บทที่ 5

การวิเคราะห์การลงทุน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อหาในตอนต้นของบทนี้ จะกล่าวถึง กระบวนการผลิตสารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชัน เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างคร่าว ๆ พร้อมทั้งแผนภูมิกระบวนการ (process flow diagram) ซึ่งบอกชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการ สภาวะการดำเนินงาน (operating condition) ของอุปกรณ์ พร้อมทั้ง ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้และผลิตภัณฑ์ที่สกัดได้ใน 1 วงรอบการ-ผลิต

หลังจากนั้น จะกล่าวถึง การวิเคราะห์การลงทุนตั้งโรงงานผลิตสารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชันในประเทศไทย ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การลงทุนอย่างหยาบ ๆ ในแง่เงินลงทุนสำหรับโรง-งานผลิตสารเคอร์คูมินอยด์ (total capital investment) ต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม (total product cost) อัตราผลตอบแทนการลงทุน (rate of return on investment :ROI) และ ระยะเวลาคืนทุน (pay back period) เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาการลงทุนตั้งโรงงานผลิตสารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชัน สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร

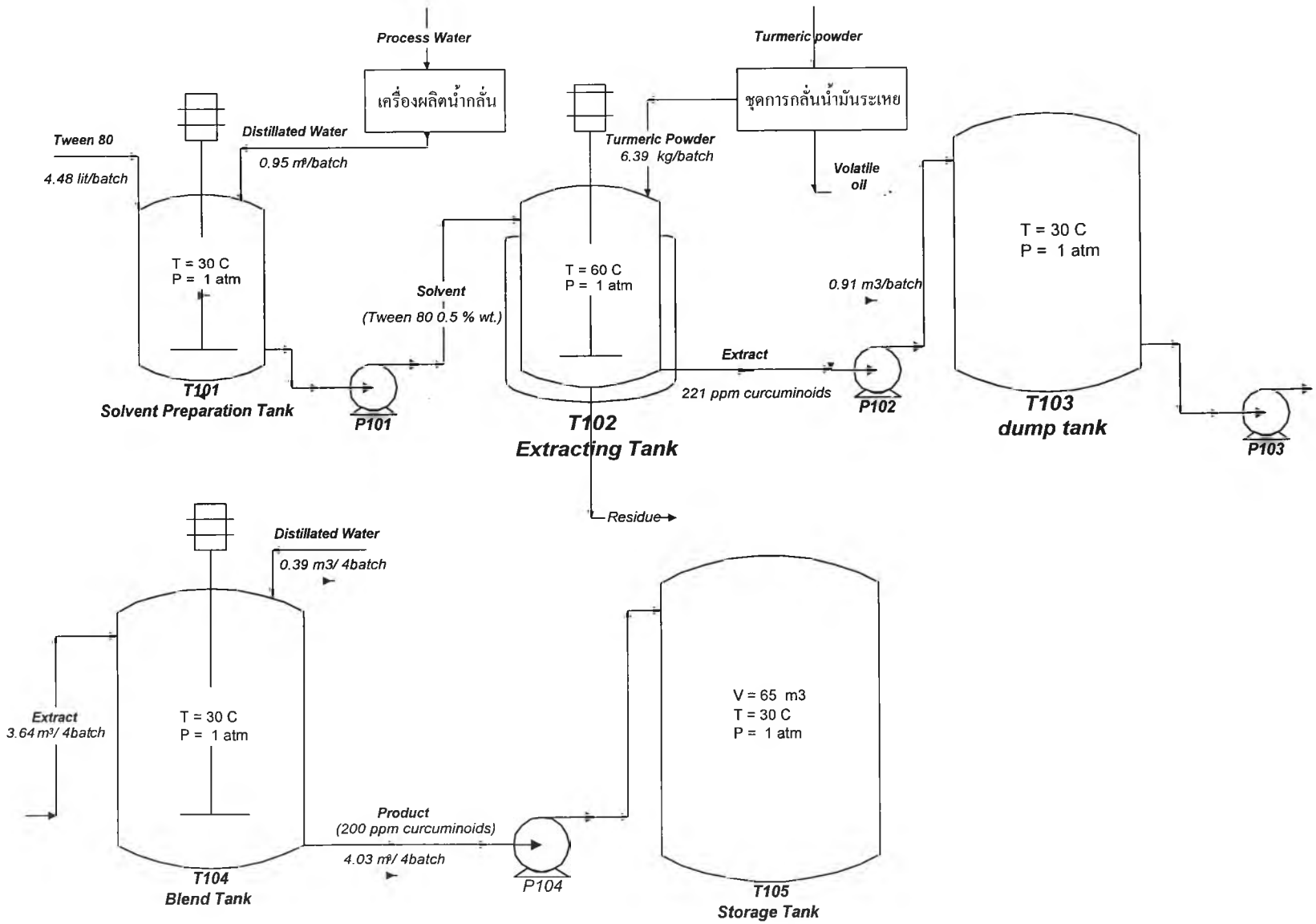
5.1 รายละเอียดกระบวนการผลิต (process description) สารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชัน

กระบวนการผลิตสารเคอร์คูมินอยด์ในรูปแบบของเหลวจากผงขมิ้นชัน เพื่อใช้เป็นสารให้สีธรรมชาติในอุตสาหกรรมอาหาร (food colorant) ถูกแสดงไว้ในรูปที่ 5.1 กระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินงานแบบกะ (batch operation) โดยมีกำลังการผลิต 6,000 ลบ.ม.ต่อปี ซึ่งคิดเป็น 20% ของปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ที่นำเข้ามาในประเทศไทย ใน ปี พ.ศ. 2544 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์ เท่ากับ 200 ส่วนในล้านส่วน และมีระยะเวลาใน 1 วง-รอบการผลิต เท่ากับ 80 นาที

น้ำกลั่น (distillated water) และ สารทวีน 80 (tween 80) ถูกป้อนเข้าถัง T101 เพื่อเตรียมตัวทำละลายที่มีค่าความเข้มข้นของสารทวีน 80 เท่ากับ 0.5 % โดยน้ำหนัก หลังจากนั้น ตัวทำละลายจะถูกป้อนเข้าถังสกัด T102 พร้อมกันกับผงขมิ้นชัน ผงขมิ้นชันจะถูกปั่นกวนเพื่อให้เกิดการกระจายตัวของผงขมิ้นชันในตัวทำละลาย เป็นระยะเวลา 20 นาที พร้อมทั้งให้ความร้อนแก่ระบบโดยใช้ไอน้ำที่ความดัน 3 บาร์ เพื่อรักษาอุณหภูมิการสกัดให้มีค่าคงที่ที่ 60 องศาเซลเซียส สารสกัดที่ได้จะมีค่าความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์ประมาณ 221 ส่วน

ในล้านส่วน หลังจากนั้นทำการตกตะกอนผงขมิ้นชันเพื่อแยกออกทางด้านก้นถัง และ ส่งผ่านสารสกัดที่ได้ไปยังถังพัก T103 เพื่อพักสารสกัดก่อนส่งต่อไปยังถังผสม T104 เมื่อทำการป้อนสารสกัดครบ 5 ครั้ง สารสกัดทั้งหมดจะถูกป้อนเข้าถังผสม เพื่อปรับค่าความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์ในสารสกัด ให้มีค่าเท่ากับ 200 ส่วนในล้านส่วน หลังจากนั้นจะถูกป้อนเข้าถังเก็บ T105

สำหรับเหตุผลที่ไม่เตรียมตัวทำละลายให้มีค่าเข้มข้นของสารทวีน 80 เท่ากับ 3 % โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ เนื่องจาก ต้องใช้ปริมาณของสารทวีน 80 ในการเตรียมตัวทำละลายสูงถึง 170,700 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งคิดเป็นราคาประมาณ 13,600,000 บาท (116 % ของราคาขายต่อปี) สำหรับวิธีการคำนวณหาปริมาณสารทวีน 80 ที่ใช้ในการเตรียมตัวทำละลาย ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค



รูปที่ 5.1 Process Flow Diagram

5.2 การประเมินเงินลงทุนในการสร้างโรงงานผลิตสารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชัน

เงินลงทุนในการสร้างโรงงาน ประกอบด้วย เงินลงทุน 2 ส่วน คือ

5.2.1 เงินลงทุนเริ่มแรก (fixed-capital investment)

เงินลงทุนเริ่มแรก ประกอบด้วย ต้นทุนโดยตรง (direct cost) ได้แก่ ต้นทุนอุปกรณ์หลัก (major equipment cost) ค่าติดตั้งอุปกรณ์ (purchased-equipment installation) ต้นทุนการติดตั้งระบบท่อ (piping) ต้นทุนอุปกรณ์ควบคุม (instrumentation and controls) ต้นทุนติดตั้งระบบไฟฟ้า (electrical installations) ต้นทุนอุปกรณ์สาธารณูปโภค (service facilities) เป็นต้น และต้นทุนทาง (indirect cost) ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง (construction expenses) ค่าใช้จ่ายทางด้านวิศวกรรม (engineering and supervision) ค่ารับเหมาก่อสร้าง (contractor's fee) และ ค่าใช้จ่ายเผื่อเหลือสำหรับเหตุการณ์ที่ไม่สามารถทำนายได้ (contingencies)

ในที่นี้จะประเมินต้นทุนโดยตรงและต้นทุนทางอ้อมจากต้นทุนอุปกรณ์หลัก (Detailed factorial estimate) ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการประเมินเงินลงทุนเริ่มแรกอย่างหยาบ ๆ สำหรับรายละเอียดการประเมินแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 โดยค่าปัจจัย (factor) ต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของกระบวนการ เนื่องจากโรงงานซื้ออรรถประโยชน์ (ultilities) จากภายนอก ดังนั้นในการประเมินเงินลงทุนเริ่มแรกด้วยวิธีการดังกล่าวจึงไม่คิดต้นทุนอุปกรณ์สำหรับผลิตอรรถประโยชน์ สำหรับต้นทุนที่ดิน (land cost) สามารถประเมินได้จากข้อมูลของกรมที่ดินซึ่งจะขอกล่าวถึงรายละเอียดในส่วนถัดไป

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินเงินลงทุนเริ่มแรกสำหรับสร้างโรงงาน แบ่งตามชนิดของกระบวนการผลิต

	Process type		
Item	Fluids	Fluids-Solids	Solids
Direct plant costs			
1. Purchased equipment cost (PCE)	1.00	1.00	1.00
2. Equipment erection	0.4 0	0.45	0.50
3. Piping (installed)	0.70	0.45	0.20
4. Instrumentation (installed)	0.20	0.15	0.10
5. Electrical (installed)	0.10	0.10	0.10
6. Building, process	0.15	0.10	0.05
7. Utilities	0.50	0.45	0.25

Item	Process type		
	Fluids	Fluids-solids	Solids
Direct plant costs			
8. Storage	0.15	0.20	0.25
9. Site development	0.05	0.05	0.05
10 Ancillary buildings	0.15	0.20	0.30
Total direct plant costs (DPC)	3.40 PCE	3.15 PCE	2.80 PCE
Indirect Plant Costs			
1. Design and Engineering	0.30	0.25	0.20
2. Contractor's fee	0.05	0.05	0.05
3. Contingency	0.10	0.10	0.10
Total indirect plant costs	0.45 DPC	0.40 DPC	0.35 DPC

ดังแปลงมาจาก Nicolson,H... Chemical enginnering Vol.6 1983. McGraw-Hill , New York.

ต้นทุนอุปกรณ์หลัก

ต้นทุนอุปกรณ์หลักสำหรับโรงงานผลิตสารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชัน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ต้นทุนอุปกรณ์หลักในส่วนการเตรียมวัตถุดิบ

1.1 ชุดการกลั่นน้ำมันระเหยด้วยวิธีไอน้ำโดยตรง (direct steam distillation)

ชุดการกลั่นน้ำมันระเหยด้วยวิธีไอน้ำโดยตรง จะทำหน้าที่การแยกน้ำมันระเหย ซึ่งมีสาร-องค์ประกอบของรสเครื่องเทศ (the volatile favor components of spice) ออกจากผงขมิ้นชัน ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก คือ หม้อกลั่น (retort) เครื่องควบแน่น (condenser) และเครื่องแยกน้ำมันระเหย (oil separator) ซึ่งรายละเอียดของวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรงได้กล่าวถึงไว้ในบทที่ 2 กำลังการผลิตสำหรับชุดการกลั่นถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 480 กิโลกรัมต่อครั้งการกลั่น (batch) ซึ่งปริมาณผงขมิ้นชันที่เตรียมได้เพียงพอสำหรับใช้ในกระบวนการผลิตสารเคอร์คูมินอยด์ได้ 4 วัน และระยะการกลั่นถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ สำหรับราคาของอุปกรณ์การกลั่น แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 ในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า ร้อยละของปริมาตรน้ำมันระเหยที่กลั่นได้ต่อน้ำหนักผงขมิ้นชันมีค่าเท่ากับ 3.75 เพราะฉะนั้น

$$\text{ปริมาตรน้ำมันระเหยที่กลั่นได้ต่อครั้งการกลั่น} = \left(\frac{3.75ml}{100g}\right)\left(\frac{480*10^3 g}{batch}\right)\left(\frac{1lit}{1{,}000ml}\right)$$

$$= 18 \text{ lite/batch}$$

1.2 เครื่องผลิตน้ำกลั่น

จากการตรวจสอบราคาเบื้องต้น พบว่า ราคาเครื่องผลิตน้ำกลั่น ขนาดกำลังการผลิต 0.8 ลบ.ม. ต่อ ชั่วโมง ราคา 180,000 บาท ซึ่งกำลังการผลิตดังกล่าวเพียงพอกับปริมาณน้ำกลั่นที่ต้องใช้สำหรับการเตรียมตัวทำละลายใน 1 วงรอบการผลิต [0.96 ลบ.ม. ในระยะเวลา 80 นาที] และต้องใช้ปั๊มน้ำ ขนาดกำลัง 250 วัตต์ ราคาประมาณ 20,000 บาท สำหรับจ่ายน้ำดิบเข้าเครื่อง

2. **ต้นทุนอุปกรณ์หลักในส่วนกระบวนการผลิตสารเคอร์คูมินอยด์**

ต้นทุนอุปกรณ์หลักในส่วนนี้ แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 โดยรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาขนาดอุปกรณ์ (equipment sizing) เพื่อประเมินต้นทุนอุปกรณ์หลัก ราคาพลังงานที่ใช้สำหรับอุปกรณ์หลักในแต่ละปี พร้อมทั้ง ปริมาณวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต ดูได้ใน ภาคผนวก ค ท้ายบท

ตารางที่ 5.2 แสดงต้นทุนอุปกรณ์หลักสำหรับโรงงานผลิตสารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชัน โดยใช้สารละลายทวีน 80 เป็นตัวทำละลาย

	อุปกรณ์	ราคา (บาท)
ส่วนเตรียมวัตถุดิบ	1. หม้อกลั่น **	202,000
	2. เครื่องควบแน่น**	75,000
	3. หน่วยแยกน้ำมันระเหย**	42,000
	4. เครื่องผลิตน้ำกลั่น	180,000
	5. ปั๊มน้ำขนาด 0.25 กิโลวัตต์	20,000
ส่วนกระบวนการผลิต	1. ถังเตรียมตัวทำละลาย T101	552,000
	2. เครื่องปั่นกวนสำหรับถังเตรียมตัวทำละลาย	250,000
	3. ถังสกัด T102 พร้อมเครื่องปั่นกวนและแจ็กเกต(jacket)	898,000
	4. ถังพัก T103	947,000
	5. ถังผสม T104	947,000
	6. เครื่องปั่นกวนสำหรับถังผสม	370,000
	8. เครื่องสูบน้ำ P101	30,000
	9. เครื่องสูบน้ำ P102	30,000
	10 เครื่องสูบน้ำ P103	30,000
	11 เครื่องสูบน้ำ P104	30,000
	ราคารวม	4,553,000

หมายเหตุ ** ที่มาจากเว็บไซต์ http://chamomile.co.uk/ditillation/distillation.html ซึ่งเป็นเว็บไซต์สำหรับประเมินราคาอุปกรณ์การกลั่นน้ำมันระเหยจากพืชด้วยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำโดยตรง

ต้นทุนที่ดิน (land cost)

ที่ตั้งของโรงงานควรอยู่ในบริเวณที่มีการเพาะปลูกขมิ้นชันมาก โดยในปัจจุบันเริ่มมีการนิยมเพาะปลูกขมิ้นชันมากขึ้น มีแหล่งปลูกใหญ่อยู่ที่ อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา และ อำเภอมาดตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีปริมาณการปลูกขมิ้นชัน ประมาณ 300 และ 60 ไร่ ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณผลผลิตขมิ้นชันแห้งประมาณ 150,000 และ 30,000 กิโลกรัม ซึ่งเพียงพอต่อปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต (1 ไร่ ให้ผลผลิตขมิ้นชันแห้งประมาณ 500 กิโลกรัม) [กลุ่มงานพืชสมุนไพร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์] และจากการตรวจสอบราคาประเมินที่ดิน ติดถนนคอนกรีตลาดยาง บริเวณตำบล ทับบุด อำเภอ ทับปุด จังหวัดพังงา พบว่า ที่ดินมีราคาประมาณไร่ละ 100,000 บาท เนื่องจากโรงงานที่ใช้ผลิตสารเคอร์คูมินอยด์เป็นโรงงานขนาดเล็ก (กำลังการผลิต 18 ลบ.ม.ต่อวัน หรือ 6,000 ลบ.ม.ต่อปี) จึงประเมินเนื้อที่สำหรับก่อสร้างโรงงาน ประมาณ 1 ไร่ เพราะฉะนั้น ต้นทุนที่ดิน มีค่าเท่ากับ 100,000 บาท

เพราะฉะนั้น เมื่อพิจารณาตารางที่ 5.1 สำหรับกระบวนการผลิตแบบของแข็ง-ของเหลว

รายการ	ราคา (บาท)	หมายเหตุ
Direct plant costs		
1. Purchased equipment cost (PCE)	4,552,000	จากตารางที่ 5.2
2. Equipment erection	2,048,400	0.45 PCE
3. Piping (installed)	2,048,400	0.45 PCE
4. Instrumentation (installed)	682,800	0.15 PCE
5. Electrical (installed)	455,200	0.10 PCE
6. Building, process	455,200	0.10 PCE
7. Utilities	-	ซื้ออรรถประโยชน์จากภายนอก
8. Storage	910,400	0.20 PCE
9. Site development	227,600	0.05 PCE
10 Ancillary buildings	-	-
Total direct plant costs (DPC)	**11,380,000**	
Indirect Plant Costs		
1. Design and Engineering	2,845,000	0.25 DPC
2. Contractor's fee	569,000	0.05 DPC
3. Contingency	1,138,000	0.10 DPC
Total indirect plant costs	**4,552,000**	

เพราะฉะนั้น

$$\text{เงินลงทุนเริ่มแรก} = \text{ต้นทุนโดยตรง} + \text{ต้นทุนทางอ้อม} + \text{ต้นทุนที่ดิน}$$
$$= 11{,}380{,}000 + 4{,}552{,}000 + 100{,}000 \text{ บาท}$$
$$= 16{,}032{,}000 \text{ บาท}$$

5.2.2 **เงินทุนหมุนเวียน** (working capital)

เงินทุนหมุนเวียน ประกอบด้วย (1) ค่าใช้จ่ายในการซื้อวัตถุดิบมากักตุน (2) ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์มากักตุน สำหรับจำหน่ายก่อนที่โรงงานจะเริ่มดำเนินการผลิต เพื่อให้สินค้าเป็นที่รู้จักของผู้บริโภค หรือเผื่อเหลือไว้ในกรณีที่ไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามแผนที่วางไว้ (3) เงินสดสำหรับเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในแต่ละเดือน เช่น ค่าจ้าง เงินเดือนพนักงาน เป็นต้น โดยทั่วไป เงินทุนหมุนเวียนมีค่าอยู่ระหว่าง 10 ถึง 20 % ของเงินทุนสำหรับสร้างโรงงาน หรืออาจจะสูงถึง 50 % ของเงินทุนหมุนเวียน สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ความต้องการบริโภคเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ทำให้ต้องใช้เงินทุนหมุนเวียนจำนวนหนึ่งเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์มากักตุนไว้สำหรับจำหน่ายในช่วงเวลาที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์สูง ในที่นี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10 % ของเงินลงทุนสำหรับสร้างโรงงาน

เพราะฉะนั้น

$$\text{เงินลงทุนสำหรับสร้างโรงงาน} = \text{ต้นทุนเริ่มแรก} + \text{เงินทุนหมุนเวียน}$$
$$= 16{,}032{,}000 + (0.1)(\text{เงินลงทุนสำหรับสร้างโรงงาน})$$

$$\text{เงินลงทุนสำหรับสร้างโรงงาน} = 16{,}032{,}000/0.9 = 17{,}813{,}000 \text{ บาท}$$

5.3 ต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม (Total product cost)

ต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม ประกอบด้วย ต้นทุนการผลิต (manufacturing cost) และค่าใช้จ่ายทั่วไป (general expenses) ในการประมาณต้นทุนดังกล่าวนิยมประมาณเป็นราคาต้นทุนต่อปี (annual basis) เพื่อขจัดปัจจัยต้นทุนการผลิตผันผวนตามฤดูกาล ลดเวลาการคำนวณหาต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวมเมื่อทำการเปลี่ยนกำลังการผลิต เป็นต้น สำหรับต้นทุนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม แสดงไว้ในแผนภูมิที่ 5.1

5.3.1. ต้นทุนการผลิต

ประกอบด้วย ต้นทุนการผลิตโดยตรง (direct production costs) ต้นทุนคงที่ (fixed charges) และ ค่าโสหุ้ยของโรงงาน (plant-overhead costs)

5.3.1.1 ต้นทุนการผลิตโดยตรง

1. ต้นทุนวัตถุดิบ

จำนวนกะในการผลิตต่อปี

$$= \left(\frac{1batch}{\left(\frac{80}{60}\right)hr}\right)\left(\frac{330*24hr}{1\,year}\right)$$

$$= 5{,}940 \quad \text{กะต่อปี}$$

ราคาขมิ้นชันที่ใช้ในการสกัดต่อปี

$$= \left(\frac{6.39kg}{1batch}\right)\left(\frac{5{,}940batch}{1year}\right)\left(\frac{40baht}{1kg}\right)$$

$$= 1{,}518{,}000 \quad \text{บาท}$$

ราคาสารทวีน 80 ที่ใช้ในการเตรียมตัวทำละลายต่อปี

$$= \left(\frac{4.79kg}{1batch}\right)\left(\frac{5{,}940batch}{1year}\right)\left(\frac{16{,}000baht}{200kg}\right)$$

$$= 2{,}277{,}000 \quad \text{บาท}$$

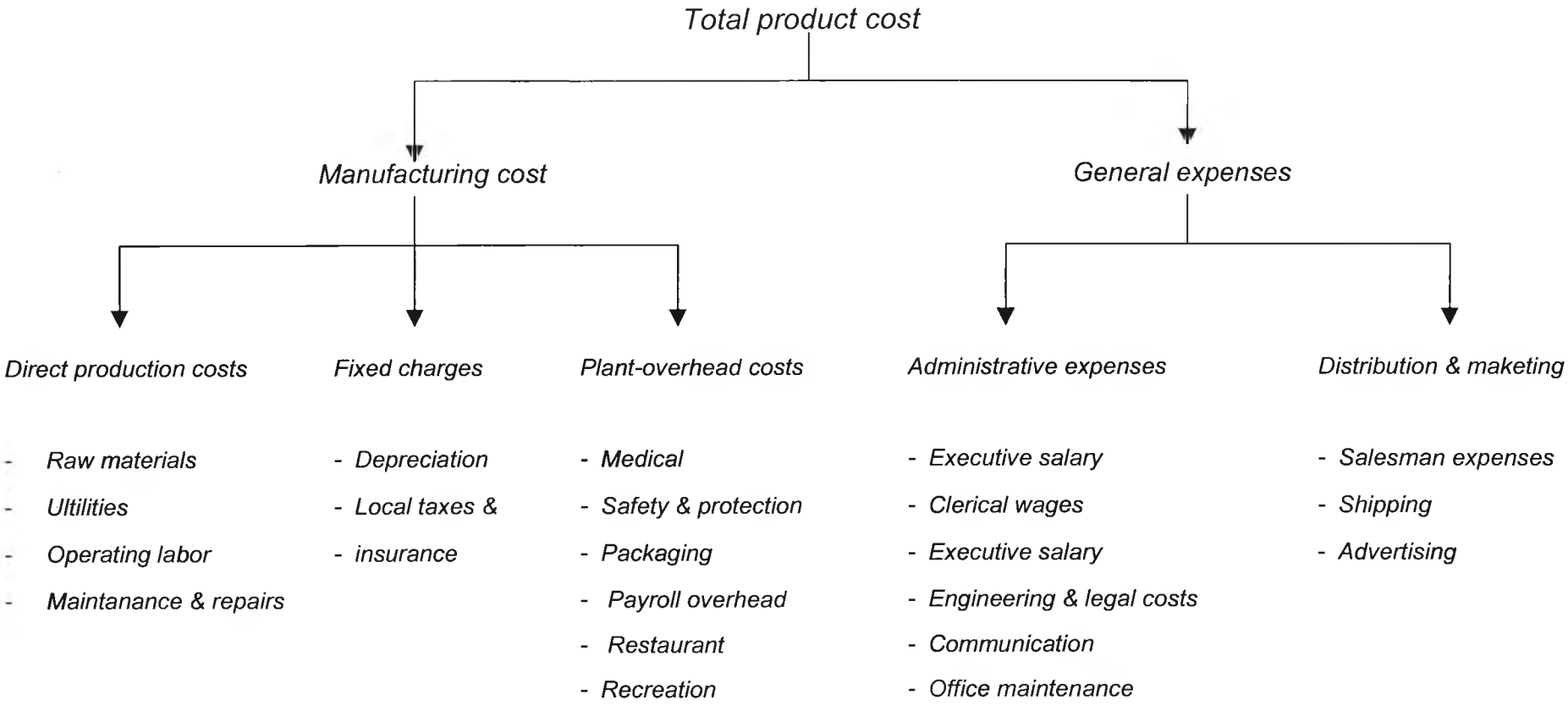
ราคาน้ำดิบที่ใช้เตรียมตัวทำละลายต่อปี

$$= \left(\frac{0.954m^3}{1batch}\right)\left(\frac{5{,}940batch}{1year}\right)\left(\frac{16baht}{1m^3}\right)$$

$$= 90{,}600 \quad \text{บาท}$$

เพราะฉะนั้น

ต้นทุนวัตถุดิบ = 1,518,000 + 2,277,000 + 90,600 = 3,886,000 บาท



แผนภูมิที่ 5.1 แสดงต้นทุนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเคมี

ดังแปลงมาจาก Peter,M.S. , Timmerhaus, K.D. "Plant design and economics for chemical engineers" 1990 , McGraw-Hill, New York.

2. **ต้นทุนอรรถประโยชน์** (Utilities cost)

อรรถประโยชน์ที่ใช้ในกระบวนการสกัดสารเคอร์คูมินอยด์ออกจากขมิ้นชัน ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า (electricity) ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต และไอน้ำ ความดัน 3 บาร์ สำหรับให้ความร้อนแก่ถังสกัด T102 สำหรับรายละเอียดการคำนวณต้นทุนอรรถประโยชน์ได้กล่าวถึงไว้ในภาคผนวก ค ท้ายบท

ราคาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี = 32,600 บาท

ราคาไอน้ำ ความดัน 3 บาร์ ต่อปี = 301,200 บาท

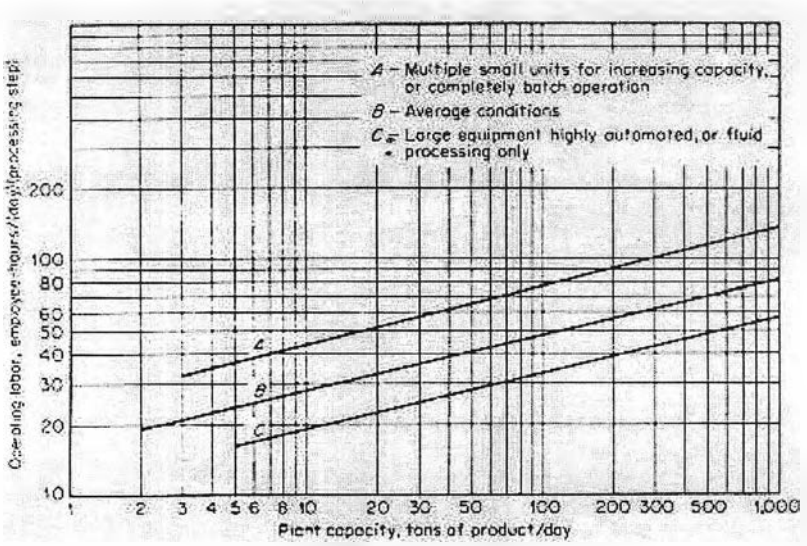
ราคาน้ำหล่อเย็นที่ใช้ต่อปี = 192,300 บาท

เพราะฉะนั้น

ต้นทุนอรรถประโยชน์ = 526,100 บาทต่อปี

3. **ต้นทุนแรงงาน** (operating labor cost)

เมื่อพิจารณารูปที่ 5.2 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังการผลิต กับ ชั่วโมงคนงานต่อวันต่อขั้นตอนการดำเนินงาน (employee-hours/day/processing step) พบว่า สำหรับกระบวนการผลิตที่มีการดำเนินงานแบบกะ ที่กำลังการผลิต 18 ตันต่อวัน (6,000 ตันต่อปี) ชั่วโมงคนงานต่อวันต่อขั้นตอนการดำเนินงานมีค่าเท่ากับ 50



รูปที่ 5.2 แสดงเกณฑ์ในการเลือกชั่วโมงคนงานต่อวันต่อขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเคมี [M.S.Peters,K.D.Timmerhause,1990]

เพราะฉะนั้น

$$\text{จำนวนคนต่อกะ} = \left(\frac{50\ empolyee-hours}{day * proces\sin g\ step}\right)(1\ proces\sin g\ step)\left(\frac{1\ day}{3\ shift}\right)\left(\frac{1\ shift}{8\ hours}\right)$$

$$= 2 \text{ คนต่อกะ}$$

ในที่นี้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 กะ โดยใช้คนงานทั้งหมด 4 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน และกำหนดให้ เงินเดือนของพนักงานมีค่าเท่ากับ 10,000 บาทต่อคน เพราะฉะนั้น

$$\text{ต้นทุนแรงงาน} = \left(\frac{2\ \text{คน}}{1\ \text{กลุ่ม}}\right)(4\ \text{กลุ่ม})\left(\frac{10{,}000\ \text{บาท}}{\text{เดือน} * \text{คน}}\right)(12\ \text{เดือน})$$

$$= 960{,}000 \text{ บาท}$$

4. **ต้นทุนซ่อมบำรุง** (maintenance and repairs cost)

ต้นทุนการซ่อมบำรุงต่อปี มีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 10 % ของเงินลงทุนเริ่มแรก ขึ้นอยู่กับสภาวะการดำเนินงาน เมื่อพิจารณาตารางที่ 5.3 ซึ่งแสดงเกณฑ์เบื้องต้นในการประเมินต้นทุนซ่อมบำรุงแบ่งตามสภาวะการดำเนินงาน จึงกำหนดให้ต้นทุนซ่อมบำรุงสำหรับโรงงานมีค่าเท่ากับ 3 % ของเงินลงทุนเริ่มแรก

$$\text{ต้นทุนซ่อมบำรุง} = (0.03)(13{,}692{,}000)$$

$$= 410{,}800 \text{ บาท}$$

ตารางที่ 5.3 แสดงเกณฑ์เบื้องต้นในการประเมินต้นทุนซ่อมบำรุง แบ่งตามสภาวะการดำเนินงาน

	ต้นทุนซ่อมบำรุง (คิดเป็นร้อยละของเงินลงทุนเริ่มแรก)		
	ค่าจ้าง	**ค่าวัสดุ**	**รวม**
Simple chemical processes	1-3	1-3	2-6
Average processes with normal operating conditions	2-4	3-5	5-9
Complicated processes, severe corrosion operating conditions,or extensive instrumentation	3-5	4-6	7-11

5.3.1.2 ต้นทุนคงที่

1. **ค่าเสื่อมราคา** (depreciation)

ในการประเมินค่าเสื่อมราคาของโรงงานอุตสาหกรรมเคมี เพื่อวิเคราะห์การลงทุนเบื้องต้น จะใช้วิธีการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (straight-line method) โดยกำหนดให้ระยะเวลาการดำเนินงาน (economic life) มีค่าเท่ากับ 10 ปี และ ไม่คิดมูลค่าซาก (salvage value) ของโรงงานหลังจากเลิกดำเนินการ

$$\textit{ค่าเสื่อมราคา} = \frac{\textit{เงินลงทุนเริ่มแรก} - \textit{มูลค่าซาก}}{\textit{ระยะเวลาดำเนินงาน}}$$

$$= \frac{16{,}032{,}000}{10}$$

$$= 1{,}603{,}200 \quad \text{บาทต่อปี}$$

2. **ต้นทุนภาษีท้องถิ่นและประกันภัย** (local taxes & insurance cost)

ในที่นี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2 % ของเงินลงทุนเริ่มแรก

ต้นทุนภาษีท้องถิ่นและประกันภัย = $(0.02)(16{,}032{,}000) = 320{,}600$ บาทต่อปี

เพราะฉะนั้น

$$\textit{ต้นทุนคงที่} = 1{,}603{,}200 - 320{,}600 = 1{,}923{,}800 \quad \textit{บาทต่อปี}$$

5.3.1.3 ค่าโสหุ้ยของโรงงาน

ค่าโสหุ้ยของโรงงาน ประกอบด้วย ค่ารักษาพยาบาล (medical services) ค่าใช้จ่ายทางด้านความปลอดภัย (safety services) ค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์ (packaging) ค่าใช้จ่ายสำหรับโรงอาหารและการพักผ่อน (cafeteria and recreation facilities) เป็นต้น ในที่นี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10 % ของต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม (TPC)

$$\textit{ค่าโสหุ้ยของโรงงาน} = (0.1)(TPC)$$

5.3.2 ค่าใช้จ่ายทั่วไป

5.3.2.1 ต้นทุนทางด้านการบริหาร (administrative costs)

ประกอบด้วย เงินเดือนของผู้บริหาร (executive salaries) ค่าจ้างสำหรับฝ่ายบุคคล (clerical wages) ค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสาร (communication) ต้นทุนซ่อมบำรุงอาคารสำนักงาน (office maintenance) เป็นต้น โดยปกติในโรงงานอุตสาหกรรมเคมี ต้นทุนทางด้านการบริหาร จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 20 ถึง 30 % ของต้นทุนแรงงาน หรือประมาณ 2 ถึง 6 % ของต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม ในที่นี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2 % ของต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม (TPC)

$$\text{ต้นทุนทางด้านการบริหาร} = (0.02)(TPC)$$

5.3.2.2 ต้นทุนทางด้านการตลาดและขนส่งผลิตภัณฑ์ (distribution & marketing)

ประกอบด้วย เงินเดือนของพลังงานขาย (salesman expenses) ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (shipping expenses) ค่าใช้จ่ายในการโฆษณา (advertising expenses) ต้นทุนดังกล่าวขึ้นอยู่กับ นโยบายของบริษัท ที่ตั้งของโรงงาน ชนิดของผลิตภัณฑ์ โดยปกติมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 2 ถึง 20 % ของต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม ในที่นี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2 % ของผลิตภัณฑ์โดยรวม (TPC)

$$\text{ต้นทางด้านการตลาดและขนส่งผลิตภัณฑ์} = (0.02)(TPC)$$

เพราะฉะนั้น

$$\text{ต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม}(TPC) = \text{ต้นทุนการผลิต} + \text{ค่าใช้จ่ายทั่วไป}$$
$$= [(7{,}706{,}700 + 0.10(TPC))] + 0.04(TPC)$$

ต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม = 8,961,300 บาทต่อปี

5.4 อัตราผลตอบแทนการลงทุน และ ระยะเวลาคืนทุน

5.4.1 อัตราผลตอบแทนการลงทุน (ROI)

ในที่นี้จะคำนวณอัตราผลตอบแทนการลงทุนใน 2 รูปแบบ คือ อัตราผลตอบแทนการลงทุนก่อนคิดภาษี (before taxes) และ อัตราผลตอบแทนการลงทุนหลังคิดภาษี (after taxes) โดยไม่คำนึงถึงมูลค่าเงินที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (time value of money) และความจริงที่ว่ากำไรสุทธิในแต่ละปีที่ใช้ในการคำนวณอัตราผลตอบแทนการลงทุนอาจจะมีค่าไม่คงที่ตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน เพื่อใช้วิเคราะห์การลงทุนอย่างหยาบ ๆ อัตราผลตอบแทนการลงทุนทั้ง 2 รูปแบบ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ โดยสมมุติให้อัตราภาษี (tax rate) มีค่าเท่ากับ 15 % คงที่ตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน

$$\textit{อัตราผลตอบแทนการลงทุนก่อนคิดภาษี} = \frac{\textit{กำไรสุทธต่อปีก่อนคิดภาษี}}{\textit{เงินลงทุนสร้างโรงงาน}} * 100 \quad \text{------(5.3)}$$

$$\textit{อัตราผลตอบแทนการลงทุนหลังคิดภาษี} = \frac{\textit{กำไรสุทธต่อปีหลังคิดภาษี}}{\textit{เงินลงทุนสร้างโรงงาน}} * 100 \quad \text{------(5.4)}$$

รายได้ต่อปี (annual income)

ในที่นี้กำหนดให้กำลังการผลิตสารเคอร์คูมินอยด์ (plant capacity) มีค่าเท่ากับ 20 % ของปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์นำเข้ามาในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544 (1,200 กิโลกรัมต่อปี) เพราะฉะนั้น

$$\text{รายได้ต่อปี} = \left(\frac{1{,}200kg}{1year}\right)\left(\frac{9{,}800baht}{1kg}\right)$$

$$= 11{,}760{,}000 \text{ บาท}$$

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะขายอยู่ในรูปแบบของผงเคอร์คูมินอยด์ โดยเวลาใช้งานจะนำผงเคอร์คูมินอยด์มาละลายในน้ำ ให้ค่าความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์อยู่ในช่วงระหว่าง 5 ถึง 20 ส่วนในล้านส่วน และเติมสารทวีน 80 ลงไปเพื่อให้สารเคอร์คูมินอยด์สามารถกระจายตัวได้ในน้ำ แต่จากกระบวนการผลิตข้างต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของเหลวที่มีค่าความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์เท่ากับ 200 ส่วนในล้านส่วน ในการนำไปใช้งานจะทำการเจือจางผลิตภัณฑ์ให้มีค่าความเข้มข้นของสารเคอร์คูมินอยด์อยู่ในช่วงระหว่าง 5 ถึง 20 ส่วนในล้านส่วน ดังนั้นจึงทำการแปลงกำลังการผลิตสารเคอร์คูมินอยด์ข้างต้นให้ในอยู่ในรูป

ปริมาตรของสารเคอร์คูมินอยด์เข้มข้น (200 ส่วนในล้านส่วน) ที่ผลิตได้ต่อปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6,000 ลบ.ม. ต่อปี

$$\text{กำไรสุทธิก่อนคิดภาษี} = \text{รายได้ต่อปี} - \text{ต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม}$$

$$= 11,760,000 - 8,961,300$$

$$= 2,798,700 \text{ บาทต่อปี}$$

$$\text{กำไรสุทธิหลังคิดภาษี} = \left(1 - \frac{\text{อัตราภาษี}}{100}\right)(\text{กำไรก่อนคิดภาษี})$$

$$= (1 - 15/100)(2,798,700)$$

$$= 2,378,900 \text{ บาทต่อปี}$$

แทนค่าลงในสมการที่ 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ

เพราะฉะนั้น

$$\text{อัตราผลตอบแทนก่อนคิดภาษี} = 2,798,700/17,813,000 = 15.71\ \%$$

$$\text{อัตราผลตอบแทนหลังคิดภาษี} = 2,378,900/17,813,000 = 13.35\ \%$$

5.4.2 ระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุนสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5.5 โดยในที่นี้กำหนดให้รายได้ต่อปี และ ต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยรวม มีค่าคงที่ตลอดโครงการ และเนื่องจากค่าเสื่อมราคาถูกประเมินโดยใช้วิธีการประเมินแบบเส้นตรง ทำให้ค่าเสื่อมราคาที่ประเมินได้มีค่าคงที่ตลอดทั้งโครงการเท่ากับ 10 % ของต้นทุนเริ่มแรก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{ต้นทุนเริ่มแรกที่สามารถเสื่อมราคาได้}}{\text{กำไรสุทธิหลังคิดภาษีเฉลี่ยต่อปี} + \text{ค่าเสื่อมราคาเฉลี่ยต่อปี}} \quad \text{---(5.5)}$$

สำหรับโรงงานผลิตสารเคอร์คูมินอยด์จากผงขมิ้นชัน

$$\text{ต้นทุนที่เสื่อมราคาได้} = \text{เงินลงทุนเริ่มแรก} - \text{ต้นทุนที่ดิน}$$

$$= 16,032,000 - 100,000$$

$$= 15,932,000 \text{ บาท}$$

เพราะฉะนั้น

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{15,932,000}{2,378,000 + 1,630,200} = 3.97 \text{ ปี}$$

เมื่อพิจารณาอัตราผลตอบแทนการลงทุน และ ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ จะเห็นได้ว่า โครงการผลิตสารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชัน โดยใช้สารทวีน 80 เพื่อใช้เป็นสารในสีธรรมชาติในอุตสาหกรรมอาหารนั้น เป็นโครงการที่น่าลงทุนโครงการหนึ่ง