บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ชื่อเรื่องระบบอบแห้งข้าวเปลือกในโรงสีข้าว

จัดทำโดยวทัญญู รอดประพัฒน์ และคณะ ซึ่งได้ศึกษาหาความเหมาะสมของระบบอบแห้งข้าวเปลือกภายในโรงสีข้าวขนาดใหญ่ ให้สามารถลดความชื้นข้าวเปลือกจาก 20 % มาตรฐานเปียกให้เหลือความชื้น 14 %มาตรฐานเปียก ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อนำไปสีแล้วได้ข้าวสารที่มีคุณภาพ โดยมีการศึกษาสมรรถนะของระบบอบแห้งในโรงสีข้าว 3 แห่ง ที่มีชนิดเครื่องอบแห้งเหมือนกัน แต่มีวิธีการติดตั้งและการอบแห้งที่แตกต่างกัน โดยได้ศึกษาคุณภาพข้าวเปลือก และปริมาณการใช้พลังงานที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งทุกตัว ในระบบเพื่อให้สามารถหาจุดที่ทำให้คุณภาพข้าวเปลือกลดลงได้อย่างถูกต้อง แล้วนำข้อมูลคุณภาพและปริมาณการใช้พลังงานที่ได้จากสามระบบมาเปรียบเทียบและศึกษาหาจุดที่เหมาะสมในการอบแห้งข้าวเปลือกให้ได้คุณภาพสูงเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบระบบอบแห้งข้าวเปลือกที่มีประสิทธิภาพสูง

2.1.2 การศึกษาปัญหาในการผลิตและการใช้เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกสำหรับโรงสีข้าวในเขตภาคกลาง

งานวิจัยซึ่งจัดทำโดย ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล และคณะ,ปี 2539ได้มีการสำรวจผู้ผลิตเครื่องอบแห้งข้าวเปลือก ทั้งกลุ่มผู้นำเข้า ผู้ผลิตรายใหญ่ และผู้ผลิตรายย่อย โดยผู้นำเข้ามุ่งนำเข้าเครื่องอบขนาดเล็กแบบงวดหมุนเวียน จะเพิ่มการนำเข้าเครื่องอบขนาดใหญ่ขึ้น และหาลู่ทางเพื่อผลิตวัสดุอุปกรณ์เอง ผู้ผลิตรายใหญ่ คือบริษัทใหญ่เป็นผู้นำในการพัฒนาเครื่องอบชนิดและรุ่นใหม่ ๆ สู่ตลาด มีมาตราฐานการผลิตดี และผู้ผลิตรายย่อย (รวมทั้งโรงสีที่ผลิตเครื่องอบเอง) มีข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีและเงินทุน แต่สามารถดัดแปลงผลิตเครื่องอบตามความต้องการของโรงสีโดยมุ่งผลิตเครื่องอบขนาดใหญ่ ซึ่งมีคุณภาพและราคาต่างกันตามความต้องการของผู้ใช้ รวมทั้งการสำรวจโรงสีใน 11 จังหวัด เขตภาคกลาง พบว่าสภาวะการผลิตเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกมีแนวโน้มการพัฒนาและการแข่งขันในระดับค่อนข้างดี สภาวะการใช้ในกลุ่มโรงสีโดยภาพรวมก็มีแนวโน้มในทางที่ดีเช่นกัน แม้จะมีความแตกต่างอยู่บ้างในด้านคุณภาพการใช้งานเครื่องอบ ชนิดเครื่องอบที่ผลิตหรือนำเข้ามีความหลากหลายเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการของธุรกิจโรงสี โดยได้จำแนกเครื่องอบเป็น 3 ชนิด ได้แก่ 1) เครื่องอบขนาดเล็กแบบงวดหมุนเวียน ที่มีจุดเด่นคือติดตั้ง

ง่ายใช้สะดวก 2) เครื่องอบขนาดใหญ่แบบไหลต่อเนื่อง (LSU) ที่อบข้าวได้ปริมาณมาก และค่าใช้จ่ายในการอบถูก (โดยเฉพาะเมื่อใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง) และ 3) เครื่องอบขนาดเล็กชนิดใหม่ที่ใช้อบเร่งลดความชื้น (ชนิด Fluidized bed)

2.1.3 การศึกษาเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกในเชิงเศรษฐกิจ

จัดทำโดย กลุ่มงานวิจัยเศรษฐกิจสังคมและแรงงานเกษตร กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ,ปี 2538 ได้ศึกษาเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกที่เหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจ ทั้งผู้ลงทุนและเกษตรกรผู้ใช้บริการ ได้ทำการศึกษาเครื่องอบลดความชื้น 5 ขนาด คือ ขนาดอบเฉลี่ย 18,30,36 ,60 และ 100 ตัน/วัน โดยมีค่าจ้างอบข้าวที่เหมาะสมทั้งผู้ประกอบการและเกษตรกรผู้ใช้บริการ จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่สำคัญในการใช้เครื่องอบลดความชื้นขึ้นอยู่กับ ปริมาณข้าวที่เข้าอบต้องเพียงพอ อัตราค่าจ้างอบต้องเหมาะสม และราคาข้าวเปลือกที่มีแนวโน้มสูงขึ้น

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานและคุณภาพข้าวไทย

ประเทศไทยนับได้ว่าเป็นประเทศส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก ข้าวที่ส่งออกต้องได้มาตรฐาน ซึ่งแสดงถึงชนิดและคุณภาพข้าว ข้าวที่ส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ มี 4 ประเภท ได้แก่ ข้าวขาวหรือข้าวสารเจ้า (White Rice) ข้าวกล้อง (Carge Rice) ข้าวเหนียว (Glutnous Rice) และข้าวนึ่ง (Porboiled Rice) ซึ่งการกำหนดจำแนกเกรดของข้าวแต่ละชนิดถือเป็นมาตรฐานข้าว ใช้กฎเกณฑ์อย่างเดียวกันในการกำหนดมาตรฐาน เป็นชนิด 100 % 5 % หรือ 45 % ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ ส่วนผสม พื้นข้าว การสี และความชื้น โดยข้าวแต่ละชนิดจะมีส่วนประกอบทั้ง 4 ประการแตกต่างกัน คือ

(1) **ส่วนประกอบ** ประกอบด้วยข้าวเต็มเมล็ด (Whole Grain) ข้าวหัก (Brokens) ต้นข้าว (Head Rice) ข้าวหักใหญ่ (Big Brokens) และสิ่งเจือปน (รวมแล้วเป็น 100 %) ข้าวมาตรฐานสูงกับต่ำจะมีส่วนผสมแตกต่างกันอย่างชัดเจน กล่าวคือ ข้าวมาตรฐานสูงที่ 100 % หรือ 5 % จะมีเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด (มากกว่า 60 %) เป็นข้าวเมล็ดยาวอยู่มาก เปอร์เซ็นต์ข้าวหักต่ำกว่า 5 % และมีสิ่งเจือปนน้อย (ไม่เกิน 1-7 %) ส่วนข้าวมาตรฐานต่ำ เช่น 35 % หรือ 45 % จะมีข้าวเต็มเมล็ดต่ำ คือ มีเมล็ดสั้น ข้าวหักและมีสิ่งเจือปนมาก

(2) **พื้นข้าว** เป็นส่วนผสมของข้าวเต็มเมล็ด ได้แก่ เมล็ดยาวชั้น 1 เมล็ดยาวชั้น 2 เมล็ด

ยาวชั้น 3 และเมล็ดสั้น ข้าวคุณภาพสูงหรือมาตรฐานสูง จะมีปริมาณข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 และชั้น 2 สูง ปริมาณเมล็ดสั้นมีน้อย ในทางกลับกัน ข้าวที่มีคุณภาพต่ำจะมีปริมาณข้าวเมล็ดสั้นค่อนข้างสูง และมีเมล็ดยาวน้อย เป็นต้น

(3) **การสี** ข้าวคุณภาพสูงหรือมาตรฐานสูงนี้ เมื่อนำไปสีเป็นข้าวสาร จะมีสีขาวใส เป็นสีพิเศษ หรือสีดี ส่วนข้าวคุณภาพต่ำมีสีขาวไม่ค่อยใส เรียกสีปานกลางหรือสีธรรมดา

(4) **ความชื้น** มาตรฐานของข้าว ต้องมีความชื้นไม่สูงกว่า 14-15 %

2.3 การลดความชื้น

การลดความชื้น คือ กระบวนการซึ่งใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้นเพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย โดยใช้ความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย ผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่จะมีความชื้นค่อนข้างสูงขณะทำการเก็บเกี่ยว ทำให้เก็บรักษาไม่ได้นาน การลดความชื้นจะช่วยให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลได้เป็นระยะเวลายาวนานขึ้นผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญ ๆ และต้องทำการลดความชื้น ได้แก่ ธัญพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มต่าง ๆ เช่น สับปะรดแช่อิ่ม มะละกอแช่อิ่ม มะม่วงแช่อิ่ม เป็นต้น

2.3.1 ความสำคัญของการอบลดความชื้น

วัสดุอบแห้งมีมากมายหลายชนิด ประโยชน์ของการอบแห้งอาจสรุปได้ตามลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้

(1) เพื่อการถนอมรักษาอาหาร อาหารที่แห้งแล้วสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เสียเนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีน้อย

(2) เพื่อลดปริมาตรและน้ำหนัก อาหารที่แห้งแล้วจะมีปริมาตรและน้ำหนักลดลง ทำให้สามารถลดต้นทุนในการเก็บรักษาและการขนส่ง

(3) เพื่อช่วยให้กระบวนการการผลิตดีขึ้น ในกรณีนี้อาจจะไม่จริงเสมอไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการการผลิตนั้นๆ

ในกรณีของเมล็ดพืชเกษตรกรสามารถที่จะเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดพืชยังมีความชื้นสูงอยู่ ทำให้ลดการสูญเสียของเมล็ดพืชอันเนื่องจากการร่วงหล่นก่อน ระหว่างและหลังเก็บเกี่ยวการเก็บที่เร็วขึ้นอาจช่วยให้เกษตรกรสามารถปลูกพืชครั้งที่สองอย่างได้ผล การอบแห้งที่ถูกหลักยังสามารถช่วยให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูง ทำให้สามารถนำไปเพาะปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมล็ดพืช

อบแห้งแล้วมีคุณภาพสูง และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ทำให้เกษตรกรสามารถรอเวลาขายในขณะที่ผลิตผลมีราคาดี

2.3.2 ความชื้น

ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชื้นหรือแห้ง ความชื้นในวัสดุสามารถแสดงได้เป็น 2 แบบ คือ

2.1.2.1 ความชื้นมาตรฐานเปียก (ที่มา : การอบเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท)

$$M_w = (w-d) / w$$

เมื่อ M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก ,เศษส่วน

w คือ มวลของวัสดุ , kg

d คือ มวลของวัสดุแห้ง (ไม่มีความชื้น) ,kg

ความชื้นแบบนี้นิยมใช้กันในวงการค้า โดยทั่ว ๆ ไปจะอ้างถึงในรูปของเปอร์เซนต์ (100 M_w)

2.1.2.2 ความชื้นมาตรฐานแห้ง

$$M_w = (w-d) / d$$

ความชื้นแบบนี้นิยมใช้กันในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งทางทฤษฎี เพราะช่วยให้การคำนวณสะดวกขึ้น ซึ่งเป็นเพราะมวลของวัสดุแห้งจะมีค่าคงที่ หรือเกือบคงที่ระหว่างการอบแห้ง ที่ว่าเกือบคงที่นี้ เพราะผลิตผลทางการเกษตรเป็นสิ่งมีชีวิต มีการหายใจ ดังนั้น จึงมีการเผาผลาญสารอาหาร ทำให้มวลแห้งลดลง ส่วนใหญ่แล้วมวลแห้งจะลดลงเพียงเล็กน้อย

ความชื้นเมล็ดพืช มีผลต่อการเก็บรักษา ดังแสดงในตาราง 2.1 จะเห็นว่าอุณหภูมิของอากาศต่ำ และความชื้นเมล็ดพืชต่ำจะสามารถเก็บรักษาเมล็ดพืชไว้ได้นาน สำหรับความชื้นข้าวเปลือก ก็มีผลต่อคุณภาพการสี ความชื้นข้าวเปลือกที่เหมาะสมในการสีให้ได้ต้นข้าวสูง ลดการแตกหัก จะอยู่ในระหว่าง 12-14 % (ตารางที่ 2.2) การลดความชื้นโดยการตากในลานซีเมนต์ โดยเกลี่ยเมล็ดพืชเป็นชั้นบาง ๆ โดยปกติในวันที่แดดจัดจะใช้เวลา 9-10 ชม. ก็แห้ง และถ้ามีการคราดกลับกองเมล็ดทุกชั่วโมง จะทำให้อัตราการลดความชื้นเพิ่มขึ้น 67 % โดยเทียบกับการไม่คราดกลับกองเมล็ด ในกรณีมีเมฆมากจะต้องใช้เวลาตากในลาน 2-3 วัน หรืออาจมากกว่า การใช้ลานตากจำ

เป็นต้องพึ่งธรรมชาติ คือสภาวะอากาศ ซึ่งเราควบคุมไม่ได้ รวมทั้งยังมีการเสียหายเนื่องจากการใช้รถตัก รถกราดกลับกอง หรือเสียหายจาก นก หนู เก็บไม่หมด และมีโอกาสที่เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายอีกด้วย

ตาราง 2.1 แสดงระยะเวลาที่ปลอดภัยในการเก็บรักษาข้าวเปลือกที่ความชื้นเมล็ดและอุณหภูมิต่าง ๆ

Days of safety storage for moisture content and temperature

M.C.	storage temperature °C							
	0	5	10	15	20	25	30	35
6%	162	73	33	15	7	3	1	31
8	78	35	16	7	3	1	34	15
10	38	17	8	3	2	36	16	7
12	18	8	4	2	38	17	8	3
14	9	4	2	40	18	8	4	1
16	4	2	43	19	9	4	2	—
18	2	46	21	9	4	2	1	—
20	49	24	10	5	2	1	—	—

(note); falling-rate of germination < 10% by Roberts (1960)

ที่มา : กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

เมล็ดพืชมีคุณสมบัติในการถ่ายเท และรับความชื้นจากอากาศ เมื่อความดันไอน้ำ เมล็ดพืชต่ำกว่าความดันไอน้ำในอากาศ เมล็ดพืชจะดูดความชื้นจากอากาศ ทำให้เมล็ดพืชมีความชื้นเพิ่มขึ้น ในการกลับกัน ถ้าความดันไอน้ำในเมล็ดพืชสูงกว่าความดันไอน้ำในอากาศ เมล็ดพืชจะคายความชื้นสู่บรรยากาศ ในขบวนการลดความชื้น เป็นขบวนการของการถ่ายเทความชื้น และความร้อน โดยน้ำในเมล็ดพืชจะกลายเป็นไอระเหยสู่บรรยากาศ การลดความชื้นเมล็ดพืชโดยส่วนใหญ่จะใช้ความร้อนโดยอุ่นอากาศให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นมีผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำลง เมื่อผ่านอากาศนี้สู่ชั้นเมล็ดพืช จะทำให้ความชื้นในเมล็ดพืชลดลง

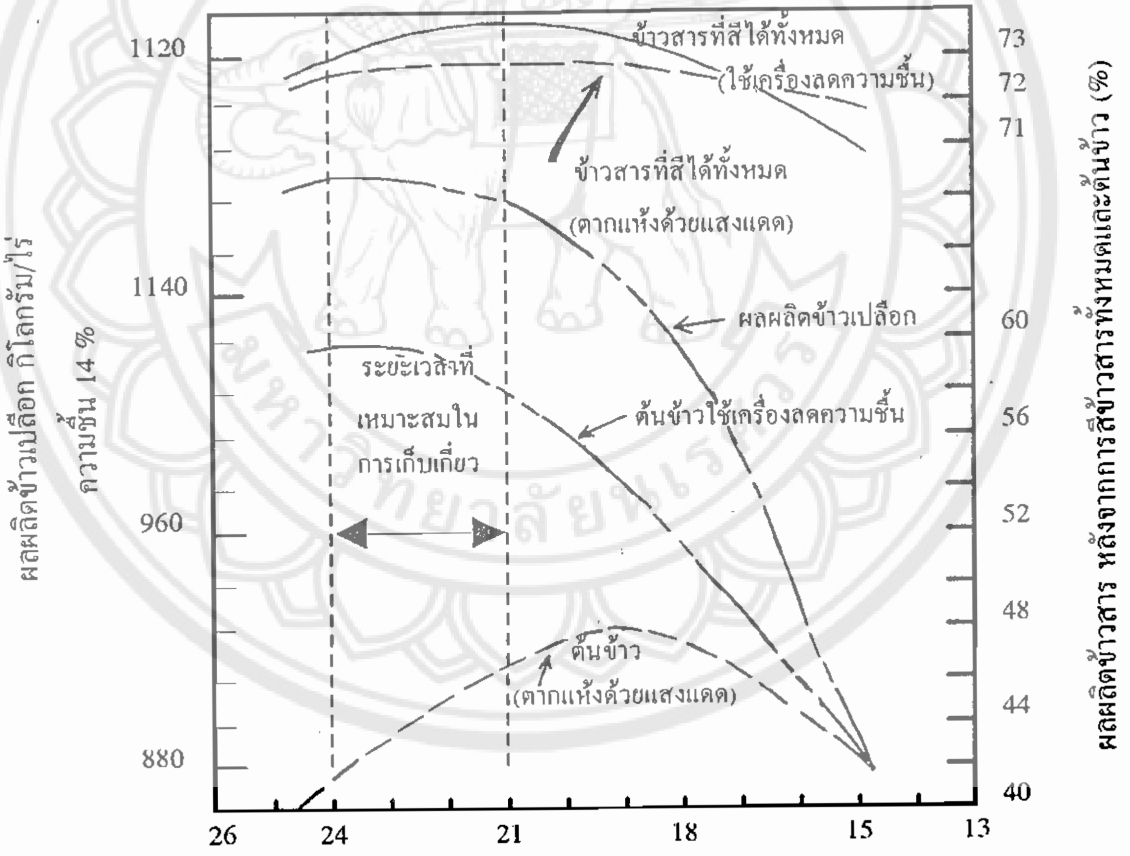
ตาราง 2.2 ผลของความชื้นข้าวเปลือกต่อคุณภาพการสีข้าว

คุณภาพการสี		
ความชื้น, %	**ข้าวสาร ,%**	**ข้าวหัก , %**
19.0	56.62	12.25
18.0	57.92	12.05
15.5	59.12	9.75
14.0	**61.67**	**6.08**
13.0	61.40	6.25
12.0	61.10	6.42
10.0	60.27	7.72

ที่มา : กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

ในการเก็บเกี่ยวข้าว นอกจากจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับระดับความชื้นที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยว ซึ่งอยู่ระหว่าง 21-24 % (มาตรฐานเปียก) ดังรูปที่ 2.1 ที่ระดับความชื้นนี้ ข้าวจะอยู่ในช่วงแก่เต็มที่ และถ้าปล่อยให้ข้าวแห้งต่อไปในแปลงเมื่อเก็บเกี่ยวจะเกิดความเสียหายจากการร่วงหล่นได้ง่าย เป็นผลให้ผลผลิตที่จะได้น้อยลง ช่วงความชื้นดังกล่าวส่วนใหญ่จะเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูนาปี และในปัจจุบันการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดข้าวซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายนี้ จะเก็บเกี่ยวให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดแล้วควรเก็บเกี่ยวที่ความชื้นระหว่าง 21-24 % แต่ในฤดูนาปรัง พบว่า ในพื้นที่ภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง จะใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวกันมาก และจะเก็บเกี่ยวที่มีความชื้นตั้งแต่ 20-35 % โดยความชื้นของข้าวที่สูงนี้ จำเป็นต้องลดความชื้นโดยเร็ว ให้เหลือที่ความชื้นมาตรฐานที่ 14-15% เพราะที่ระดับความชื้นนี้ สามารถที่จะเก็บรักษาข้าวเปลือกในยุ้งฉางได้นานกว่าข้าวที่มีความชื้นที่สูงกว่านี้ ดังรายละเอียดใน ตารางที่ 2.2 และข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูง ถ้าไม่ลดความชื้นโดยทันที จะทำให้เกิดความเสียหายของคุณภาพข้าว เนื่องจากความชื้นสูงจะเป็นตัวการทำให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดี ซึ่งทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพ ที่เห็นได้ชัดก็คือ สีของเมล็ดข้าวจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและอาจเน่าเสียได้ในที่สุด การลดความชื้นให้เหลือ 14 % มาตรฐาน จะทำให้คุณภาพข้าวสูงสุด กล่าวคือ จะได้เปอร์เซ็นต์ข้าวสารสูงถึง 61.76 % และมีข้าวหักเพียงร้อยละ 6.08 เท่านั้น ที่ระดับความชื้น 19 % ได้ต้นข้าวหรือข้าวสารเพียงร้อยละ 56.62 และมีปริมาณข้าวหักสูงถึงร้อยละ 12.25 และถ้าลดความชื้นต่ำกว่ามาตรฐานเปอร์เซ็นต์ต้นข้าวเมื่อสีเป็นข้าวสารจะได้ลดต่ำลด เช่นกัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.2 ดังนั้นจึง

เห็นได้ว่า การลดความชื้นของข้าวให้เหมาะสมที่ระดับความชื้นมาตรฐาน (14%) จะทำให้ข้าวมีคุณภาพสูงขึ้น กล่าวคือ เมื่อนำข้าวเปลือกมาสีเป็นข้าวสารแล้ว จะได้เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวของข้าวสารสูงสุด และที่ระดับความชื้นมาตรฐานนี้ เมื่อนำมาเก็บรักษาเป็นเวลา 1 ปี โดยเปรียบเทียบกับระดับความชื้นต่าง ๆ กัน พบว่า ที่ความชื้นข้าวเปลือก 14-15 % ยังคงสภาพของข้าวอยู่ได้ ไม่ทำให้เกิดข้าวเปลี่ยนสีแต่อย่างใด แต่อย่างไรก็ตาม สำหรับระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือก จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของเมล็ดที่เก็บรักษาเป็นสำคัญ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น และความชื้นของข้าวเปลือกสูงขึ้น การเก็บรักษาข้าวเปลือกจะเก็บได้น้อยวัน กล่าวคือที่อุณหภูมิ 38 องศา ที่ความชื้นข้าวเปลือก 20 % ขึ้นไป ไม่สามารถที่จะเก็บรักษาได้ต้องรีบนำข้าวเข้าอบทันที ถ้าความชื้นมี 14 % สามารถที่เก็บรักษาข้าวได้นาน 8 วัน แต่ถ้าอุณหภูมิลดลงเหลือ 21 องศา ที่ระดับความชื้น 14 % สามารถที่จะเก็บรักษาข้าวได้นาน 64 วัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.3



ที่มา : จาก REPORT OF THE ADVSORY GROUP MEETING ON RICE POST HARVEST PROBLEMS IRRI APRIL 1-5 , 1974

รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงความชื้นของข้าวระหว่างการเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 2.3 แสดงระยะเวลาที่ปลอดภัยในการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือกกับอุณหภูมิและความชื้นเมล็ดพืชที่เก็บรักษา

อุณหภูมิของอากาศ	จำนวนวันที่ปลอดภัยในการเก็บรักษาที่ความชื้นต่างๆ					
องศา (C)	14 %	15.5%	17%	18.5%	20%	21.50%
38	8	4	2	1	0	-
32	16	8	4	2	1	0
27	32	16	8	4	2	1
21	64	32	16	8	4	2

ที่มา : กองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

2.4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบลดความชื้นข้าวเปลือก

2.4.1 อุณหภูมิของอากาศ ถ้าอุณหภูมิของอากาศสูง เวลาที่ใช้ในการอบแห้งจะสั้น และถ้าอุณหภูมิของอากาศต่ำ เวลาที่ใช้ในการอบแห้งจะนาน ซึ่งถ้าความชื้นยังสูงอยู่ จะทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ เป็นผลเสียหายแก่ผลผลิต การอบแห้งที่ใช้อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ และปริมาณการไหลของอากาศต่ำ (Unheated air at low airflow rate) ต้องใช้เวลานานแต่เสียค่าใช้จ่ายน้อย ดังนั้น การเลือกใช้อุณหภูมิอากาศสูง หรือต่ำ ในการอบแห้ง จึงขึ้นกับปัจจัยด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น เงินทุน แรงงาน การจัดการ ความต้องการของตลาด ชนิดของผลผลิต การใช้ประโยชน์ของผลผลิตนั้น ๆ เป็นต้น

2.4.2 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง เวลาที่ใช้ในการอบแห้งจะนานกว่าอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เนื่องจากความชื้นของผลผลิต ไม่สามารถถ่ายให้แก่อากาศได้ จึงต้องใช้เวลาในการอบแห้งนาน อุณหภูมิของอากาศต่ำความชื้นสัมพัทธ์จะสูง ถ้าอุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น 20°F ความชื้นจะลดลงครึ่งหนึ่ง

2.4.3 ปริมาณการไหลของอากาศ (Initial rate) มีความสำคัญต่อการอบแห้งผลผลิตมาก เพราะจะเป็นตัวพาความชื้นออกสู่บรรยากาศภายนอก จึงควรเลือกใช้ปริมาณอากาศที่เหมาะสมกับการอบแห้ง ถ้าปริมาณการไหลของอากาศมาก จะให้เวลาในการอบแห้งเพื่อให้ได้ความชื้นที่ต้องการน้อย แต่ถ้าปริมาณการไหลของอากาศน้อยก็ต้องใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้นมาก

2.4.4 ความชื้นเริ่มต้นของผลผลิต (Original moisture content) ผลผลิตที่มีความชื้นเริ่มต้นสูง ต้องใช้ เวลาในการอบแห้งนาน ถ้าความชื้นเริ่มต้นของผลผลิตต่ำ การทำแห้งจะใช้เวลาสั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องอบแห้ง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องอบแห้งที่สามารถลดความชื้นสูง ๆ ได้ โดยใช้เวลาสั้น ประมาณ 2-3 นาที

2.4.5 ความชื้นสุดท้ายหรือความชื้นที่ต้องการของผลผลิต (Final moisture content) ถ้าความชื้นสุดท้ายของผลผลิตที่ต้องการสูง จะต้องใช้เวลาในการอบแห้งสั้น ถ้าความชื้นสุดท้ายต่ำก็จะต้องใช้เวลาในการอบแห้งนาน เมล็ดพืชที่อยู่ใกล้ทางเข้าของอากาศร้อนที่ใช้อบแห้ง เมล็ดจะมีอุณหภูมิ ถึงจุดที่ต้องการเร็วกว่าผลผลิตที่อยู่ไกลออกไป เช่น ในการอบเมล็ดด้วยถังอบที่ให้อากาศเข้าทางก้นถัง เมล็ดที่บริเวณก้นถังจะแห้งเร็วกว่าเมล็ดที่อยู่บริเวณปาก ซึ่งห่างทางเข้าของอากาศมากกว่า และที่บริเวณปากถังจะมีความชื้นสูงกว่า เนื่องจาก การกลั่นตัวของไอน้ำที่เมล็ดคายออกให้กับอากาศด้วย นอกจากนี้การอบแห้งโดยใช้อากาศร้อนจะทำให้ผลผลิตถึงอุณหภูมิที่ต้องการเร็วกว่าการใช้อากาศธรรมดาด้วย ดังนั้นความชื้นจึงลดลงได้ดีกว่า

2.4.6 ชนิดของเครื่องอบแห้ง (Type of Dryer) เครื่องอบแห้งแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับความชื้นที่แตกต่างกัน เช่น เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์เบด เหมาะกับข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูง ๆ ส่วนเครื่องอบแห้ง แบบ LSU มีความเหมาะสมกับเมล็ดพืชที่มีความชื้นต่ำลงมา

2.5 โครงสร้างต้นทุน

2.5.1 โครงสร้างต้นทุนเฉลี่ย

ในการลงทุนเครื่องอบลดความชื้น สิ่งที่สำคัญในการพิจารณา ได้แก่ องค์ประกอบของต้นทุน และปริมาณการทำงานของเครื่องอบต้นทุน ในรอบ 1 ปี ถ้าเครื่องอบทำงานเพิ่มมากขึ้น ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยจะลดต่ำลง เนื่องจากองค์ประกอบของต้นทุนคงที่ โครงสร้างต้นทุนเฉลี่ยแบ่งออก 3 ชนิด(**ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร)** คือ

(1) ต้นทุนทั้งหมดต่อปี

(2) ต้นทุนต่อชั่วโมงการทำงานของเครื่องอบฯ

(3) ต้นทุนต่อตันข้าวเปลือก

ต้นทุนทั้ง 3 ชนิดนี้ จะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับการทำงานของเครื่องอบฯ ในแต่ละขนาดที่ศึกษา ทั้งนี้โครงสร้างของต้นทุน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ประกอบด้วย

(1) ค่าเสื่อมเครื่องอบฯ และอุปกรณ์

(2) ค่าเสื่อมราคาโรงเรือน

(3) ค่าเสียโอกาสเงินทุนของเครื่องอบ

(4) ค่าเสียโอกาสเงินทุนของโรงเรือน

(5) ค่าใช้ที่ดิน (ค่าเช่าที่ดินต่อปีของที่ดินทำการเกษตร)

ในการคำนวณ ค่าเสื่อมราคา และค่าเสียโอกาสของเครื่องอบ และโรงเรือนคลุม มีสูตรการคำนวณทางคณิตศาสตร์ดังนี้

(1) ค่าเสื่อมราคา ในการศึกษานี้ จะคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight Line Depreciation) เป็นวิธีการคำนวณค่าเสื่อมราคาของทรัพย์สิน ในที่นี้ได้แก่ เครื่องอบลดความชื้นและโรงเรือนคลุม โดยใช้เวลาหรืออายุการใช้งานมาคำนวณ มีวิธีการดังนี้

กำหนดให้

P = มูลค่าแรกซื้อหรือต้นทุนของทรัพย์สินที่ซื้อมา

L = มูลค่าสุดท้ายเมื่อหมดอายุ หรือมูลค่าซาก (Salvage Value)

N = จำนวนอายุของเครื่องอบ (ปี)

$$\text{ดังนั้น ค่าเสื่อมราคาต่อปี} = \frac{P-L}{N}$$

ซึ่งการคิดค่าซากในที่นี้ โดยการสอบถามจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งได้ทำการสัมภาษณ์จากเจ้าของโรงสีที่ซื้อเครื่องอบ และบริษัทผู้ผลิต สรุปว่า กำหนดให้เท่ากับ 10 % ของมูลค่าเครื่องอบฯ หรือ โรงเรือน และกำหนดให้มีอายุการใช้งาน 10 ปี เช่นเดียวกัน

(2) ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน โดยคำนวณจากมูลค่าเฉลี่ยของทรัพย์สินด้วยอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ เวลาที่ศึกษา

$$\text{มูลค่าเฉลี่ยของอุปกรณ์} = \frac{\text{มูลค่าแรกซื้อ} + \text{มูลค่าซาก}}{2}$$

ดังนั้น ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน = มูลค่าเฉลี่ย x อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ (3.5 %)

(3) ค่าใช้ที่ดิน จากการสอบถามจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในการคิดค่าใช้ที่ดินผลสรุปว่า จะคิดจากการประเมินค่าเช่าที่ดินต่อปีของที่ดินทำการเกษตร โดยกำหนดให้ ค่าเช่าที่ดินต่อไร่ เท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ ของราคาที่ดิน 1 ไร่ แล้วผู้ทำการวิจัยก็ได้สำรวจข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เป็นปัจจุบันมากขึ้น โดยการสอบถามจากราคาที่ดินของผู้ประกอบการ ซึ่งราคาที่ดิน

ประมาณไร่ละ 1,000,000 บาท คิดค่าเช่าที่ดิน ปีละ 10,000 บาท สำหรับเครื่องอบขนาดเล็ก จะใช้ที่ดินประมาณ 1งาน คิดค่าที่ดินประมาณ 250,000 บาท

ข. ต้นทุนผันแปร เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปีของการดำเนินงาน หรือการใช้เครื่องอบลดความชื้น ซึ่งประกอบด้วย

(1) ค่าเชื้อเพลิง เครื่องอบแบบ Columnar คิดเชื้อเพลิงเป็นน้ำมันดีเซล โดยคิดค่าการใช้น้ำมันดีเซลเป็น 13.5 บาท/ลิตร ส่วนเครื่อง อบแบบ LSU และ แบบ Fluidized Bed จะคิดเชื้อเพลิงเป็นแกลบ โดยคิดค่าการใช้แกลบเป็น 0.5 บาท / กิโลกรัม

(2) ค่าไฟฟ้า คิดค่าไฟฟ้า 2.4 บาท/หน่วย

(3) ค่าแรงงาน คิดค่าจ้างแรงงาน โดยคิด 150 บาท/วัน/คน กำหนดให้ 1 เดือน ทำงาน สำหรับเครื่องอบที่มีอัตราการผลิตต่ำ กำหนดให้ทำงานใน 1 วันมี 3 กะ กะละ1 คน คิดค่าจ้างแรงงานเป็น 450 บาท/วัน หรือ 11,250 บาท/เดือน ส่วนเครื่องอบที่มีอัตราการผลิตสูง กำหนดให้ทำงานใน 1 วันมี 3 กะ กะละ 2 คน คิดค่าจ้างแรงงานเป็น 900 บาท/วัน หรือ 22,500 บาท/เดือน

(4) ค่าดูแลรักษาและซ่อมแซมเครื่องอบ โดยการสอบถามจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่ซึ่งได้ทำการสัมภาษณ์จากเจ้าของโรงสีที่ซื้อเครื่องอบ และบริษัทผู้ผลิต สรุปว่า จะประมาณการค่าซ่อมและค่าดูแลรักษาต่อปีตลอดอายุการทำงานของเครื่องอบ เท่ากับ 5 % ของมูลค่าเครื่องอบ

(5) ค่าดูแลรักษาและซ่อมแซมโรงเรือน โดยการสอบถามจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่ซึ่งได้ทำการสัมภาษณ์จากเจ้าของโรงสีที่ซื้อเครื่องอบ และบริษัทผู้ผลิต สรุปว่า ค่าดูแลรักษาและซ่อมแซมโรงเรือน โดยกำหนดให้เท่ากับ 2 % ของมูลค่าโรงเรือน

(6) ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน มีสูตรในการคำนวณดังนี้

ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนต่อปี = ต้นทุนผันแปร x อัตราดอกเบี้ยฝากประจำเท่ากับ 3.5 %

(7) ต้นทุนทั้งหมดเฉลี่ยต่อปี (TC) มีสูตรดังนี้

TC = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร

(8) ต้นทุนเฉลี่ยต่อชั่วโมง มีสูตรดังนี้

$$\text{ต้นทุนเฉลี่ยต่อชั่วโมง} = \frac{\text{ต้นทุนทั้งหมดต่อปี}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อปี}}$$

(9) ต้นทุนต่อตัน มีสูตรดังนี้

$$\text{ต้นทุนต่อตัน} = \frac{\text{ต้นทุนทั้งหมดต่อปี}}{\text{ปริมาณข้าวที่เข้าอบ(ตัน/ปี)}}$$

2.5.2 วิธีการวิเคราะห์ต้นทุนรวม (Total Cost)

องค์ประกอบของต้นทุนที่เกิดจากมูลค่าของเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก อุปกรณ์ และปัจจัยคงทน ซึ่งคิดเป็นมูลค่ารวมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในปีแรก เท่านั้น ซึ่งเรียกว่า ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ส่วนในปีที่ 2 ถึงปีที่ 10 จะเป็นองค์ประกอบของต้นทุนผันแปร (Variable Cost) การศึกษาโครงสร้างของต้นทุนรวม เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนซื้อเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก โดยพิจารณาผลได้ที่เกิดจากการใช้เครื่องอบ การศึกษาผลตอบแทนของเครื่องอบฯ นี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องอบฯ ที่เหมาะสม ข้อมูลต้นทุนที่นำมาวิเคราะห์ ประกอบด้วยข้อมูลต้นทุน 2 ประเภท**(ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร)** ดังนี้

ก. ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ได้แก่

(1) มูลค่าของเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก

(2) มูลค่าของโรงเรือนคลุม

(3) ค่าใช้ที่ดิน

ข. ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) ประกอบด้วย

(1) ค่าเชื้อเพลิง

(2) ค่าไฟฟ้า

(3) ค่าจ้างแรงงาน

(4) ค่าซ่อมแซมดูแลรักษาเครื่องอบลดความชื้น

(5) ค่าซ่อมแซมดูแลรักษาโรงเรือนคลุม

ดังนั้น ต้นทุนรวมในปีที่ 1 = ต้นทุนคงที่รวม + ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนรวมในปีที่ 2 = ต้นทุนผันแปร + ค่าเช่าที่ดินต่อปี

ต้นทุนรวมในปีที่ 3 ถึง 10 คิดเช่นเดียวกับปีที่ 2

2.6 ทฤษฎีทางด้านเศรษฐศาสตร์

2.6.1 ความหมายของเศรษฐศาสตร์ และจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

เศรษฐศาสตร์ คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเลือกหนทางในการใช้ทรัพยากรการผลิต อันมีอยู่อย่างจำกัดสำหรับการผลิตสินค้า และบริการเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อการประหยัดทรัพยากร และเพื่อการรักษาทรัพยากร อาทิ วัสดุ พลังงานที่ใช้โดยสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่มีอยู่จำกัดจึงเกิดความจำเป็นที่จะต้องรู้จักใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อศึกษาจุดคุ้มทุน และผลตอบแทนจากการลงทุนในเชิงเศรษฐกิจ โดยมีทฤษฎีการวิเคราะห์ ดังจะกล่าวต่อไปนี้

2.6.2 ขนาดเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกที่เหมาะสม

(1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NET PRESENT WORTH , NPW)

หมายถึง ผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของผลต่าง ระหว่างผลได้กับต้นทุนตลอดการใช้งานของเครื่องอบลดความชื้น บ่งชี้ถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ ซึ่งอาจจะมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ ขึ้นอยู่กับขนาด (Magnitude) ของโครงการนั้น มีสูตรทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$NPW = \left[\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t}\right] - \left[\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}\right] \quad \text{หรือ}$$

$$NPW = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

โดยที่

t	= จำนวนปีที่ของการใช้งานของเครื่องอบ ลดความชื้น เริ่มตั้งแต่ 1,2,3…10 ปี
n	= อายุของการใช้งานเท่ากับ 10 ปี
B_t	= ผลได้ทั้งหมดของเครื่องอบลดความชื้น ในปีที่ t
C_t	= ต้นทุนทั้งหมดของเครื่องอบลดความชื้น ในปีที่ t
i	=อัตราผลตอบแทนการลงทุนที่ใช้ในการทอนค่า หรืออัตราคิดลด (Discount Rate)

หลักการตัดสินใจ (Decision rule) ที่ว่าโครงการจะมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ และการเงินหรือไม่นั้น ก็ให้ดูที่ NPW คือ เมื่อ NPW > 0 หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโครงการนั้น ๆ มีความเหมาะสมที่จะลงทุนได้ กล่าวคือ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

(2) อัตราส่วนของผลได้ต่อการลงทุน (BENEFIT – COST RATIO, BCR)

อัตราส่วนของผลได้ต่อการลงทุน คือ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ผลประโยชน์จะเกิดขึ้นตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ ถึงแม้ว่าเมื่อการลงทุนโครงการผ่านพ้นไปแล้ว ในขณะที่ต้นทุนในการก่อสร้างจะเกิดขึ้น เฉพาะในช่วงการลงทุนเท่านั้น ส่วนต้นทุนที่อยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซ่อมแซมบำรุงรักษาและลงทุนทดแทนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพจะเกิดขึ้นตลอดช่วงอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ (Economic life or useful life of the project) จากนั้น จึงนำเอากระแสผลประโยชน์และกระแสต้นทุนของโครงการที่ได้ปรับค่าไปตามเวลาหรือคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ดังนี้

$$BCR = \left[\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} \right] / \left[\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} \right]$$

ขนาด (Magnitude) ของ BCR อาจจะมากกว่าหนึ่ง เท่ากับหนึ่ง หรือน้อยกว่าหนึ่งก็ได้ แต่หลักการตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ คือ เมื่อ BCR เท่ากับหนึ่งหรือมีค่ามากกว่าหนึ่ง

การตัดสินใจว่าแต่ละโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจหรือไม่ โดยอาศัยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อการลงทุนเป็นตัวชี้วัดนั้น จะสามารถสรุปผลในแนวทางที่สอดคล้องกันคือ หากว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ เมื่อพิจารณาตัดสินใจด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิแล้ว ก็จะมีความเหมาะสม และคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ เมื่อพิจารณาตัดสินด้วยอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนด้วย อย่างไรก็ตามถ้าจะจัดลำดับในระหว่างโครงการต่าง ๆ โดยอาศัยตัวชี้วัดทั้งสอง นี้ จะไม่สามารถสรุปผลได้ กล่าวคือ การที่โครงการ ก. มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่าโครงการ ข. ก็มิได้หมายความว่าโครงการ ก. จะต้องมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อการลงทุนสูงกว่าโครงการ ข. ในกรณีเช่นนี้ จำเป็นต้องมีวัตถุประสงค์อีกบางประการเพิ่มเข้าไปกับตัวชี้วัดทั้งสอง นี้ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในกระบวนการคัดเลือกโครงการต่อไป

จากการที่ไม่สามารถสรุปผลได้ดังกล่าวข้างนั้น เกิดเนื่องจากอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนไม่ได้บ่งบอกถึงความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของโครงการขนาดใหญ่ ซึ่งให้ผลประโยชน์ในด้านอื่น ๆ มากกว่าโครงการขนาดเล็ก อันทำให้อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อการลงทุนของโครงการขนาดใหญ่ต่ำกว่าโครงการขนาดเล็ก แต่มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการขนาดใหญ่จะมีค่ามากกว่าของโครงการขนาดเล็ก

อย่างไรก็ตาม ถ้าหากมีการเพิ่มเติมวัตถุประสงค์บางประการ เช่น เพื่อที่จะเพิ่มรายได้ และการจ้างงานประชาชาติเข้าไปเป็นเกณฑ์ การคัดเลือกด้วยแล้ว โครงการขนาดใหญ่ก็จะได้รับการคัดเลือก ถึงแม้ว่ามีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนน้อยกว่าก็ตาม

(3) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal rate of return : IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ คือ ผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการ หรือหมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลด ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ ณ จุดนี้ จำเป็นต้องอธิบายเพิ่มเติมถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราดอกเบี้ยกับขนาดของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ถ้าอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการคิดลดแล้วทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ค่าเป็นบวก อัตราดอกเบี้ยระดับใหม่ที่สูงกว่าจะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าที่ลดลง และลดลงต่อไปตราบเท่าที่อัตราดอกเบี้ยยังคงเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ในท้ายที่สุดจะมีอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์พอดี ซึ่งก็คือ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เมื่อกำหนดให้ R เท่ากับ IRR แล้ว ค่าของ R จะสามารถหาได้จากการแก้สมการข้างล่างนี้

$$NPW = 0$$

$$NPW = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

หลักการตัดสินใจว่าโครงการมีความคุ้มค่าน่าลงทุนทางด้านเศรษฐกิจ ก็คือเมื่อ IRR (EIRR : Economic internal rate of return) มีค่าสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเฉพาะ หรือค่าเสียโอกาสของทุน

การกำหนดค่า IRR (Determination of IRR) หรือการหาอัตราคิดลดซึ่งทำให้ NPW มีค่าเท่ากับศูนย์นั้นสามารถหาได้จาก 2 วิธีด้วยกัน คือ

(1) โดยแทนค่าแบบลองผิดลองถูก (Trial and error)

จากสูตร $NPW = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$

ดังนั้น r ในสูตร คือ IRR

(2) วิธีการ Interpolation

จะมีอยู่ 2 วิธี คือ วิธีทางเลขคณิต(Arithmetically) และวิธีทางกราฟ (Graphically) แต่ในที่นี้จะใช้วิธีทางเลขคณิต เท่านั้น ซึ่งเป็นการคำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราคิดลดกับ NPW คือ อัตราคิดลดตัวต่ำกว่า (Lower discount rate : r_L) จะทำให้ NPW มีค่าเป็นบวก ส่วนอัตราคิดลดตัวสูงกว่า (Upper discount rate : r_U) จะทำให้ NPW มีค่าเป็นลบ ดังสูตรต่อไปนี้

$$IRR = r_L + (r_U + r_L)\left[\frac{NPW_L}{NPW_L - NPW_U}\right]$$

โดยที่ NPW_L หมายถึง NPW ของ r_L

$NP\,W_L$ หมายถึง NPW ของ r_L

(4) จุดคุ้มทุน (BREAK EVEN POINT)

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-even point Analysis) นับได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ โดยสถาบันการเงินจะใช้การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน เพื่อดูปริมาณของสินค้าหรือบริการที่ธุรกิจจำหน่ายออกไปแล้วว่า มีผลทำให้รายได้เท่ากับต้นทุนของสินค้า หรือบริการรวมกับค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นที่ได้จ่ายออกไป

ประเด็นของการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน จะให้ประโยชน์ต่อสถาบันการเงินในการวิเคราะห์ความสามารถในการทำกำไร โดยพิจารณาจาก กำลังการผลิตสูงสุดของกิจการ หากจุดคุ้มทุนอยู่ ณ จุดที่กิจการยังมีกำลังการผลิตเหลืออยู่ กำลังการผลิตส่วนที่เหลืออยู่จะเป็นส่วนของกำไรที่กิจการจะได้รับ

นอกจากการทราบความสามารถในการทำกำไรสูงสุดจากกิจการแล้ว จุดคุ้มทุนยังสามารถให้คำตอบในเรื่องของความเป็นไปได้ของโครงการ เมื่อเทียบกับการประเมินสถานการณ์ทางการตลาดว่า จุดคุ้มทุนดังกล่าวมีความเป็นไปได้ทางการตลาดหรือไม่

โดยหลักการทางทฤษฎีจุดคุ้มทุน มีสูตรการคำนวณหาดังนี้

$$Q = \frac{F}{P - V}$$

โดยที่ Q คือ ปริมาณการขาย / ผลิต ณ จุดคุ้มทุน

F คือ ค่าใช้จ่ายคงที่

P-V คือ กำไรผันแปรต่อหน่วย

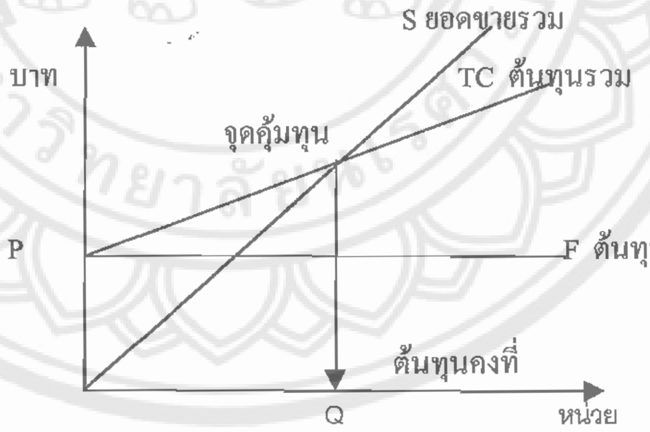
ต้นทุนคงที่ (F) คือ ต้นทุนคงที่และไม่ผันแปรไปตามยอดขายของกิจการ หรือกล่าวได้ว่า กิจการจะผลิตสินค้าหรือไม่ก็ตาม หากกิจการยังเปิดดำเนินการอยู่ ต้นทุนคงที่นี้จะต้องจ่ายออกไปเพื่อการผลิต ตัวอย่างต้นทุนคงที่ ได้แก่ ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบริหาร ค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน เงินลงทุนในเครื่องจักร และอุปกรณ์ เป็นต้น

ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย (V) คือ ต้นทุนที่แปรผันตามยอดขายของกิจการ ซึ่งต้นทุนดังกล่าวนี้ก็คือ ต้นทุนสินค้าขาย ซึ่งปรากฏในงบกำไรขาดทุนของกิจการ ต้นทุนผันแปรนี้ ได้แก่ วัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อการผลิตสินค้า ค่าใช้จ่ายในการขาย เป็นต้น

สำหรับราคาสินค้า (P) และปริมาณการขาย (Q) ก็คือ ราคา และปริมาณขายที่ทำให้กิจการเข้าสู่จุดคุ้มทุน

นอกเหนือจากการเข้าใจความหมายของจุดคุ้มทุนทางทฤษฎีแล้ว การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน เพื่อบอกให้ทราบว่า กิจการจะต้องมียอดขายเท่าไร จึงจะทำให้กิจการสามารถ มีรายได้คุ้มกับค่าใช้จ่ายทุกประเภทของกิจการ (ไม่คำนึงถึงเงินลงทุนตอนเริ่มต้น)

สูตรการคำนวณจุดคุ้มทุนข้างต้น สามารถเขียนเป็นกราฟ เพื่อความเข้าใจได้ดังนี้



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน

เงื่อนไขที่ใช้ในการตัดสินใจลงทุนใช้เครื่องอบลดความชื้นคือ

1. BCR $\geq$ 1
2. NPW $\geq$ 0
3. IRR $\geq$ อัตราดอกเบี้ยการลงทุนที่กำหนด (i) หรือค่าเสียโอกาสเงินลงทุน (Opportunity Cost of Capital หรือ OCC)

2.7 โครงสร้างผลได้

ในการคิดทางด้านธุรกิจของเครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก มีวิธีคิดหักลดข้าวเปลือก อยู่ 2 วิธี คือ คิดหักลดตาม % การลดความชื้นของข้าวเปลือก และคิดหักลดตามน้ำหนักของข้าวเปลือก ในการวิจัยนี้จะคิดหักลดตาม % การลดความชื้นของข้าวเปลือก

2.7.1 กำหนดอัตราค่าจ้างอบข้าว

ผลได้จากการใช้เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือก คิดจากค่าจ้างอบที่คิดเป็นตัวเงินตามเปอร์เซ็นต์หักลดความชื้น ในการศึกษาวิจัยนี้ เพื่อกำหนดค่าจ้างอบข้าวที่เหมาะสม กับผู้ประกอบการ และเกษตรกรผู้ใช้ จึงได้กำหนดค่าจ้างอบข้าวที่คิดตามเปอร์เซ็นต์หักลดความชื้นหลาย ๆ ระดับดังนี้

(1) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 10 บาท/ตัน/%ความชื้น

(2) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 20 บาท/ตัน/%ความชื้น

(3) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 30 บาท/ตัน/%ความชื้น

(4) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 40 บาท/ตัน/%ความชื้น

(5) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 50 บาท/ตัน/%ความชื้น

2.7.2 หลักเกณฑ์การคิดผลได้จากการอบข้าวเปลือกเฉลี่ย

หลักเกณฑ์การคิดผลได้จากการอบข้าวเปลือกเฉลี่ย โดยกำหนดเงื่อนไข (Assumsion) ในการคิดเปอร์เซ็นต์การลดความชื้นข้าวเปลือก คือ คิดจากค่าเฉลี่ยจากความชื้นของข้าวเปลือก ที่เกษตรกรนำเข้ามาอบในโรงสี ซึ่งเฉลี่ยเท่ากับ 22 % และทำการหักลดเปอร์เซนต์ความชื้น ให้มาอยู่ในระดับความชื้นมาตรฐานที่ 15 % (เฉลี่ยหักลดประมาณ 7 % ความชื้นข้าวเปลือก) ดังนั้นผลได้จากการอบข้าวเปลือกของผู้ประกอบการจะเป็นดังนี้

(1) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 10 บาท/ตัน/%ความชื้น คิดเป็นผลได้เท่ากับ 70 บาท / ตัน

(2) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 20 บาท/ตัน/%ความชื้นคิดเป็นผลได้เท่ากับ 140 บาท / ตัน

(3) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 30 บาท/ตัน/%ความชื้นคิดเป็นผลได้เท่ากับ 210 บาท / ตัน

(4) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 40 บาท/ตัน/%ความชื้นคิดเป็นผลได้เท่ากับ 280 บาท / ตัน

(5) ค่าจ้างอบข้าวเปลือกที่ 50 บาท/ตัน/%ความชื้นคิดเป็นผลได้เท่ากับ 350 บาท / ตัน