บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการศึกษา

4.1 ผลการทดลองลดปริมาตรการใช้ทรัพยากรน้ำ จากการดำเนินงานตามทางเลือกหรือข้อเสนอของเทคโนโลยีสะอาด

4.1.1 การลดของเสีย ณ แหล่งกำเนิด คือ "จุดเก็บเกี่ยว" ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ที่มีความตระหนักในเรื่องการใช้น้ำ และผลกระทบจากน้ำทิ้งพบว่า ช่วยลดการปนเปื้อนดินในวัตถุดิบคือขิงสดลงได้เมื่อเปรียบเทียบกับผลของเทคโนโลยีเดิมถึงร้อยละ 1.35 และการให้แรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์โดยได้รับมูลค่าเพิ่มในวัตถุดิบ เพื่อลดการปนเปื้อนของดิน ณ แหล่งกำเนิด คือ "จุดเก็บเกี่ยว" ตามเกณฑ์ข้อตกลงพบว่า ทำให้ลดการปนเปื้อนของดินลงถึงร้อยละ 3.1 ซึ่งมีอัตราลดลงมากกว่า 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ได้แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนของดินในวัตถุดิบจากแหล่งกำเนิด

การปนเปื้อนของดิน	เทคโนโลยีเดิม	เทคโนโลยีสะอาด	
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
ร้อยละ	12.11	10.76	9.01
ผลต่าง ร้อยละ		ลดลง 1.35	ลดลง 3.10

จากการทดลองรับวัตถุดิบที่ใช้ค่ากำหนดของโรงงานไม่ให้ปนเปื้อนดินเกินร้อยละ 10 กลุ่มละ 3 วันนั้น พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ที่สมัครใจลดการปนเปื้อนของดินในขิงสด ได้ส่งวัตถุดิบ จำนวน 25 ครั้ง มีเกณฑ์แรงจูงใจ ร้อยละ 8 และเกินค่ากำหนด ร้อยละ 48 แสดงถึงความพึงพอใจ และความสนใจต่อการลดการปนเปื้อนของดิน ณ แหล่งกำเนิด คือ "จุดเก็บเกี่ยว" ต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ 2 ที่ได้รับแรงกระตุ้นจากการเพิ่มราคาวัตถุดิบ ได้ส่งวัตถุดิบจำนวน 34 ครั้ง อยู่ในเกณฑ์แรงจูงใจร้อยละ 26.47 และเกินค่ากำหนดเพียงร้อยละ 17.65 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบสัดส่วนการลดการปนเปื้อนของดินในวัตถุดิบจากแหล่งกำเนิด โดยใช้กลยุทธ์การสร้างความตระหนักในเรื่องของสิ่งแวดล้อม (กลุ่มตัวอย่างที่ 1) กับการให้ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์เป็นแรงจูงใจ (กลุ่มตัวอย่างที่ 2)

ระดับการปนเปื้อนของดิน	สร้างความตระหนัก (กลุ่มที่ 1)		สร้างแรงจูงใจ (กลุ่มที่ 2)	
	จำนวนครั้ง	ร้อยละ	จำนวนครั้ง	ร้อยละ
1. เกินค่ากำหนด (ร้อยละ 10)	12	48.00	6	17.65
2. ต่ำกว่าค่ากำหนด (ร้อยละ 10)	11	44.00	19	55.88
3. เกณฑ์แรงจูงใจ (ร้อยละ 5-8)	2	8.00	9	26.47
รวม	25	100.00	34	100.00

ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Paltier and Ashford (1998 : 111-117) ที่พบว่า ข้อเปรียบเทียบการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการปรับปรุงการดำเนินงานภาคอุตสาหกรรมของประเทศอุตสาหกรรม (ฝรั่งเศส) กับประเทศที่กำลังพัฒนา (จีน) นั้น แรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์ เช่น การให้ทุนและเงินสนับสนุน เป็นกลยุทธ์ที่ง่าย และใช้ได้ผลมากที่สุด

4.1.2 ผลจากการทดลอง สังเกตพบว่า การจัดองค์กรและการอบรมบุคลากรให้มีความรู้ มีจิตสำนึกในเรื่องเทคโนโลยีสะอาด ทำให้การปฏิบัติงาน การเฝ้าระวังตรวจสอบเครื่องจักรอุปกรณ์และการดำเนินการผลิต ในส่วนการจัดการวัตถุดิบเป็นไปอย่างมีระบบ เช่น มีการบันทึกการทำงาน การจัดการ การบำรุงรักษา อย่างต่อเนื่อง และสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกไปปฏิบัติงานหรือแก้ไขปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอของ เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล (2542 : 373) ในเรื่อง การฝึกอบรมจิตสำนึกและความสามารถ

4.1.3 การปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ผลจากการทดลองและจากการสังเกต พบว่า

4.1.3.1 จุดล้างสุ่มทดสอบหลังการปรับปรุง ผู้ปฏิบัติงาน ณ จุดนี้สามารถควบคุมและใช้อุปกรณ์ได้อย่างสะดวกและง่ายขึ้น น้ำที่ใช้ฉีดล้างมีแรงดันที่เหมาะสมกับการใช้งาน และใช้น้ำสุ่มล้างทดสอบลดลง 10.83 ลบ.ม./ตันวัตถุดิบ ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 10.66 ลบ.ม./ตันวัตถุดิบ ในกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 6

4.1.3.2 จุดล้างวัตถุดิบ ระบบน้ำของเครื่องล้างขิงไม่มีปัญหาการหลุดหรือรั่วของท่อส่งน้ำ การปั่นล้าง และการระบายน้ำสะดวก สามารถควบคุมการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การเปิดปิดน้ำใช้ทำได้ง่ายและรวดเร็ว ไม่เสียเวลาและไม่มีการสูญเสียน้ำ น้ำที่ใช้ล้างวัตถุดิบลดลง 0.87 ลบ.ม./ตันวัตถุดิบ ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 1.19 ลบ.ม./ตันวัตถุดิบ ในกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำล้างสุ่มทดสอบ และล้างวัตถุดิบ

ลบ.ม./ตันวัตถุดิบ	เทคโนโลยีเดิม	เทคโนโลยีสะอาด	
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
1. น้ำล้างสุ่มทดสอบ	18.63	7.80	7.97
ผลต่าง		ลดลง 10.83	ลดลง 10.66
2. น้ำล้างวัตถุดิบ	5.33	4.46	4.14
ผลต่าง		ลดลง 0.87	ลดลง 1.19

4.1.3.3 คันกั้นรอบเครื่องล้างขิง ป้องกันการกระจายตัวของน้ำทิ้งไปยังพื้นที่ข้างเคียง และยังสามารถกักเศษตะกอนดินให้อยู่ในพื้นที่ที่จำกัด ทำให้การทำความสะอาดตะกอนดินโดยการตักทิ้งมีความสะดวก และไม่จำเป็นต้องใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาด

4.1.3.4 ถังรองรับเศษดินท้ายเครื่องล้างขิง สามารถกักเก็บเศษดินท้ายเครื่องล้างขิง และจากการกักเก็บในข้อ 4.1.3.3 ได้ถึงร้อยละ 1.37 ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และร้อยละ 1.23 ในกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ทำให้เศษดินไม่ตกกระจายสะสมบนพื้น ปนเปื้อนไปกับน้ำทิ้ง และสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายเศษดินไปทิ้ง ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณดินที่ปนเปื้อนไปกับน้ำทิ้งและสามารถแยกกักเก็บได้ จากการใช้เทคโนโลยีสะอาด

ปริมาณดิน (ตันวัตถุดิบ)	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
	8 ส.ค. 43	9 ส.ค. 43	10 ส.ค. 43	5 ส.ค. 43	6 ส.ค. 43	7 ส.ค. 43
1. ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ	8.49	7.44	3.85	7.22	9.57	5.99
ร้อยละ	10.30	11.23	10.96	9.11	9.11	8.77
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ	10.76			9.01		
2. ถูกแยกออก	1.14	0.91	0.45	0.91	1.37	0.82
ร้อยละ	1.39	1.38	1.29	1.16	1.31	1.22
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ	1.37			1.23		
3. ปนไปกับน้ำทิ้ง	7.35	6.53	3.39	6.31	8.20	5.16
ร้อยละ	8.91	9.85	9.67	7.95	7.80	7.55
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ	9.39			7.78		

ผลประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตดังกล่าว สอดคล้องกับการศึกษาและวิเคราะห์ของ Chiu et al. (1998 : 195-202) ที่พบว่า การใช้แนวทางเทคโนโลยีสะอาดในการตรวจตราอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ และการปรับเปลี่ยนระบบการผลิต ทำให้ต้นทุนการบำบัดน้ำเสีย และของเสียของโรงงานฟอกย้อมในฮ่องกง จำนวนร้อยละ 80 ของ 436 โรง ลดลง

4.2 คุณภาพน้ำทิ้ง

4.2.1 น้ำดิบ มีค่ากำหนดที่วัดในสนามและผลวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในตารางที่ 8

4.2.2 น้ำทิ้ง อุณหภูมิ (°C) ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) และค่าผลรวมของสารไนโตรเจน (TKN) มีค่าวัดและวิเคราะห์ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในตารางที่ 8 ส่วนผลวิเคราะห์ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) และสารแขวนลอย (SS) ของเทคโนโลยีสะอาดเปรียบเทียบเทคโนโลยีเดิม มีค่าที่แตกต่างกันไม่ชัดเจน และมีค่าเกินค่ามาตรฐานของกระทรวง

วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในตารางที่ 8 ผู้ศึกษาจึงได้นำวิธีการทางสถิติมาทดสอบความน่าเชื่อถือ โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพิสัย ($\overline{R}$) วิธีการของ Kruskal Wallis มาวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 9 (รายละเอียดดูภาคผนวก ญ)

4.2.2.1 ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) มีค่าเฉลี่ยของพิสัย ($\overline{R}$) กลุ่มตัวอย่างเทคโนโลยีเดิมเท่ากับ 8 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ของเทคโนโลยีสะอาดมีค่าเท่ากับ 4.67 และ 2.67 ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มมีค่าลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2.2.2 ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) มีค่าเฉลี่ยของพิสัย ($\overline{R}$) กลุ่มตัวอย่างเทคโนโลยีเดิมเท่ากับ 5.5 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ของเทคโนโลยีสะอาด มีค่าเท่ากับ 6 และ 2.3 ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มมีค่าลดลงในกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ของเทคโนโลยีสะอาด แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ 1 แสดงถึง ความไม่แตกต่างกัน

4.2.2.3 สารแขวนลอย (SS) มีค่าเฉลี่ยของพิสัย ($\overline{R}$) กลุ่มตัวอย่างเทคโนโลยีเดิมเท่ากับ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ของเทคโนโลยีสะอาด มีค่าเท่ากับ 5.3 และ 2.67 ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มมีค่าลดลง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบผลการวัดและวิเคราะห์ค่ากำหนดของคุณภาพน้ำทิ้งหลังการใช้เทคโนโลยีสะอาดกับเทคโนโลยีเดิม

ค่ากำหนด (มก./ล.)	เทคโนโลยีเดิม		เทคโนโลยีสะอาด					
			กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
	1 ต.ค. 42	2 ต.ค. 42	8 ส.ค. 43	9 ส.ค. 43	10 ส.ค. 43	5 ส.ค. 43	6 ส.ค. 43	7 ส.ค. 43
น้ำดิบ								
1. อุณหภูมิ (°C)	25.3	25.5	23.9	24.7	26.4	25.7	25.8	24.5
2. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	6.55	6.53	7.21	7.04	7.09	7.09	7.04	7.15
3. ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)	2.6	1.5	2.6	2.7	2.5	1.8	2.1	2.3
4. ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)	11	15	26	26	24	25	22	23
5. ค่าผลรวมของสารไนโตรเจน (TKN)	0.56	0.84	3.5	1.4	1.5	1.4	1.2	1.2
6. ค่าสารแขวนลอย (SS)	110	117	118	100	81	66	65	64

ค่ากำหนด (มก./ล.)	เทคโนโลยีเดิม		เทคโนโลยีสะอาด					
			กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
	1 ต.ค. 42	2 ต.ค. 42	8 ส.ค. 43	9 ส.ค. 43	10 ส.ค. 43	5 ส.ค. 43	6 ส.ค. 43	7 ส.ค. 43
น้ำทิ้ง								
1. อุณหภูมิ (°C)	25.5	25.8	27.9	27.9	29.5	27.3	28.6	28.2
2. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	6.15	6.5	6.95	6.49	6.70	7.03	6.71	7.04
3. ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)	91	37	44	30	19	15	16	32
4. ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)	756	378	436	604	691	175	336	403
5. ค่าผลรวมของสารไนโตรเจน (TKN)	25	12	15	20	14	8.5	12	17
6. สารแขวนลอย (SS)	6,533	2,727	2,179	6,067	5,006	1,301	2,459	3,728

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพิสัย ($\overline{R}$) ของค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) และสารแขวนลอย (SS) ของการใช้เทคโนโลยีสะอาดกับเทคโนโลยีเดิม

$\overline{R}$	เทคโนโลยีเดิม	เทคโนโลยีสะอาด		H
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	
1. ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD)	7	4.67	2.67	3.7643
2. ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)	5.5	6	2.3	3.7876
3. สารแขวนลอย (SS)	6	5.3	2.67	2.7547

Ho $\geq$ 6.2500

ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) และสารแขวนลอย (SS) มีแนวโน้มที่ลดลงทั้ง 3 ค่า แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิตินั้น เพราะจำนวนวันทดลองน้อย การเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์จึงได้น้อยตัวอย่าง และการที่ปริมาตรน้ำใช้ลดลงมีผลต่อการลดลงของปริมาตรน้ำเสีย ทำให้อัตราการรับสารมลพิษของค่ากำหนดทั้ง 3 มีภาระบรรทุก (Loading) ต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น

4.3 ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์

4.3.1 ตารางที่ 10.1 แสดงผลจากการทดลองพบว่า ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีการลงทุนไม่สูง และใช้เทคโนโลยีไม่ซับซ้อน โดยมีการลงทุนตามข้อเสนอหรือทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาด เป็นมูลค่ารวม 49,033 บาท และประหยัดหรือได้กำไร จากการใช้เทคโนโลยีสะอาดเป็นมูลค่ารวม 77,342.17 บาท/ปี และมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นคือ 0.63 ปี ซึ่งเป็นความคุ้มค่าของการลงทุนและใช้ค่าใช้จ่ายสำหรับข้อเสนอ หรือทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งสอดคล้องกับกรณีศึกษาของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (ม.ป.ป. : 16) ของโรงงาน ต. ประสพผล เป็นโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวขนาดเล็ก และอยู่ในแหล่งชุมชน การตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดพบว่า การสูญเสียแป้งมีปริมาณมากและน้ำที่ใช้ในการผลิตมากเกินความจำเป็น และได้ดำเนินการตามทางเลือกหรือข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดคือ การลงทุนด้านการจัดการที่เกี่ยวกับตัววัตถุดิบ ติดตั้งระบบหมุนเวียนน้ำล้างข้าวกลับมาใช้ใหม่ และติดตั้งระบบลมเป่าใต้ถัง ซึ่งมีการลงทุนที่ไม่สูงและเทคโนโลยีที่ใช้ไม่ซับซ้อน ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลกำไรและระยะเวลาคืนทุนได้ในระยะเวลา 0.11 ปี 1.87 ปี และ 0.95 ปี ตามลำดับ

4.3.2 ตารางที่ 10.2 แสดงผลจากการทดลองพบว่า ในกลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีการใช้เทคโนโลยีไม่ซับซ้อน แต่มูลค่าการลงทุนตามข้อเสนอหรือทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาด สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ 1 เป็นมูลค่ารวม 231,923 บาท นั้น เพราะการใช้กลยุทธ์สร้างแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์ โดยการเพิ่มราคาของวัตถุดิบ ในกรณีกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ส่งวัตถุดิบที่ได้ลดการปนเปื้อนของดิน ณ แหล่งกำเนิด คือ "จุดเก็บเกี่ยว" ในเกณฑ์แรงจูงใจมีการลงทุนเป็นมูลค่า 185,290 บาท แต่ส่วนประหยัดหรือกำไรที่ได้ก็มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ 1 ร้อยละ 28.25 และมีระยะเวลาคืนทุน 2.15 ปี (รายละเอียดดูภาคผนวก ญ)

การลงทุนในส่วนของกลยุทธ์สร้างแรงจูงใจที่สูง และไม่สามารถวิเคราะห์หาส่วนประหยัดหรือกำไรที่เกิดขึ้น ในส่วนการจัดการวัตถุดิบได้อย่างครบถ้วน เพราะผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดขึ้นจะอยู่ในขั้นตอนของกระบวนการผลิตอื่น ๆ จนถึงผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จ และส่วนหนึ่งจะเป็นผลประโยชน์ของผู้ส่งวัตถุดิบและผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งไม่อยู่ในขอบเขตของการทดลองและศึกษาในครั้งนี้ แต่ผู้ศึกษาได้ใช้วิธีสังเกต และรวบรวมผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ในส่วนอื่น ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์

10.1 กลุ่มที่ 1 ได้รับการสร้างความตระหนักเรื่องสิ่งแวดล้อม เพื่อลดการปนเปื้อนของดินในวัตถุดิบ ณ แหล่งกำเนิด (จุดเก็บเกี่ยว)

ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด	การลงทุน (บาท)	ประโยชน์ที่ได้รับ	ประหยัด-กำไร (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
การปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์				
1. เปลี่ยนท่อน้ำ สายยาง วาล์ว ระบบน้ำ จุดล้างสุ่มทดสอบ และล้างวัตถุดิบ	21,573	ลดการใช้น้ำ	29,274.00	
2. ทำถังรองรับเศษดิน 3 ใบ	8,960	ลดการปนเปื้อนในน้ำทิ้ง และได้ดินถม	5,286.40	
จัดองค์กรและฝึกอบรม				
3. ซื้อโสตทัศนูปกรณ์ใช้จัดอบรม	16,100	- ลดค่าขุดลอกตะกอนดินของบ่อบำบัด	19,678.50	
		- ลดค่าไฟฟ้า	15,823.27	
กลยุทธ์สร้างความตระหนัก				
4. เลี้ยงรับรองผู้ส่งวัตถุดิบ	2,400	- ลดค่าแรงล้างวัตถุดิบ	7,280.00	
รวม	49,033	รวม	77,342.17	0.63

10.2 กลุ่มที่ 2 ได้รับการสร้างแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์โดยการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบ เมื่อสามารถลดการปนเปื้อนของดินในวัตถุดิบ ณ แหล่งกำเนิด (จุดเก็บเกี่ยว)

ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด	การลงทุน (บาท)	ประโยชน์ที่ได้รับ	ประหยัด-กำไร (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
การปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์				
1. เปลี่ยนท่อน้ำ สายยาง วาล์ว ระบบน้ำ จุดล้างสุ่มทดสอบ และล้างวัตถุดิบ	21,573	ลดการใช้น้ำ	36,990.10	
2. ทำถังรองรับเศษดิน 3 ใบ	8,960	ลดการปนเปื้อนในน้ำทิ้ง และได้ดินถม	5,351.20	

ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด	การลงทุน (บาท)	ประโยชน์ที่ได้รับ	ประหยัด-กำไร (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
จัดองค์กรและฝึกอบรม				
3. ซื้อโสตทัศนูปกรณ์ใช้จัดอบรม	16,100	- ลดค่าขุดลอกตะกอนดินของบ่อบำบัด	35,326.50	
		- ลดค่าไฟฟ้า	18,782.20	
กลยุทธ์สร้างแรงจูงใจ				
4. มูลค่าเพิ่มของราคาวัตถุดิบ	185,290	- ลดค่าแรงล้างวัตถุดิบ	11,340.00	
รวม	231,923	รวม	107,790.00	2.15

ตารางที่ 11 ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ที่ไม่อยู่ในขอบเขตของการทดลองและศึกษา

ข้อสังเกต	ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์
1. ชั่วโมงการทำงานของคนงานล้างวัตถุดิบ ลดลง แต่รายได้เท่าเดิม	- ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มคุณภาพของวัตถุดิบหลังการล้างมีความสะอาดโดยเฉลี่ย สูงขึ้น ซึ่งเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์
2. การใช้ไฟฟ้าในส่วนของแสงสว่างลดลง เพราะการทำงานล่วงเวลาในช่วงกลางคืน ลดลง	- ค่าไฟฟ้าในส่วนของการใช้แสงสว่างลดลง
3. น้ำทิ้งมีปริมาตรที่ลดลง เพราะน้ำใช้ลดลง	- ค่าใช้จ่ายในการบำบัดลดลง
4. ชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักรลดลง	- ค่าซ่อมบำรุงลดลง
5. อุบัติเหตุจากการทำงานลดลง เพราะสภาพแวดล้อมในที่ทำงานดีขึ้น	- ค่ารักษาพยาบาลลดลง การบาดเจ็บสูญเสียอวัยวะพิการ ซึ่งเป็นการสูญเสียทรัพยากรมนุษย์ลดลง
6. ผลผลิตจากกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น	- วัตถุดิบที่มีการปนเปื้อนดินต่ำสามารถแยกสิ่งปลอมปน เช่น ขิงเน่า หนอน แมลงกัดเจาะ และการตัดรากและต้น (กาบใบ) ไม่สะอาดได้ง่ายทั้ง 2 จุดคือ ณ แหล่งกำเนิด (จุดเก็บเกี่ยว) และจุดล้าง สุ่มทดสอบ และล้างวัตถุดิบ ทำให้คุณภาพของวัตถุดิบโดยเฉลี่ยสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์มีปริมาณและคุณภาพเพิ่มขึ้น มูลค่าเพิ่มขึ้น

ข้อสังเกต	ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์
7. การส่งมอบสินค้าให้ลูกค้ารวดเร็วขึ้น และตรงตามหมายกำหนดการ	- สามารถลดค่าปรับ ค่าธรรมเนียม และดอกเบี้ยจากกรณีส่งสินค้าให้ลูกค้าช้ากว่ากำหนด และถ้าส่งสินค้าได้ก่อนกำหนดก็สามารถลดดอกเบี้ยในส่วนที่กู้ยืมล่วงหน้าจากตั๋วสัญญาใช้เงินล่วงหน้ากับทางธนาคาร
8. ผู้ส่งวัตถุดิบจ่ายค่าบรรทุกลดลง	- ค่าบรรทุกจะเป็นค่าของเนื้อขิงรวมกับดิน ถ้าวัตถุดิบมีดินปนเปื้อนลดลง ส่วนของเนื้อขิงก็จะเพิ่มทำให้ราคาต่อหน่วยถูกลง
9. ผู้รับจ้างขนส่งวัตถุดิบสามารถเพิ่มเที่ยวการขนวัตถุดิบเข้าโรงงานได้มากเที่ยวขึ้น	- ประสิทธิภาพการล้างวัตถุดิบเพิ่มขึ้น การใช้เวลาทำงานน้อยลง ลดการเสียเวลาของรถบรรทุกจอดรอการล้าง ผู้รับจ้างขนวัตถุดิบมีรายได้เพิ่มขึ้น
10. ภาพพจน์ของบริษัทฯ ดีขึ้น	- ลดค่าใช้จ่ายส่วนของการประชาสัมพันธ์ และค่าใช้จ่ายในการแก้ไขปัญหาการร้องเรียน และการประท้วงของชุมชนในกรณีที่เกิดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมขึ้น
11. เป็นไปตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมของทางราชการ	- ได้รับความร่วมมือและช่วยเหลือจากหน่วยงานราชการ เช่น อุตสาหกรรมจังหวัด กรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม สถาบันการศึกษา (ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) และหน่วยงานเอกชน เช่น สถาบันสิ่งแวดล้อมในด้านข้อมูล ข่าวสาร และวิทยากรในการอบรมบุคลากร และรวมถึงการทดลองและวิจัยร่วมกับทางบริษัทฯ ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ลดลง

4.4 ผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม

4.4.1 ทรัพยากรน้ำลดลง ตารางที่ 12 แสดงถึงผลของการใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตอาหารในส่วนการจัดการวัตถุดิบเป็นไปอย่างเหมาะสม โดยสามารถลดการใช้ทรัพยากรน้ำลงได้ 8,364.3 ลบ.ม./ปี (ลดลงร้อยละ 20.29) ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 10,568.6 ลบ.ม./ปี (ลดลงร้อยละ 25.64) ในกลุ่มตัวอย่างที่ 2 (รายละเอียดดูภาคผนวก ญ.) ถ้านำทรัพยากรน้ำที่ลดลงไปใช้ผลิตน้ำประปา เพื่อใช้อุปโภคบริโภคของประปาหมู่บ้านสันมะเด็ด ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ซึ่งใช้แหล่งทรัพยากรน้ำเดียวกัน จะใช้ได้ 58 ครัวเรือน/ปี ในกรณีของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 73 ครัวเรือน/ปี ในกรณีของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 (การใช้น้ำอุปโภคและบริโภคของประปาหมู่บ้านสันมะเด็ด มีผู้ใช้น้ำ 113 ครัวเรือน เฉลี่ยใช้ 12 ลบ.ม./ครัวเรือน-เดือน ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ นายสุวิล เชื้อดวงขาว ผู้ดูแลประปาหมู่บ้าน เมื่อ 20 กันยายน 2543)

4.4.2 ปริมาณดินปนเปื้อนก่อนล้างวัตถุดิบลดลง 190.4 ตัน/ปี ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 303.1 ตัน/ปี ในกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ตารางที่ 12 แสดงถึงผลของการใช้เทคโนโลยีสะอาด สามารถลดการสูญเสียหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์จากพื้นที่ทำเกษตรกรรม และตะกอนดินที่ปนเปื้อนไปกับน้ำทิ้งก่อนและหลังการบำบัด จะทำให้บ่อบำบัดและแหล่งน้ำธรรมชาติตื้นเขิน สูญเสียความสามารถในการกักเก็บน้ำในฤดูแล้ง และเกิดน้ำท่วมได้ในฤดูฝน เนื่องจากมีพื้นที่รองรับน้ำลดลง

ตารางที่ 12 ผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม

ระดับการปนเปื้อนของดิน	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2	
	หน่วย	ร้อยละ	หน่วย	ร้อยละ
1. ลดปริมาตรการใช้ทรัพยากรน้ำ	8,364.30 ลบ.ม./ปี	20.29	10,568.6 ลบ.ม./ปี	25.64
2. ลดปริมาณดินปนเปื้อนก่อนล้างวัตถุดิบ	190.4 ตัน/ปี	22.46	303.1 ตัน/ปี	35.76