เครื่องบดละเอียดแบบมีฝาปิด

ตารางที่ 4.19 มูลค่าการประหยัดในการใช้เครื่องบดละเอียด

ประเด็น การทำเทคโนโลยีสะอาด	ก่อนการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสะอาด	ความคาดหมาย หลังการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีสะอาด	มูลค่าการ ประหยัด (บาทต่อปี)
สูญเสียส้มแขกจากการร่อน	3 กิโลกรัมต่อปี	-	900.00
สูญเสียพลังงานไฟฟ้า	1,689.60 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี	1,152.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี	1,489.15
เวลาในการบด	30 นาที	20 นาที	
รวมมูลค่าการประหยัด			**2,389.15**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในด้านการลงทุน มูลค่าการประหยัด และระยะเวลาคืนทุน ประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงประโยชน์ต่อประเด็นสิ่งแวดล้อม พบว่า การทำขอบโต๊ะคัดคุณภาพ เพื่อป้องกันการตกหล่นของวัตถุดิบ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 1,252.00 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 19.2 เดือน สำหรับการติดตั้งหัวฉีดน้ำเพื่อลดการสูญเสียน้ำ เนื่องจากใช้น้ำในการล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ จะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่าย 1,197.00 บาทต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1.2 เดือน การเปลี่ยนหัวปรับก๊าซเพื่อควบคุมความแรงของก๊าซให้สม่ำเสมอ สามารถช่วยให้ประหยัดได้ 1,100 บาทต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุน 3.8 เดือน การสร้างอ่างซีเมนต์สำหรับล้างวัตถุดิบ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 2,214.40 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 30.3 เดือน นอกจากนี้ ในการใช้เครื่องบดละเอียดเพื่อลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า และลดขั้นตอนการร่อน สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 2,389.15 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุน 125.5 เดือน รวมมูลค่าการประหยัดทั้งหมด 8,152.55 บาทต่อปี (ตารางที่ 4.20) จากการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอีก คิดจากวัตถุดิบส้มแขก 36 กิโลกรัม สามารถผลิตเป็นส้มแขกชนิดแคปซูลได้ 144,000 แคปซูลต่อปี โดยส้มแขกที่สูญเสียระหว่างการผลิตจำนวน 10 กิโลกรัม สามารถผลิตเป็นส้มแขกชนิดแคปซูลได้ 40,000 แคปซูลต่อปี ดังนั้นจะได้ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอีก ร้อยละ 27

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยเรื่องการประเมินโอกาสทางเทคโนโลยีสะอาดที่ผ่านมา พบว่ายังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดกับอุตสาหกรรมประเภทสมุนไพร ดังนั้นผู้ศึกษาจึงคาดว่าการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตสมุนไพร หรืออุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตคล้ายกัน เช่น อุตสาหกรรมอบแห้ง ซึ่งแม้การศึกษาในครั้งนี้จะมีมูลค่าการประหยัดไม่สูงมากนัก แต่สำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อมที่มียอดขายไม่สูงมาก มูลค่าการประหยัดในระดับนี้ ถือว่ามีความคุ้มค่า เนื่องจากศึกษาเพียงหนึ่งสายการผลิตหลัก หากโรงงานนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ทุกสายการผลิต จะสามารถลดค่าใช้จ่ายให้กับโรงงานได้มากขึ้นและยังช่วยลดมลพิษที่ปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม ถ้าบริษัทให้การสนับสนุน ส่งเสริม และพนักงานให้ความร่วมมือในการทำเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง คาดว่าจะช่วยลดค่าใช้จ่ายเพิ่มรายได้ให้กับโรงงาน รวมถึงช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.20 มูลค่าการลงทุน มูลค่าการประหยัด และระยะเวลาคืนทุนของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่เสนอแนะ

ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด	การประเมินความเป็นไปได้			ประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์	ประโยชน์ต่อประเด็นสิ่งแวดล้อม
	การลงทุน (บาท)	มูลค่าการประหยัด (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (เดือน)		
1. ทางเทคโนโลยีสะอาดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ทันที					
ทำขอบโต๊ะคัดคุณภาพวัตถุดิบ	2,000	1,252.00	19.2	- ลดการตกหล่นของส้มแขก - ลดขั้นตอนการทำความสะอาดของพนักงาน	- ลดปริมาณขยะ - ลดปริมาณน้ำล้าง
ติดตั้งหัวฉีดปิดเปิดน้ำ	125.00	1,197.00	1.2	- ลดการสูญเสียน้ำ	- ลดปริมาณน้ำล้าง
เปลี่ยนหัวปรับก๊าซควบคุมระดับความแรงให้สม่ำเสมอ	350.00	1,100.00	3.8	- ลดปริมาณการสูญเสียก๊าซ	- ลดปริมาณการรั่วไหลของก๊าซ
2. ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่เสนอให้มีการปรับปรุง					
สร้างอ่างซีเมนต์สำหรับล้างวัตถุดิบ	5,785	2,214.40	30.3	- ลดการสูญเสียส้มแขก - พนักงานมีความคล่องตัวในการทำงาน	- ลดปริมาณน้ำล้าง - ลดปริมาณเศษส้มแขกที่ปนไปกับน้ำล้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.20 สรุปมูลค่าการลงทุน มูลค่าการประหยัด และระยะเวลาคืนทุนของอุปกรณ์ที่ต้องปรับเปลี่ยน (ต่อ)

ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด	การประเมินความเป็นไปได้			ประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์	ประโยชน์ต่อประเด็นสิ่งแวดล้อม
	การลงทุน (บาท)	มูลค่าการประหยัด (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (เดือน)		
ใช้เครื่องบดละเอียด	25,000	2,389.15	125.5	- ลดขั้นตอนการทำงานของพนักงาน - ลดการสูญเสียส้มแขก - ประหยัดพลังงาน	- ลดปริมาณการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า
รวม	**33,260.00**	**8,152.55**			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved