



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย

สาขา

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

ภาควิชา

เรื่อง การวิเคราะห์อันตราย และการควบคุมจุดวิกฤต ของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว

Analysis of Danger and Critical Points Control of Reclassifying Rice Mill

นามผู้วิจัย ร้อยโทภากร ชังประภากร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รศ.ดร.อาจารย์เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ, Ph.D.)

กรรมการ

(รศ.ดร.อาจารย์ชัชวาลย์ ศรีนพคุณ, Ph.D.)

กรรมการ

(รศ.ดร.อาจารย์ชวลิต กิตติชัยการ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนนต์ วงษ์เกษม, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รศ.ดร.อาจารย์วินัย อางคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 8 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์อันตราย และการควบคุมจุดวิกฤต ของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว

Analysis of Danger and Critical Points Control of Reclassifying Rice Mill

โดย

ร้อยโทภากร ยังประภากร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1685-6

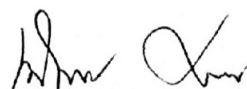
ภากร ยังประกาศ, ร้อยโท 2549: การวิเคราะห์อันตราย และการควบคุมจุดวิกฤตของ
โรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)
สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ, Ph.D. 173 หน้า
ISBN 974-16-1685-6

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตภาคเกษตรกรรมเป็นหลัก ซึ่งมีการส่งออกอาหารมาก
เป็นอันดับที่ 4 ของโลก โดยเฉพาะข้าวที่เป็นสินค้าส่งออกหลักของประเทศไทย ดังนั้นมาตรฐาน
และคุณภาพการผลิตจึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งต่อความเชื่อมั่นของสินค้าอาหารที่ผลิตจากประเทศ
ไทย กระบวนการผลิตข้าวในประเทศนั้น ปัจจุบันยังมิได้ให้ความสำคัญกับการควบคุมความ
ปลอดภัยในกระบวนการผลิตเท่าที่ควร แม้ว่ากระบวนการผลิตข้าวจะมีแนวโน้มที่จะก่ออันตราย
ปนเปื้อนไปสู่ผู้บริโภคได้ถ้าปราศจากการควบคุมการผลิตที่มีประสิทธิภาพ การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้
จึงมีแนวความคิด การนำระบบ HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) มา
ประยุกต์ใช้ในการควบคุมความปลอดภัย ในกระบวนการผลิตของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว มี
วัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตในโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ศึกษามาตรการป้องกัน
อันตรายของระบบ วิเคราะห์หาจุดวิกฤตในกระบวนการผลิต และศึกษาความปลอดภัยของอาหาร
ด้านกายภาพและชีวภาพ

ผลการศึกษาพบว่าจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมมี 2 จุด คือ ขั้นตอนการวัดความชื้นและการอบ
และขั้นตอนการคัดแยกข้าวสารด้วยเครื่องคัดแยกสี เมื่อได้จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมแล้ว ก็ทำการ
กำหนดค่าวิกฤตเพื่อการควบคุมจุดวิกฤตที่ตรวจพบ และกำหนดวิธีการเฝ้าระวังและความเบี่ยงเบน
ที่อาจเกิดขึ้นในจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ภากร ชวลิตภกร

ลายมือชื่อนิติ



ลายมือชื่อประธานกรรมการ

1 / พค. / 2549

Pakorn Youngprapakorn, Lt. 2006: Analysis of Danger and Critical Points Control of Reclassifying Rice Mill. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Penjit Srinophakun, Ph.D. 173 pages.
ISBN 974-16-1685-6

From past up to present, Thailand has always been an important agricultural producer to the world export, up to the 4th rank of the world food exporters, renowned and especially the Rice sector of the world market share. Therefore, Safety Standard and Quality of the product are the two major keys to the liability of the consumers at the rest of the world. However, in Thailand, Ricing process has not yet been raised up to meet with the preferable standard & quality as it should have; the foreseen hazards may disguise and unsafely contaminate to consumers eventually if there are any hidden critical points or errors occur during the process in the Rice Mill. This experimental thesis is mainly focused on how to apply the HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) model and theory to fit with the reclassifying Rice Mill at its best safety, aimed at researching the production process and analyzing the unseen hazards, misleading critical point of the production process as well as seeking for the best quality and safety standard of rice physically and biologically. As a result, there have been 2 shown errors which are Humidity test & Drying Process and Rice Reclassification with Color Sorter step. After studies & research, evaluate and determine the found critical points with the new observation of deviation which may occur during the process to serve the safety standard for the sake of the consumers.



Student's signature



Thesis Advisor's signature

1 / 05 / 2006

กิตติกรรมประกาศ

การสำเร็จของงานทุกอย่างต้องอาศัยความร่วมมือ ร่วมแรงจากหลายๆ ฝ่ายประกอบกัน เช่นเดียวกับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ที่มีความสำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ประธานกรรมการที่ปรึกษา กรรมการวิชาเอก กรรมการวิชาการ และความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่คอยให้กำลังใจ ความช่วยเหลือ คำปรึกษา คำแนะนำ มาตลอดระยะเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ธงไชย ศรีนพคุณ กรรมการวิชาเอก และ รศ.ดร.ชวลิต กิตติชัยการ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ การทำงานวิจัยในครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล จากบุคลากรของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ตัวอย่าง จึงขอขอบคุณที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำด้วยดีตลอดการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณอาอภิมรย์ และพี่ชาย ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่สำคัญมาโดยตลอด และขอบคุณ ร.ท.(หญิง)จิตรลดา ที่คอยเป็นกำลังใจ และช่วยเหลือตลอดมาจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ภากร ยังประภากร

เมษายน 2549

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	86
ผลการทดลอง	91
สรุป	127
ข้อเสนอแนะ	128
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	129
ภาคผนวก	133
ภาคผนวก ก ข้อมูลทั่วไป	134
ภาคผนวก ข มาตรฐานข้าวหอมมะลิ พ.ศ. 2544	147
ภาคผนวก ค การชักตัวอย่างข้าว	149
ภาคผนวก ง วิธีวิเคราะห์	151
ภาคผนวก จ หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการรับรอง ระบบการวิเคราะห์อันตราย และจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร	155
ภาคผนวก ฉ คำขอรับการรับรองระบบ HACCP	165
ภาคผนวก ช ตัวอย่างใบรับรองระบบ HACCP	167
ภาคผนวก ซ รูปแบบและวิธีแสดงเครื่องหมายรับรองระบบ HACCP	169
ภาคผนวก ฌ ภาพแสดงอันตรายที่พบจากระบวนการผลิต	171

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายบางชนิดรวมทั้งลักษณะอันตรายที่เกิดจากแบคทีเรียเหล่านี้	6
2	ค่า a_w ต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ (Pathogen) และจุลินทรีย์อื่นๆ บางชนิด	8
3	อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่ำสุดและสูงสุดสำหรับการเจริญของเชื้อกลุ่มต่าง ๆ	9
4	อุณหภูมิต่ำสุดที่แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคเจริญเติบโตได้	10
5	ระยะเวลาในการแบ่งตัวของเชื้อ <i>Excherichia Coli</i> ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	10
6	ระยะเวลาในการแบ่งตัว (Generation time) ของ <i>Listeria Monocytogenes</i> ในอาหารประเภทต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	11
7	ระยะเวลาในการแบ่งตัว (Generation time) ของ <i>Clostridium Perfringens</i> ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	11
8	จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและปริมาณที่ก่อให้เกิดโรค	12
9	PH ต่ำสุดและสูงสุดที่จุลินทรีย์ต่าง ๆ เจริญเติบโตได้ดี	13
10	ค่า PH ที่เหมาะสมของการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค	14
11	การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ตามระยะเวลาเมื่อจุลินทรีย์นั้น มีระยะเวลาในการแบ่งตัวประมาณ 30 นาที	15
12	พาราไซต์ที่ก่อให้เกิดอันตรายในอาหาร	16
13	ตัวอย่างไวรัสบางชนิดที่อาจเป็นอันตรายต่อ	17
14	ตัวอย่างการปนเปื้อนสารเคมีในอาหารที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ	19
15	ตัวอย่างสารเคมีที่เติมลงในอาหารซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายหากมีการใช้อย่างไม่เหมาะสม	19
16	ตัวอย่างสารเคมีที่ปนเปื้อนในอาหารโดยไม่เจตนา	21
17	ตัวอย่างของอันตรายจากการปนเปื้อนสารเคมีที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร	21
18	เปรียบเทียบลักษณะของเครื่องขนย้าย 4 ลักษณะ	44
19	ระดับความรุนแรงของอันตราย	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์	92
21	การประเมินอันตรายของการผลิตข้าวสารบรรจุถุงของโรงงานตัวอย่าง	107
22	มาตรการป้องกันอันตราย	108
22	การกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม	110
24	การกำหนดค่าวิกฤตในแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม	121
25	การเฝ้าระวังในแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม	122
26	การกำหนดวิธีการแก้ไขสำหรับการเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้น	123
27	ข้อเสนอเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต	124

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลำดับขั้นตอนในการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP	25
2	HACCP Decision Tree	26
3	สูตรทางเคมีของ 2-เอซีทิล-1-ไพร์รอลีน	31
4	ลูกหิน ที่ใช้ในโรงสีตู้และโรงสีแบบลูกหิน	35
5	เครื่องสีข้าวแบบหิน โม่	36
6	เครื่องขัดข้าวแบบหินกากเพชร	36
7	เครื่องสีแบบแอนเจลเบิร์จ	43
8	กระพ้อลำเลียง	45
9	สายพานลำเลียง	46
10	สกรูลำเลียง	47
11	ระบบขนย้ายด้วยลม	48
12	เครื่องทำความสะอาดด้วยลมเป่าและตะแกรงโยกระบบปิด	49
13	เครื่องทำความสะอาดด้วยลมเป่า และลูกกลิ้งตะแกรงหมุน	50
14	เครื่องแยกก้อนหินแบบญี่ปุ่น	51
15	แม่เหล็ก (สีดำ) ติดกับตัวเครื่องทำความสะอาดลักษณะต่าง ๆ กัน	51
16	เครื่องกะเทาะเปลือกแบบหิน โม่	52
17	เครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งหรือสายพานขงหมุน	53
18	เครื่องแยกแกลบด้วยลมดูด	54
19	เครื่องแยกแกลบร่วมกับตะแกรงร่อน (แบบเซอร์มัน)	55
20	เครื่องแยกแกลบร่วมกับเครื่องกะเทาะแบบลูกกลิ้งยาง	56
21	เครื่องแยกแกลบด้วยลมเป่าระบบปิด	56
22	เครื่องแยกข้าวกล้องจากข้าวเปลือก	57
23	หลักการขัดข้าวกล้อง	58
24	เครื่องขัดข้าวแนวตั้งแบบชุดผิวเมล็ดข้าว	59
25	เครื่องขัดข้าวแนวนอน	59
26	เครื่องขัดมันแบบแนวตั้ง	60
27	เครื่องขัดมันแบบแนวนอน	61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	ขนาดของเมล็ดข้าว	63
29	เครื่องคัดขนาดโดยใช้ความหนาของเมล็ดข้าว	64
30	เครื่องคัดขนาดโดยใช้ความหนาและกว้างของเมล็ดข้าวแบบตะแกรงเป็นช่อง	65
31	เครื่องคัดขนาดโดยใช้รูปร่างและความยาวร่องของเครื่อง	66
32	เครื่องคัดขนาดด้วยตะแกรงโยก	67
33	เครื่องแยกสีเมล็ดข้าว	68
34	เครื่องผสมข้าวด้วยปริมาตร	69
35	แผนภูมิกิจกรรมการวิเคราะห์	83
36	โรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ตัวอย่าง	91
37	หลุมบรรจุข้าว ชุดกระป๋องลำเลียงและโซโล	94
38	แผนภูมิกระบวนการผลิตข้าวสาร	95
39	ผังกระบวนการผลิตของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว	96
40	เครื่องวัดความชื้นสำหรับเมล็ดข้าว	97
41	กระบวนการอบลดความชื้นข้าว	97
42	กระบวนการผสมข้าวสาร	98
43	กระบวนการสะอาดและคัดแยกสิ่งสกปรก	99
44	กระบวนการคัดแยกสิ่งเจือปน โดยแยกจากขนาด	99
45	กระบวนการขัดมัน	100
46	ท่อลมซึ่งใช้ในการส่งลมเข้าสู่กระบวนการ	101
47	ตะแกรงเหล็ยคัดแยก	101
48	กระบวนการคัดแยกด้วยตะแกรงกลม	102
49	เครื่องคัดแยกสี (ด้านหน้า) และเครื่องคัดแยกสี (ด้านหลัง)	104
50	รายละเอียดการทำงานของเครื่องคัดแยกสี	105
51	เครื่องคัดแยกสีที่ใช้ในโรงปรับปรุงคุณภาพตัวอย่าง	105
52	ชุด Air Compressor และ Air Dryer ซึ่งใช้ร่วมกับเครื่องคัดแยกสี	106
53	การเก็บและบรรจุข้าวสาร	106
54	การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 โดยใช้ Decision Tree	112

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
55	การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 โดยใช้ Decision Tree	113
56	การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3 โดยใช้ Decision Tree	114
57	การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 4 โดยใช้ Decision Tree	115
58	การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 5 โดยใช้ Decision Tree	116
59	การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 6 โดยใช้ Decision Tree	117
60	การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 7 โดยใช้ Decision Tree	118
61	การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 8 โดยใช้ Decision Tree	119
62	การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 9 โดยใช้ Decision Tree	120
ภาพผนวกที่		
ช1	เครื่องหมายรับรองระบบ HACCP	170
ฉ1	สิ่งปนเปื้อนทางกายภาพ	172
ฉ2	สิ่งปนเปื้อนทางกายภาพ ประเภทโลหะ ซึ่งปะปนมากับเมล็ดข้าว และเศษจากกระบวนการ	172
ฉ3	สิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพ ประเภทแมลง ซึ่งเกิดขึ้นจากเศษของ กระบวนการจัดมัน	173

การวิเคราะห์อันตราย และการควบคุมจุดวิกฤต ของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว

Analysis of Danger and Critical Points Control of Reclassifying Rice Mill

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตภาคเกษตรกรรมเป็นหลัก ซึ่งมีการส่งออกอาหารมากเป็นอันดับที่ 4 ของโลก โดยเฉพาะข้าวสารที่เป็นสินค้าส่งออกหลักของประเทศไทย (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2544) ดังนั้นการควบคุมคุณภาพของข้าวสารให้เป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้านับเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องให้ความสำคัญไม่น้อยกว่าการเพิ่มผลผลิต โดยเฉพาะในสภาวะปัจจุบันซึ่งมีการเปิดการค้าเสรีระหว่างประเทศด้วยแล้ว เรื่องของคุณภาพ และ ความปลอดภัย ยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นอีกเท่าตัว เพราะไม่เพียงแต่ตลาดการค้าต่างประเทศจะมีการแข่งขันสูงเท่านั้น หากยังต้องเผชิญหน้ากับการกีดกันทางการค้าที่ออกมาในรูปแบบของมาตรฐานควบคุมความปลอดภัยทางด้านอาหาร หรือ Food Safety ของประเทศคู่ค้าที่สำคัญอย่างสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และสิงคโปร์ เป็นต้น อีกด้วย

ความปลอดภัยของอาหารมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้บริโภค ผู้ผลิต และหน่วยงานหรือองค์กรของรัฐที่เกี่ยวข้องกับอาหาร เนื่องจากการบริโภคหรือสัมผัสกับอาหารที่มีการปนเปื้อนอาจทำให้เกิดความเจ็บป่วย กรณีเช่นนี้ย่อมสร้างความเสียหายให้ทั้งผู้บริโภค ผู้ผลิตและความเชื่อมั่นของประเทศชาติโดยรวมและผลิตภัณฑ์ข้าวสารเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งต่อการบริโภคภายในประเทศและการส่งออกไปยังต่างประเทศ ผลิตภัณฑ์ข้าวสารที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภคนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตที่ดีมีประสิทธิภาพของแต่ละโรงงานแล้ว ยังขึ้นอยู่กับ การควบคุมสถานะของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในค่าที่กำหนด เพื่อสามารถเก็บรักษาได้นาน ไม่เกิดสิ่งไม่พึงปรารถนา เช่น เชื้อรา แมลง ต่างๆ และไม่เสื่อมสภาพก่อนกำหนด ตัวอย่างเช่น ผู้ส่งออกข้าวแห่งหนึ่งในประเทศไทย ได้ส่งออกข้าวสารบรรจุถุงไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา แต่การตรวจสอบและควบคุมสถานะของข้าวสารบรรจุถุงเหล่านั้นทำให้เมื่อสินค้าถูกส่งไปถึงด่านตรวจสินค้าเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา แล้วปรากฏว่าตรวจพบเชื้อราเนื่องจากความชื้นของเมล็ดข้าวสูง ทำให้สินค้าชุดนั้นไม่สามารถผ่านเข้าประเทศสหรัฐอเมริกาได้ ทำให้ผู้ส่งออกข้าวสารรายนั้นสูญเสียเงินนับสิบล้านบาท และเหนือสิ่งอื่นใดทำให้ความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์อาหารจากประเทศไทยต่อประเทศคู่ค้าเสียไป ดังนั้นจึงสมควรพิจารณาศึกษาการนำระบบ HACCP (hazard

analysis and critical control points) มาใช้ในโรงงานปรับปรุงคุณภาพข้าว ด้วยการนำเอาหลักการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม มาใช้ในการปฏิบัติ ตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบ กระบวนการปรับปรุงวัตถุดิบจนเป็นผลิตภัณฑ์ จนถึงการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการประกันความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์ก่อนการจำหน่าย ซึ่งในปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมอาหารหลายโรงงานได้ดำเนินการจนประสบความสำเร็จ และมีใบรับรองในการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ ทำให้ผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศนิยมบริโภคเพราะมีความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์นั้น ดังนั้นการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร จึงเป็นเรื่องที่ผู้ประกอบการต้องดำเนินการ เพื่อให้มียอดขายและส่วนแบ่งการตลาดมากที่สุด เพราะระบบ HACCP เป็นระบบที่ใช้ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์และระบบนี้มีประสิทธิภาพในการควบคุมกระบวนการผลิตตั้งแต่การรับวัตถุดิบจนกระทั่งได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย เพื่อประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยในการบริโภค (Mortimore and Wallace, 1994)

ในการศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมของโรงงานผลิตข้าวสารเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อใช้ระบบประกันคุณภาพ HACCP เป็นเครื่องมือในการหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Critical Control Point: CCP) และกำหนดค่าวิกฤต (Establish Critical Limit)
2. เพื่อเสนอแนวทางแก้ไขและควบคุมจุดวิกฤตที่ตรวจพบจากการใช้ระบบประกันคุณภาพ
3. เพื่อใช้หลักการของวิศวกรรมความปลอดภัย ในการเสนอแนวทางลดอันตรายที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาโดยใช้มาตรฐานสินค้าข้าวหอมมะลิไทย (กระทรวงพาณิชย์, 2544) เป็นสิ่งกำหนดปัญหา เพื่อวิเคราะห์ กระบวนการผลิตข้าวในขั้นตอนต่างๆ ภายในโรงสีข้าวโดยใช้ข้อมูลจากโรงงานและใช้เอกสารอ้างอิงว่ามีโอกาสเกิดสิ่งปนเปื้อนประเภทใดได้บ้าง
2. ประยุกต์ใช้หลักการ HACCP ในการหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Critical Control Point : CCP) และกำหนดค่าวิกฤต (Establish Critical Limit) เพื่อควบคุมขั้นตอนการผลิตของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าวที่ส่งผลให้เกิดอันตรายในรูปแบบการปนเปื้อนแก่ผู้บริโภค ในขั้นตอนที่เป็นขั้นตอนวิกฤต
3. ใช้หลักวิชาการทางด้านวิศวกรรมความปลอดภัย ในการเสนอแนวทางการแก้ไขและควบคุมจุดวิกฤตที่ตรวจพบจากการใช้ระบบประกันคุณภาพ HACCP เท่านั้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการระบุมাত্রฐานคุณภาพและความปลอดภัยของข้าว ช่วยให้ผู้ประกอบการนำไปสร้างเป็นระบบ ควบคุมคุณภาพความปลอดภัยในการผลิตข้าวสาร และอาจเป็นแนวทางแก่การผลิตสินค้าเกษตรประเภทอื่นที่มีกระบวนการคล้ายกัน
2. ทำให้มีระบบและแนวทางควบคุม ความสะอาดและปลอดภัยในกระบวนการผลิตข้าวสารที่ปลอดภัยต่อทั้งผู้บริโภคและผู้ทำงานในกระบวนการที่ชัดเจน
3. ทำให้ผู้ผลิตสามารถกำหนด ขั้นตอนการผลิตทำให้มีมาตรฐานความสะอาดในการผลิตที่สม่ำเสมอ

การตรวจเอกสาร

1. อันตรายของความปลอดภัยในอาหารและระบบ HACCP

1.1 อันตรายของความปลอดภัยในอาหาร

ในการผลิตอาหารให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภคนั้น ผู้ผลิตจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอันตรายต่าง ๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับผู้บริโภค เพื่อที่จะหาแนวทางหรือมาตรการควบคุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ (The Codex Recommendations on General Principles of Food Hygienem, 1997) ได้นิยามคำว่าอันตราย (Hazard) ไว้ว่า เป็นสิ่งที่มีคุณลักษณะทางชีวภาพ เคมี หรือกายภาพ ที่มีอยู่ในอาหาร หรือสถานะของอาหาร ที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพ ดังนั้นอันตรายของอาหารจึงสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ อันตรายทางชีวภาพ (Biological Hazard) อันตรายเคมี (Chemical Hazard) และอันตรายทางกายภาพ (Physical Hazard) นอกจากอันตรายดังกล่าวทั้ง 3 กลุ่มแล้ว Codex ยังได้ระบุถึงสถานะของอาหารที่ก่อให้เกิดอันตรายทางด้านความปลอดภัยของอาหาร สถานะดังกล่าวนี้ได้แก่ สถานะที่ทำให้จุลินทรีย์ก่อโรค เจริญเติบโตหรือสร้างสารพิษ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์อาหารไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมเป็นเวลานาน สถานะที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของชิ้นส่วนแมลงและสัตว์ อันตรายต่าง ๆ ทั้ง 3 กลุ่ม และสถานะที่อันตรายเหล่านี้สามารถควบคุมได้โดยการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างถูกต้องโดยใช้ระบบ HACCP

1.1.1 อันตรายทางชีวภาพ คือ อันตรายที่เกิดสิ่งมีชีวิตที่ก่อให้เกิดโรคหรือผลที่ไม่ดีต่อสุขภาพ ได้แก่ จุลินทรีย์ ไวรัส และพาราไซต์ ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ อันตรายเหล่านี้มาจากวัตถุดิบ หรือปนเปื้อนจากขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต ผู้ผลิตอาหารจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของอันตรายชีวภาพเหล่านี้และหาแนวทางการควบคุมที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้อันตรายเหล่านี้ปนเปื้อนไปสู่ผู้บริโภค

1.1.1.1 จุลินทรีย์ (Microorganism)

เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องส่องกล้องจุลทรรศน์ จึงจะสามารถมองเห็นได้ จุลินทรีย์กระจายอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา ในดิน น้ำ และอากาศ ในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารซึ่ง ได้แก่ ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ รวมทั้ง

อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการแปรรูปอาหารและตามร่างกายของคนและสัตว์ สำหรับจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องทางด้านอาหารเมื่อแบ่งตามคุณสมบัติและโทษแล้ว แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ กลุ่ม *Cervisiae* ซึ่งนำมาใช้ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่าง ๆ เบเกอร์ยีสต์ (Baker's Yeast) ใช้ผลิตขนมปังและเราในกลุ่ม *Aspergillus* ใช้ในผลิตชีว้เป็นต้น

ก. จุลินทรีย์ที่เป็นโทษต่อมนุษย์ ซึ่งแบ่งออกเป็น

1) จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และเสื่อมคุณภาพ (*Spoilage Microorganism*) จุลินทรีย์ประเภทนี้จะไม่นำมาพิจารณาในการจัดระบบ HACCP เพราะถือว่าเกี่ยวข้องกับทางคุณภาพ อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ประเภท นี้ก็มีผลต่อผู้ผลิตอาหารในเชิงเศรษฐศาสตร์ กล่าวคือทำให้ผู้ผลิตสูญเสียผลิตภัณฑ์ หากกระบวนการควบคุมไม่ดีเพียงพอ

2) จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษ (*Pathogenic Microorganisms*) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการก่อให้เกิดโดยสองทางดังนี้

2.1) การติดเชื้อ (*Infection*) เกิดจากการบริโภคจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *Vibrio Spp*, *Listeria Monocytogenes*, *Campyrobacter Jejuni* เป็นต้น เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้เมื่อเข้าไปในร่างกายจะเจริญเติบโตและก่อปัญหาทางด้านสุขภาพต่าง ๆ กันแล้วแต่ชนิดของเชื้อ เช่น *Vibrio Cholera* ทำให้เกิดอาการท้องร่วงรุนแรง อาเจียน *Listeria Monocytogenes* (ตารางที่ 1) ทำให้เกิดการแท้งบุตรได้ เป็นต้น

2.2.) การบริโภคสารพิษ (*Intoxication*) เกิดจากการบริโภคสารพิษที่จุลินทรีย์สร้างไว้ในอาหารเนื่องจากสภาวะการผลิตอาหารไม่ถูกต้อง เมื่อมนุษย์บริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ก็จะก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพ เช่น การบริโภคสารพิษของเชื้อ *Escherichia Coli* 0157:H7 (เกิดจากการปนเปื้อนจากอุจจาระของคนและสัตว์) ซึ่งทำให้ปวดท้องท้องร่วง การบริโภคสารพิษของเชื้อ *Clostridium Botulinum*, (ซึ่งเกิดจากการฆ่าเชื้อที่ไม่เหมาะสม) จะมีการหายใจติดขัด เห็นภาพซ้อน หัวใจหยุดเต้น และตายได้ การบริโภคสารพิษของเชื้อ *Staphylococcus aureus* (ซึ่งเกิดจากมีการรื้อระหว่างกระบวนการผลิตนานเกินไป) จะมีอาการปวดท้องและอาเจียนรุนแรง หรืออาจมีอาการท้องร่วงตามมาด้วย (ตารางที่ 1) นอกจากนี้การบริโภคสารพิษ *Aflatoxin* จากเชื้อรา *Aspergillus Flavus* เป็นเวลานานจะเกิดโรคมะเร็งในตับ เป็นต้น

ตารางที่ 1 ตัวอย่างของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายบางชนิดรวมทั้งลักษณะอันตรายที่เกิดจากแบคทีเรียเหล่านี้

แบคทีเรีย	ลักษณะของอันตรายและการเจ็บป่วย
<i>Clotridium Botulinum</i> (สร้างสปอร์) (Intoxication)	สร้างสารพิษที่มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้หายใจขัด ตาพร่ามัว สูญเสียความสามารถในการควบคุม และถึงตายได้
<i>Listeria Monocytogrmes</i> (ไม่มีสปอร์) (Infection)	ทำให้เกิดอาการอย่างไข้หวัดอ่อน ๆ สำหรับคนที่มีความต้านทานต่ำอาจเกิดอาการรุนแรงมีการติดเชื้อในเลือด เชื้อหุ้มสมองอักเสบ และแท้งบุตร
<i>Salmonella Spp.</i> (ไม่มีสร้างสปอร์)	ทำให้เกิดอาการต่าง ๆ คือ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง มีไข้และและปวดศีรษะ คนที่มีความต้านทานต่ำอาจถึงตายได้
<i>Staphylococcus Aureus</i> (Intoxication)	สร้างสารพิษที่ทำให้เกิดอาการปวดหัว ปวดท้อง และ อาเจียนอย่างรุนแรง

ที่มา: The National Fisheries Institute (1997 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

ก. อาหาร

จุลินทรีย์เหมือนสิ่งมีชีวิตทั่วไปที่ดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยอาหาร ซึ่งอาหารต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น ข้าว เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ ก็เป็นอาหารที่ดีของจุลินทรีย์เช่นเดียวกัน ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจึงมีจุลินทรีย์อยู่มากมายหลายชนิด ทั้งที่มาจากวัตถุดิบเอง น้ำ อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการแปรรูปอาหาร นอกจากนี้ จุลินทรีย์ยังสามารถปนเปื้อนมาจากตัวคนและสัตว์ เมื่อมีอาหารจุลินทรีย์เหล่านี้ก็จะย่อยสลายอาหารเพื่อนำสารอาหารไปใช้ในการเจริญและเพิ่มจำนวนต่อไป

ข. น้ำ

ปริมาณน้ำในอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งในการเจริญของ จุลินทรีย์โดยทั่วไปแบคทีเรียต้องการปริมาณน้ำมากกว่ายีสต์และรา ดังนั้นจะเห็นว่าอาหารแห้ง มักจะมีปัญหาจากเชื้อรา ในขณะที่อาหารที่มีน้ำมาก เช่นเนื้อสัตว์มักมีปัญหาจากเชื้อแบคทีเรีย น้ำ ที่มีอยู่ในอาหารจะมี 2 ลักษณะคือ น้ำที่เกาะแน่นติดกับเนื้อเยื่อของอาหารเรียกว่า Bound Water และน้ำที่เป็นอิสระ เรียกว่า Free Water น้ำในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการ เจริญเติบโตเรียกว่า Available Water ซึ่งสามารถวัดได้ในรูปของ Water Activity (a_w) อาหารที่มี ปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ได้มาก จะจัดอยู่ในอาหารที่มีค่า a_w สูง ได้แก่ อาหารสดทั้งหลาย เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ผักสด เป็นต้น อาหารที่มีค่า a_w ต่ำ ได้แก่ อาหารแห้งต่าง ๆ เช่น นมผง ธัญพืช และกาแฟ เป็นต้น นอกจากนี้การใส่เกลือหรือน้ำตาลในอาหารเป็นปริมาณมากเช่น ผลิตกัณฑ์น้ำปลา (มีปริมาณเกลือมากกว่า 20%) ผลิตกัณฑ์แยม (มีปริมาณน้ำตาลประมาณ 50 – 60%) สามารถลดค่า a_w ลงได้โดยที่น้ำปลาและแยมทั่วไปจะมีค่า a_w ประมาณ 0.7 - 0.75 น้ำปลาและแยมจึงสามารถเก็บไว้ได้นาน โดยไม่มีปัญหาจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เนื่องจากน้ำ ในผลิตกัณฑ์ดังกล่าวเป็นน้ำที่จุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ได้ กล่าวคือ มีค่า a_w ต่ำเกินกว่าที่ จุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคจะเจริญได้

จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะเจริญได้ในอาหารที่มีค่า a_w ต่าง ๆ กัน แบคทีเรียเจริญได้ดีในอาหารที่มีค่า a_w สูง (มีค่า a_w มากกว่า 0.80) ส่วนยีสต์และรานั้นทนสภาพ แห้งแล้งได้ดีกว่าแบคทีเรียจึงเจริญได้ดีในอาหารแห้งซึ่งมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ในตารางที่ 2 แสดง ตัวอย่างค่า a_w ต่ำสุดสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคบางชนิดในอาหารรวมทั้งราและ ยีสต์บางชนิด ซึ่งก่อปัญหาด้านคุณภาพของอาหาร หากควบคุมให้ปริมาณน้ำหรือค่า a_w ต่ำกว่าค่า a_w ต่ำสุดจุลินทรีย์นั้น ๆ เจริญได้ จะเป็นการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์นั้น ๆ ได้

ตารางที่ 2 ค่า a_w ต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ (Pathogen) และจุลินทรีย์อื่น ๆ บางชนิด

จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์อื่น ๆ บางชนิด	A_w ต่ำสุด
<i>Bacillus Cereus</i>	0.95
<i>Clostridium</i> Type E	0.97
<i>Clostridium Botulinum</i> Type A	0.94
<i>Proteolytic B Strain</i>	0.95
<i>Clostridium Perfringens</i>	0.95
<i>Escherichia Coli</i>	0.95
<i>Samonella Spp.</i>	0.95
<i>Staphylococcus Aureus</i> (Toxic Product)	0.83
<i>Vibrio Parahacmolyticus</i>	0.86
<i>Aspergillus Gglaucus</i> (เชื้อรา)	0.70
<i>Aspergillus Echinulatus</i> (เชื้อรา)	0.64
<i>Aspergillus Rrouxil</i> (เชื้อยีสต์)	0.62

ที่มา: Jay (1986 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

ก. อุณหภูมิ

จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมาก ตั้งแต่ อุณหภูมิต่ำ ๆ เช่น -5 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิสูง ๆ เช่น 90 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ได้มีการแบ่งประเภทแบคทีเรียตามอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญ (Optimum Temperature) เป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

- 1) Psychrophiles (จุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในที่อุณหภูมิต่ำ)
- 2) Mesophiles (จุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในที่อุณหภูมิอบอุ่น)
- 3) Thermophiles (จุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในที่อุณหภูมิสูง)

ตารางที่ 3 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อกลุ่มต่าง ๆ

กลุ่มของเชื้อ	อุณหภูมิต่ำสุด (°ซ)	อุณหภูมิที่เหมาะสม (°ซ)	อุณหภูมิสูงสุด (°ซ)
Psychrophiles	-5 ถึง 5	12 - 15	15 - 20
Psychrotrophs	-5 ถึง 5	25 - 30	30 - 35
Mesophiles	-5 - 15	30 - 45	35 - 47
Thermophiles	40 - 45	55 - 75	60 - 90

ที่มา: Eley (1992 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

1) Psychrophiles หมายถึง แบคทีเรียที่ชอบความเย็นและสามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ 12 - 15 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามแบคทีเรียในกลุ่มนี้ยังสามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ เช่น -5 องศาเซลเซียส แบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ *Pseudomonas*, *Alcaliggenes* ซึ่งมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการเน่าเสียของอาหารที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเย็นมากกว่าบทบาทที่เกี่ยวกับอาหารเป็นพิษ

2) Mesophiles หมายถึง แบคทีเรียที่มีอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในช่วง 30 - 45 องศาเซลเซียส แบคทีเรียในกลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการเกิดโรคและการเกิดอาหารเป็นพิษ ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Clostridium Botulinum*, *Clostridium Perfringens*, *Campylobacter Jjejuni*, *Escherichia Coli*, *Listeria Monocytogenes*, *Yersenia Enterocolitica* เป็นต้น จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าแบคทีเรียในกลุ่มนี้ยังสามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิต่ำ เช่น 5-15 องศาเซลเซียส และแบคทีเรียเหล่านี้จะเรียกว่า *Psychrophilic Mesophiles (Psychrotrophs)* ซึ่งสามารถก่อให้เกิดปัญหาประเภทแช่เย็น และแช่แข็งด้วย อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิต่ำก็จะทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ช้า เช่น ที่อุณหภูมิต่ำ 10 องศาเซลเซียส *Escherichia Coli* จะมีระยะเวลาในการแบ่งตัว (Generation time) เป็น 1,200 องศาเซลเซียส หรือ 60 ชั่วโมง และ *Listeria Coli* ใน Whole milk ที่ 10 องศาเซลเซียส จะมีระยะเวลาในการแบ่งตัว 6.6 ชั่วโมง ในขณะที่ *Clostridium Erfringens* ไม่มีการเจริญ ดังนั้นถ้าหากมีการจัดการที่ดี ไม่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคเป็นจำนวนมาก และสามารถรักษาอุณหภูมิให้ต่ำตลอดการผลิตจะสามารถควบคุมปริมาณแบคทีเรียเหล่านี้ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4 อุณหภูมิต่ำสุดที่แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคเจริญเติบโตได้

แบคทีเรีย	อุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถเจริญเติบโตได้
<i>Enteropathogenic Escherichia coli</i>	10
<i>Clostridium Botulinum</i> (Protiolytic)	10
<i>Clostridium Perfringens</i>	10
<i>Bacillus Cerius</i>	8-10
<i>Staphylococcus</i> (toxin product)	8-10
<i>Staphylococcus Aureus</i> (Growth)	6.7
<i>Salmonella Spp.</i>	6.7
<i>Clostridium Botulinum</i> (non-protiolytic)	3.3
<i>Vibrio Parahaemolyticus</i>	2-5
<i>Strptococcus Spp.</i>	1
<i>Listeria Monocytogenes</i>	-0.5
<i>Yersinia Enterocolitica</i>	-2

ที่มา: Eley (1992 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

ตารางที่ 5 ระยะเวลาในการแบ่งตัวของเชื้อ *Excherichia Coli* ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (°ซ)	ระยะเวลาในการแบ่งตัว (นาที)
46	ไม่มีการเจริญเติบโต
47	32
44	22
40	21
38	22
34	28
30	33
26	56
22	96
18	260
14	400
10	1,200

ที่มา: Hayer (1992 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

ตารางที่ 6 ระยะเวลาในการแบ่งตัว (Generation time) ของ *Listeria Monocytogenes* ในอาหารประเภทต่าง ๆ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

ประเภทของอาหาร	NaCl(%w/v)	pH	อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาในการแบ่งตัว
Minced Meat	0.0	5.5	4	28.8 ชั่วโมง
Lean Meat	0.0	5.6	5	22.9 ชั่วโมง
Camembert Cheese	204	6.1	6	18.0 ชั่วโมง
Chocolate Milk	0.0	6.4	8	10.8 ชั่วโมง
Whole Milk	0.0	6.2	10	6.6 ชั่วโมง
11% Non Fat Milk	0.0	6.2	22	1.8 ชั่วโมง

ที่มา: Eley (1992; Loken, 1995 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

ตารางที่ 7 ระยะเวลาในการแบ่งตัว (Generation time) ของ *Clostridium Perfringens* ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาในการแบ่งตัว
10	ไม่มีการเจริญเติบโต
15.6	6 ชั่วโมง
21	2 ชั่วโมง
32	23 ชั่วโมง
46	7 นาที
50	3 ชั่วโมง

ที่มา: Loken (1995 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

นอกจากนี้แบคทีเรียในกลุ่มนี้บางตัวยังสามารถสร้างสปอร์ที่ทนความร้อนได้สูง เช่น สปอร์ของ *Clostridium Botulinum* ซึ่งเป็นอันตรายที่สำคัญสำหรับการผลิตอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรด (Low Acid Canned Food) ดังนั้น ขั้นตอนของอาหารประเภทนี้จึงต้องใช้อุณหภูมิและความดันสูงที่มีการศึกษาข้อมูลที่มีการกระจายความร้อน (Heat Distribution) ของหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ การซึมผ่านความร้อนของอาหารและข้อมูลอื่น ๆ อย่างถูกต้อง

3) *Themophiles* หมายถึง แบคทีเรียที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญในช่วง 55-57 องศาเซลเซียส แบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ *Bacillus Stearotherophilus*, *Clostridium Thermosaccharolyticum* ซึ่งแบคทีเรียในกลุ่มนี้จะมีบทบาทสำคัญในการฆ่าเชื้อในอาหารกระป๋อง เพราะเชื้อในกลุ่มนี้สามารถทนความร้อนได้สูง และสร้างสปอร์ที่ทนความร้อนได้สูงมาก หากสปอร์เหลือรอดในขั้นตอนการฆ่าเชื้อก็จะทำให้อาหารกระป๋องบวมหรืออาหารภายในกระป๋องเสื่อมสภาพได้ ทั้งนี้ขึ้นกับเชื้อที่ปนเปื้อนในอาหาร ดังนั้นจึงถือว่าเชื้อในกลุ่มนี้มีบทบาทในเรื่องคุณภาพอาหารมากกว่าการเกิดอาหารเป็นพิษ

ตารางที่ 8 จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและปริมาณที่ก่อให้เกิดโรค

จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค	ปริมาณที่ทำให้เกิดโรค
<i>Shigella</i>	ประมาณ 10 เซลล์
<i>Escherichia Coli</i> 0157:H7	ประมาณ 10 เซลล์
<i>Clostridium Perfringens</i>	10^{4-5} เซลล์/กรัม
<i>Campylobacter</i>	มากกว่า 500 เซลล์

ที่มา: Loken (1995 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

ง. ปริมาณออกซิเจนหรือปริมาณอากาศ

ในการเจริญของจุลินทรีย์แต่ละประเภทย่อมมีความต้องการปริมาณออกซิเจนมากน้อยแตกต่างกัน จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเรียกว่าจุลินทรีย์ประเภท *Aerobes* ได้แก่ *Pseudomonas Spp.*, *Staphylococcus Aureus* และราที่เจริญบนผิวของอาหาร ส่วนจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญได้แก่เชื้อในสกุล *Clostridium Spp.* จะเรียกจุลินทรีย์ประเภทนี้ว่า *Anaerobes*

นอกจากนี้ยังมีจุลินทรีย์ที่ต้องการปริมาณออกซิเจนเพียงเล็กน้อยในการเจริญเติบโตซึ่งเรียกว่า *Microaerophiles* ได้แก่ *Lactobacillus Spp.* และพวก จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ทั้งที่มีออกซิเจนหรือไม่ออกซิเจน จะเรียกว่าเป็นจุลินทรีย์ประเภท *Facultative* ได้แก่ *Escherichia Coli* เป็นต้น

จ. พีเอสในอาหาร

จุลินทรีย์โดยทั่วไปจะมี พีเอส ที่เหมาะสมต่อการเจริญ แต่อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ก็ยังสามารถเจริญได้แม้จะอยู่ในภาวะพีเอสไม่เหมาะสม ตารางที่ 9 แสดงค่า PH สูงสุดและต่ำสุดที่จุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคหลายชนิดเจริญได้ จุลินทรีย์ส่วนใหญ่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ พีเอส ที่เป็นกลางหรือพีเอสที่เป็นด่างเล็กน้อย กล่าวคือในช่วงพีเอส 6.8-7.5 จุลินทรีย์บางชนิด เช่น ยีสต์ รา มี pH ที่เหมาะสม ต่อการเจริญในช่วง 3.5-4.5 จะมีจุลินทรีย์จำนวนน้อย เช่น *Vibrio Spp.* ที่พีเอสที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ในช่วงที่เป็นด่าง คือ 8.5- 9.0 ตารางที่ 10 แสดงค่าพีเอส ที่เหมาะสมของการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดพีเอสของอาหารที่มีผลต่อความต้านทานของจุลินทรีย์ หากจุลินทรีย์อยู่ในอาหารที่มีพีเอสที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์นั้น ๆ ก็จะทำให้จุลินทรีย์นั้น เจริญได้ยากและสามารถในการทนความร้อนก็จะต่ำด้วย เช่น ในน้ำส้มหรือน้ำผลไม้ที่มีพีเอสต่ำก็จะสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอย่างเช่น *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia Coli* ที่ปนเปื้อนได้ด้วยความร้อนไม่สูงนัก นอกจากนี้ในภาวะที่พีเอส ต่ำกว่า 4.8 สปอร์ของ *Clostridium Botulinum* จะไม่มีการงอก (Germination) ทำให้ไม่มีการสร้างสารพิษ อาหารที่มีพีเอสต่ำ จึงไม่มีปัญหาหรืออันตรายจากเชื้อ *Clostridium*

ตารางที่ 9 พีเอสต่ำสุดและสูงสุดที่จุลินทรีย์ต่าง ๆ เจริญได้ดี

จุลินทรีย์	พีเอสต่ำสุด	พีเอสสูงสุด
Gram-negative baceteria		
<i>Escherichia Coli</i>	4.4	9.0
<i>Salamonella Paratyphi</i>	4.5	7.8
<i>Vibrio Parahaemolyticus</i>	4.8	11.0
Gram-positive Bacteria		
<i>Bacillus Cereus</i>	4.9	9.3
<i>Clostridium Botulinum</i>	4.7	8.5
<i>Esterococcus Spp.</i>	4.8	10.6
<i>Staphylococcus Aureus</i>	4.0	9.8
Yeast		
<i>Candida Pseudotropicalis</i>	2.3	8.8
<i>Saccharomyces Spp</i>	2.1-2.4	8.6-9.0

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จุลินทรีย์	พีเอสต่ำสุด	พีเอสสูงสุด
Mould		
<i>Aspergillus Oryzac</i>	1.6	9.3
<i>Pencillium Vairabi</i>	1.6	11.1
<i>Fusarium Oxysporum</i>	1	11.

ที่มา: Eley (1992 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

ตารางที่ 10 ค่า พีเอสที่เหมาะสมของการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

จุลินทรีย์	พีเอสที่เหมาะสม
<i>Salmonella Spp.</i>	6.0-7.5
<i>Staphylococcus</i>	6.8-7.5
<i>Escherichia Coli</i>	6.0-8.0

ที่มา: Loken (1995 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

จ. เวลา

เมื่ออยู่ในภาวะที่มีอาหาร น้ำ และอุณหภูมิที่เหมาะสม จุลินทรีย์จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีและรวดเร็ว เช่น *Escherichia Coli* 0157:H7 ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคเมื่ออยู่ในอาหารที่มีพีเอสเป็นกลางและมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต คือ 38-40 องศาเซลเซียส จะสามารถแบ่งตัวจาก 1 เซลล์ เป็น 2 เซลล์ ภายในระยะเวลาประมาณ 20 นาที หากไม่มีการควบคุมที่ดีจุลินทรีย์ก็จะสามารถเจริญและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง ตารางที่ 10 แสดงการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีระยะเวลาในการแบ่งตัวประมาณ 30 นาที จะเห็นว่าภายใน 10 ชั่วโมงจุลินทรีย์ 1 ตัว จะเพิ่มจำนวนได้ถึง 1 ล้านตัว

อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาโอกาสที่จะทำให้จุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคเพิ่มจำนวนที่จะก่ออันตรายให้กับผู้บริโภค ต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ประกอบด้วย ได้แก่ อุณหภูมิ PH องค์ประกอบของอาหารซึ่งมีผลต่อระยะเวลาในการแบ่งตัวของจุลินทรีย์ทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ด้วย เช่น *Listeria Monocytogenes* จะมี Generation

time เท่ากับ 50 นาที ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ในขณะที่ *Escherichia Coli* จะมี Generation time เท่ากับ 32 นาที ที่อุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส เชื้อนี้จะมี Generation Time ที่สั้นมาก คือประมาณ 8 นาที ดังนั้นการผลิตอาหารที่ผ่านการปรุงสุกด้วยความร้อนที่ไม่สูงนักซึ่งไม่สามารถทำลายสปอร์ของเชื้อตัวนี้ จำเป็นต้องลดอุณหภูมิของอาหารลงอย่างรวดเร็ว ให้ผ่านช่วงที่มีอุณหภูมิ 35-50 องศาเซลเซียสให้เร็วที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงการเพิ่มจำนวนของเชื้อตัวนี้อย่างรวดเร็ว ใน Food Code ของสหรัฐอเมริกา จึงกำหนดให้มีการลดอุณหภูมิของอาหารที่ปรุงสุก (ที่ไม่ได้ใช้ความร้อนแบบ Sterilization) จาก 60 องศาเซลเซียส ลงถึง 21 องศาเซลเซียสภายใน 2 ชั่วโมง และลดอุณหภูมิอาหารจาก 21 องศาเซลเซียส เป็น 4.4 องศาเซลเซียส ภายใน 4 ชั่วโมง เพื่อลดปัญหาจากเชื้อตัวนี้

ตารางที่ 11 การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ตามระยะเวลาเมื่อจุลินทรีย์นั้นมีระยะเวลาในการแบ่งตัวประมาณ 30 นาที

เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนเซลล์
0	1
1	4
2	13
3	64
4	256
5	1,024
6	4,096
7	16,384
8	65,538
9	262,144
10	1,048,576

ที่มา: Loken (1995)

1.1.1.2 อันตรายจากพาราไอซ์ต์ (หนอนพยาธิและโปรโตซัว)

พาราไอซ์ต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่เจริญโดยลำพังด้วยตัวของมันเองไม่ได้ต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตอื่นในการเจริญ โลกนี้มีพาราไอซ์ต์อยู่หลายพันชนิด แต่พบว่ามีพาราไอซ์ต์น้อยกว่า 100 ชนิดที่สามารถติดต่อถึงมนุษย์โดยบริโภคอาหารและน้ำซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ พยาธิและโปรโตซัว

พวก “พยาธิ” ได้แก่พยาธิตัวกลม ตัวดีด และพยาธิใบไม้ พยาธิพวกนี้จะมีขนาดแตกต่างกันไปตั้งแต่ขนาดพอมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าไปจนถึงขนาดยาวหลายฟุต

พวก “โปรโตซัว” จะเป็นสัตว์เซลล์เดียวขนาดเล็ก ซึ่งส่วนมากต้องมองด้วยกล้องจุลทรรศน์จึงจะเห็นพาราไอซ์ต์สามารถติดต่อถึงมนุษย์ได้เนื่องจากวัฒนธรรมในการกินและวิธีการเตรียมอาหารที่ไม่ถูกต้องหรือเกิดจากการปนเปื้อนหลังจากการปรุงอาหารให้สุกแล้ว (Post Contamination) เนื่องจากสุขนิสัยส่วนบุคคลของพนักงานไม่ดี ร่างกายมักได้รับพาราไอซ์ต์จากการบริโภคอาหารดิบ หรือสุก ๆ ดิบ ๆ พาราไอซ์ต์ส่วนใหญ่จะถูกทำลายได้หากปรุงอาหารให้สุก นอกจากนี้พาราไอซ์ต์บางชนิดก็สามารถถูกทำลายได้เมื่อผ่านกระบวนการแช่แข็ง ดังตัวอย่างพาราไอซ์ต์ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพที่พบในอาหาร

ตารางที่ 12 พาราไอซ์ต์ที่ก่อให้เกิดอันตรายในอาหาร

ชนิดของพาราไอซ์ต์	ลักษณะของอันตรายและการเจ็บป่วย
<i>Giardia Lamblia</i>	โปรโตซัวนี้จะทำให้เกิดอาการท้องร่วง ปวดท้อง อ่อนเพลีย คลื่นไส้ ท้องอืด และน้ำหนักลด อาจเป็นอาการเฉียบพลันหรือเรื้อรัง
<i>Entamoeba Histolyrica</i>	โปรโตซัว นี้จะทำให้ถ่ายเป็นเลือดอย่างรุนแรง
<i>Ascaris Lumbricoides</i>	เป็นหนอนพยาธิตัวกลมที่ทำให้เกิดการติดเชื้อของทางเดินอาหารและปอด
<i>Diphyllobotrium</i>	เป็นพยาธิแบบที่ฝังที่ผนังลำไส้และเจริญเติบโต มีความยาวถึง 3-7 ฟุต อาการที่เกิดขึ้น คือปวดท้อง ท้องอืดและท้องร่วง

ที่มา: The National Fisheries Institute (1997)

การป้องกันพาราไซต์ไม่ให้ติดต่อถึงมนุษย์ผ่านทางน้ำหรืออาหาร
สามารถทำได้โดย

- 1) ควบคุมแหล่งวัตถุดิบ
- 2) บริโภคอาหารที่ปรุงสุกแล้วหลีกเลี่ยงอาหารที่ดิบหรือกึ่งดิบ
- 3) หลีกเลี่ยงการนำขยะที่ไม่ได้รับการบำบัดอย่างถูกต้องมาใช้เป็นปุ๋ย
- 4) กำจัดสิ่งขับถ่ายหรือสิ่งปฏิกูลด้วยวิธีการที่เหมาะสม
- 5) ควบคุมผู้ผลิตอาหารให้ผ่านความร้อนให้เป็นไปอย่างถูกสุขลักษณะ
- 6) ควบคุมกระบวนการให้ผ่านความร้อนให้เป็นไปอย่างถูกสุขลักษณะ

1.1.1.3 อันตรายจากไวรัส

ไวรัสสามารถพบได้ทุกหนทุกแห่ง เช่นเดียวกับจุลินทรีย์ไวรัสเป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กมากกว่าแบคทีเรียจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ทั้งปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและวิธีการเพิ่มจำนวน ไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคเมื่อปนเปื้อนอยู่ในอาหารหรือน้ำจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้เอง ตัวมันเองไม่ต้องการอาหาร น้ำหรืออากาศเพื่อการดำรงชีวิตและไม่ทำให้อาหารเน่าเสีย แต่ไวรัสที่ปนเปื้อนนี้จะเข้าไปเจริญเพิ่มจำนวนในร่างกายมนุษย์โดยการใส่สารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเซลล์ร่างกาย ทำให้มนุษย์เป็นโรคต่าง ๆ แล้วแต่ชนิดของไวรัสที่บริโภคเข้าไป ไวรัสสามารถอยู่รอดได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์จะสามารถอยู่รอดได้เป็นเวลานานเป็นเดือนในผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมที่ดีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการแพร่ของไวรัสไปในอาหารหรือน้ำบริโภค ดังตัวอย่างไวรัสที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ตารางที่ 13 ตัวอย่างไวรัสบางชนิดที่อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้

ชนิดไวรัส	ลักษณะอาการเจ็บป่วย
Hepatitis A Virus	ไข้ ตีช้ำน และตับอักเสบ
Norwalk	ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง ปวดท้อง

ที่มา: The National Fisheries Institute (1997)

คนที่เคยป่วยเป็นโรคไวรัสและหายดีแล้วสามารถเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสได้ นอกจากนี้การปนเปื้อนของเชื้อไวรัสในอาหารมักจะเกิดจากการปฏิบัติงานไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น การล้างมือไม่ถูกต้อง การป้องกันมิให้อาหารมีการปนเปื้อนจากไวรัสสามารถทำได้โดย

- 1) การควบคุมสุขภาพอนามัยของพนักงานโดยการตรวจสุขภาพประจำปี
- 2) การอบรมพนักงานให้ปฏิบัติงานให้ถูกสุขลักษณะ

แนวทางการป้องกันดังกล่าวข้างต้น นอกจากจะสามารถป้องกันการแพร่ของไวรัสแล้วยังสามารถป้องกันจุลินทรีย์ก่อโรคที่มีโอกาสปนเปื้อนจากผู้ปฏิบัติงาน เช่น *Salmonella Spp.*, *Staphylococcus Aureus* ไม่ให้ปนเปื้อนในอาหารได้อีกด้วย

1.1.2 อันตรายเคมี (Chemical Hazard)

การปนเปื้อนจากสารเคมีอาจเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการแปรรูปของอาหารสารเคมีบางอย่างเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องใช้ เช่น สารฆ่าแมลงที่ใช้กับผักผลไม้ แต่สารเหล่านี้จะไม่เป็นอันตรายถ้ามีการใช้และควบคุมอย่างถูกต้อง ถ้าใช้สารเคมีโดยไม่มีการปฏิบัติอย่างถูกต้องหรือปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้จะเป็นการเสี่ยงต่อผู้บริโภค การที่มีสารเคมีตกค้างไม่ได้หมายความว่าอันตรายเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและสารเคมีตกค้าง สารเคมีบางอย่างจะต้องมีการสะสมเป็นเวลานานกว่าจะก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้

อันตรายที่เกิดจากสารเคมีนั้น จะมีลักษณะที่แตกต่างจากอันตรายทางชีวภาพ กล่าวคือ อันตรายทางชีวภาพเมื่อเกิดขึ้นก็มักจะมีการแพร่กระจายไปกับอาหารอย่างสม่ำเสมอและรวดเร็ว แต่อันตรายทางเคมีนั้น จะไม่มีอันตรายมากนักทำให้มีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจเช็คอันตรายทางเคมีไม่ได้ผล ดังนั้นมาตรฐานการควบคุมอันตรายทางเคมีจึงเน้นการป้องกันอันตรายในขั้นต้นและความถี่ในการตรวจเช็คเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนและเพียงพอที่จะสามารถป้องกันความปลอดภัยของอาหารได้

สารเคมีที่มาจากแหล่งต่าง ๆ 4 แหล่ง คือ สารเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สารเคมีที่เติมลงไปโดยเจตนา สารเคมีที่ปนมาโดยไม่เจตนา และสารเคมีที่ใช้ในโรงงาน

1.1.2.1 สารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ

สารเคมีหรือสารพิษเหล่านี้อาจมาจากตัวพืช สัตว์ และจุลินทรีย์บางชนิดที่สร้างขึ้นโดยธรรมชาติ ส่วนใหญ่สารเคมีเหล่านี้ จะเกิดขึ้นในช่วงก่อนหรือระหว่างการเก็บเกี่ยว แม้ว่าสารพิษที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหลายชนิดจะเกิดขึ้นจากกระบวนการทางชีวภาพ แต่ก็จัดเป็นอันตรายทางเคมี ตารางที่ 14 แสดงตัวอย่างของอันตรายเคมีและการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากอันตรายเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

ตารางที่ 14 ตัวอย่างการปนเปื้อนสารเคมีในอาหารที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

อันตรายเคมี	อาหารที่พบอันตรายและลักษณะการเจ็บป่วย
ฮิสตามีน	ปลาบางชนิด ถ้าเกิดการเสื่อมสภาพจะเกิดฮิสตามีนหรือสารที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นพิษ ทำให้เกิดอาการแพ้และผื่นคัน
อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin)	เชื้อราบางชนิดเช่น <i>Aspiggillus Flavus</i> จะเจริญบนข้าวโพด ถั่วลิสง และผลิตสารอะฟลาทอกซินทำให้เกิดโรคมะเร็งในตับ
Biotoxin, Domoic Acid	หอยบางชนิดทำให้เกิดการแพ้ในลักษณะต่าง ๆ กัน แล้วแต่ละชนิดของสารพิษ

ที่มา: The National Fisheries Institute (1997)

1.1.2.2 สารเคมีที่เติมลงไปโดยเจตนา สารเคมีเหล่านี้เป็นสารเคมีที่จงใจเติมลงไปในการช่วยในกระบวนการผลิต เช่น การเติมสียผสมอาหาร การเติมดินประสิว (สารประกอบไนไตรต์) ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก การเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ไวน์ เป็นต้น การใช้สารเคมีเหล่านี้จะปลอดภัยถ้าใช้ในปริมาณที่กำหนด ตารางที่ 15 แสดงตัวอย่างอันตรายจากสารเคมีที่เติมลงในอาหารโดยเจตนาหากมีการใช้อย่างไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 15 ตัวอย่างสารเคมีที่เติมลงในอาหารซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายหากมีการใช้
อย่างไม่เหมาะสม

สารเคมี	ลักษณะอาการเจ็บป่วย
สีผสมอาหาร FD&Yellow No. 5	สามารถทำให้เกิดการแพ้กับบางคน
โซเดียมไนไตรต์	อาจเป็นพิษ เป็นสาเหตุการเกิดมะเร็งถ้าใช้ในปริมาณที่สูง
วิตามินเอ	อาจเป็นพิษได้ถ้าใช้ในปริมาณที่สูง
สารประกอบซัลไฟด์	ทำให้เกิดการแพ้กับบางคน

ที่มา: The National Fisheries Institute (1997)

สารเคมีหรือสารเจือปนในอาหารจะต้องผ่านกระบวนการพิสูจน์ว่าปลอดภัยในการใช้กับอาหาร ดังนั้นเมื่อผู้ผลิตอาหารมีความประสงค์จะใช้สารเคมีหรือสารเจือปนอาหาร จำเป็นต้องศึกษาทบทวนกฎหมายเกี่ยวข้องและข้อจำกัดในการใช้สารเคมีเหล่านี้

1.1.2.3 สารเคมีที่อาจปนเปื้อนมาโดยไม่เจตนา

สารเคมีบางอย่างอาจมีการปนเปื้อนในอาหารโดยไม่เจตนา ตารางที่ 16 แสดงตัวอย่างสารเคมีที่ปนเปื้อนในอาหาร สารเคมีเหล่านี้อาจติดมากับวัตถุดิบที่ใช้ เช่น สารปฏิชีวนะที่ตกค้างในกุ้ง ไก่ นำนมวัว สารฆ่าแมลงตกค้างในผักและผลไม้ สารอะฟลาทอกซินในนํ้านมวัว สารเคมีที่ปนเปื้อนมากับวัสดุหีบห่อ เช่น การปนเปื้อนของหมึกพิมพ์ สารเหล่านี้จะไม่มีความปลอดภัยมากนักถ้าระดับการปนเปื้อนไม่สูงเกินไป ผู้ผลิตจึงควรศึกษาข้อกำหนดเกี่ยวกับสารตกค้างในผลิตภัณฑ์เกี่ยวข้องและพยายามหาแหล่งวัตถุดิบที่มีการปนเปื้อนของสารเหล่านี้ให้น้อยที่สุดและอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด

ตารางที่ 16 ตัวอย่างสารเคมีที่ปนเปื้อนในอาหารโดยไม่เจตนา

อันตรายเคมี	ลักษณะการเจ็บป่วย
สารเคมีทางการเกษตร เช่น สารฆ่าแมลง สารฆ่าหญ้า สารปฏิชีวนะในกุ้ง ไก่ และนํ้านมวัว	จะเกิดอันตรายอย่างเฉียบพลันถ้ามีปริมาณสาร มากพอและอาจเกิดการสะสมในระยะยาวซึ่งเป็น อันตรายและเป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ อย่าง มากมาย
สารอะฟลาทอกซินตกค้างในนํ้านมวัว	ทำให้เกิดการดีซ่าน และอาจเกิดอาการข้างเคียง อื่น ๆ หากมีการสะสมไว้เป็นเวลานานทำให้เกิด โรคมะเร็งในตับหากมีการสะสมเป็นระยะเวลานาน

ที่มา: The National Fisheries Institute (1997)

1.1.2.4 สารเคมีที่ใช้ในโรงงาน

สารเคมีที่ใช้ในโรงงาน ได้แก่ สารหล่อลื่น สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด สารฆ่าเชื้อหรือสีที่ใช้ทาเครื่องจักรผลิตอาหาร สารเคมีเหล่านี้จำเป็นต้องเป็นสารเคมีที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ได้ โรงงานผลิตอาหารเท่านั้น อย่างไรก็ตามแม้สารเคมีที่จะใช้ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมก็ตาม ผู้ผลิตอาหารก็ยังคงมีแนวทางการควบคุมสารเคมีเหล่านี้ ไม่ให้มีการปนเปื้อนลงไปในผลิตภัณฑ์อาหารด้วย ตารางที่ 17 แสดงตัวอย่างของอันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนสารเคมีที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมหากมีการควบคุมที่ไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 17 ตัวอย่างของอันตรายจากการปนเปื้อนสารเคมีที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

สารเคมี	ลักษณะอาการเจ็บป่วย
สารเคมีที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักร เช่น น้ำมัน หล่อลื่น สี	สารเคมีที่ไม่ได้รับการพิสูจน์ความปลอดภัยอาจทำ ให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค และเป็นสาเหตุ ของอาการแพ้ต่าง ๆ และทำให้เกิดโรคหลาย ชนิด
สารเคมีที่ใช้ในการทำมาสะอาด เช่น สารซักล้าง กรด ต่าง	อาจทำให้เกิดอาการแพ้ต่าง ๆ แล้วแต่ชนิด ของสารถ้ามีปริมาณมากเกินไป

ที่มา: The National Fisheries Institute (1997 อ้างถึงใน สุวิมล, 2544)

1.1.3 อันตรายทางกายภาพ (Physical Hazard)

อันตรายทางกายภาพ จะหมายถึง สิ่งปลอมปนหรือสิ่งแปลกปลอมในอาหาร ซึ่งตามปกติไม่ควรจะมีในอาหารประเภทนั้น ๆ เช่น เศษโลหะ เศษไม้ เศษแก้ว เมื่อผู้บริโภครับประทานสิ่งเหล่านี้เข้าไปจะเกิดการบาดเจ็บหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ อันตรายทางกายภาพนี้มีผลกระทบที่ปรากฏชัดเจนภายในระยะเวลาไม่นาน หลังจากบริโภคเข้าไป และผู้บริโภคมักจะร้องเรียนทันที อันตรายทางกายภาพนี้ มีผลต่อทั้งผู้บริโภคและชื่อเสียงของบริษัทมาก อันตรายทางกายภาพเหล่านี้มีที่มาจากแหล่งต่าง ๆ หลากหลายมาก การแพร่กระจายก็ไม่สม่ำเสมอ การสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจเช็คอันตรายทางกายภาพจึงไม่ได้ผล ดังนั้น ผู้ผลิตจึงควรเน้นการป้องกันในขั้นต้น เช่น หลอดไฟในบริเวณผลิตต้องมีฝาครอบ กระจกในอาคารผลิตต้องติดฟิล์มป้องกันการกระจายของกระจก กรณีที่กระจกแตก เป็นต้น

1.2 ระบบ HACCP

คือ ระบบการจัดการคุณภาพด้านความปลอดภัยซึ่งใช้ในการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตให้ได้อาหารที่ปราศจากอันตราย จากจุลินทรีย์ สารเคมี และสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ในปัจจุบันระบบ HACCP ถือเป็นระบบมาตรฐานสากล ที่สร้างความมั่นใจในอุตสาหกรรมอาหารทั้งโดยผู้ผลิตและผู้บริโภคและได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โครงการมาตรฐานอาหาร FAO/WHO (Codex Alimentarius Commission) จัดทำข้อกำหนดหลักการของระบบ HACCP เพื่อให้ประเทศต่าง ๆ ได้นำไปใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมทั้งขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก ดังนี้

1.2.1 หลักการของระบบ HACCP

ระบบ HACCP

หลักการที่ 1 ดำเนินการวิเคราะห์อันตราย (Conduct a Hazard Analysis)

หลักการที่ 2 หาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Determine the Critical Control Point CCPs)

หลักการที่ 3 กำหนดค่าวิกฤต (Establish Critical Limit)

หลักการที่ 4 กำหนดระบบเพื่อตรวจติดตามการควบคุมจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม
(Establish a System to Monitor Control of the CCP)

หลักการที่ 5 กำหนดวิธีการแก้ไข เมื่อตรวจพบว่ามีจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม
(Establish the Corrective Action to be Taken When Monitoring Indicates that a Particular CCP Is Not Under Control)

หลักการที่ 6 กำหนดวิธีการตรวจสอบเพื่อยืนยันประสิทธิภาพการดำเนินของ
ระบบ HACCP (Establish Procedures for Verification to Confirm that the HACCP System
Is Working Effectively)

หลักการที่ 7 กำหนดวิธีการจัดเก็บเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการปฏิบัติและ
บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่เหมาะสมตามหลักการเหล่านี้ และการประยุกต์ใช้ (Establish Documentation
Commendation Concerning All Procedures and Records Appropriate to These Principles and the
Applications)

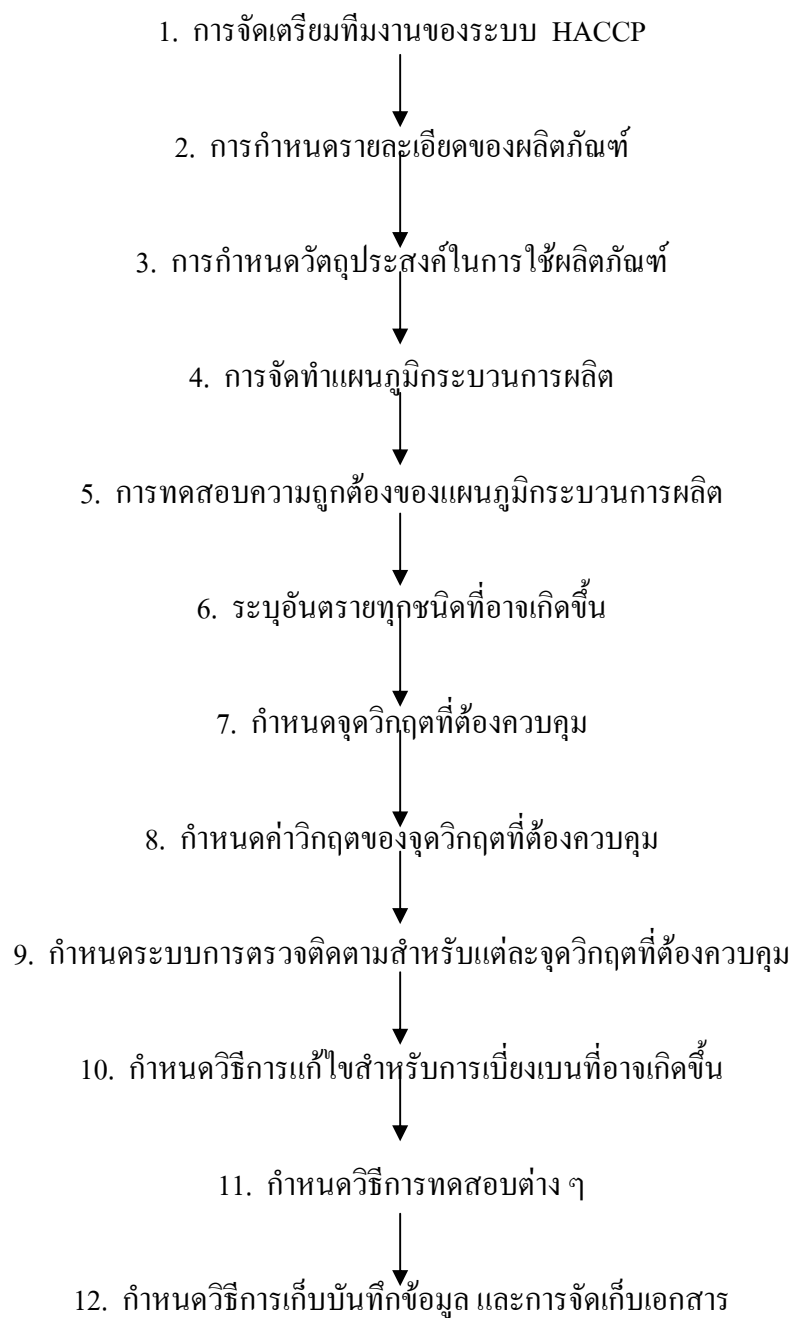
1.2.2 การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

ก่อนที่จะนำระบบ HACCP มาใช้ในการควบคุมความปลอดภัยของการผลิต
อาหารควรจะได้มีการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ทั่วไปเกี่ยวกับสุขลักษณะอาหารที่เหมาะสม นโยบาย
ด้านการบริการอาหารและการจัดการเป็นสิ่งจำเป็นในการนำระบบ HACCP มาใช้อย่างมี
ประสิทธิภาพ

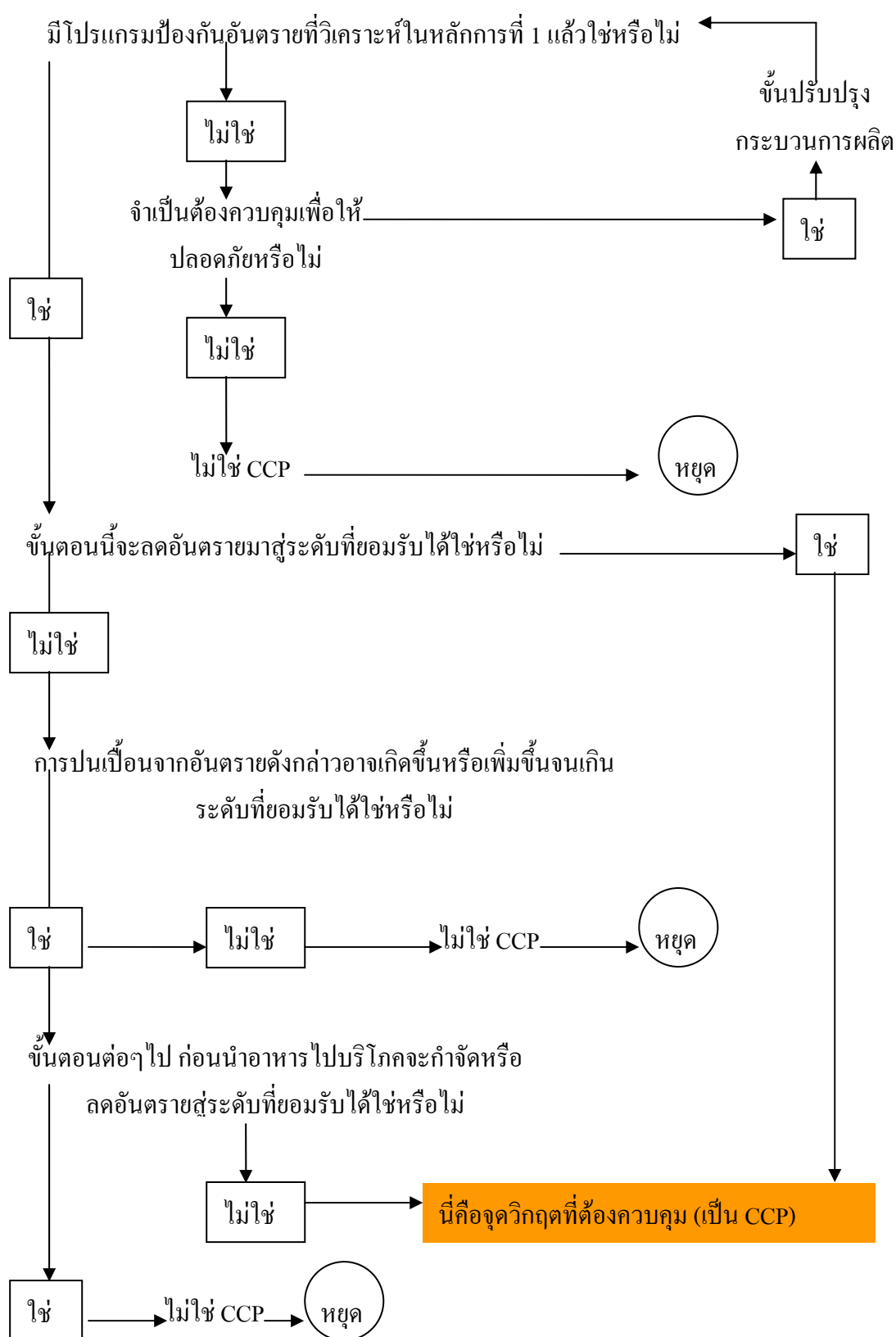
ระหว่างการวิเคราะห์อันตราย การประเมินผลและการปฏิบัติตามลำดับในการ
ออกแบบและการใช้ระบบ HACCP จะพิจารณาผลกระทบที่อาจเกิดจากวัตถุดิบ ส่วนผสม
กรรมวิธีการผลิตอาหาร ความเป็นไปได้ในการใช้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย ผู้บริโภคที่เกี่ยวข้องและ
หลักฐานด้านการระบาดวิทยา ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยด้านอาหาร

การประยุกต์ใช้หลักการของระบบ HACCP ในการปฏิบัติงานของภาคอุตสาหกรรมนั้น มีภารกิจที่จะต้องทำเป็นขั้นตอนดังนี้

- 1) การจัดตั้งทีมงานระบบ HACCP ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยผู้ชำนาญในหลายสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ๆ
- 2) กำหนดรายละเอียดของผลิตภัณฑ์อาหารที่จะทำการผลิตว่าส่วนประกอบใดบ้างต้องกรรมวิธีการผลิต การบรรจุ และเก็บรักษาอย่างไร
- 3) กำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้ผลิตภัณฑ์โดยคำนึงถึงกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นกลุ่มเป้าหมายและเป็นกลุ่มที่ต้องดูแลเป็นพิเศษ
- 4) ต้องจัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิต (Food Flow Diagram) เพื่อแสดงส่วนที่จะต้องเฝ้าระวังและตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนการผลิต
- 5) ต้องทำการทดสอบยืนยันความถูกต้องของผังกระบวนการผลิต ที่จัดทำขึ้นกับกระบวนการผลิตในขั้นตอนและเวลาการปฏิบัติงานจริงและทำการปรับปรุงให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติ
- 6) ดำเนินการวิเคราะห์อันตราย (หลักการที่ 1) ต้องจัดทำรายการที่เกี่ยวกับอันตรายทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต และมาตรการหรือวิธีการป้องกันที่ใช้ควบคุมอันตรายนั้น ๆ ซึ่งอาจต้องมีหลายวิธีที่ใช้ป้องกันหรือลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นลงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้
- 7) ดำเนินการวิเคราะห์อันตราย (หลักการที่ 2) ใช้ผัง HACCP Decision Tree ใน ภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ลำดับขั้นตอนในการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP



ภาพที่ 2 HACCP Decision Tree

เพื่อวินิจฉัยและกำหนดจุดวิกฤต โดยต้องมีการพิจารณาถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดรอบคอบ ถ้าอันตรายที่คิดว่าจะเกิดไม่สามารถป้องกันได้ในขั้นตอนใดแสดงว่าไม่มีจุดควบคุมวิกฤตในขั้นตอนนี้ HACCP Decision Tree นั้นได้ทำโดยการตอบคำถาม 4 ข้อตามลำดับดังนี้

คำถามข้อที่ 1 มีมาตรการในการควบคุมป้องกัน ณ จุดนั้นหรือไม่

คำตอบ ถ้ามีให้ตอบคำถามข้อที่ 2

คำถามข้อที่ 2 ณ จุดนั้นมีการออกแบบเพื่อจัดหรือลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นระดับที่ยอมรับได้หรือไม่

คำตอบ ถ้าใช่ จุดนั้นเป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

คำถามข้อที่ 3 ณ จุดนั้นมีการปนเปื้อนของอันตราย เช่น จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอันตรายเกินระดับที่ยอมรับหรืออาจเพิ่มปริมาณจนถึงระดับที่ไม่ยอมรับหรือไม่

คำตอบ ถ้าใช่ ให้ตอบคำถามข้อที่ 4

ถ้าไม่ใช่ จุดนั้นไม่ใช่จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

คำถามข้อที่ 4 ในการผลิตขั้นตอนต่อไปจะมีการจัดหรือลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นให้อยู่ในระดับที่ยอมรับหรือไม่

คำตอบ ใช่ จุดนั้นไม่ใช่จุดวิกฤตหยุดการพิจารณา

ไม่ใช่ จุดนั้นเป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

8) กำหนดค่าวิกฤต (หลักการที่ 3) กำหนดค่าที่ยอมรับของความปลอดภัยสำหรับแต่ละจุดวิกฤตที่ควบคุม ระดับหรือค่ายอมรับที่กำหนดขึ้นจะต้องเฉพาะเจาะจงสำหรับมาตรการแก้ไขป้องกันที่จะใช้เกณฑ์ที่มักใช้ในการตรวจวัดค่า ได้แก่ อุณหภูมิ เวลา ความเป็นกรด ค่า ปริมาณน้ำอิสระในอาหาร ค่าคลอรีนอิสระ ลักษณะที่เห็นทางกายภาพของอาหาร เช่น รูปร่าง ลักษณะ เนื้อสัมผัส กลิ่น สี

9) การกำหนดการตรวจติดตาม (หลักการที่ 4) การตรวจติดตามแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม การตรวจติดตามอาจทำได้โดยการใช้เครื่องมือ หรือผู้ชำนาญงานสังเกตว่าผลผลิต ณ จุดวิกฤตมีคุณภาพตรงตามระดับหรือค่ายอมรับที่กำหนดไว้หรือไม่ วิธีการติดตามจะต้องตรวจสอบข้อบกพร่องของมาตรการป้องกัน ณ จุดวิกฤตได้และควรแจ้งข้อมูลการตรวจติดตามให้แก่ผู้รับผิดชอบได้ในเวลาอันรวดเร็วเพื่อจะใช้มาตรการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพและ

ทันต่อสถานการณ์ หากการผลิตมีการเบี่ยงเบนไปจากเกณฑ์ที่กำหนด ข้อมูลจากการตรวจติดตามไม่ต่อเนื่องการทำตามช่วงเวลาที่กำหนด ความถี่ในการตรวจติดตามจะต้องเพียงพอที่จะประกันว่าจุดวิกฤตอยู่ในความควบคุม การตรวจติดตามจะต้องลงนามโดยผู้ทำการเฝ้าระวัง และมีการตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่รับผิดชอบ ที่ผู้บริหรมอบหมายตามเวลาที่กำหนด

10) กำหนดวิธีการแก้ไข (หลักการที่ 5) กำหนดวิธีการแก้ไขเพื่อให้ระบบ HACCP มีประสิทธิภาพ และต้องมีการกำหนดมาตรการการแก้ไขที่มีความเฉพาะเจาะจงสำหรับจุดวิกฤตแต่ละจุด มาตรการแก้ไขจะต้องสามารถทำให้เกิดความมั่นใจว่าจุดวิกฤตจะต้องถูกควบคุมอย่างถูกต้องและจะต้องมีการกำหนดให้มีการบันทึกข้อผิดพลาดจะต้องถูกต้องถูกควบคุมอย่างถูกต้องและจะต้องมีการกำหนดให้มีการบันทึกข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างที่มีข้อผิดพลาดในการผลิตคือ ในขณะที่จุดวิกฤตไม่มีการควบคุมอย่างถูกต้องด้วย และจะต้องกำหนดให้มีการบันทึกข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น จะต้องเริ่มใช้มาตรการแก้ไขเพื่อปรับวิธีการแก้ไข ณ จุดนั้น ให้กลับเข้าสู่สภาวะปกติที่จะเกิดความเสียหายขึ้นกับผลิตภัณฑ์

11) กำหนดวิธีการทวนสอบ (หลักการที่ 6) การตรวจสอบยืนยันความถูกต้องต้องกำหนดวิธีการตรวจสอบยืนยันความถูกต้องว่าระบบ HACCP ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีวิธีการทบทวน วิธีการตรวจติดตาม การตรวจสอบ วิธีการวัด ตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่กำหนดขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นเครื่องชี้วัดว่าระบบ HACCP ที่มีอยู่ใช้ได้อย่างได้ผลหรือไม่ ความถี่ในการตรวจสอบเพียงพอที่จะแสดงว่าระบบ HACCP นั้นยังมีประสิทธิภาพ กิจกรรมการตรวจสอบยืนยันความถูกต้องควรจะต้องประกอบด้วย

11.1) การทวนระบบ HACCP และบันทึกรายงานที่เกี่ยวข้อง

11.2) การทบทวนความเบี่ยงเบนไปจากเกณฑ์ที่กำหนด และคัดผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขณะที่เกิดความบกพร่องออกจากผลิตภัณฑ์ภายใต้การควบคุม การกำหนดเกณฑ์และค่าการยอมรับ ณ จุดวิกฤตที่กำหนดขึ้นจะต้องมีความถูกต้องคือ สามารถทำให้เกิดความมั่นใจในความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ได้

12) การกำหนดวิธีการจัดเก็บเอกสาร และบันทึกข้อมูล (หลักการที่ 7) กำหนดวิธีการบันทึกรายงานการจัดเก็บเอกสารข้อมูล การมีระบบบันทึกข้อมูลที่ต้องเป็น

สิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้ระบบ HACCP ควรจัดทำเป็นเอกสารและจัดเก็บบันทึกข้อมูลโดยจัดเตรียมให้เหมาะสมกับสภาพและขนาดของการประกอบการนั้น

เอกสารที่ต้องจัดได้แก่

- ก) การวิเคราะห์อันตราย
- ข) การกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมและบันทึกข้อมูล
- ค) รายละเอียดการตรวจติดตามแต่ละจุดวิกฤต
- ง) การเบี่ยงเบนและวิธีการแก้ไข

ในการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP เพื่อการควบคุมคุณภาพการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยสูงขึ้นนั้น ผู้ผลิตจะต้องทำ Quality Assurance Plan ซึ่งมีปัจจัยสำคัญดังนี้

1) Organization Chart โครงสร้างองค์กรและหน้าที่ความรับผิดชอบของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตในระบบต่าง ๆ

2) Process-Flow Diagram แผนภูมิขั้นตอนกระบวนการผลิตสำหรับอาหารแต่ละชนิด

3) Analytical Methods วิธีการตรวจวิเคราะห์

4) Raw Material Methods การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ

5) Process Control การควบคุมกระบวนการผลิต

6) Packaging Control การควบคุมการบรรจุ

7) Storage Requirements การกำหนดสภาพที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

8) Finished Product Evaluation การตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย

9) Sanitation Monitoring การเฝ้าระวังด้านสุขาภิบาล

10) Recall Plan แผนการเรียกคืนผลิตภัณฑ์ที่อาจไม่ปลอดภัย

11) Recall Storage การเก็บรักษาสินที่กรายงาน

2. คุณภาพเมล็ดข้าวเคมี

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดข้าวคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำ หรือความชื้น ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของข้าวทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร

2.1 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรต เป็นองค์ประกอบที่พบมากที่สุดภายในเนื้อเมล็ดข้าว ซึ่งมีสูงถึงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ จึงส่งผลให้มีผลต่อคุณภาพของข้าวมากที่สุดด้วยเช่นกัน และปริมาณของคาร์โบไฮเดรต จะมีสัดส่วนในเมล็ดข้าวต่างกันตามสายพันธุ์ข้าว (Champagne, 1996)

2.2 โปรตีน

โปรตีนในข้าวมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าว โดยทั่วไปจะมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าธัญพืชชนิดอื่น โปรตีนที่มีในข้าวเกิดขึ้นตามส่วนต่างๆ ของเมล็ดโดยมีมากในชั้นเปลือกหุ้มเมล็ด และเนื้อเมล็ดด้านนอกจะมีโปรตีนมากกว่าใจกลางเมล็ด (Hamaker, 1994)

2.3 ไขมัน

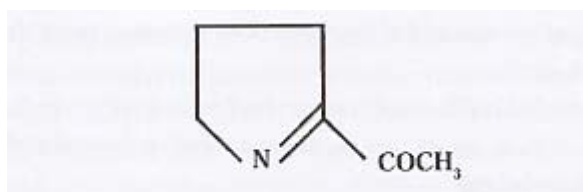
ข้าวมีปริมาณไขมันประมาณ 3% และมีอยู่ในส่วนด้านนอกของเมล็ดมากกว่าใจกลางเมล็ด ดังนั้นการขัดสีข้าวให้ขาว ทำให้ข้าวมีไขมันเหลืออยู่เพียง 0.3-0.5% (Hoseney, 1986) และประเภทของไขมันในข้าวส่วนใหญ่ คือ ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด โกลโคลิพิด และเทอร์ปีนอยด์ ตามลำดับ (Henry and Kettlewell, 1996)

2.4 ปริมาณความชื้น

น้ำ คือ องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพเมล็ดข้าวทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยปริมาณความชื้นของข้าว ทั้งในข้าวเปลือก และข้าวสาร ใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำคัญเพื่อการซื้อขายข้าว เนื่องจากปริมาณความชื้นสามารถบ่งชี้ถึงน้ำหนักของเนื้อข้าวที่ผู้ซื้อและผู้ขายเกี่ยวข้องโดยตรง ในการกำหนดราคาซื้อ-ขาย และในทางอ้อมนั้น ความชื้นสามารถบ่งชี้ถึงอายุการเก็บรักษาข้าวหรือบ่งบอกถึงความปลอดภัยในการเก็บรักษาให้ข้าวมีคุณภาพดี จากการทดลองพบว่า ข้าวที่มีความชื้นสูงจะเสื่อมเสียสภาพเร็วกว่าข้าวที่มีความชื้นต่ำ ระดับความชื้นทั่วไปของข้าวที่ยอมรับว่าปลอดภัยต่อการเก็บรักษาข้าวที่เหมาะสม คือ 13% ซึ่งจะเก็บรักษาได้ดีภายในเวลา 6 เดือน และถ้าข้าวมีความชื้น 12 % จะทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น นอกจากนี้ความชื้นของข้าวยังมีผลต่อคุณภาพการสีของข้าวเปลือกโดยเป็นปัจจัยสำคัญตั้งแต่การเก็บเกี่ยวข้าวที่แก่ ความชื้นเหมาะสม (22-26%) การตากข้าวเปลือกเพื่อลดความชื้นลงให้อยู่เกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา (ความชื้นไม่สูงกว่า 14 %) จนถึงเวลาการสีข้าวเปลือกที่มีความชื้นเหมาะสมก็จะทำให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดสูง และข้าวหักน้อย (Juliano, 1985)

2.5 กลิ่นสารระเหยของข้าว

ข้าวบางพันธุ์มีกลิ่นสารระเหยของชนิดที่ผู้บริโภคบางกลุ่มชอบ แต่บางกลุ่มก็ไม่ชอบ ซึ่งเป็นกลิ่นที่อยู่ประจำพันธุ์ เช่น ข้าวหอมที่ซื้อขายในตลาดข้าวของโลก คือ พันธุ์ข้าวที่สาร 2-แอซิทิล-1-ไพร์รอลีน (2-acetyl-1-pyrroline) ซึ่งเป็นสารหลักของกลิ่นหอมจากข้าว (รูปที่ 3) โดยข้าวหอมที่อยู่ในรูปข้าวกล้องจะมีสารนี้ประมาณ 0.1-0.2 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ในขณะที่ข้าวสารมีเพียง 0.04-0.09 ไมโครกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ส่วนกลิ่นเหม็นอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันไม่อิ่มตัว, กรดแอมิโนที่มีสารซัลเฟอร์ในโมเลกุล, สารประเภทไฮโดรเจนซัลไฟด์, แอมโมเนีย, คาร์บอนไดออกไซด์ หรือ แอซิแทลดีไฮด์ซึ่งเป็นกลิ่นที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Juliano, 1985)



ภาพที่ 3 สูตรทางเคมีของ 2-แอซิทิล-1-ไพร์รอลีน

3. แมลงศัตรูข้าวในโรงเก็บ

ในโรงเก็บเมล็ดข้าวเปลือก โรงสี ยุ้งฉางต่าง ๆ มีแมลงหลายชนิด แมลงเหล่านี้อาจพบปะปนอยู่ตามกระสอบเกาะตามฝาผนัง บนพื้น ช่อนตัวอยู่ในอาหาร หรืออยู่ใต้ไม้รองกระสอบ เป็นต้น แมลงแต่ละชนิดมีรูปร่างลักษณะวงจรชีวิต อุปนิสัย และความชอบในอาหารแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรทราบว่าแมลงชนิดใดกินอาหารชนิดใดจะช่วยให้ทำการป้องกันหรือกำจัดแมลงชนิดนั้นได้ดีขึ้น แมลงบางชนิดสามารถกินอาหารได้หลายอย่าง แต่แมลงบางชนิดจะกินอาหารเพียงชนิดเดียวเท่านั้น เนื่องจากข้าวมีทั้งที่เป็นรูปเดิมคือข้าวเปลือกและผลิตผลแปรสภาพได้แก่ข้าวสาร รำข้าว แปะข้าว เส้นหมี่เป็นต้นจึงแยกเป็นแมลงศัตรูของอาหารชนิดต่าง ๆ ดังนี้ (กุสุมา , 2545)

แมลงศัตรูข้าวเปลือก ได้แก่ ผีเสื้อ และมอด ผีเสื้อที่พบในข้าวเปลือกมีเพียงชนิดเดียวคือ ผีเสื้อข้าวเปลือกส่วนมอดที่พบมีหลายชนิดได้แก่ มอดหัวป้อม หรือมอดข้าวเปลือก ค้างคาว ข้าวโพด ค้างคาวข้าว มอดแป้ง มอดสยาม มอดฟันเลื่อย มอดหนวดยาว คาเทล แมลงที่สำคัญที่สุดมี 4 ชนิด ได้แก่ ผีเสื้อข้าวเปลือก มอดหัวป้อม ค้างคาวข้าวโพด และค้างคาวข้าวสาร

แมลงศัตรูข้าวสาร ได้แก่ ค้างคาวข้าวโพด ค้างคาวข้าวสาร มอดแป้ง ผีเสื้อข้าวสาร มอดอาฮาสเวอร์ส มอดหนวดยาว มอดฟันเลื่อย แมลงที่สำคัญที่สุดมี 4 ชนิด ได้แก่ ค้างคาวข้าวโพด ค้างคาวข้าวสาร มอดแป้งและผีเสื้อข้าวสาร

แมลงศัตรูข้าวกล้อง ได้แก่ ค้างคาวข้าวโพด ค้างคาวข้าวสาร ผีเสื้อข้าวเปลือก มอดแป้ง และมอดฟันเลื่อย แมลงที่สำคัญที่สุดมี 3 ชนิดได้แก่ ค้างคาวข้าวโพด ผีเสื้อข้าวเปลือกและมอดแป้ง

แมลงศัตรูรำข้าว ได้แก่ ผีเสื้อและมอด ผีเสื้อที่พบทำลายรำข้าว ได้แก่ ผีเสื้อข้าวสาร มอดที่เข้าทำลายมีหลายชนิด ได้แก่ มอดแป้ง มอดอัลฟิโดเปียส และมอดอีกหลายชนิด ในวงศ์ Tenebrionidae แมลงที่สำคัญที่สุด ได้แก่ ผีเสื้อข้าวสารและมอดแป้ง

แมลงศัตรูแป้ง ได้แก่ มอดชนิดต่าง ๆ เช่น มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย เป็นต้น มอดแป้งจัดเป็นแมลงศัตรูสำคัญของแป้งข้าว

แมลงศัตรูเส้นหมี่แห้ง ได้แก่ มอดฟันเลื่อย

ชนิดของแมลงที่เจริญเติบโตภายในเมล็ด

มีแมลง 4 ชนิดที่มีการเจริญเติบโตอยู่ภายในเมล็ด การเจริญเติบโตของแมลงเหล่านี้ยากที่จะทราบได้ว่าการเจริญเติบโตของแมลงอยู่ภายในเนื่องจากสภาพภายนอกของเมล็ดดี เสมือนกับไม่มีแมลงทำลาย ซึ่งเราเรียกว่าการทำลายที่หลบซ่อน (Hidden Infestation) เมื่อแกะดูจึงจะทราบว่ามีการทำลาย แมลงที่มีระยะการเจริญเติบโตอยู่ภายในเมล็ดได้แก่ ค้างคาวข้าวโพด ค้างคาวข้าวสาร มอดหัวป้อม ผีเสื้อข้าวเปลือก แมลงเหล่านี้มีระยะหนอนและดักแด้ที่เจริญเติบโตอยู่ภายในเมล็ด ส่วนระยะไข่นั้น แมลงบางชนิดวางไข่นอกเมล็ด แมลงบางชนิดวางไข่ในเมล็ดโดยตรง หนอนเมื่อฟักออกจากไข่จะกัดกินเมล็ดตรงจุดนั้นและเจริญเติบโตภายในเมล็ดจนกว่าจะเป็นตัวเต็มวัย

ชนิดของแมลงที่เจริญเติบโตภายนอกเมล็ด

แมลง 7 ชนิด ที่มีการเจริญเติบโตภายนอกเมล็ด ระยะหนอนและดักแด้จะมองเห็นด้วยตาเปล่า หนอนจะไต่ไปมาบนเมล็ดที่หัก แตก และบนแป้งและรำข้าว การทำลายจะเห็นได้ชัดว่ามีมูลของหนอนบนอาหาร แป้งอาจจับตัวเป็นก้อนหรือแผ่น ข้าวหักหรือปลายข้าวอาจจับตัวเป็นก้อนเนื่องจากการชักใยของหนอนบางชนิดแมลงเหล่านี้ ได้แก่ มอดชนิดต่าง ๆ เช่น มอดแป้ง มอดฟันเลื่อย มอดหนวดยาว มอดอับฟิโตเปียส มอดสยาม เป็นต้น และผีเสื้อ 2 ชนิด ได้แก่ ผีเสื้อข้าวโพด แต่ผีเสื้อข้าวโพดพบน้อยกว่าผีเสื้อข้าวพบน้อยกว่าผีเสื้อข้าวสารมาก (กุสุมา, 2545)

4. เทคโนโลยีของโรงสีข้าวในประเทศไทย

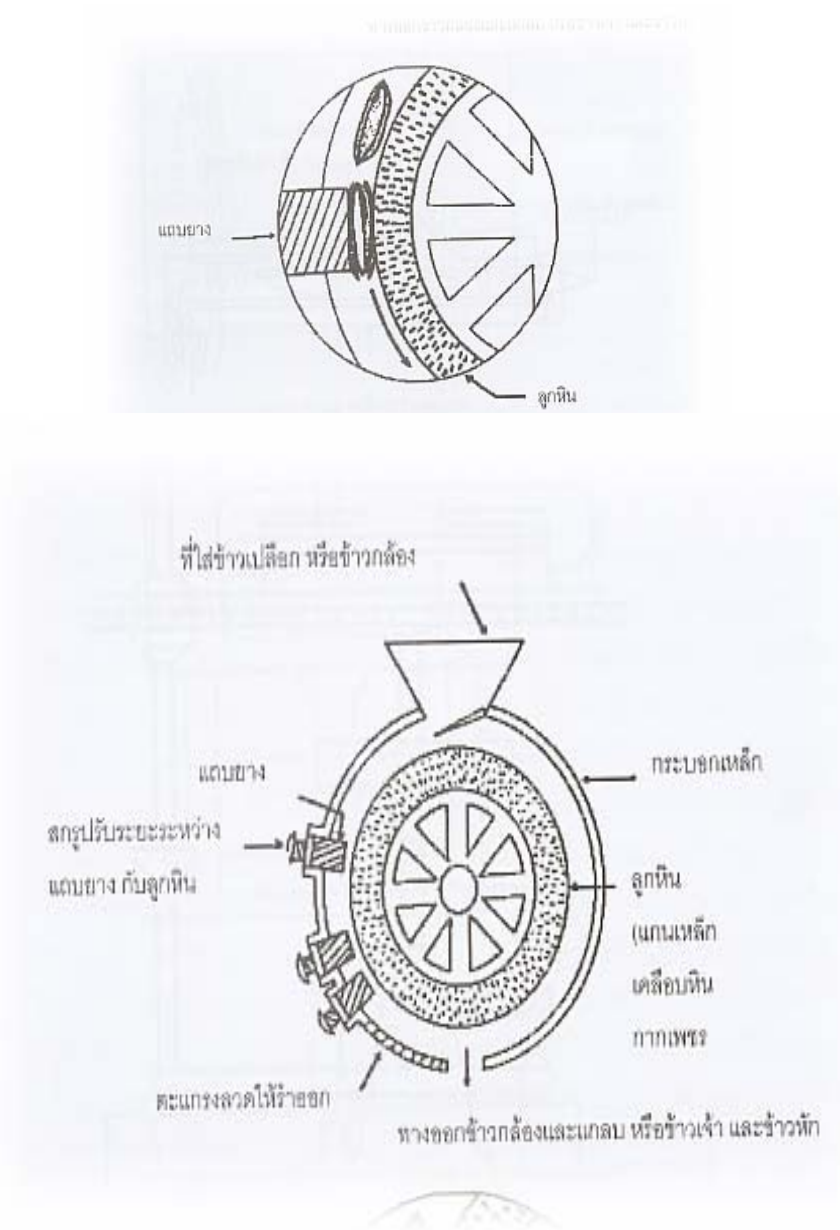
คนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักมาช้านาน จึงมีเทคโนโลยีในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสีข้าวแตกต่างกันตามชุมชนที่อยู่ ตั้งแต่การใช้มือหรือเท้าในการดำข้าวเปลือกให้เป็นข้าวซ้อมมือซึ่งยังคงมีอยู่บ้างในชนบทที่ห่างไกล ข้าวซ้อมมือนี้ให้คุณค่าทางอาหารมากกว่าข้าวสารขาว เนื่องจากยังมีส่วนเยื่อหุ้มชั้นนอกและคัพภะติดอยู่ ทำให้ได้รับสารอาหารโดยเฉพาะไขมัน แร่ธาตุ วิตามิน และโปรตีนมากกว่าข้าวสารขาว แต่ในปัจจุบันคนส่วนใหญ่ซื้อข้าวมาบริโภคโดยให้โรงสีเป็นผู้แปรรูปข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร ทั่วประเทศยังมีโรงสีอยู่มากเป็นหมื่น ๆ แห่ง สามารถแบ่งประเภทของโรงสีตามกำลังการสีเป็น 3 ประเภท คือ โรงสีขนาดเล็ก (กำลังการสี 1 – 2 เกวียนต่อวัน) โรงสีขนาดกลาง (กำลังการสี 13 – 59 เกวียนต่อวัน) และโรงสีขนาดใหญ่ (กำลังการสี 60 เกวียนต่อวันขึ้นไป (อัมมาร และวิโรจน์, 2533)

โรงสีขนาดเล็ก

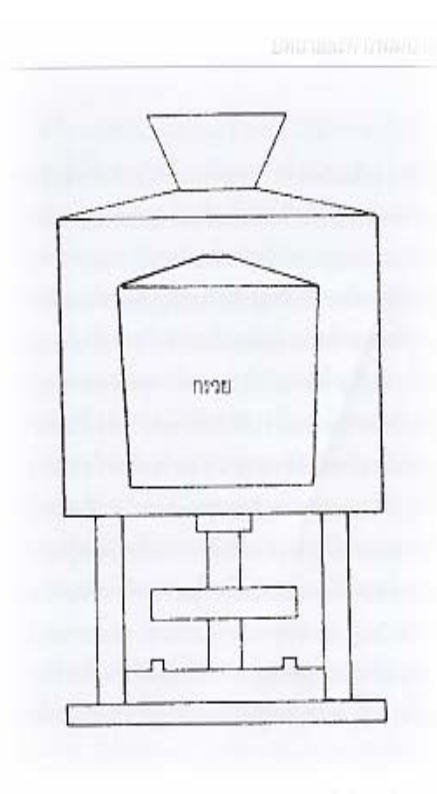
ตั้งอยู่ในชนบทบริเวณพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวมาก แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ โรงสีแบบลูกหิน และโรงสีแบบหินโม้ โดยโรงสีแบบหินโม้เป็นเทคโนโลยีแบบเดิมที่มีมานานแล้ว และเทคโนโลยีแบบลูกหินเข้ามาสู่ประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2513 โดยโรงสีแบบลูกหินที่มีขนาดเล็กที่สุดจะมีลูกหินเพียงลูกเดียว และส่วนประกอบทั้งหมดอยู่ในตู้ จึงนิยมเรียกว่า โรงสีตู้ (อัมมาร และ วิโรจน์, 2533)

โรงสีตู้จะสีข้าวเปลือกได้ประมาณวันละ 1 เกวียน เครื่องสีข้าวนี้ใช้พลังงานจากไฟฟ้า มีลักษณะเป็นลูกกลิ้งเหล็กที่เคลือบด้วยหินกากเพชร อยู่ภายในกระบอกลูกเหล็กที่ด้านหนึ่งจะมีแถบยางยื่นเข้าไปจนเกือบแตะลูกกลิ้ง โดยแถบยางนี้จะปรับระยะห่างจากลูกกลิ้งได้ตามต้องการ กระบวนการสีเริ่มจากนำข้าวเปลือกผ่านเข้าไปประหว่างลูกกลิ้งกับแถบยาง ทำให้เกิดการบีบและดึงแยกให้เปลือกหลุดออกเป็นแกลบ ข้าวกล้อง และรำหยาบ นำข้าวกล้องที่แยกได้เข้าเครื่องสีอีกครั้งเพื่อขัดผิวข้าวให้ขาวโดยการปรับระยะระหว่างแถบยางและลูกกลิ้งให้แคบลง การสีครั้งที่ 2 จะได้ต้นข้าว และรำละเอียด โรงสีแบบลูกหินที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จะมีลูกหินซึ่งทำหน้าที่เฉพาะการกะเทาะและการขัดข้าวกล้อง เป็นข้าวสาร โดยทำงานพร้อมกัน 2-3 ลูก (ภาพที่ 4) โรงสีแบบหินโม้ ประกอบด้วยจานเหล็ก เรียกว่าหินข้าวดำหรือหินจาน เคลือบด้วยหินกากเพชร 2 จาน วางขนานและหันหน้าเข้าหากันตามแนวราบระหว่างจานปรับระยะช่องว่างได้ เมื่อใส่ข้าวลงไป ที่กรวยด้านบนลงสู่จาน จานล่างจะหมุนไปรอบ ๆ ขณะที่จานบนอยู่กับที่ ทำให้ข้าวเปลือกผ่านเข้าไปในระหว่างช่องที่ปรับระยะห่างของจานทั้ง 2 ไว้ เกิดการบีบและดึงแยก ทำให้เปลือกหลุดเป็นแกลบ (ภาพที่ 5) และแยกข้าวกล้องไปขัดผิวในกรวยขัดขาว ซึ่งเป็นกรวยเหล็กฉาบด้วยหินกากเพชรเช่นกัน รอบ ๆ กรวยจะมีตะแกรงติดด้วยแถบยางเป็นระยะ เมื่อหมุนกรวยไปรอบ ๆ ทำให้เกิดการขัดผิวข้าวกล้องด้วยหินกากเพชร และแผ่นยางรอบกรวยนิยมขัด 2 ครั้ง เพื่อแยกรำออกจากข้าวกล้องได้ข้าวขาวหมด (ภาพที่ 6) โรงสีแบบนี้มักใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ดีเซล (อัมมาร และ วิโรจน์, 2533)

โรงสีขนาดเล็กนี้รับสีข้าวเปลือกของชาวนาด้วยวิธีการแลกข้าวสาร โดยทั่วไปจะแลกข้าวเปลือก 1 เกวียน (หรือ 1 คัน) ด้วยข้าวสาร 500 กิโลกรัม และข้าวสารที่ได้นี้จะไม่มีการคัดขาน และมักจะมีข้าวหักปนอยู่มาก เจ้าของโรงสีได้ค่าจ้างเป็นรำและปลายข้าว ทำให้เจ้าของโรงสีไม่มีแรงจูงใจที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพในการสี เพราะถ้าเครื่องสีประสิทธิภาพต่ำจะทำให้โรงสีได้ค่าบริการในรูปรำและปลายข้าวมากขึ้น (อัมมาร และ วิโรจน์, 2533; เครือวัลย์, 2536)

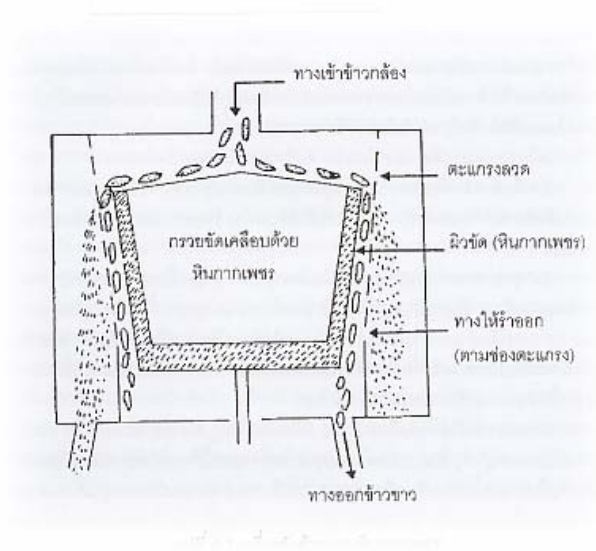


ภาพที่ 4 ลูกหิน ที่ใช้ในโรงสีตู้และโรงสีแบบลูกหิน



ภาพที่ 5 เครื่องสีข้าวแบบหินไม้

ที่มา: อัมมาร และ วิโรจน์ (2533)



ภาพที่ 6 เครื่องขัดข้าวแบบหินกากเพชร

ที่มา: ดัดแปลงจาก อัมมาร และ วิโรจน์ (2533)

โรงสีขนาดกลาง

โรงสีขนาดกลางนี้จะรับสีข้าว (หรือแกลบข้าว) จากชาวนาคู่กันไปกับการซื้อข้าวเปลือกมาสีเพื่อขายข้าวสารให้พ่อค้า โรงสีขนาดกลางจะใช้เครื่องสีแบบหินโม้ และกรวยขัดขาย เช่นเดียวกับโรงสีขนาดเล็ก แต่เพิ่มขึ้นตอนและดำเนินการแบบต่อเนื่องดังนี้ (เครือวัลย์, 2536)

1. การป้อนข้าวเปลือกเข้าเครื่อง จากถังรับข้าวเปลือกซึ่งเป็นภาชนะตัวแรกสำหรับป้อนข้าวเข้าเครื่องสี มีชุดกระพ้อตักข้าวอยู่ติดกับสายพาน ประกอบด้วย ตัวกระพ้อทำด้วยแผ่นเหล็กหนาพอควร ลักษณะคล้ายกระชวยตักน้ำ ติดกับสายพานเป็นระยะห่าง 1 ฟุต สายพานเคลื่อนที่เป็นวงรีขึ้นลง โดยล้อเหล็กหมุน 2 ลูก ขณะที่สายพานเคลื่อนที่กระพ้อจะตักข้าวขึ้นไปข้างบนและเทลงในเครื่องทำความสะอาดด้วยแรงเหวี่ยงที่พอดีให้ข้าวลงช่องไปสู่เครื่องทำความสะอาด

2. เครื่องทำความสะอาดที่จำเป็นประกอบด้วย ชุดตะแกรงโยกเพื่อแยกสิ่งเจือปน มีตะแกรงวางเรียง 2 ชั้นหรือมากกว่า ตะแกรงมีขนาดรูต่างกัน โดยขนาดใหญ่จะอยู่ชั้นบน และขนาดเล็กจะอยู่ชั้นล่าง วางเอียงลงประมาณ 3 – 5 องศา ในขณะที่เครื่องโยกไปมา สิ่งเจือปนขนาดใหญ่กว่าเมล็ด ข้าว เช่น เศษฟาง หญ้า หิน ดินก้อนใหญ่ และอื่น ๆ จะติดบนตะแกรงและแยกออกไปจากเครื่อง ส่วนเมล็ดข้าวเปลือกจะลอดผ่านตะแกรงชนลงสู่ตะแกรงล่าง ส่วนสิ่งเจือปนที่เบาจะถูกพัดลมดูดออกไปอีกทาง ตะแกรงล่างที่อยู่ชั้น 2 นี้ จะมีขนาดรูตะแกรงเล็กลง ข้าวเปลือกลอดผ่านไม่ได้สิ่งเจือปนที่หนัก และขนาดเล็กกว่าข้าวเปลือกจะลอดผ่านได้ เช่น ทราย หิน ผุ่นผงต่าง ๆ และแยกออกไปจากเครื่อง ส่วนข้าวเปลือกบนตะแกรงจะไหลออกอีกทางหนึ่ง ซึ่งบางครั้งจะมีพัดลมดูดเมล็ดลีบและผุ่นผงที่เบาออกไป ข้าวเปลือกที่ออกจากตะแกรงโยกนี้จะเข้าไปยังเครื่องแยกเศษเหล็ก (ถ้ามี) และต่อไปยังเครื่องแยกหิน (ถ้ามี) แล้วจึงไปยังเครื่องกะเทาะเปลือก

3. เครื่องกะเทาะเปลือก มี 2 แบบ คือ หินข้าวดำ หรือหินจาน และลูกยาง

3.1 หินข้าวดำหรือหินจานหรือหินโม้ เช่นเดียวกับโรงสีขนาดเล็ก แต่มีมากกว่าหนึ่งชุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกะเทาะข้าวเปลือก สิ่งที่ได้คือ แกลบ รำหยาบ ปลายข้าวกล้าง ข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

3.2 ลูกยางกะเทาะเปลือก ประกอบด้วยลูกยาง 2 ลูก มีแกนเป็นเหล็กมีขนาดเท่ากัน โดยลูกหนึ่งอยู่กับที่และอีกลูกปรับระยะห่างได้ การทำงานของลูกยางทั้งสองต่างกันด้วยความเร็วประมาณ 25 เปอร์เซนต์ และการหมุนเข้าหากัน ทำให้ข้าวเปลือกถูกบีบและดึงแยกให้เปลือกหลุดโดยเมล็ดข้าวกล้องไม่หัก ไม่มีรำหยาบ มีประสิทธิภาพดีเพราะข้าวหักน้อย จึงนิยมใช้กันแพร่หลายมากขึ้น สิ่งที่ได้คือ แกลบ ข้าวกล้อง แล้วข้าวเปลือก

4. เครื่องแยกสิ่งที่ได้จากเครื่องกะเทาะ มีลักษณะเป็นตู้ ข้างในตู้ประกอบด้วย ตะแกรง 1-2 ชั้น ชั้นบนเป็นตะแกรงรูใหญ่ชั้นล่างเป็นตะแกรงรูเล็ก เครื่องแยกนี้ทำงานโดยการโยกเป็นวงกลม เมื่อสิ่งที่ได้จากเครื่องกะเทาะผ่านเข้าเครื่องแยก ส่วนที่เป็นช่องข้างบนจะมีพัดลมดูดแกลบแยกออกไปเหลือข้าวกล้อง ปลายข้าวกล้อง ข้าวเปลือก และรำหยาบ ผ่านการเขย่าด้วยการโยก ตะแกรงชั้นแรงจะร่อนข้าวเปลือกและข้าวกล้องแยกไปด้วยกัน ตะแกรงชั้นที่สองจะร่อนปลายข้าวแยกไปอีกทางส่วนรำหยาบจะร่อนผ่านตะแกรงลงสู่อีกทาง สำหรับข้าวกล้องและข้าวเปลือกจะผ่านไปยังเครื่องแยกต่อไป

5. เครื่องแยกข้าวเปลือกและข้าวกล้อง มีลักษณะเป็นหีบสี่เหลี่ยมตั้งเอียงเล็กน้อย ถ้าเป็นแบบเก่าจะทำด้วยไม้ ภายในมีแผ่นโลหะบางกั้นเป็นช่องแบบฟันปลา แต่ละช่องห่างกันประมาณ 3-4 นิ้ว มีอย่างน้อย 3 ช่อง หีบสี่เหลี่ยมนี้จะส่งไปมาในทิศทางตัดกับความยาวของช่อง เป็นระยะ 2-3 นิ้ว ด้วยความเร็ว 100-110 รอบต่อนาที หลักในการแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องทำได้เนื่องจากข้าวเปลือกมีความหยาบของผิวเมล็ดส่วนข้าวกล้องมีความลื่นของผิวเมล็ดมากกว่า และเนื่องจากความหนาแน่นหรือน้ำหนักของเมล็ด และแรงลอยตัวของเมล็ดข้าวเปลือกต่างจากข้าวกล้อง ทำให้เมื่อผ่านของผสมระหว่างข้าวเปลือก และข้าวกล้องเข้าสู่หีบสี่เหลี่ยมซึ่งส่งไปมาด้วยแรงสั่นสะเทือนมีผลให้ข้าวเปลือกซึ่งเบา และมีผิวหยาบกว่าข้าวกล้องพุ่งตัวลอยขึ้น และเคลื่อนตามช่องกั้นขึ้น ด้านบน ข้าวกล้องจะร่วงลงข้างล่าง และค่อย ๆ เคลื่อนออกจากรูของเครื่องเข้าสู่เครื่องขัดขาวให้เป็นข้าวสารส่วนข้าวเปลือกจะกลับไปยังเครื่องกะเทาะเพื่อแยกแกลบออกจากข้าวกล้องอีกครั้ง ในปัจจุบันเครื่องแยกข้าวเปลือก และข้าวกล้องมีรูปแบบต่าง ๆ กัน เปลี่ยนจากหีบไม้ และแผ่นโลหะบางกั้นช่องแบบฟันปลาเป็นแผ่นโลหะแบน ผิวเป็นรูปสามเหลี่ยมมนขึ้นมาจัดเรียงกันคล้ายฟันปลาแทน เป็นต้น

6. เครื่องขัดข้าว เพื่อให้ข้าวกล้องเป็นข้าวสารมี 2 แบบ คือ แบบหินขัด (Abrasive Type) และแบบแรงเสียดทาน (Friction Type) เครื่องขัดข้าวของโรงสีข้าวแบบดั้งเดิมเป็นแบบหินขัดซึ่งมีความคมของหินกาบเพชร ขัดชั้นรำออก ลักษณะของหินขัดประกอบด้วย โลหะรูปกรวยตัด

เคลื่อนด้วยหินกากเพชรเหมือนกับหินกะเทาะเปลือกข้าว แต่ส่วนผสมของกากเพชรต่างกัน กรวยจะหมุนอยู่รอบแกนเหล็กตามแนวดิ่ง ล้อมรอบด้วยตะแกรงที่มีทังยางติดอยู่เป็นระยะโดยรอบ 6 แท่ง เมื่อข้าวกลิ้งผ่านเข้าเครื่องขัดขาว กรวยที่หมุนด้วยอัตราเร็วที่เหมาะสมจะทำให้ข้าวเกิดการหมุนและขัดสีกันเอง รวมทั้งการขัดสีกับตะแกรงด้วย แยกชั้นรำหลุดลอดออกทางรูตะแกรงเป็นรำละเอียด (Fine Bran) เวลาที่ใช้หมุนข้าวจะประมาณ 30-40 วินาที หรือมากกว่านี้ สอดคล้องกับการปรับตั้งระยะห่างหินขัดกับตะแกรงถ้าปรับชิดก็จะขัดข้าวได้ขาวมาก แต่ข้าวก็จะหักมากด้วย นอกจากนี้ยังมีเครื่องหินขัด 2-3 เครื่องซึ่งมีลักษณะหินกากเพชรแตกต่างกัน เพื่อขัดรำออกจากผิวหน้าเป็นระยะช่วยลดการหักของข้าวให้น้อยลง เครื่องตัวสุดท้ายจะเป็นเครื่องขัดมัน โดยขัดผงรำที่หลงเหลือบนผิวข้าวออก ลักษณะของเครื่องจะหุ้มด้วยแผ่นหนังแทนหินกากเพชร แต่ละเครื่องขัดมันจะมีระบบพัดลมติดอยู่เพื่อระบายความร้อนช่วยลดการแตกหัก และแยกรำเข้าไปในไซโคลน

7. เครื่องแยกขนาดเมล็ดข้าวหัก เพื่อแยกข้าวสารรวมที่และขัดมาแล้วให้ได้เป็นข้าวสารต้น (หมายถึง ข้าวเต็มเมล็ดรวมกับต้นข้าว) ข้าวหักใหญ่ ข้าวหัก และปลายข้าว ประกอบด้วยตะแกรง 2 ชุด ชุดแรกเป็นตะแกรงเหลี่ยมอยู่ในตู้สี่เหลี่ยม มี 1-2 ตู้ ชุดที่ 2 เป็นตะแกรงหลุมรูปทรงกระบอก 2-3 ลูก การทำงานของตู้สี่เหลี่ยมที่มีตะแกรงเหลี่ยมอยู่ภายในจะหมุนรอบตัว ตู้ใบบนมีตะแกรง 3 ชั้น ขนาดความหนาแน่นของช่องเท่ากันหมด สำหรับแยกข้าวต้น ส่วนที่เหลือไหลลงไปยังตู้ใบล่างมีตะแกรง 3 ชั้นเหมือนกัน ตะแกรงชั้นแรกมีขนาดเท่าตะแกรงในตู้บนสำหรับแยกข้าวต้น ส่วนชั้นที่ 2 และ 3 ขนาดช่องตะแกรงเล็กลงหล่นกันลงมา สำหรับแยกข้าวหักและปลายข้าว ส่วนที่ค้ำอยู่ในตะแกรงชั้นที่ 2 เป็นข้าวรวม ซึ่งมีข้าวหักขนาดต่าง ๆ รวมทั้งข้าวต้น ผ่านลงไปแยกต่อในตะแกรงหลุม 3 ลูก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรงต่างกัน (เช่น 4, 4.5 และ 5.5 มม.) เพื่อแยกปลายข้าว ข้าวหักและสุดท้ายคือ ข้าวหักใหญ่และข้าวต้นออกจากกัน

อัตราการสีข้าวของโรงสีขนาดกลางนี้ดีกว่าโรงสีข้าวขนาดเล็ก เพราะมีการแยกข้าวเปลือกมาสีครั้งที่สอง และอัตราการสีข้าวไม่ต่างจากโรงสีขนาดใหญ่ เนื่องจากเทคโนโลยีที่ใช้คล้ายกัน โรงสีขนาดกลางนี้ใช้วิธีแกล้งข้าวโดยคั้นข้าวสารให้ชานา 600 กิโลกรัม ต่อข้าวเปลือก 1 เกวียน (อัมมาร และ วิโรจน์, 2533)

โรงสีขนาดใหญ่

โรงสีขนาดใหญ่จะรับซื้อข้าวเปลือกจากพ่อค้าคนกลางนำมาสีเป็นข้าวสารแล้วขายให้พ่อค้าขายข้าวสารเพื่อขายในประเทศหรือส่งออกขายไปต่างประเทศ โดยไม่รับจ้างสีข้าวให้ชาวนาเหมือนกับโรงสีข้าวขนาดกลางและขนาดเล็ก เทคโนโลยีที่ใช้ไม่ต่างจากโรงสีขนาดกลาง โดยให้หินโม่และลูกกลิ้งข้างในการกะเทาะเปลือก และใช้กรวยขัดในการขัดข้าวกล้อง แต่โรงสีข้าวใหญ่จะมีขนาดของเครื่องสีใหญ่กว่าโรงสีขนาดกลาง และมีจำนวนเครื่องมากกว่าเพื่อการขยายกำลังผลิต มีระบบการขนย้ายข้าวเปลือกและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ด้วยเครื่องจักรซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่ต่างจากโรงสีขนาดกลาง นอกจากนี้โรงสีขนาดใหญ่เกือบทั้งหมดใช้พลังงานจาเครื่องจักรไอน้ำที่ได้จากแกลบเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ และราคาถูกเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ (อัมมาร และ วิโรจน์, 2533)

ในการดำเนินงานของโรงสีขนาดใหญ่ซึ่งมีกำลังผลิตที่สามารถสีข้าวเปลือกได้ 320,000 ตันต่อปี ทำงาน 320 วันต่อปี โดยทำตลอด 24 ชั่วโมง แบ่งเป็น 3กะ (กะละ 8 ชม.) วันที่ว่างในปีจะซ่อมแซมและปรับปรุงเครื่องจักรมีขั้นตอนการทำงานแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก (เอกสารเผยแพร่, กลุ่มธุรกิจพืชครบวงจร) คือการรับซื้อข้าวเปลือกเพื่อเก็บไว้ในไซโล กระบวนการสีข้าวเปลือก และกระบวนการบรรจุข้าวสาร

1. การรับซื้อข้าวเปลือก มี 4 ขั้นตอน คือ

1.1 การสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก ทำที่หอน้ำโดยใช้ระบบลมดูด แ่งเก็บตัวอย่าง 6-12 จุดต่อ 1 คันรถ ในขณะที่เก็บตัวอย่างมีพนักงานตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกเบื้องต้นเกี่ยวกับสิ่งเจือปน มอด แมลง ข้าวผสม และข้าวเปียก เป็นต้น

1.2 การตรวจสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจสอบ เปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ตันข้าว เปอร์เซ็นต์แกลบ ลักษณะของข้าวเปลือก และสิ่งเจือปนต่าง ๆ

1.3 การกำหนดราคา เมื่อตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกแล้วจะส่งผลไปยังแผนกคิราคา ตรวจสอบคุณภาพอีกครั้งหนึ่งด้วยวิธีการบดข้าวเปลือก แล้วจึงกำหนดราคา ตกลงกับเจ้าของข้าวเปลือกจนพอใจกันทั้ง 2 ฝ่าย จึงรับซื้อ

1.4 การนำเข้าเก็บในไซโล ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกที่ตกลงชื่อ โดยการชั่งทั้งคันรถ ด้วยเครื่องชั่งขนาดใหญ่ที่ทันสมัย และได้มาตรฐาน แล้วนำข้าวเปลือกเก็บในไซโลตามประเภท และคุณภาพของข้าวเปลือกนั้น

2. กระบวนการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร

2.1 การทำความสะอาดและแยกสิ่งเจือปนออกจากข้าวเปลือก ใช้เครื่องจักร 2 แบบ คือ

2.1.1 เครื่องแยกเมล็ดข้าวเปลือกออกจากสิ่งเจือปน (Grain Separator) เพื่อแยกฟูน ฟาง กรวด ทราย และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ออกจากเมล็ดข้าวเปลือก

2.1.2 เครื่องแยกหิน (Destoner) เพื่อแยกหินที่มีขนาดใกล้เคียงกับข้าวเปลือกออกไป

2.2 การกะเทาะเปลือก ใช้เครื่องจักร 2 แบบ คือ

2.2.1 ลูกยาง (Rubber Roll Huller) เพื่อกะเทาะเปลือกให้หลุดออกจากตัวเมล็ดเป็นข้าวกล้อง

2.2.2 เครื่องแยกแกลบ (Husk Separator) เพื่อแยกแกลบและข้าวกล้องออกจากกันส่วนที่เป็นแกลบจะแยกไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ส่วนที่เป็นข้าวกล้องจะแยกไปยังเครื่องขัดขาวต่อไป

2.2.3 เครื่องแยกข้าวเปลือก (Paddy Separator) เพื่อแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง แล้วส่งข้าวเปลือกไปกะเทาะอีกครั้ง นิยมผ่านเครื่องนี้ 2 ครั้ง ให้ได้ประสิทธิภาพในการสีข้าวดีขึ้น

2.2.4 เครื่องขัดรำออกจากข้าวออกจากข้าวกล้อง ใช้เครื่องจักร 2 แบบ คือ

2.2.4.1 เครื่องขัดขาวแบบแนวตั้ง (Vertical Whitener) เพื่อขัดผิวข้าวกล้องให้ “รำดิบ” แยกออกมา ทำการขัดด้วยเครื่องนี้ 3 ครั้ง จะทำให้ได้เมล็ดข้าวสารออกไป

2.2.4.2 เครื่องขัดมันแบบแนวนอน (Horizontal Polisher) เพื่อขัดเมล็ดข้าวสารให้เรียบเป็นเงา และสะอาดปราศจากรำและสิ่งต่าง ๆ ที่ติดผิวเมล็ดข้าวสารออกไป

2.2.5 เครื่องคัดขนาดข้าวสาร (Milled Rice Grading Machine) เพื่อคัดเมล็ดข้าวสารที่มีขนาดความยาวแตกต่างกันออกเป็น ส่วน ๆ เพื่อให้ได้ข้าวสารเต็มเมล็ด ข้าวคั้น ข้าวหักใหญ่ ข้าวหักและปลายข้าวออกจากกัน เป็นการเสร็จสิ้นขั้นตอนของกระบวนการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร โดยจะได้ข้าวสารเข้าไปเก็บไว้ในไซโล เพื่อทำการบรรจุต่อไป

3. กระบวนการบรรจุข้าวสาร มี 2 แบบ คือ บรรจุถุงพลาสติกเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ และการบรรจุกระสอบเพื่อจำหน่ายไปต่างประเทศ

3.1 เครื่องทำความสะอาด เพื่อแยกสิ่งเจือปนออกจากข้าวสารอีกครั้ง โดยผ่านเครื่องคัดสีและเครื่องแยกสิ่งเจือปน เช่น ข้าวเปลือก ก้อนหิน เป็นต้น

3.2 เครื่องแยกเมล็ดมีสี (Color Sorting Machine) เพื่อแยกข้าวสารเหนียวออกจากข้าวสารเจ้า หรือ ข้าวสารเจ้าออกจากข้าวสารเหนียว ข้าวเมล็ดเหลืองหรือดำออกจากข้าวสารปกติ

3.3 เครื่องคัดเลือกขนาดข้าวสาร เพื่อแยกปลายข้าวออกจากข้าวเต็มเมล็ด

3.4 เครื่องบรรจุ ทำการชั่งน้ำหนัก และบรรจุลงถุงตามขนาดที่ผู้ซื้อต้องการ และปิดผนึกด้วยเครื่องจักรแบบอัตโนมัติ

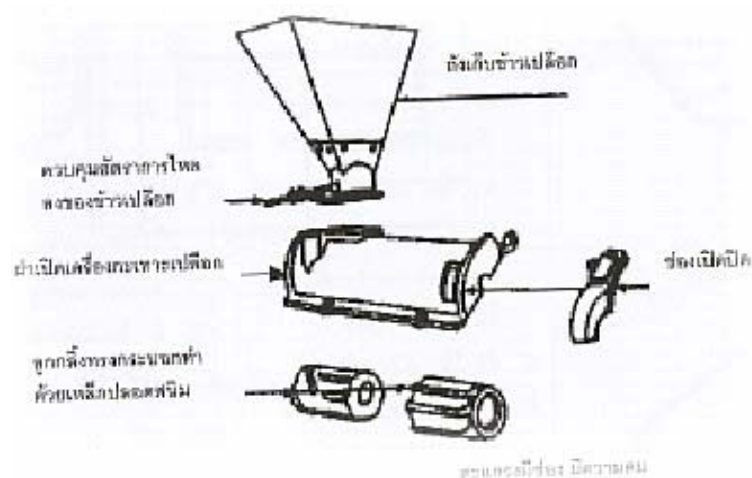
กระบวนการแปรรูปข้าวเปลือกเป็นข้าวสารในโรงสีขนาดใหญ่จะมีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมอย่างใกล้ชิด ตรวจสอบคุณภาพทุกขั้นตอน นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์ทันสมัย และยึดถือมาตรฐานข้าวของกระทรวงพาณิชย์เป็นหลักในการตรวจสอบข้าวสารที่ได้ (เอกสารเผยแพร่, กลุ่มธุรกิจพืชครบวงจร)

การพัฒนาเทคโนโลยีของระบบสีข้าวเปลือก

1. วิธีการแบบดั้งเดิม

ในการพัฒนาระบบการสีข้าวเปลือกจากวิธีการดั้งเดิมที่ปรับปรุงจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ใช้มือตำข้าวเปลือกด้วยครกและสาก ซึ่งยังมีใช้กันอยู่มากในหมู่บ้านชุมชนบทของประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศ โดยเฉพาะประเทศในทวีปแอฟริกา ด้วยวิธีการดั้งเดิมนี้ทำให้ได้ “ข้าวซ้อมมือ” ซึ่งมีส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดและคัพภะติดอยู่ด้วย ทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการในปริมาณ ไขมัน แร่ธาตุ โปรตีน และวิตามินมากกว่าการสีข้าวเปลือกด้วยวิธีการที่พัฒนาขึ้นเพื่อการสีและขัดข้าวให้ขาว เรียกว่า “ข้าวสาร” (Ruiten, 1985)

ก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ระบบการสีจะผ่านเครื่องสีเครื่องเดียวในการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร คือ เครื่องสีแบบ เอนเจลเบิร์ก (Engelberg Rice Mill) ซึ่งต้นแบบเริ่มแรกมาจากประเทศสหรัฐอเมริกาต่อมาเมื่อสิทธิบัตรหมดอายุ ได้มีการผลิตในยุโรป และใช้กันแพร่หลายในประเทศกำลังพัฒนา และโรงสีขนาดเล็ก ส่วนประกอบหลักของเครื่องเป็นลูกกลิ้งทรงกระบอกในแนวนอน หมุนด้วยความเร็วสูงมีฝาครอบ ทำด้วยเหล็กหล่อสนิมในส่วนครึ่งบน และส่วนครึ่งล่างจะมีลักษณะเป็นตะแกรงมีช่องและมีความคมที่ปรับให้ระยะห่างเพื่อให้เกิดแรงดัน และแรงดันให้เมล็ดข้าวเคลื่อนที่ออกจากเครื่องโดยใส่ข้าวเปลือกลงในช่องใส่ข้าวเปลือก เมื่อเดินเครื่องข้าวเปลือกจะถูกขัดจนเป็นข้าวสาร แยกออกทางช่องหนึ่ง ส่วนเปลือกข้าว คัพภะ ข้าวหัก และปลายข้าวจะแยกออกอีกทางหนึ่ง (ภาพที่ 7) (Ruiten, 1985)



ภาพที่ 7 เครื่องสีแบบ เอนเจลเบิร์ก

2. วิธีการที่พัฒนาหลังสงครามโลกครั้งที่ 2

ชุดเครื่องสีข้าวเปลือกระดับหมู่บ้านประกอบด้วยเครื่อง 2 แบบ คือ เครื่องสีข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้อง และเครื่องขัดข้าวกล้องเป็นข้าวสาร ซึ่งสามารถจัดเป็นระบบได้ทั้งโรงสีขนาดเล็ก และขนาดกลางและขนาดใหญ่ และเป็นเทคโนโลยีของแต่ละประเทศในการพัฒนาเครื่องในระบบการสีข้าวเปลือกโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศญี่ปุ่นได้พัฒนาเครื่องสีที่ทำด้วยลูกยางทำให้ข้าวหักลดลง ถือเป็นจุดเด่นของการเปลี่ยนระบบสีจากแบบดั้งเดิมเป็นแบบที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น นอกจากนี้ยังพัฒนาระบบของเครื่องที่เกี่ยวข้องกับการสีข้าวเปลือกเพื่อใช้ในโรงสีขนาดใหญ่ แยกเป็นระบบได้ดังนี้ (ศิวลักษณ์, 2536)

ระบบการขนย้าย

ภายในโรงสีจะต้องมีระบบการขนย้ายข้าวและสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสีข้าวเปลือกแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ กระพ้อลำเลียง (ภาพที่ 8) สายพานลำเลียง (ภาพที่ 9) สกรูลำเลียง (ภาพที่ 10) และระบบขนย้ายด้วยลม (Pneumatic Conveyor) (ภาพที่ 21) ซึ่งเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียได้ดังตารางที่ 23 (ศิวลักษณ์, 2536)

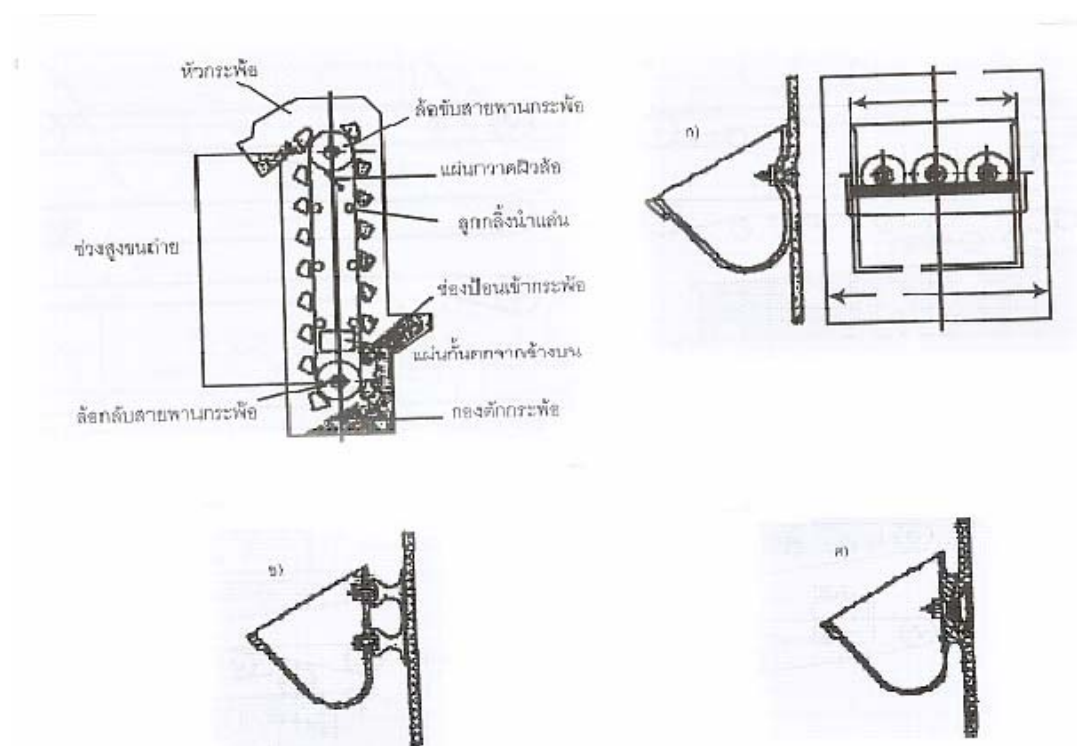
ตารางที่ 18 เปรียบเทียบลักษณะของเครื่องขนย้าย 4 ลักษณะ

ลักษณะของเครื่องขนย้าย	ข้อดี	ข้อเสีย
1. กระพ้อลำเลียง	1. ยกวัสดุขึ้นในแนวตั้งฉาก 2. กินเนื้อที่ติดตั้งน้อย 3. ลงทุนครั้งแรกต่ำ 4. ทำให้วัสดุแตกหักเสียหายน้อย	1. ต้องใช้กำลังงานมาก (มากกว่าสายพานลำเลียง) 2. ต้องดูแลบำรุงรักษาอย่างใกล้ชิดและต้องตรวจสอบบ่อย
2. สายพานลำเลียง	1. ลำเลียงข้าวเปลือกขึ้นได้สูง 15° ข้าวสารได้ 8° 2. ต้องใช้กำลังงานน้อย 3. ทำให้วัสดุแตกหักน้อย 4. ดูแลบำรุงรักษาน้อย	1. ลงทุนครั้งแรกสูง 2. ลำเลียงในแนวราบหรือในมุมต่ำ

ตารางที่ 18 (ต่อ)

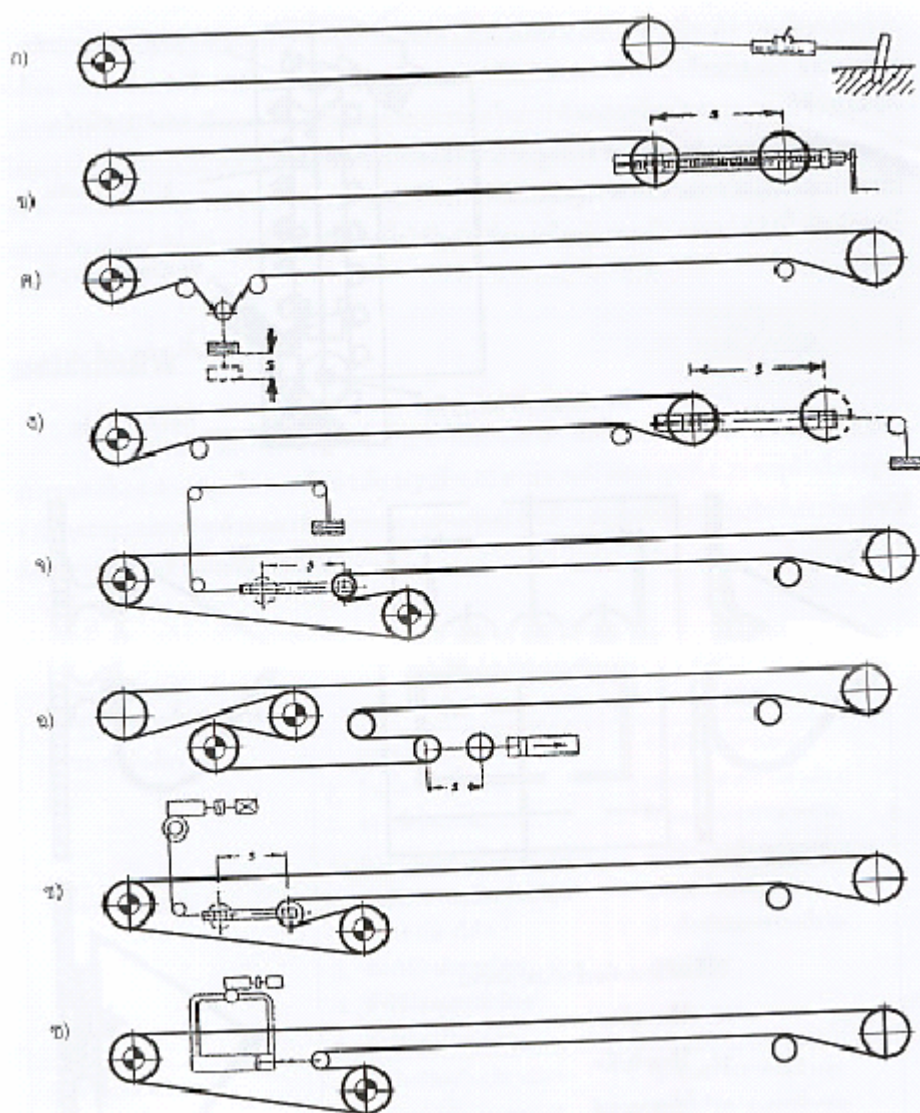
ลักษณะของเครื่องขนย้าย	ข้อดี	ข้อเสีย
3. เกลียวลำเลียง หรือ สกรู ลำเลียง	1. ลำเลียงวัสดุเป็นปริมาณมาก 2. ขนย้ายได้ทั้งแนวนอนและ แนวตั้ง	1. ลงทุนครั้งแรกค่อนข้างสูง 2. ทำให้เกิดการแตกหัก ค่อนข้างสูง
4. ระบบขนย้ายนิวเมติก	1. ขนย้ายวัสดุขนาดเล็กใน ปริมาณต่ำได้ดี	1. ต้องใช้กำลังงานสูงมาก 2. ลงทุนครั้งแรกสูงมาก 3. ต้องดูแลควบคุมอย่างใกล้ชิด

ลักษณะโครงสร้างของชุดสายพานกระพ้อ

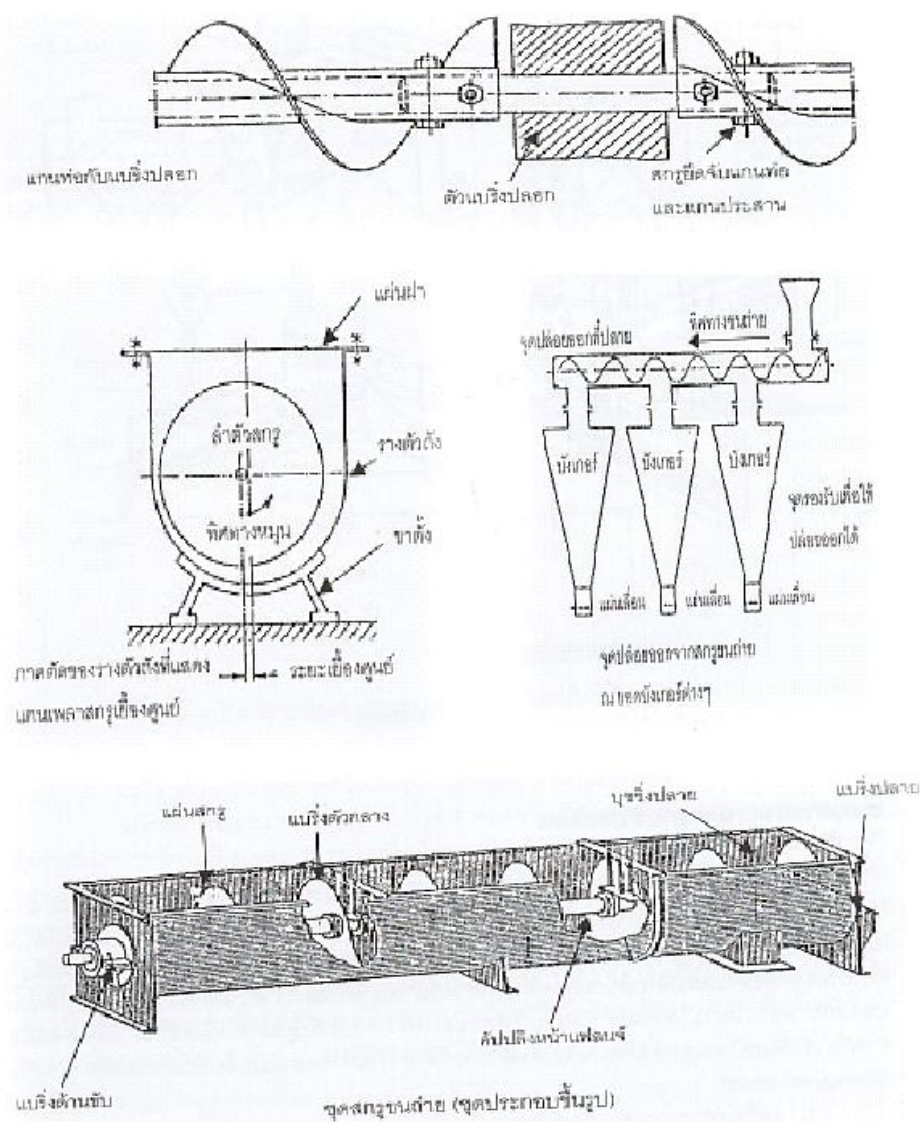


ภาพที่ 8 กระพ้อลำเลียง

หมายเหตุ วิธีติดตั้งกระพ้อเข้ากับสายพาน ก) ใช้สกรูฝังแร่ ข) ใช้ขอจับยึด ค) ใช้เชกเมนต์
ที่มา: ศิวลักษณ์ (2536)

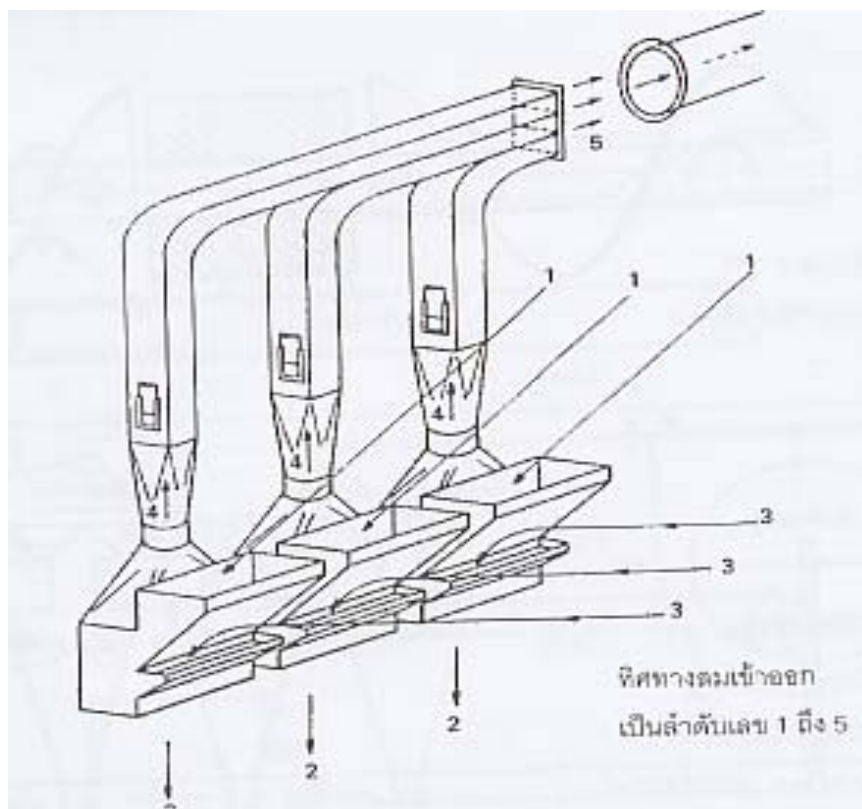


ภาพที่ 9 สายพานลำเลียง
ที่มา: ศิวลักษณ์ (2536)



ภาพที่ 10 สกรูลำเลียง

ที่มา: ศิวลักษณ์ (2536)



ภาพที่ 11 ระบบขนย้ายด้วยลม

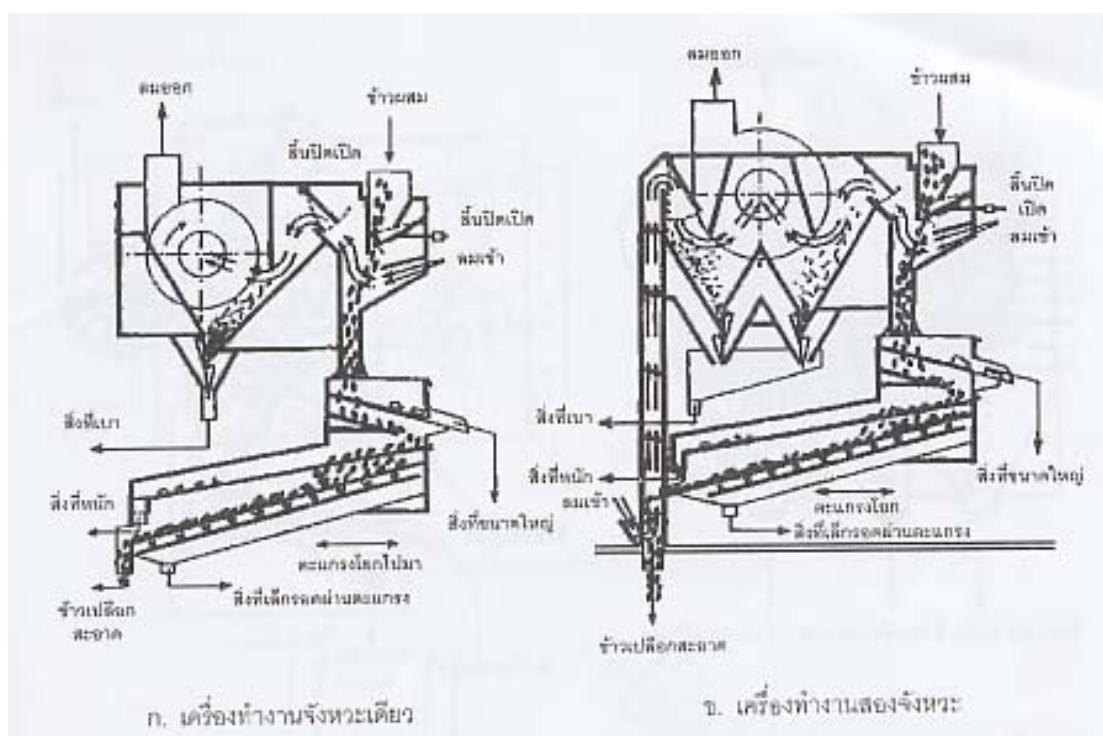
ที่มา: ศิวลักษณ์ (2536)

ระบบการทำความสะอาดข้าวเปลือก

เมื่อรับซื้อข้าวเปลือกมาเก็บไว้ในไซโลแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงประเด็นแรกในการเริ่มนำข้าวเปลือกเข้าสู่ระบบการสี คือ การทำความสะอาดข้าวเปลือกเพื่อแยกสิ่งเจือปน ป้องกันไม่ให้สิ่งเจือปนเป็นอันตรายต่อเครื่องสี และให้ได้ข้าวสารที่มีคุณภาพดี หลักในการแยกสิ่งเจือปนออกจากข้าวเปลือกทำได้โดยอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน เช่น ความยาว ความกว้าง ความหนา ความหนาแน่น ความหยาบ ความเบา ความนำกระแสไฟฟ้า ความดึงดูดด้วยแม่เหล็กได้ ตลอดจนสีที่ต่างกัน ดังนั้นเครื่องแยกสิ่งเจือปนจึงใช้หลักการดังกล่าวในการออกแบบลักษณะของเครื่องต่างกัน (Shengyan, 1998)

1. เครื่องทำความสะอาดด้วยลมเป่าและตะแกรงโยกระบบปิด

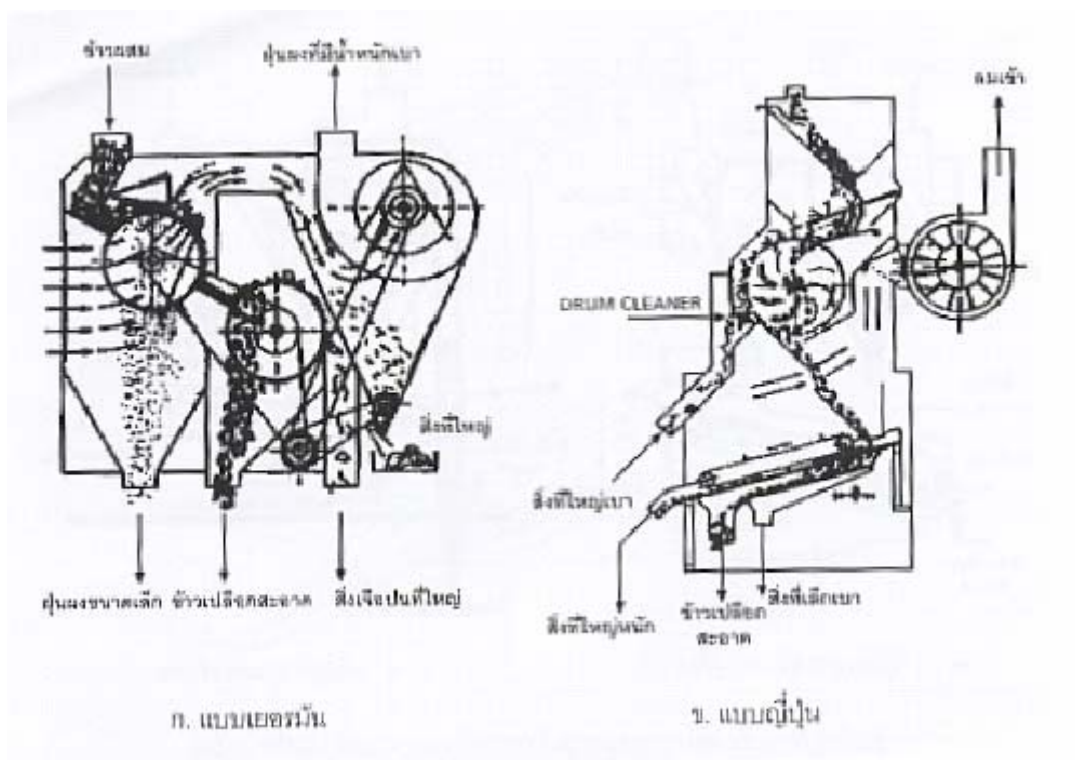
เครื่องทำความสะอาดนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ เครื่องลงเป่าเพื่อคัดฝุ่นผงหรือสิ่งเจือปนที่เบากว่าข้าวเปลือกแยกออกทางหนึ่ง ในขณะที่ข้าวเปลือกและสิ่งเจือปนอื่นตกลงสู่ตะแกรงที่วางเอียงเป็นตะแกรง 2 ชั้น ชั้นบนมีช่องเพื่อแยกสิ่งที่ใหญ่กว่าข้าวเปลือกจะไม่เคลื่อนที่ ส่วนตะแกรงล่างจะเคลื่อนที่แบบโยกไปมาได้ (ภาพที่ 12) ด้วยระบบปิด (Shengyan, 1998)



ภาพที่ 12 เครื่องทำความสะอาดด้วยลมเป่าและตะแกรงโยกระบบปิด

2. เครื่องทำความสะอาดด้วยลมเป่า และลูกกลิ้งตะแกรงหมุน

เครื่องทำความสะอาดนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ เครื่องลมเป่าเพื่อคัดฝุ่นผงหรือสิ่งเจือปนที่เบากว่าข้าวเปลือกแยกออกทางหนึ่ง ในขณะที่ข้าวเปลือกและสิ่งเจือปนตกลงสู่ลูกกลิ้งทรงกระบอกวางในแนวนอน โดยผิวลูกกลิ้งมีลักษณะเป็นตะแกรงมีช่องขนาดเล็กให้สิ่งที่เป็นผงขนาดเล็กแต่หนัก ลมเป่าไม่ได้ให้ลอดผ่านลูกกลิ้งตะแกรงแยกไปอีกทาง ส่วนที่เหลือจะตกลงสู่ลูกกลิ้งตะแกรงล่างที่มีช่องขนาดที่ข้าวเปลือกผ่านได้แต่สิ่งเจือปนที่ใหญ่กว่าข้าวเปลือกผ่านไม่ได้ จึงแยกออกอีกทางจึงได้ข้าวเปลือกที่สะอาดแยกออกอีกทาง (ภาพที่ 13) (Shengyan, 1998)



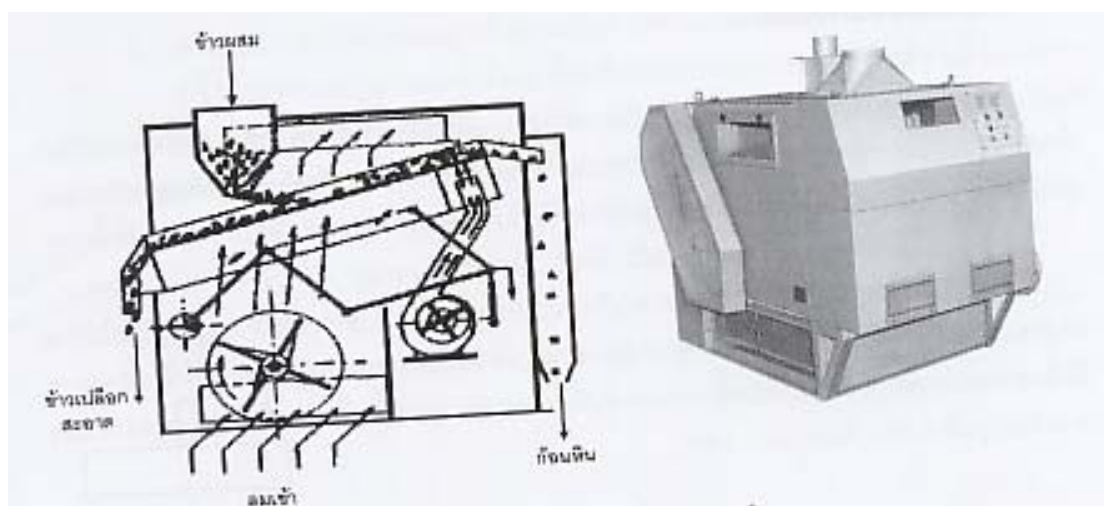
ภาพที่ 13 เครื่องทำความสะอาดด้วยลมเป่า และลูกกลิ้งตะแกรงหมุน

3. เครื่องแยกก้อนหินและลมเป่า

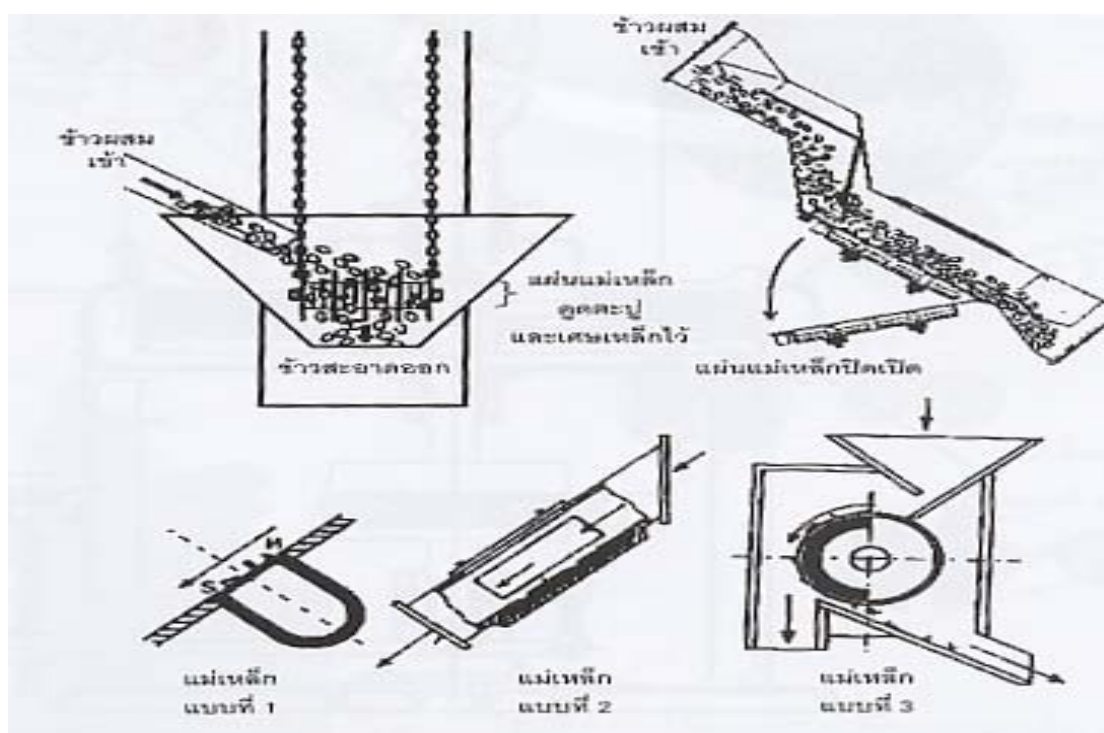
ก้อนหินที่มีขนาดเท่าข้าวเปลือกแต่มีน้ำหนักมากกว่าจะเคลื่อนที่บนตะแกรงเอียงขึ้นข้างบน ขณะที่ข้าวเปลือกจะเคลื่อนที่ลงด้านล่าง และลมเป่าสิ่งเจือปนที่เบากว่าข้าวเปลือกแยกไปอีกทาง (ภาพที่ 14) (Shengyan, 1998)

4. เครื่องแยกเศษเหล็กและตะปู

เป็นเครื่องแยกที่สำคัญในการป้องกันความเสียหายต่อเครื่องสีหรือเครื่องอื่นในระบบ เพราะเหล็กและตะปูที่เป็นสิ่งเจือปนที่ติดมากับข้าวเปลือกนั้นมักจะมีขนาดเล็กเคียงกับข้าวเปลือกทำให้ผ่านเครื่องแยกที่ใช้หลักการของขนาดและรูปร่างได้ ดังนั้นในชุดเครื่องแยกขนาดบางส่วนจะติดแม่เหล็กไว้เพื่อดูดเหล็กหรือตะปูออกจากข้าวหลายแบบ (ดังภาพที่ 15) โดยหลักการเมื่อส่วนผสมผ่านไบนแม่เหล็ก แม่เหล็กจะดูดแยกเหล็กและตะปูออกมาจากส่วนผสมและเก็บสะสมไว้ แล้วแยกออกจากเครื่องต่อไป เพื่อให้แม่เหล็กมีประสิทธิภาพในการดึงดูดสม่ำเสมอ (Ruiten, 1981; Satake, 1994)



ภาพที่ 14 เครื่องแยกก้อนหินแบบญี่ปุ่น



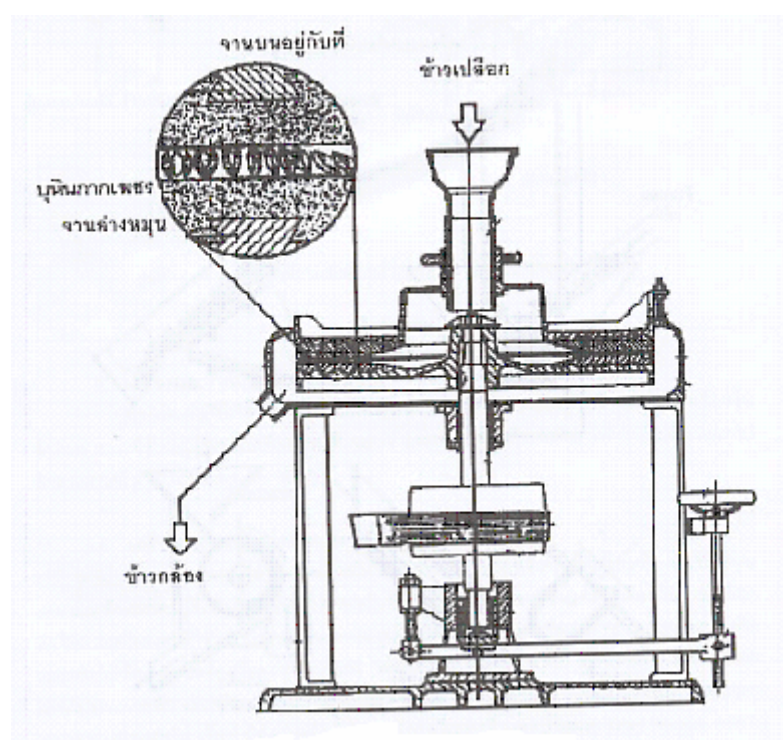
ภาพที่ 15 แม่เหล็ก (สีดำ) ติดกับตัวเครื่องทำความสะอาดลักษณะต่าง ๆ กัน

ระบบการกะเทาะข้าวเปลือก

จุดประสงค์ของการกะเทาะข้าวเปลือก เพื่อแยกเปลือกหุ้มแข็งออกจากข้าวกล้อง ส่วนเปลือกที่หลุดออกมาเรียกว่า แกลบ ดังนั้นหลักการของเครื่องกะเทาะเปลือกจึงต้องมีแรงกดหรือบีบ และแรงดึงหรือแยกให้เปลือกหลุดออกโดยที่ไม่ทำให้เมล็ดข้าวกล้องหัก

1. เครื่องกะเทาะเปลือกแบบหินโม้ (หินข้าวดำ หรือหินจาน)

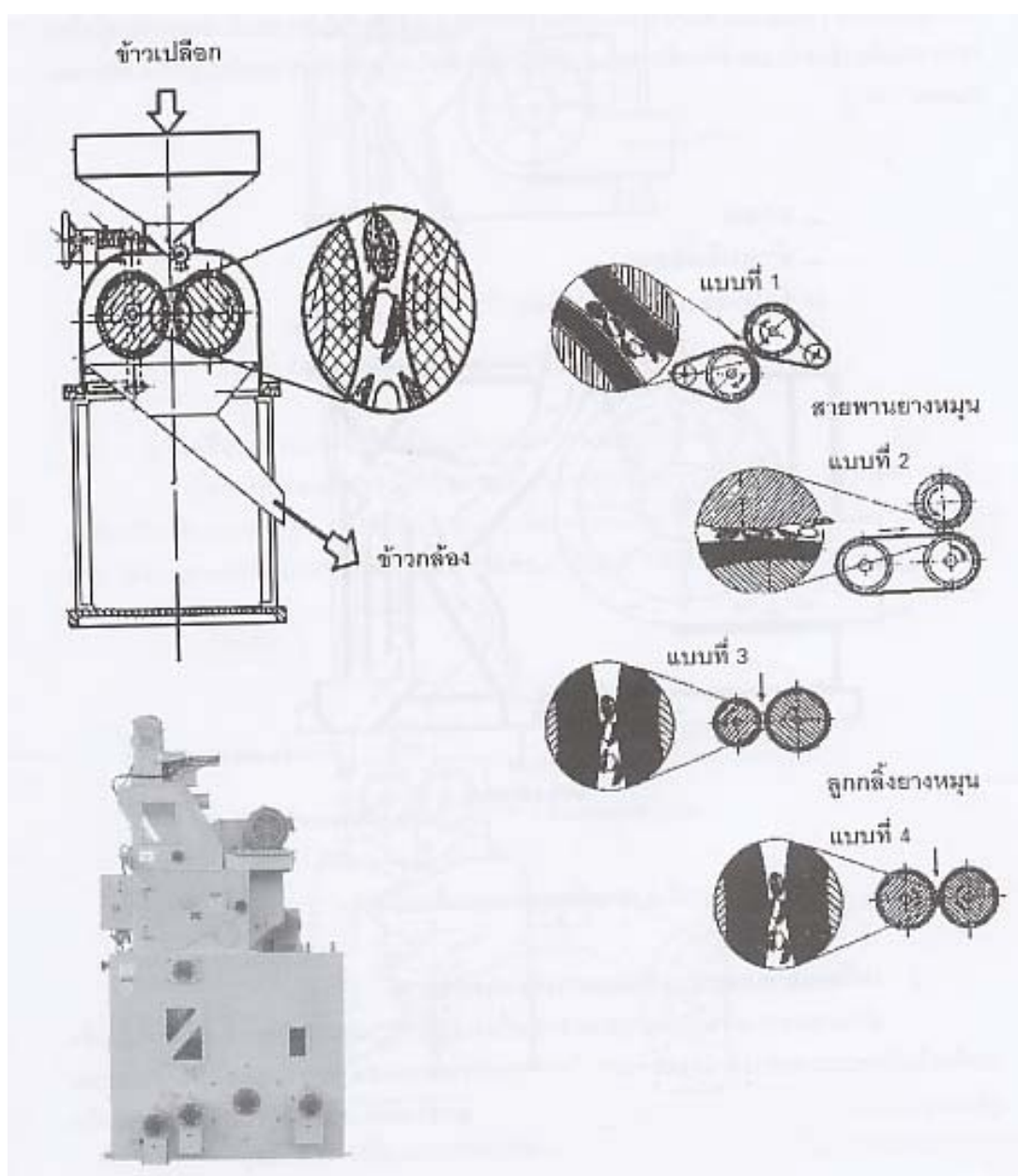
ประกอบด้วยจาน 2 ใบประกบกัน จานบนจะอยู่กับที่ ส่วนจานล่างจะหมุนทำให้เกิดแรงกดและแรงดึงแยกเปลือกออกจากข้าวกล้อง ระหว่างจานทั้งสองจะปรับระยะห่างได้ ลักษณะจานมีได้หลายแบบ เช่น จานบนเป็นเหล็ก จานล่างบุหินกาบเพชร หรือบุด้วยหินกาบเพชรทั้งจานบน และจานล่าง (ภาพที่ 16) (Hadziyev, 1991)



ภาพที่ 16 เครื่องกะเทาะเปลือกแบบหินโม้

2. เครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยางหรือสายพานยางหมุน

เครื่องกะเทาะเปลือกแบบนี้พัฒนาขึ้นลดการหักของข้าวกล้องเมื่อผ่านการกะเทาะ เพราะยางที่บุลูกกลิ้งหรือสายพานจะยืดหยุ่นได้ดีในขณะกดหรือบีบ และดึงแยกเปลือกออกจากข้าวกล้องด้วยอัตราการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งต่างกัน หรือขนาดของลูกกลิ้งต่าง กัน หรือการวางลูกกลิ้งทำมุมกัน หรือลักษณะลูกกลิ้ง 2 ตัวไม่เหมือนกัน (ภาพที่ 17) (Hadziyev, 1991)



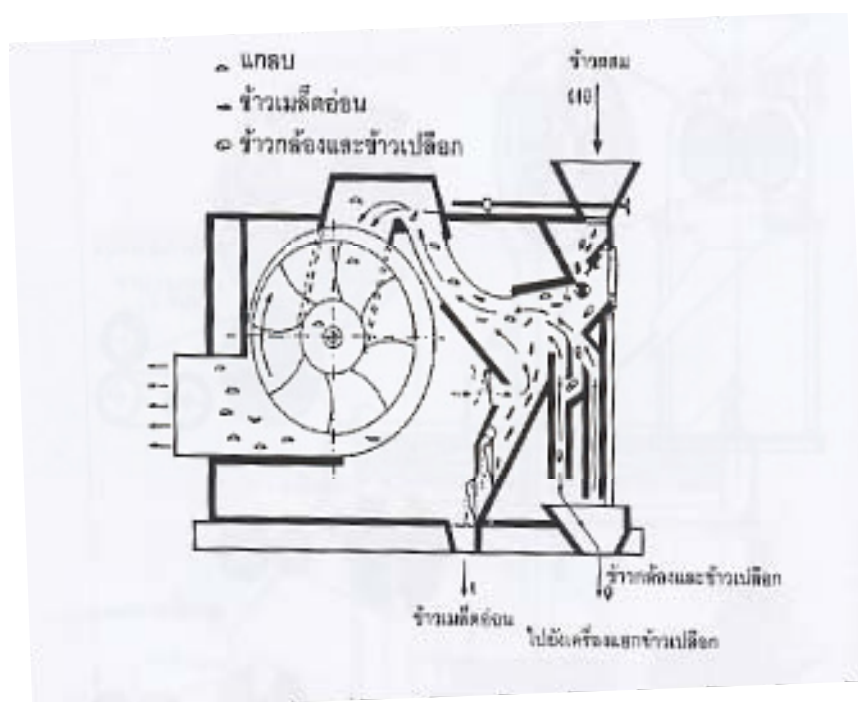
ภาพที่ 17 เครื่องกะเทาะเปลือกแบบลูกกลิ้งยางหรือสายพานยางหมุน

ระบบการแยกแกลบ

เมื่อผ่านข้าวเปลือกเข้าสู่เครื่องกะเทาะจะได้แกลบ และข้าวกล้อง หรืออาจมีข้าวเปลือกบางส่วนที่ยังไม่ได้กะเทาะ ดังนั้นจึงต้องผ่านส่วนผสมที่ได้เข้าสู่เครื่องแยกแกลบ

1. เครื่องแยกแกลบด้วยลมดูด

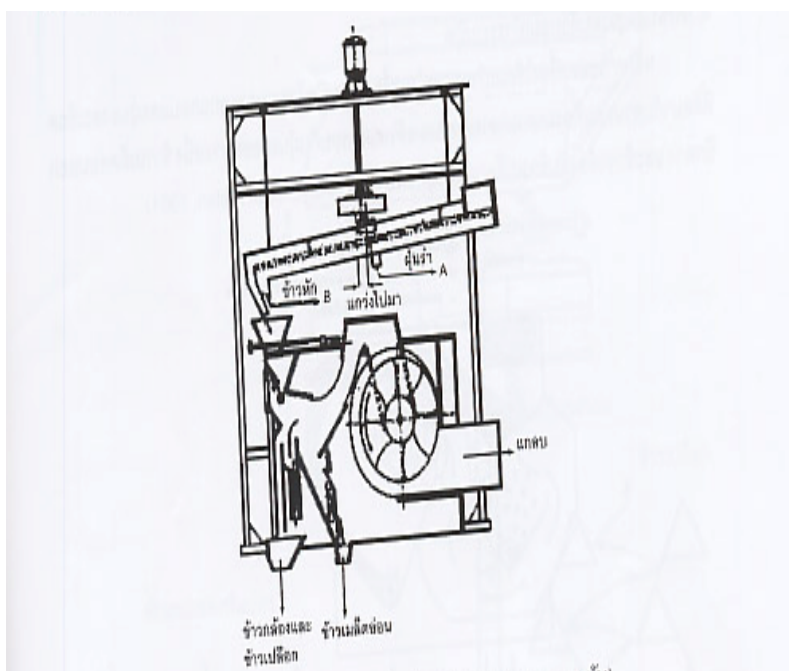
ส่วนผสมจะผ่านเข้าเครื่องที่มีลมดูดแกลบซึ่งเขากว่าข้าวเปลือกและข้าวกล้องแยกออกจากกันเป็นส่วนๆ โดยส่วนแกลบจะถูกลมดูดออกทางหนึ่ง ข้าวเปลือกจะแยกออกอีกช่องทางไปสู่เครื่องกะเทาะเปลือกอีกครั้ง และข้าวกล้องจะแยกออกอีกช่องเพื่อไปสู่เครื่องขัดขาวต่อไป (ภาพที่ 18) (Ruiten, 1981)



ภาพที่ 18 เครื่องแยกแกลบด้วยลมดูด

2. เครื่องแยกแกลบร่วมกับตะแกรงร่อนแยกขนาด

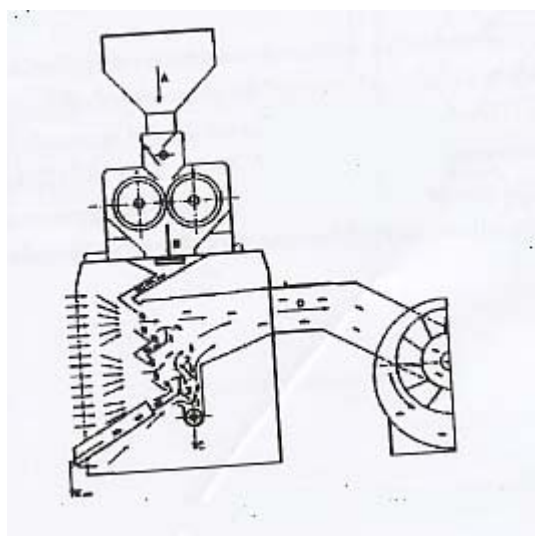
ส่วนผสมจากเครื่องกะเทาะผ่านเข้าสู่เครื่องแยกโดยผ่านตะแกรงร่อนที่เคลื่อนที่แบบ สั่นสะเทือนในลักษณะวางเอียง ทำให้แยกรำและข้าวหักออกจากส่วนผสม ซึ่งจะผ่านต่อไปสู่ ระบบลมดูดแกลบที่เบากว่าข้าวเมล็ดอ่อนซึ่งแยกออกคนละทาง และข้าวกล้องรวมกับข้าวเปลือก แยกออกอีกทาง (ภาพที่ 19) (Ruiten, 1981)



ภาพที่ 19 เครื่องแยกแกลบร่วมกับตะแกรงร่อน (แบบเยอรมัน)

3. เครื่องแยกแกลบร่วมกับเครื่องกะเทาะแบบลูกกลิ้งยาง

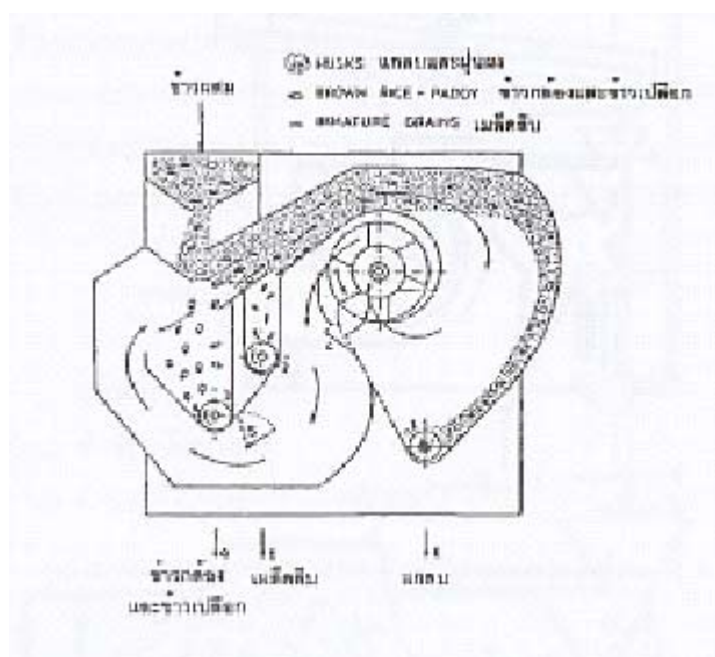
เมื่อข้าวเปลือกผ่านเข้าสู่เครื่องกะเทาะแบบลูกกลิ้งยางได้เป็นแกลบ ข้าวกล้อง แล้ว ข้าวเปลือกที่ไม่ได้กะเทาะลงสู่ชั้นล่างที่มีระบบลมเป่าเพื่อดูดแยกแกลบที่เบาไปทางหนึ่ง ส่วนข้าว กล้องและข้าวเปลือกจะแยกออกอีกทางหนึ่ง (ภาพที่ 20) (Ruiten, 1981)



ภาพที่ 20 เครื่องแยกแกลบร่วมกับเครื่องกะเทาะแบบลูกกลิ้งยาง

4. เครื่องแยกแกลบด้วยลมเป่าระบบปิด

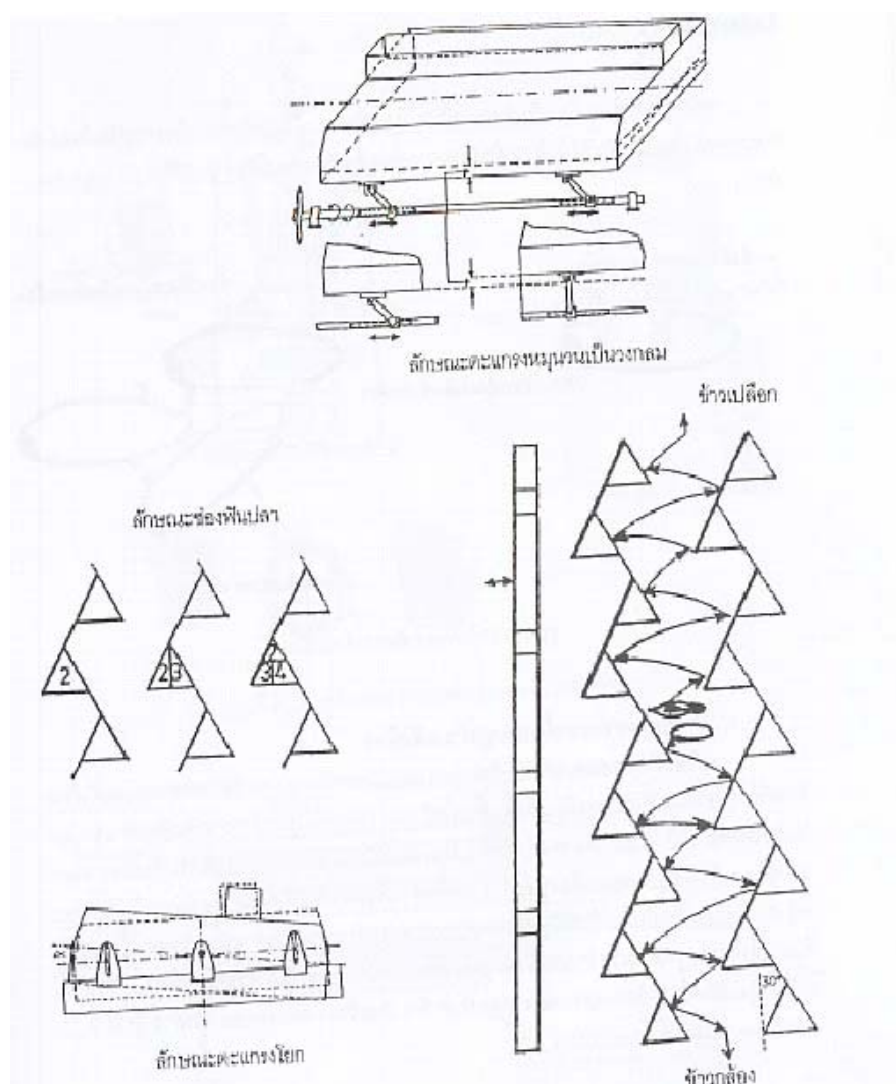
หลักการของเครื่องใช้ลมเป่าอยู่ภายในเครื่องระบบปิด โดยลมจะแยกแกลบแฉ่ฟุ้งผงละเอียดที่ติดมากับส่วนผสมที่ลงมาตามกรวยด้านบน แล้วแยกแกลบกับฟุ้งผงออกทางหนึ่ง ข้าวเมล็ดอ่อนออกอีกทางหนึ่ง และข้าวกล้องกับข้าวเปลือกแยกออกอีกทาง (ภาพที่ 21) (Ruiten, 1981)



ภาพที่ 21 เครื่องแยกแกลบด้วยลมเป่าระบบปิด

ระบบการแยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือก

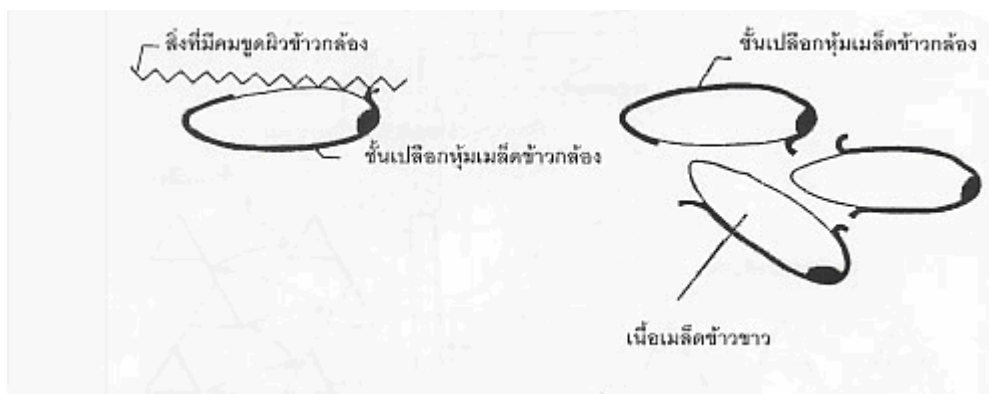
ในระบบการแยกแกลบจะไม่สามารถแยกข้าวกล้องออกจากข้าวเปลือกได้หมด เพราะมีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงต้องใช้คุณสมบัติที่ต่างกันของข้าวกล้องที่สีน และผิวเรียบกว่าข้าวเปลือกซึ่งผิวขรุขระกว่า ให้เคลื่อนที่เป็นจังหวะบนตะแกรงที่เอียงทำด้วยแผ่นเหล็กกันเป็นช่องแบบฟุ้งปลา ด้วยลักษณะผิวที่ต่างกันทำให้ข้าวเปลือกไหลไปด้านบน ส่วนข้าวกล้องไหลลงด้านล่างของหีบสีเหลี่ยม (ภาพที่ 22) มีรูปแบบของตะแกรงต่างกัน และจังหวะการเคลื่อนของตะแกรงแบบโยกเอียงขึ้นลงทำมุมกัน หรือมุมเป็นวงกลม ทำให้เกิดการแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องได้ (Ruiten, 1981)



ภาพที่ 22 เครื่องแยกข้าวกล้องจากข้าวเปลือก

ระบบการขัดขาว

หลักการขัดขาวถ้องเป็นข้าวขาวมี 2 แบบ คือ ก.แบบขูดผิวขาวถ้องด้วยฟองเหล็ยมมีคม (Abrasive) และ ข. แบบขัดผิวขาวถ้องด้วยการเสียดสี (Friction) กันเอง ดังภาพที่ 23 (Hadziyev, 1991)



ภาพที่ 23 หลักการขัดขาวถ้อง

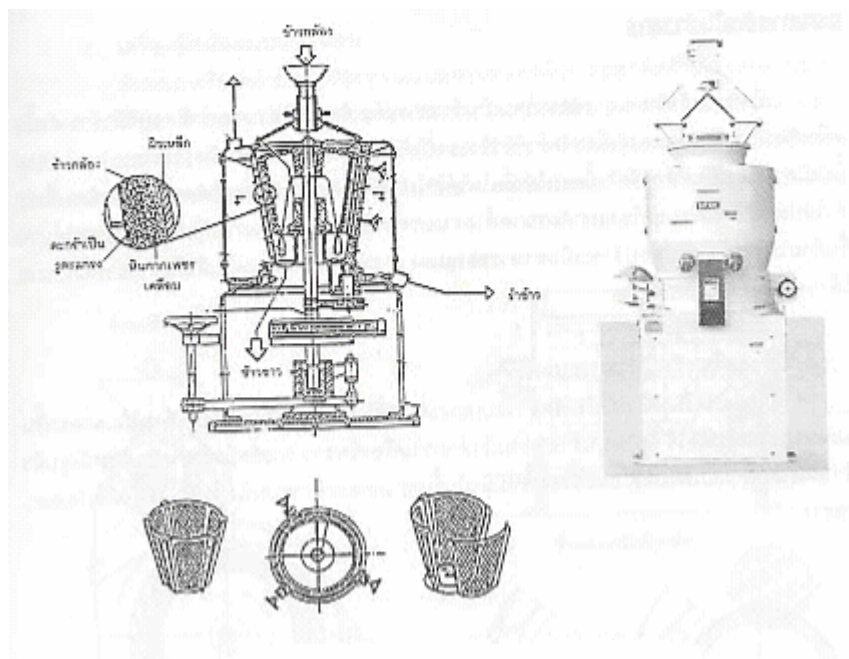
1. เครื่องขัดขาวแนวตั้งแบบขูดผิวเมล็ดข้าว

บริษัทดักกลาสและแกรนท์ (Douglas and Grant Company) ประเทศสกอตแลนด์ได้คิดค้นเครื่องขัดขาวแนวตั้งแบบขูดผิวเมล็ดข้าวขึ้นเมื่อปี พ.ศ.1860 เพื่อใช้กับข้าวสายพันธุ์อินดิกา ซึ่งปลูกในประเทศพม่าที่เป็นอาณานิคมของประเทศอังกฤษ ดังนั้นประเทศในเอเชียจึงนิยมใช้เครื่องนี้กันอย่างแพร่หลายและเป็นต้นแบบของเครื่องขัดข้าวผิวเมล็ดข้าวด้วยความเร็วสูง เครื่องขัดขาวนี้มีลักษณะคล้ายกรวยโดยทำเป็นตะกร้าที่มีรูตะแกรงครอบลูกโมเหล็กเคลือบผิวด้วยหินกาบเพชรซึ่งหมุนได้จึงทำให้เกิดการขูดผิวเมล็ดข้าวกับผิวตะแกรงและผิวหินกาบเพชรที่เคลือบลูกโมเหล็กไว้ ทำให้ชั้นเปลือกหุ้มเมล็ดข้าวถ้องหลุดผ่านตะแกรงเป็นรำข้าว ส่วนข้าวขาวจะแยกออกอีกทาง (ภาพที่ 24) (Hadziyev, 1991; Satake, 1994)

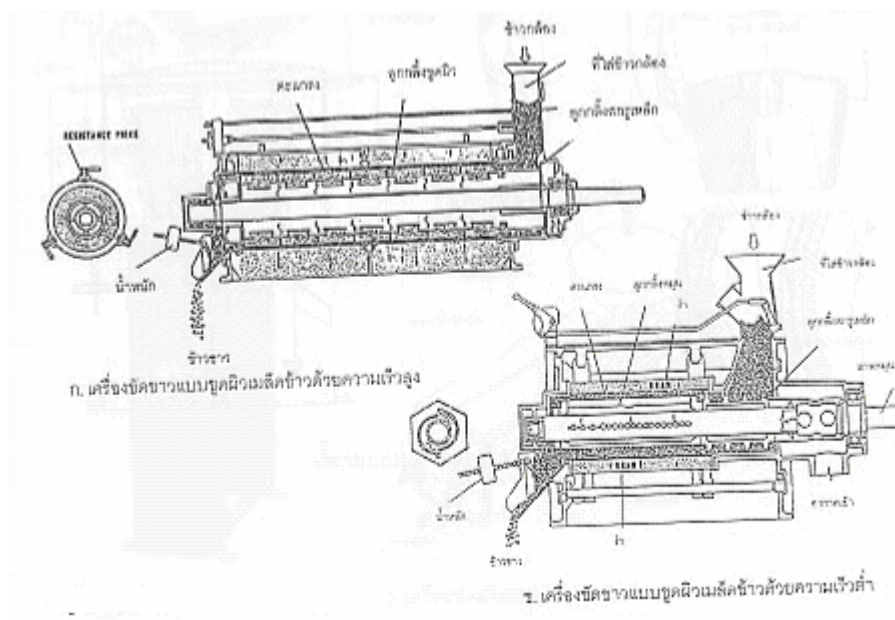
2. เครื่องขัดขาวแนวนอน

ในปี ค.ศ. 1960 เป็นต้นไป ได้มีการพัฒนาระบบการขัดขาวข้าวถ้องโดยใช้เครื่องขัดขาวร่วมกันทั้งแบบใช้ความเร็วสูง และใช้ความเร็วต่ำในการขูดผิวเมล็ดข้าวและขัดผิวเมล็ดข้าว

เป็นลำดับโดยให้ข้าวกล้องผ่านเครื่องขุดผิวเมล็ดข้าวด้วยความเร็วสูง แล้วจึงผ่านเข้าเครื่องขัดผิวเมล็ดข้าว ด้วยหลักการเสียดสีของเมล็ดข้าวกล้องกันเองด้วยความเร็วต่ำ (ภาพที่ 25) (Hadziyev, 1991; Satake, 1994)



ภาพที่ 24 เครื่องขัดขาวแนวตั้งแบบขุดผิวเมล็ดข้าว



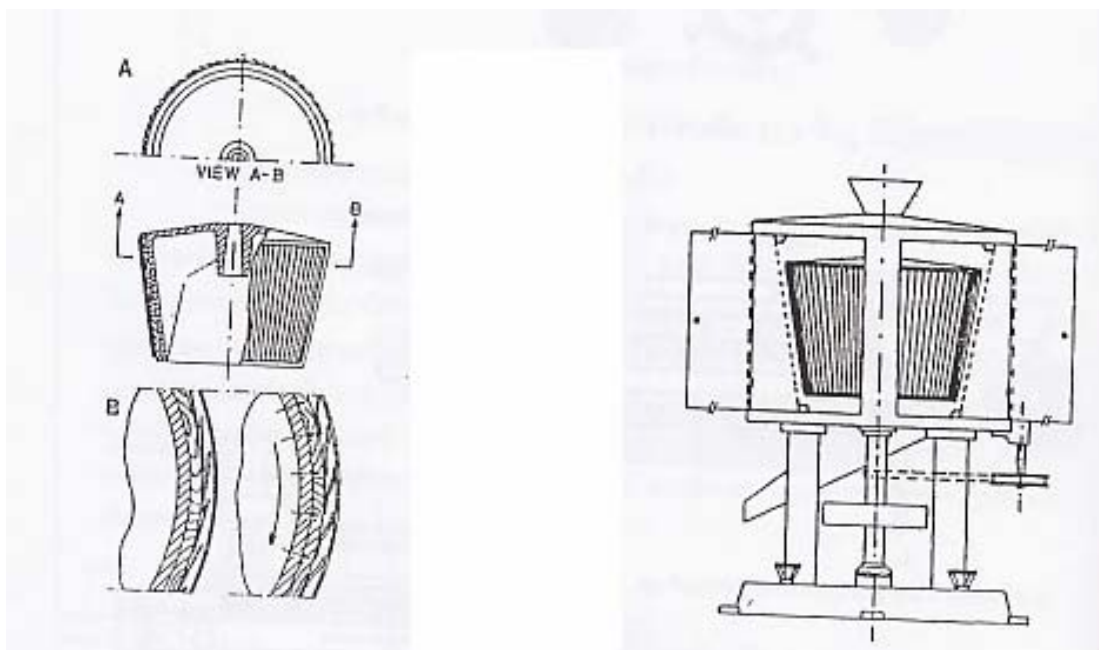
ภาพที่ 25 เครื่องขัดขาวแนวนอน

ระบบการขัดมันข้าวสาร

เมื่อข้าวกลิ้งผ่านการขัดขาวจนเป็นข้าวสารแล้ว ยังอาจมีส่วนของรำติดอยู่ผิวข้าว ดังนั้นเครื่องขัดมันจึงมีจุดประสงค์เพื่อขจัดรำที่ผิวข้าวออกให้หมด ทำให้ผิวข้าวสารมีความเรียบมัน นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นที่ต้องขัดรำนี้ออกไปเพื่อไม่ให้รำไปอุดตันตะแกรงร่อนแยกคัดขนาดของข้าว ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องแยกคัดขนาดต่ำลง นอกจากนี้ยังเป็นผลดีในการเก็บรักษาข้าวสารได้นานขึ้นด้วย เพราะถ้ามีรำปนอยู่รำจะเป็นอาหารของแมลง และทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนในข้าวสารที่เก็บนานได้ (Ruiten, 1985)

1. เครื่องขัดมันแบบแนวตั้ง

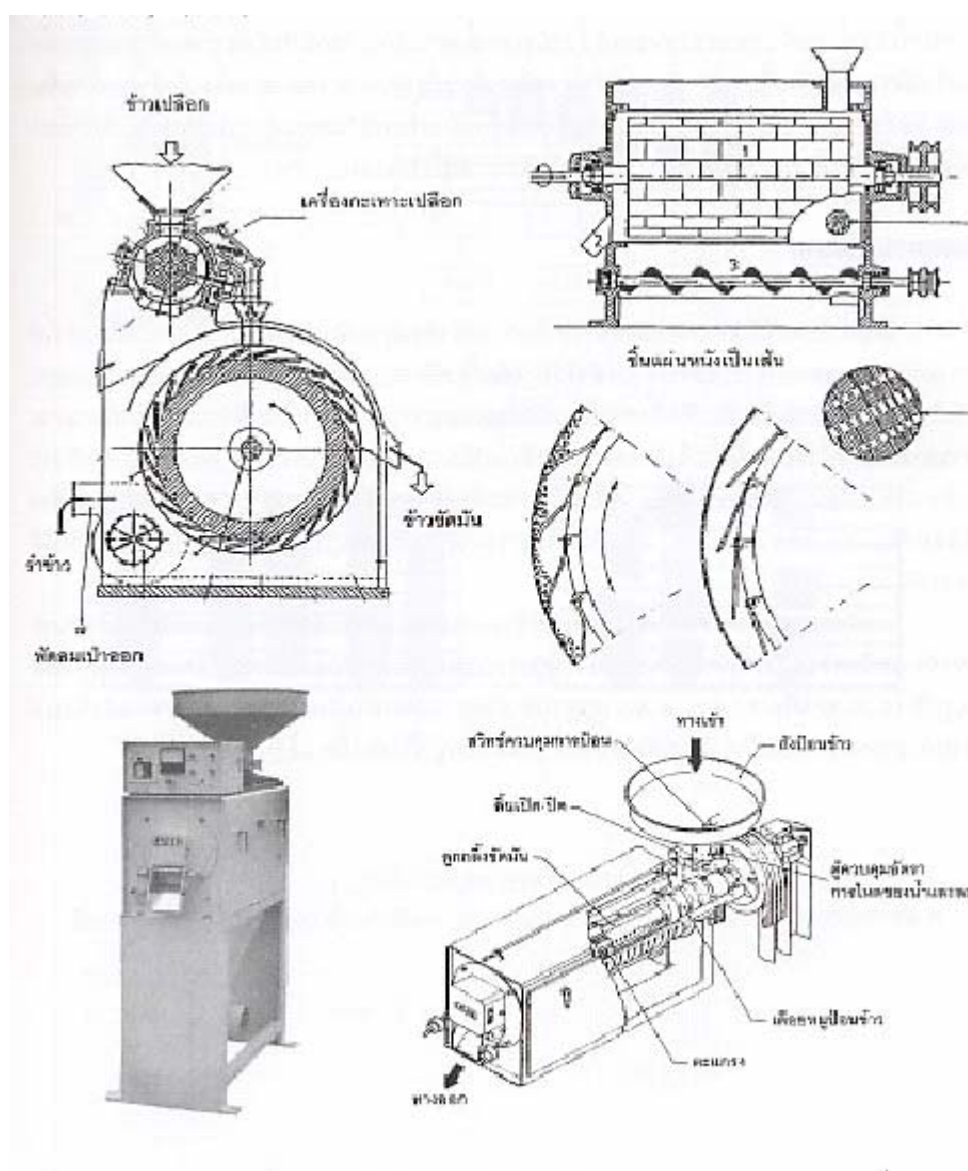
ลักษณะเครื่องคล้ายเครื่องขัดขาวแบบแนวตั้ง แต่ผิวกระบอกรูปกรวยจะบุด้วยไม้และดอกซันแผ่นหนังเป็นเส้นติดไว้ และหมุนด้วยความเร็วต่ำกว่าเครื่องขัดขาว การขัดผิวเกิดจากแผ่นหนังถูผิวข้าวสาร แยกรำออกทางหนึ่ง และข้าวสารที่มีผิวมันขึ้นจะแยกออกอีกทางหนึ่ง (ภาพที่ 26) (Ruiten, 1981)



ภาพที่ 26 เครื่องขัดมันแบบแนวตั้ง

2. เครื่องขัดมันแบบแนวนอน

ลักษณะเครื่องคล้ายเครื่องขัดขาวแบบแนวนอน แต่ผิวกระบอกติดด้วยแผ่นหนังเป็นเส้น (ขนาด 8*17 ซม.) ด้วยสกรู และหมุนด้วยความเร็วต่ำกว่าเครื่องขัดขาว การขัดผิวเกิดจากแผ่นหนังถูผิวข้าวสาร ทำให้รำหลุดผ่านตะแกรงไปทางหนึ่ง และข้าวสารผิวมันจะแยกออกอีกทาง เครื่องขัดมันนี้อาจติดตั้งต่อจากเครื่องกะเทาะเปลือก ทำการขัดขาวและขัดมันเลยก็ได้ (ภาพที่ 27) (Ruiten, 1981; Hadziyev, 1991)



ภาพที่ 27 เครื่องขัดมันแบบแนวนอน

3. เครื่องขัดมันแบบฉีดน้ำ

เครื่องขัดมันแบบฉีดน้ำนี้ได้พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1975 เพื่อจุดประสงค์ในการจัดราที่ตัดร่องของผิวข้าวให้หลุดออกจนหมด จะทำให้เก็บรักษาข้าวสารได้นานขึ้น ช่วยให้ผิวข้าวมันวาวน่ารับประทานขึ้น ช่วยลดความร้อนในการขัดขาว และทำให้ข้าวสารไม่สูญเสียความชื้นมากเกินไป นอกจากนี้ยังช่วยลดการแตกหักของข้าวสารได้อีกด้วย ลักษณะของเครื่องคล้ายคลึงกับเครื่องขัดขาวแนวอนความเร็วต่ำแบบเมล็ดข้าวสารเสียดสีกันเอง ลูกกลิ้งจะยาวกว่า และมีความเร็วต่ำกว่าทำให้การฉีดน้ำ และลมที่มาจากท่อส่งแรงดันไปยังลูกกลิ้งตามแกน โดยมีหัวฉีดอยู่ตอนต้นของลูกกลิ้งจนข้าวมีความชื้นเพิ่มขึ้น 0.3-0.4 เปอร์เซ็นต์ เคลื่อนต่อไปในส่วนกลางของลูกกลิ้งเมื่อรับอุณหภูมิความชื้นจะทำให้หลุดออกจากผิวข้าวได้ง่ายขึ้น ขณะที่เมล็ดข้าวสารเสียดสีกันเอง แล้วแรงลมดูดก็จะดึงข้าวออกไปทางหนึ่ง ส่วนข้าวสารที่ผิวมันจะแยกออกไปอีกทางหนึ่ง (Satake, 1994)

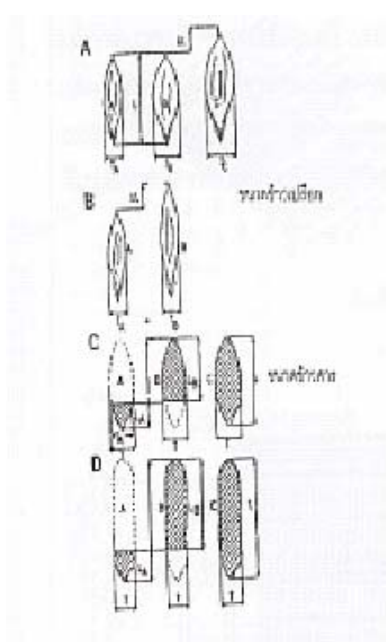
ระบบการคัดขนาด

โดยทั่วไปจะไม่มีการคัดขนาดข้าวเปลือก แต่จำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพในการสีโดยทำให้ (1) แยกข้าวลีบออกจากระบบการสี (2) ทำให้การจัดตัวเครื่องกะเทาะมีความจำเพาะต่อขนาดและรูปร่างข้าวเปลือกที่ใกล้เคียงกัน จึงเกิดการแตกหักน้อย และ (3) ทำให้สามารถสีข้าวเปลือกได้คุณภาพข้าวสารเกรดดีทั้งหมด ดังนั้นจึงควรคัดขนาดข้าวเปลือกก่อนเข้าสู่ระบบการสี โดยใช้หลักการที่ข้าวเปลือกมีความหนา และความยาวต่างกันของแต่ละพันธุ์หรือชนิดข้าว (ภาพที่ 28) แต่ถ้าพันธุ์ข้าวที่ผสมกันมานั้นมีความหนาและความยาวไม่ต่างกันก็จะไม่สามารถแยกพันธุ์ข้าวออกจากกันได้ (Ruiten, 1981)

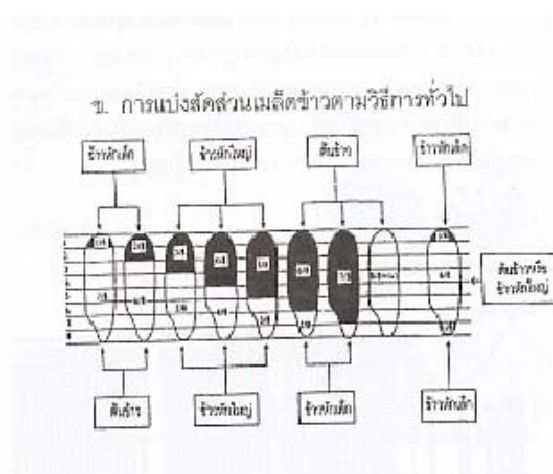
การคัดขนาดข้าวสาร หมายถึง การแยกข้าวหักออกจากต้นข้าว แล้วจึงนำส่วนหักไปแยกขนาดของข้าวหักอีกครั้ง เป็นข้าวหักและปลายข้าวโดยการแบ่งข้าวออกเป็น 8 ส่วน ตามวิธีการทั่วไปดังแสดงในรูปที่ (28 ข) หรือ 10 ส่วน ตามมาตรฐานข้าวไทย 2540 ดังแสดงในรูปที่ (28 ค) แล้วจึงแบ่งส่วนต่างๆ ของข้าว เป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหักเล็ก และปลายข้าว

1. เครื่องัดขนาดด้วยลูกกลิ้งหมุน

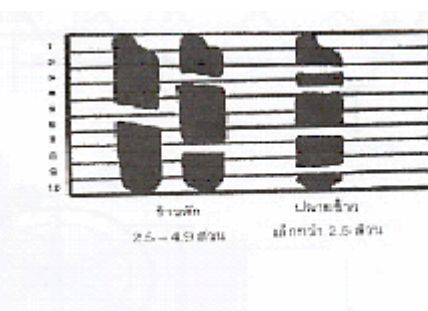
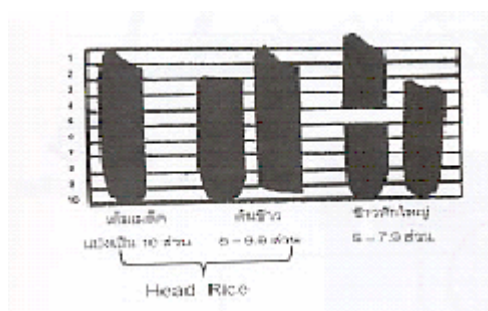
เครื่องัดขนาดด้วยลูกกลิ้ง มีลักษณะผิวลูกกลิ้ง 3 แบบ คือ ก.เส้นลวดพันรอบลูกกลิ้ง (ภาพที่ 39 ก) ข.เจาะแผ่นเหล็กเป็นร่อง (ภาพที่ 29 ข) และ ค.ตะแกรงเป็นร่อง (ภาพที่ 30) ซึ่งใช้หลักการของความหนา และความหนาแน่นกับความกว้างเพื่อแยกขนาดของเมล็ดข้าวที่ต่างกัน ทั้งในลักษณะข้าวเปลือก ข้าวสาร แล้วข้าวหัก โดยลูกกลิ้งจะหมุนรอบตัวเพื่อแยกส่วนที่ค้างบนร่องออกจากส่วนที่ผ่านร่องไปได้ (Ruiten, 1981; Hadziyev, 1991)



ก. ความหนาและความยาวของ
เมล็ดข้าวเปลือก แล้วข้าวสาร



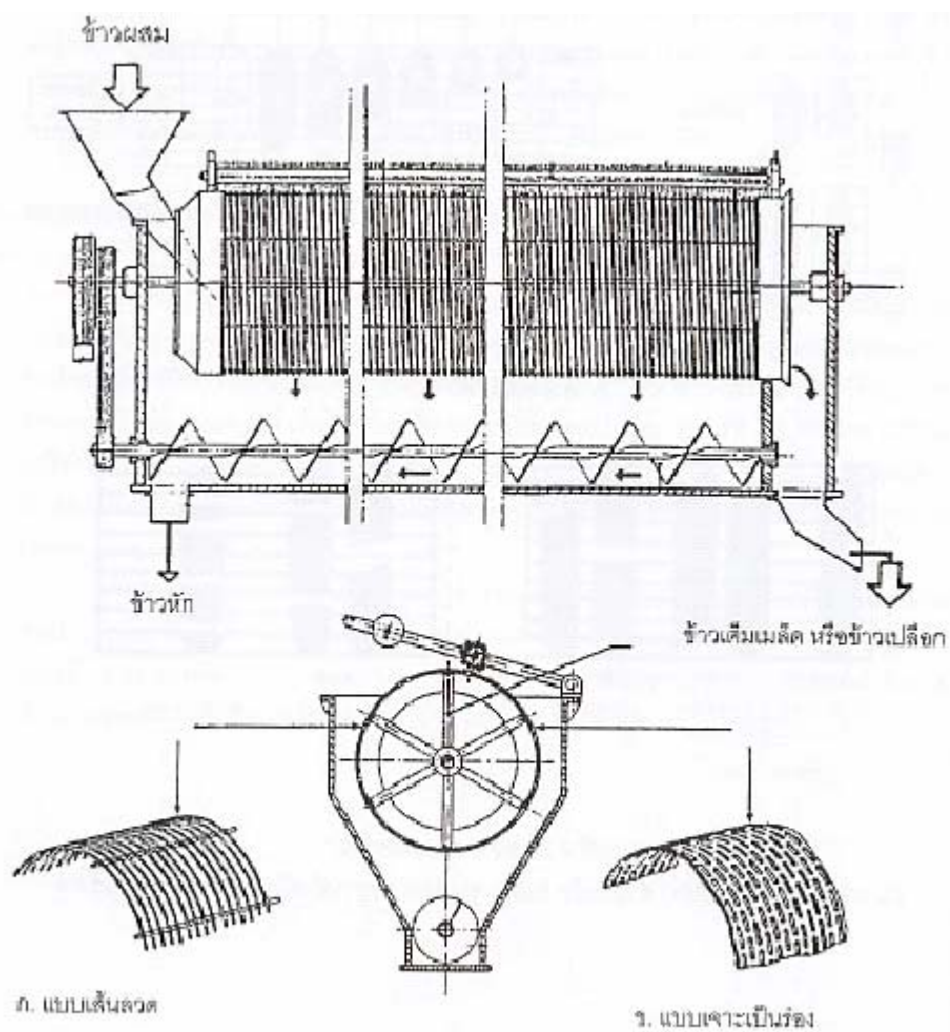
ข. การแบ่งสัดส่วนข้าวตามวิธีการทั่วไป



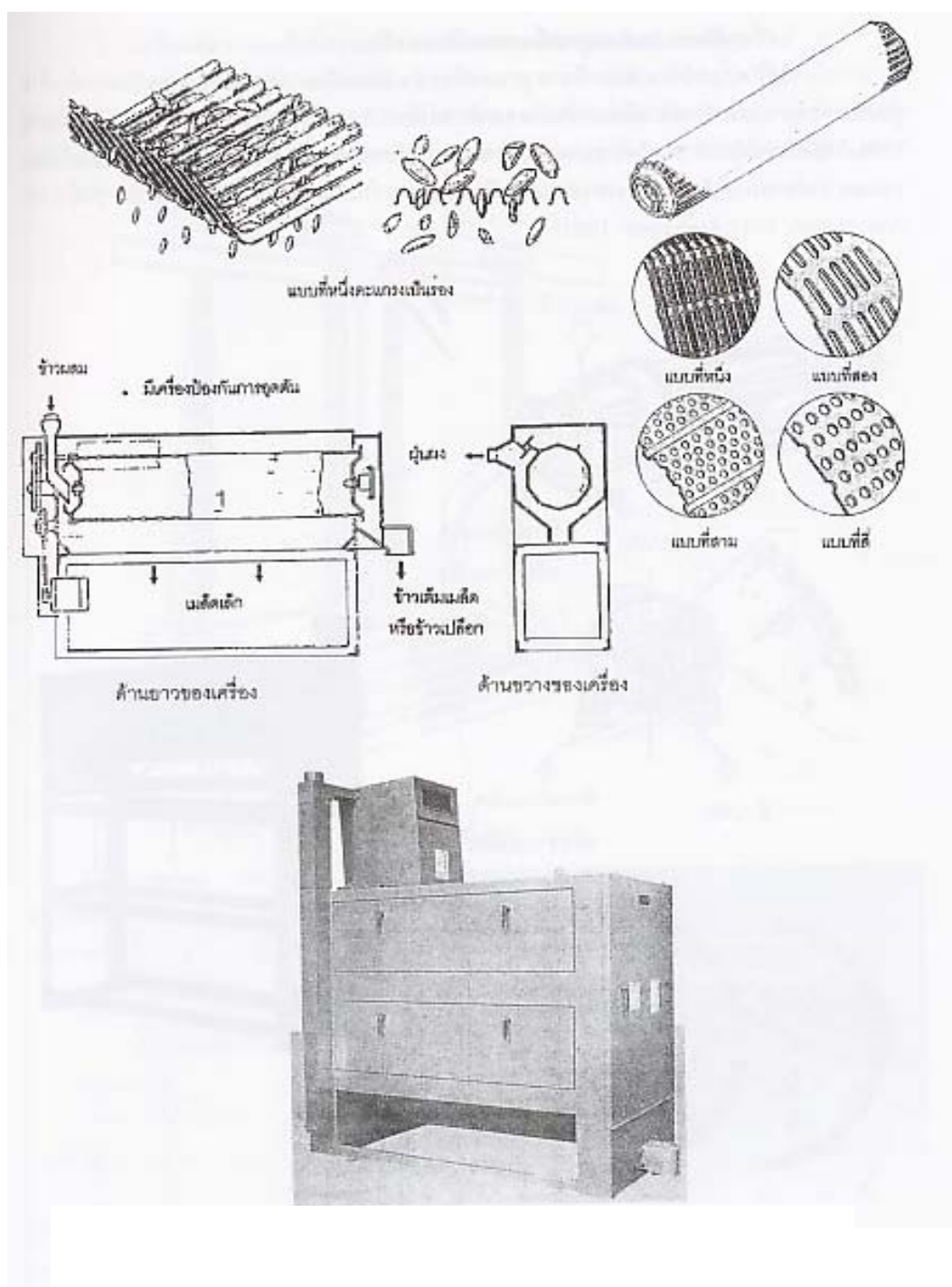
ค ขนาดข้าวหัก

ภาพที่ 28 ขนาดของเมล็ดข้าว

ที่มา: Ruiten (1981); กระทรวงพาณิชย์ (2544)



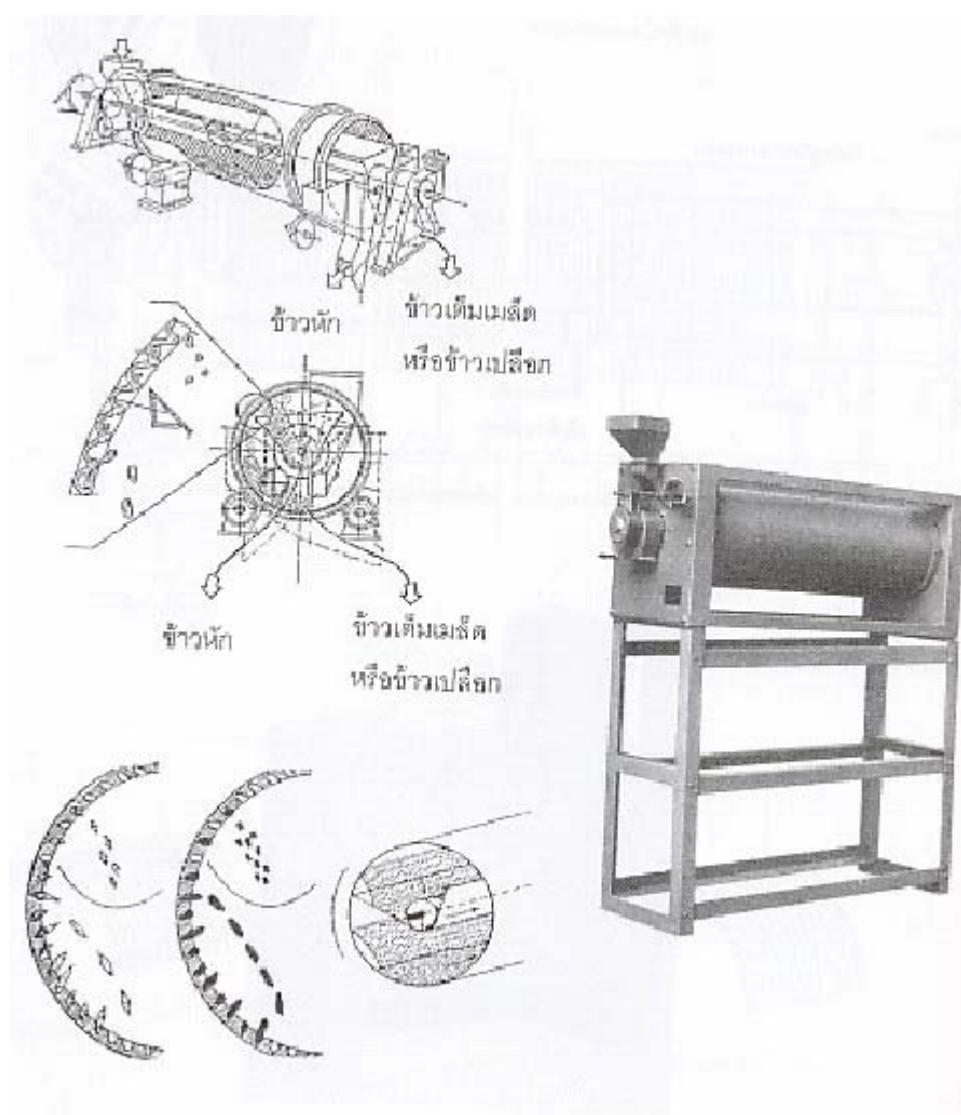
ภาพที่ 29 เครื่องคัดขนาดโดยใช้ความหนาของเมล็ดข้าว



ภาพที่ 30 เครื่องคัดขนาดโดยใช้ความหนาและกว้างของเมล็ดข้าวแบบตะแกรงเป็นช่อง

2. เครื่องคัดขนาดด้วยลูกกลิ้งเจาะเป็นร่องทึบ

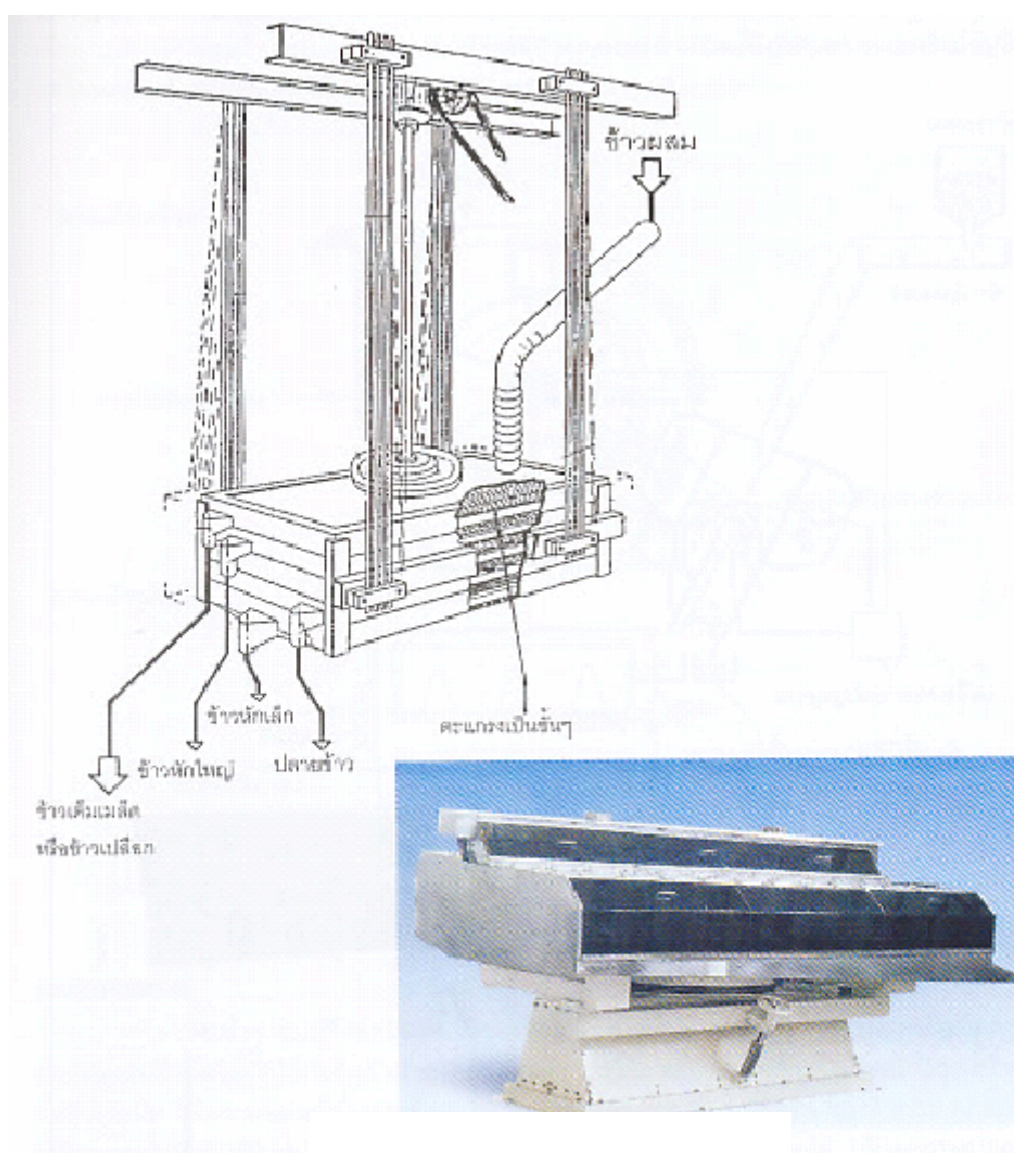
ใช้คัดแยกข้าวเปลือก ข้าวสาร และข้าวหัก โดยหลักการเจาะแผ่นเหล็กเป็นร่องทึบ ด้วยรูปร่างและความยาวต่างกัน เพื่อแยกขนาดของข้าวเปลือก ข้าวสาร และข้าวหัก ถ้าขนาดที่เข้าไปอยู่ในร่องได้มีขนาดเล็กกว่าร่องก็จะหลุดออกมาก่อนขนาดที่พอดีร่อง จึงคัดขนาดได้ 3 ระดับ คือ ที่ไม่ลงร่องเลย ลงร่องขนาดเล็ก และร่องขนาดพอดี แยกออกมาในเวลาที่แตกต่างกันตามร่องเปิด (ภาพที่ 31) (Ruiten, 1981; Hadziyev, 1991)



ภาพที่ 31 เครื่องคัดขนาดโดยใช้รูปร่างและความยาวลงร่องของเครื่อง

3. เครื่องคัดขนาดด้วยตะแกรงโยกในแนวนอนรอบแกนแบบสกรู

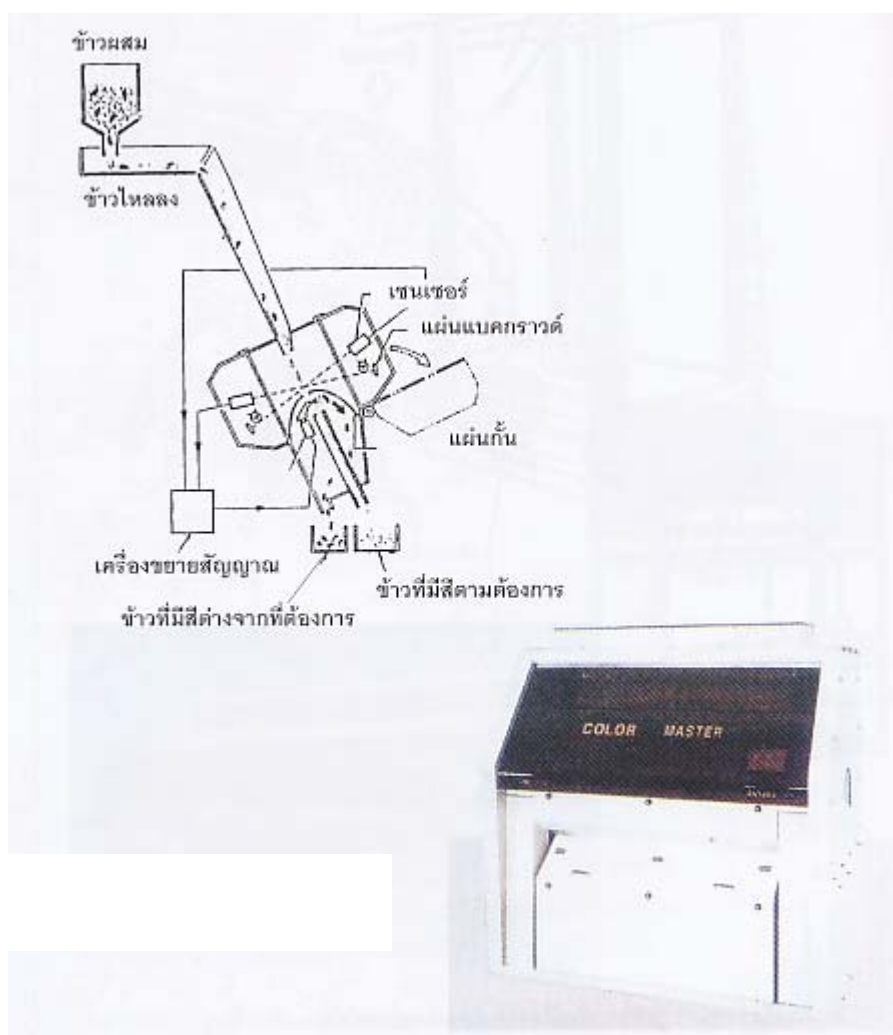
มีแกนที่ใช้ห้อยติดกับตุ้ส้เหลี่ยม ภายในมีตะแกรงเป็นชั้น ๆ 4 ถึง 5 ชั้น เพื่อร่อนแยกขนาดข้าวออกตามช่องต่าง ๆ สอดคล้องกับขนาดของตะแกรง เป็นข้าวเต็มเมล็ด ข้าวหักใหญ่ ข้าวหักเล็กและปลายข้าว ถ้าร่อนแยกข้าวเปลือกก็จะได้ข้าวเปลือกขนาดต่างๆ กัน (ภาพที่ 32) (Hadziyev, 1991)



ภาพที่ 32 เครื่องคัดขนาดด้วยตะแกรงโยก

ระบบคัดแยกสีเมล็ดข้าว

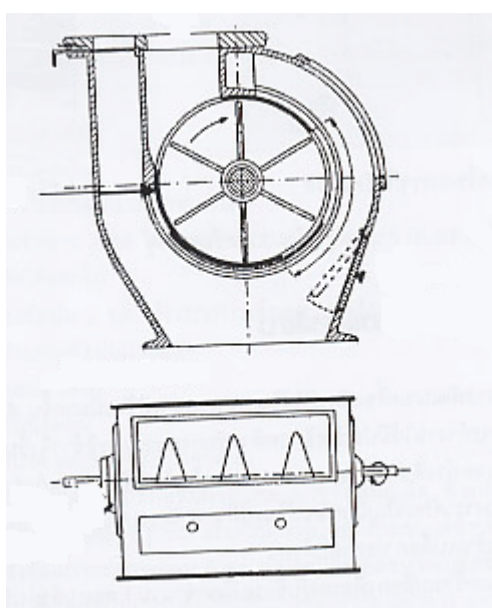
เพื่อให้ได้ข้าวสารคุณภาพดี สีขาว ใส เป็นมันวาวจึงต้องคัดแยกข้าวสีต่างๆ ไปจากปกติ ออกไปโดยใช้เครื่องมือคัดแยกสีซึ่งใช้หลักการของกระแสไฟฟ้าส่องผ่านเมล็ดข้าว ถ้าเมล็ดข้าวใด มีสีต่างออกไปจากที่กำหนดไว้ระบบจะสั่งให้เข็มคัดเมล็ดนั้นแยกออกไปอีกทางหนึ่ง ทำให้ได้ข้าว คุณภาพดีขึ้น ไม่มีข้าวสี อื่นที่ไม่ต้องการปนมา (ภาพที่ 33) (Hadziyev, 1991)



ภาพที่ 33 เครื่องแยกสีเมล็ดข้าว

ระบบผสมข้าว

เนื่องจากการขายข้าวสารทางการค้าขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ซื้อตามเกณฑ์มาตรฐานข้าวที่มีส่วนต่าง ๆ ของข้าวได้ตามที่กำหนด ดังนั้น เมื่อคัดแยกข้าวขนาดต่าง ๆ ออกไปเก็บไว้ในที่เก็บแยกแต่ละขนาด เมื่อต้องการผสมข้าวเต็มเมล็ดกับข้าวหักในเปอร์เซ็นต์ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ลูกค้าต้องการ ก็ทำได้โดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ให้ข้าวที่มีขนาดและน้ำหนักตามที่ต้องการลงมารวมอยู่ในเครื่องผสม แล้วทำการผสมให้เข้ากันตามปริมาณที่กำหนด (ภาพที่ 34)



ภาพที่ 34 เครื่องผสมข้าวด้วยปริมาตร

2. การจัดระบบเครื่องจักรในกระบวนการผลิตข้าว

ในปัจจุบันการพัฒนาเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการสีข้าวมีมากขึ้น ดังนั้นการจัดระบบเพื่อลำดับเครื่องจักรในการทำงานให้มีประสิทธิภาพสำหรับกระบวนการสีข้าวจึงขึ้นอยู่กับขนาดของโรงสีหรือเงินลงทุนของเจ้าของโรงสี ดังตัวอย่างโครงการก่อสร้างโรงสีข้าวขนาดกำลังผลิต 100 เกวียน/วัน จัดระบบเครื่องจักรในกระบวนการสีข้าวดังนี้

2.1 ระบบรับข้าวเปลือก ประกอบด้วย

- 2.1.1 หลุมเทข้าวเปลือก เพื่อรองรับข้าวเปลือกจำนวน 1 หลุม แล้วส่งเข้ากระพ้อไปยังเครื่องทำความสะอาด
- 2.1.2 เครื่องทำความสะอาด ทำหน้าที่แยกสิ่งเจือปน เช่น ฟาง , เศษไม้ , หิน , ดิน และทรายเป็นต้น เพื่อให้ได้ข้าวเปลือกที่สะอาดส่งผ่านอุปกรณ์ลำเลียงไปยังเครื่องอบลดความชื้น
- 2.1.3 เครื่องอบลดความชื้น โดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการลดความชื้นข้าวเปลือกจาก 24-26% ให้เหลือเพียง 14-14.5%
- 2.1.4 ไซโลหรือโรงเก็บข้าวเปลือก มีอุปกรณ์ในการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เพื่อรักษาคุณภาพข้าวเปลือกให้ดีที่สุดสม่ำเสมอ ก่อนส่งเข้าโรงสี
- 2.1.5 อุปกรณ์ลำเลียง ซึ่งต้องมีในทุกระบบขอบกระบวนการสีข้าว นิยมใช้ 3 ลักษณะ คือ สายพานลำเลียง , กระพ้อลำเลียง และการขนย้ายด้วยลม
- 2.1.6 อุปกรณ์ดูดฝุ่น จำเป็นในทุกระบบเช่นกัน เพื่อทำหน้าที่ลำเลียงฝุ่นเบาออกจากระบบ และใช้ระบายความร้อนภายในตัวเครื่องได้ด้วย

2.2 ระบบกะเทาะข้าวเปลือก ประกอบด้วย

- 2.2.1 เครื่องแยกหิน โดยใช้ระบบความแตกต่างของน้ำหนักและความถ่วงจำเพาะของสิ่งเจือปนในข้าวเปลือก เช่น หิน , กรวด , โลหะ , แกลบ , ฝุ่นละออง และรำหยาบ เป็นต้น
- 2.2.2 เครื่องกะเทาะข้าวเปลือกพร้อมคู่มือ 2 ชุด ใช้ระบบลูกกลิ้งยางขนาด 10 นิ้วคูณ 10 นิ้ว จำนวน 2 ลูก หมุนเข้าหากันด้วยความเร็วที่ต่างกัน สามารถปรับเข้าหากันได้ โดยอัตโนมัติ
- 2.2.3 เครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้อง แบบตะแกรงโยก แรงเสียดทานที่เกิดจากผิวข้าวเปลือก และข้าวกล้องที่ต่างกันคัดแยกผ่านช่องฟันปลาหลายช่อง
- 2.2.4 ถังเก็บแกลบ เพื่อรับแกลบจากเครื่องกะเทาะไม่ให้ฟุ้งกระจาย และสะดวกในการขนถ่ายลงรถเพื่อจำหน่าย
- 2.2.5 อุปกรณ์ลำเลียง
- 2.2.6 อุปกรณ์ดูดฝุ่น

2.3 ระบบขัดขาว และขัดมัน ประกอบด้วย

- 2.3.1 เครื่องขัดขาว 2 ชุด ใช้ระบบหินกากเพชร ขัดจากข้างบนลงสู่ข้างล่าง ปิดล้อมด้วยตะแกรงเพื่อแยกวัสดุที่ขัดได้ออกไป
- 2.3.2 เครื่องขัดมัน 2 ชุด ใช้ระบบการเสียดทาน พร้อมด้วยการพ่นฝอยละอองน้ำเข้าไประหว่างการขัดขาวที่ผ่านการขัดได้ออกไป
- 2.3.3 อุปกรณ์ลำเลียง
- 2.3.4 อุปกรณ์ดูดฝุ่น

2.4 ระบบคัดขนาด และบรรจุ ประกอบด้วย

- 2.4.1 เครื่องคัดแยกตะแกรงเหล็ย เพื่อคัดแยกข้าวเต็มเมล็ด , ข้าวหัก และปลายข้าว โดยใช้หลักการคัดขนาดด้วยตะแกรงเจาะรูกลม หรือตะแกรงลวดถักตามขนาดข้าวที่ต้องการแยก
- 2.4.2 เครื่องคัดแยกตะแกรงกลม 5 ชุด เป็นตะแกรงคัดขนาดเมล็ดข้าวอย่างละเอียดด้วยตะแกรงกลมที่หมุนรอบตัวเองอยู่ในแนวนอนใช้หลักการของความแตกต่างและขนาดความยาวของเมล็ดมีหลายเบอร์ตามขนาดข้าวที่ต้องการคัดแยก
- 2.4.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก ใช้ระบบนิวเมตริก หรือไฟฟ้าควบคุมกลไกแบบโหลดเซลล์ เพื่อปล่อยข้าวเข้าและออกจากถังชั่งลงสู่ถุงบรรจุข้าว
- 2.4.4 อุปกรณ์ลำเลียง
- 2.4.5 อุปกรณ์ดูดฝุ่น

2.5 ระบบควบคุมเครื่องจักรประกอบด้วย

- 2.5.1 ผู้ควบคุมเครื่องจักร จัดทำทั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ และระบบควบคุมด้วยคน พร้อมแผนผังแสดงการทำงานของเครื่องจักรด้วยแสงไฟฟ้า
- 2.5.2 เครื่องสูบลม ทำหน้าที่สูบลมในระบบของอุปกรณ์ลำเลียง และอุปกรณ์ดูดฝุ่น เป็นต้น

3. ระบบคัดแยกสีเมล็ดข้าว

เพื่อให้ได้ข้าวสารคุณภาพดี สีขาว ใส เป็นมันวาว จึงต้องคัดแยกข้าวสีต่างไปจากปกติออกไปโดยใช้เครื่องคัดแยกสีซึ่งใช้หลักการของกระแสไฟฟ้าส่องผ่านเมล็ดข้าว ถ้าเมล็ดใดมีสีต่าง

ออกไปจากที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งให้เข็มติดเมล็ดนั้นแยกออกไปอีกทางหนึ่ง ทำให้ได้ข้าวคุณภาพดีขึ้นไม่มีข้าวลีบที่ไม่ต้องการปนมา (อรอนงค์, 2547)

4. การระบายอากาศในอุตสาหกรรม

โดยทั่วไป ระบบระบายอากาศที่ใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรมแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ระบบจ่ายอากาศ และระบบดูดอากาศ

ระบบจ่ายอากาศมักถูกนำไปใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารหรือบริเวณทำงาน ให้คนงานมีความรู้สึกสบาย นอกจากนี้ยังถูกนำมาใช้งานร่วมกับระบบดูดอากาศเพื่อทำหน้าที่จ่ายอากาศเดิมเข้ามาทดแทนอากาศส่วนที่ถูกดูดหรือระบายออกไป

ระบบดูดอากาศเป็นระบบที่นิยมใช้เพื่อลดความเข้มข้นหรือควบคุมการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนไม่ให้เข้าไปปะปนกับอากาศในบริเวณทำงานหรือสิ่งแวดล้อมโดยสามารถแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ ระบบระบายอากาศแบบเจือจาง และระบบระบายอากาศเฉพาะจุด

4.1 ระบบระบายอากาศแบบเจือจาง

เกิดจากการนำอากาศบริสุทธิ์ภายนอกอาคารหรือบริเวณทำงานในปริมาณที่เหมาะสมเข้ามาผสมกับอากาศปนเปื้อน ซึ่งหมายถึงอากาศภายในที่ทำงานหรือบริเวณทำงานที่มีสารปนเปื้อนรวมอยู่ด้วย การผสมกันของอากาศทั้งสองส่วนจะช่วยลดความเข้มข้นของสารปนเปื้อนให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพของคนงาน หลังจากนั้นอากาศปนเปื้อนที่ถูกลดความเข้มข้นของสารปนเปื้อนลงจะถูกระบายออกสู่ภายนอกอาคารหรือบริเวณทำงานโดยอาศัยการทำงานของพัดลม ในบางกรณีอาจต้องปรับสภาพของอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกก่อนที่จะป้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ตัวอย่างเช่น การเพิ่มอุณหภูมิหรือการลดอุณหภูมิ เป็นต้น

จะเห็นว่าระบบระบายอากาศแบบนี้ต้องทำงานร่วมกับระบบจ่ายอากาศเสมอ เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาแทนอากาศที่ระบายออกไป

ในทางปฏิบัติอาจใช้พัดลมขนาดใหญ่ติดไว้บนหลังคาหรือผนังของอาคารก็ได้ การเปิดประตูหรือหน้าต่างของอาคารก็สามารถให้เป็นการระบายอากาศแบบเจือจางได้ แต่ผลจะ

ไม่มีความน่าเชื่อถือ อย่างไรก็ตามจะมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นหากมีการติดตั้งพัดลมระบายไกล้มกับแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนซึ่งคนงานปฏิบัติงานบริเวณดังกล่าวและอากาศเดิมถูกจ่ายเข้ามาที่ด้านหลังของคนงาน ทั้งนี้เพื่อให้แนวการเคลื่อนที่อากาศปนเปื้อนไม่ผ่านบริเวณที่คนงานสูดดม สำหรับการพิจารณาว่าจะใช้ระบบระบายอากาศแบบเจือจางเมื่อใดนั้นให้ถือหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. สารปนเปื้อนที่ถูกปลดปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดสู่บริเวณทำงานต้องมีปริมาณไม่มาก และต้องแพร่กระจายสม่ำเสมอ
2. มีระยะห่างมากพอระหว่างคนงานกับแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน เพื่อให้การเจือจางอยู่ในระดับที่ปลอดภัย
3. สารปนเปื้อนต้องไม่มีลักษณะเป็นพิษ หรือติดไฟง่าย
4. ไม่มีความจำเป็นต้องแยกสารปนเปื้อนออกจากอากาศก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ
5. สารปนเปื้อนต้องไม่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อนภายในบริเวณทำงาน

สำหรับข้อดีของระบบระบายอากาศแบบเจือจางคือ อุปกรณ์มีไม่มาก ต้นทุนต่ำ และไม่ต้องการการบำรุงรักษามากนัก ข้อเสียคือ ไม่เหมาะสำหรับสารปนเปื้อนที่มีลักษณะเป็นฝุ่น และไม่สามารถกำจัดสารปนเปื้อนได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ต้องการอากาศเดิมค่อนข้างมาก ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพิ่มขึ้น ในกรณีที่ต้องปรับสภาพอากาศเดิมให้มีอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสมกับอากาศภายในบริเวณทำงาน เช่น การทำความเย็นต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มด้วย

4.2 ระบบระบายอากาศเฉพาะจุด

ในกรณีไม่สามารถใช้ระบบระบายอากาศแบบเจือจางได้ เช่น สารปนเปื้อนมีลักษณะเป็นพิษ หรือความเข้มข้นของสารปนเปื้อนมีมาก เราจำเป็นต้องใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะจุด โดยการจับหรือดึงสารปนเปื้อนซึ่งกำลังแพร่กระจายที่แหล่งกำเนิดให้เข้าสู่ระบบก่อนที่จะเล็ดลอดออกสู่บริเวณทำงาน ระบบนี้จะมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบระบายอากาศแบบเจือจาง นอกจากนี้ยังใช้อากาศในปริมาณน้อยกว่าด้วย โดยทั่วไปมักเรียกระบบระบายอากาศเฉพาะจุดที่ใช้ควบคุมการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนที่มีลักษณะเป็นฝุ่นว่า ระบบกำจัดฝุ่น

ระบบระบายอากาศเฉพาะจุดอย่างง่าย โดยส่วนประกอบหลักจะมีอยู่ด้วยกัน 5 ส่วน ได้แก่ หัวดูด ระบบท่อ เครื่องแยกสารปนเปื้อนหรือเครื่องทำความสะอาดอากาศ พัดลม และปล่องระบาย

หัวดูดถือได้ว่าเป็นหัวใจของระบบระบายอากาศเฉพาะจุด โดยทำหน้าที่ดึงดูดสารปนเปื้อนซึ่งเกิดขึ้นที่แหล่งกำเนิดให้เข้าสู่ระบบท่อในทิศทางหน้าเข้าสู่หัวดูด ส่วนระบบท่อจะเป็นช่องทางในการลำเลียงอากาศปนเปื้อนไปยังเครื่องแยกสารปนเปื้อน โดยจะมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น เครื่องดักฝุ่นแบบผ้ากรองหรือไซโคลนดักฝุ่น เป็นต้น สารปนเปื้อนจะถูกแยกออกจากอากาศภายในอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ หลังจากนั้นอากาศที่ปราศจากสารปนเปื้อนจะไหลออกสู่บรรยากาศโดยผ่านพัดลมและปล่องระบาย การไหลของอากาศและสารปนเปื้อนในระบบท่อเกิดขึ้นจากการทำงานของพัดลม โคนพัดลมต้องลำเลียงอากาศให้ได้ในอัตราที่ต้องการซึ่งต้องมากพอที่สามารถเอาชนะความต้านทานที่เกิดขึ้น ในระบบสำหรับการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนที่มีความเข้มข้นต่ำ ไม่มีความเป็นพิษ อาจไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องแยกสารปนเปื้อน

ข้อดีของระบบระบายอากาศเฉพาะจุดก็คือ สามารถใช้ได้กับสารปนเปื้อนทุกชนิด ซึ่งรวมถึงสารปนเปื้อนที่มีความเป็นพิษสูง และต้องการอากาศเติมในปริมาณที่น้อยกว่าซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานส่วนนี้ลดลง ส่วนข้อเสียคือ มีต้นทุนสูงทั้งในส่วนของการออกแบบ การติดตั้ง และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ รวมถึงต้องการการตรวจสอบ และการบำรุงรักษามากกว่า

สรุปแล้ว ระบบระบายอากาศแบบเจือจางจะลดความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในบริเวณทำงานด้วยอากาศบริสุทธิ์ที่นำมาจากภายนอกซึ่งสารปนเปื้อนไม่ได้ถูกกำจัด คือ ปริมาตรรวมของสารปนเปื้อนยังคงเท่าเดิมแต่ความเข้มข้นลดลงเท่านั้น ในขณะที่ระบบระบายอากาศเฉพาะจุดจะดึงดูดสารปนเปื้อนให้เข้าสู่หัวดูด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ระบบระบายอากาศเฉพาะจุดถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนอย่างแพร่หลาย

5. การรับสารเข้าร่างกาย

สารอันตรายจะได้รับเข้าทางร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางการหายใจ การดูดซึมทางผิวหนัง และทางปาก (พาลาภ, 2540)

5.1 การหายใจ (Inhalation)

การได้รับสารทางการหายใจ สารจะปนกับอากาศเข้าสู่ปอด เมื่อมีการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอด สารจะละลายเข้าสู่กระแสเลือดแล้วไปสู่สมอง การหายใจจัดเป็นทางหลักของการได้รับสารอันตรายจากการทำงานเข้าสู่ร่างกาย สารที่สามารถเข้าร่างกายทางการหายใจได้แก่ ก๊าซ ไอออนิก ซึ่งจะเข้าสู่ร่างกายในรูปของ ผุ่น กว้น ละออง และแอโรซอล (Aerosol) ในอากาศ

5.2 ทางผิวหนัง (Skin)

การดูดซึมทางผิวหนังจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อผิวหนังมีบาดแผลจากการตัด ในกรณีที่ผิวหนังปกติ ผิวหนังจะสามารถป้องกันสารเคมีได้ดี แต่ยังมีสารเคมีหลายชนิดที่ดูดซึมผ่านผิวหนังปกติได้ สารบางชนิดสามารถผ่านทางรูขุมขน สารบางชนิดสามารถละลายในไขมันและน้ำมันของผิวหนัง เช่น สารประกอบตะกั่วอินทรีย์ สารประกอบไนโตรหลายชนิด สารฆ่าแมลง กลุ่มอินทรีย์ฟอสเฟส สารบางชนิดที่เป็นตัวทำละลายไขมันที่ดี เช่น โทลูอีน ไชลีน สารบางชนิดสามารถดูดซึมผ่านผิวหนังปกติได้แก่ สารอินทรีย์บางชนิด เช่น ไตรไนโตรทูลีน ไชยาไนด์ (Cyanide) และอะโรมาติกเอมีน (Aromatic Amine) ส่วนมาก นอกจากนี้อะไมด์ (Amide) และฟีนอล สามารถทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะต่างๆ ได้จากการสัมผัสสารดังกล่าวที่ผิวหนัง

5.3 การกิน (Ingestion)

ในสถานที่ทำงาน คนทั่วไป จะมีการรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำสารเคมีอันตราย โดยไม่รู้ตัวได้ สารพิษสามารถดูดซึมผ่านทางเดินอาหารเข้าสู่กระแสเลือด ตะกั่วออกไซด์สามารถได้รับเข้าทางร่างกายจากการกินอาหารหรือสูบบุหรี่ในที่ทำงาน ในกรณีฝุ่นมีพิษเข้าร่างกายไปพร้อมอาหาร เมื่อฝุ่นไม่ละลายในน้ำย่อย ฝุ่นพวกนี้จะถูกกำจัดโดยตรงทางลำไส้ ส่วนสารที่ละลายได้ง่ายในของเหลวในระบบย่อยอาหาร สารเหล่านี้จะถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดจากระบบย่อยอาหารได้

6. การประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยง คือ การตัดสินใจว่าแผนงาน หรือการควบคุมที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่โดยมีเจตนารมณ์ให้ความเสี่ยงต้องถูกควบคุมก่อนที่อันตรายจะเกิดขึ้น

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงประกอบด้วย 3 ขั้นตอนพื้นฐาน คือ การชี้บ่งอันตรายต่างๆ การประมาณระดับความเสี่ยงของอันตรายแต่ละอย่าง และตัดสินใจว่าความเสี่ยงนั้นยอมรับได้หรือไม่

6.1 การชี้บ่งอันตราย

การชี้บ่งอันตรายเป็นกระบวนการของการค้นหาสิ่งที่มีโอกาสก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือความเจ็บป่วย โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่องค์กรปฏิบัติว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเกิดอันตรายอะไรได้บ้าง วิธีการชี้บ่งอันตรายอาจทำได้ด้วย วิธีใดก็ได้แต่ควรครอบคลุมอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งหมด โดยไม่ต้องคำนึงถึงมาตรการควบคุมความเสี่ยงที่มีอยู่แล้ว

6.2 การประมาณระดับความเสี่ยง

คือ การประเมินค่าความรุนแรงและความเป็นไปได้ของอันตรายที่จะเกิดขึ้น ของผลที่ตามมาของการบาดเจ็บ หรือความเจ็บป่วยหรือความเสียหายต่อทรัพย์สินหรือต่อสภาพแวดล้อมในการทำงานหรือสิ่งต่างๆเหล่านี้รวมกัน

6.3 ตัดสินใจว่าความเสี่ยงนั้นยอมรับได้หรือไม่

วิธีการประมาณระดับความเสี่ยง เพื่อตัดสินใจว่าความเสี่ยงยอมรับได้หรือไม่ให้พิจารณาจากการประมาณความรุนแรงของความเสียหายตามข้อ 1 และความเป็นไปได้ของอันตรายที่อาจเกิดขึ้นหรือโอกาสที่จะเกิดตามข้อ 2 ข้างต้นแล้วนำมาเทียบกับตารางข้างล่างนี้(ตารางที่ 24) เพื่อบ่งชี้ระดับความเสี่ยง

7. การวิเคราะห์ความเสี่ยงในอุตสาหกรรมอาหาร

การนำการวิเคราะห์ความเสี่ยงมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ประกอบด้วยประเด็นสำคัญ 3 ประเด็นคือ การให้คำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงในอุตสาหกรรมอาหาร แนวทางการประเมินความเสี่ยง และการจัดการความเสี่ยง (สุมนทนา, 2543)

ตารางที่ 19 ระดับความรุนแรงของอันตราย

โอกาสที่เกิด	ระดับความรุนแรงของอันตราย		
	อันตรายเล็กน้อย	อันตรายปานกลาง	อันตรายรุนแรง
โอกาสที่เกิदन้อย	ความเสี่ยงเล็กน้อย	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้	ความเสี่ยงปานกลาง
โอกาสที่เกิดปานกลาง	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้	ความเสี่ยงปานกลาง	ความเสี่ยงสูง
โอกาสที่เกิดมาก	ความเสี่ยงปานกลาง	ความเสี่ยงสูง	ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้

7.1 คำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงในอุตสาหกรรมอาหาร

คณะที่ปรึกษาของโคเด็กซ์ (Codex Alimentarius Commission - CAC) ให้คำจำกัดความของการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ว่าเป็นเรื่องของการพิจารณาด้านความปลอดภัยของอาหารที่มีผลมาจากอันตราย 3 ทาง ได้แก่ อันตรายทางเคมี อันตรายทางชีวภาพ และอันตรายทางกายภาพ ที่จะมืผลทำให้อาหารไม่ปลอดภัย อันตรายดังกล่าวนี้อาจเกิดจากการเติมสารใดลงในอาหารโดยเจตนาหรือไม่เจตนาก็ได้ ทั้งนี้ไม่รวมถึงสัตว์มีชีวิต วัตถุดิบ คือ อาหาร และส่วนประกอบทางธรรมชาติของอาหารที่มีอยู่ในสูตรอาหาร

ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของอาหาร ประกอบด้วย

อาหาร (Food) หมายถึง สารใดก็ตามที่อาจจะมีการแปรรูปทั้งหมดหรือแปรรูปมาบางส่วนหรือเป็นวัตถุดิบที่ไม่ผ่านการแปรรูปที่ตั้งใจให้มนุษย์ใช้บริโภค ดั้ม เคี้ยว รวมทั้งสารที่ถูกลำมาใช้ในการผลิต การเตรียม หรือการทำเป็น “อาหาร” ขึ้นมา ทั้งนี้ไม่รวมเครื่องสำอาง ยาสูบ และสารที่ใช้เป็นยา

อันตราย (Hazard) หมายถึง วัตถุทางชีวภาพ ทางเคมี หรือทางกายภาพ รวมถึงสมบัติของอาหารที่อาจทำให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพกับมนุษย์

ความเสี่ยง (Risk) หมายถึง การอนุมานความเป็นไปได้ที่จะเกิดอันตรายต่อมนุษย์ที่บริโภคอาหาร

การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) หมายถึง กระบวนการที่ประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 ประการ คือ การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) การจัดการความเสี่ยง (Risk Management) และการสื่อสารความหมายของความเสี่ยง (Risk Communication)

การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) หมายถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วยการทำงาน 4 ขั้นตอน คือ (1) ขอบ่งชี้ถึงอันตราย (Hazard Identification) (2) การประเมินการตอบสนองต่อปริมาณที่ได้รับ (Hazard Characterization) (3) การประเมินสัมผัส (Exposure Assessment) และ (4) การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) เพื่อสรุป เกี่ยวกับอันตรายจากวัตถุมีพิษที่ได้รับ

ขอบ่งชี้ถึงอันตราย (Hazard Identification) หมายถึง การพิจารณาอันตรายที่อาจจะ เกิดกับมนุษย์ โดยพิจารณาตามน้ำหนักของหลักฐาน เช่น การศึกษาทางระบาดวิทยา การศึกษาใน สัตว์ทดลอง และขนาดของอันตรายที่มนุษย์แสดงอาการ

การประเมินการตอบสนองต่อปริมาณ (Hazard Characterization หรือ Dose Response Assessment) หมายถึง การประเมินข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขนาดและการตอบสนองต่อ อันตรายทั้งแง่คุณภาพและปริมาณ เช่น พิจารณาว่าควรกำหนดค่าต่ำสุดของอันตรายทั้งแง่คุณภาพ และปริมาณ เช่น พิจารณาว่าควรกำหนดค่าต่ำสุดของอันตรายที่ระดับใดที่ไม่สามารถสังเกตอาการ อันไม่พึงปรารถนาในสัตว์ทดลอง (Low Observable Adverse Effect Level – LOAEL) ถ้าหากเป็น อันตรายทางเคมีจะต้องหาระดับที่มนุษย์มีการตอบสนองด้วยแต่ถ้าเป็นอันตรายทางชีวภาพหรือ อันตรายทางกายภาพ การประเมินระดับที่มนุษย์มีการตอบสนองมักแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ด้วยเหตุนี้ จึงนิยมอ้างอิงจากข้อมูลเก่าที่มีการรายงานไว้หรืออ้างอิงจากผลการศึกษาวิจัย

การประเมินขนาดสัมผัส (Exposure Assessment) หมายถึง การประเมินขนาดของ อันตรายที่มนุษย์ได้รับจากการสัมผัส หรือจากอาหารที่บริโภคประจำวันจนแสดงอาการ ตอบสนอง

การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) หมายถึง การนำข้อมูล ทั้งหมดจากการจำแนกอันตราย การบอกระดับของอันตราย และการได้รับสัมผัสมาคำนวณหรือ ประเมินผลที่อาจจะเกิดขึ้นกับมนุษย์หรือประชากร โดยคำนึงถึงความไม่แน่นอนต่าง ๆ (Uncertainties) ประกอบการประเมิน

การจัดการความเสี่ยง (Risk Management) หมายถึง การระบุนโยบาย และการบริหารจัดการ เพื่อหาทางกำจัดหรือลดความเสี่ยงลงมาสู่ระดับที่ยอมรับได้

การสื่อความหมายของความเสี่ยง (Risk Communication) หมายถึง การระบุนโยบายเชิงปฏิสัมพันธ์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดเห็นในบรรดาผู้ประเมินความเสี่ยง ผู้จัดการความเสี่ยง และบุคคลอื่นที่สนใจต้องการทราบในเรื่องนี้

การประเมินระดับที่มนุษย์แสดงอาการตอบสนอง (Dose Responses Assessment) หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่มนุษย์ได้รับการสัมผัส และค่าที่มนุษย์แสดงผลตอบสนอง

สถานการณ์ที่พิจารณา (Scenario Set) หมายถึง สถานการณ์ที่สะท้อนถึงความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งด้านแหล่งของวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิต กรรมวิธีผลิต การตรวจสอบ การเก็บรักษา การจัดจำหน่ายและการปฏิบัติของผู้บริโภค รวมถึงโอกาสและความรุนแรงในแต่ละสถานการณ์ที่นำมาพิจารณา

7.2 แนวทางการประเมินความเสี่ยง (Guideline for Risk Assessment)

สภาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Academy of Science-NAS) ได้อธิบายแนวคิดของการรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวัตถุดิบอันตรายมาใช้เป็นแนวทางประเมินความเสี่ยงอย่างเป็นระเบียบ โดยอาศัยความน่าจะเป็น (Probability) มาทำนายโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงนั้น ๆ ขึ้นด้วย เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นที่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แนวทางประเมินความเสี่ยงจากอันตรายทั้ง 3 ประเภทที่ NAS แนะนำ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การบ่งชี้ถึงอันตราย (Hazard Identification) เป็นการประเมินเชิงคุณภาพเพื่อชี้ให้เห็นว่า ระบบการจัดหาอาหาร (Food Chain Supply) มีโอกาสได้รับอันตรายประใดบ้างเข้าสู่ระบบฯ หรือความน่าจะเป็นซึ่งผู้บริโภคอาจจะได้รับจากอันตรายนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินการตอบสนองต่อปริมาณ (Hazard Characterization) อาจมีการทดลองในสัตว์เพื่อประเมินความเสี่ยงเกี่ยวกับอันตรายนั้น ๆ แล้วอนุมาน (Extrapolation) ในประเด็นต่อไปนี้

1. อนุมานด้านความแตกต่างระหว่างชนิดของสัตว์ทดลอง ซึ่งมีขนาดช่วงชีวิต เมตาบอลิซึม (Metabolism) แตกต่างจากมนุษย์ การดูดซึมสารที่น่าจะเป็นอันตรายก็แตกต่างกัน ทำให้ต้องมีการอนุมานขนาดทดลองในกรณีที่ใช้กับสัตว์ทดลองชนิดต่าง ๆ กัน
2. อนุมานด้านขนาดและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เมื่อสิ่งมีชีวิตได้รับอันตรายในขนาดต่าง ๆ กัน กับผลที่อาจจะเกิดขึ้นในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เช่น ขนาดที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อมหรือจากอาหารนั้นค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดที่ใช้ทำการทดลองกับสัตว์ ในกรณีนี้ต้องอาศัยแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่น่าเชื่อถือในการอนุมาน

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินขนาดสัมผัส (Exposure Assessment) เนื่องจากขนาดสัมผัสมีความสัมพันธ์กับขนาดของวัตถุอันตรายในร่างกาย และขนาดของวัตถุอันตรายในร่างกายมีความสัมพันธ์กับพิษของวัตถุอันตราย ดังนั้น การสัมผัสจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการประเมินความเสี่ยงจากพิษของวัตถุอันตราย เช่น การประมาณขนาดของวัตถุเจือปนหรือสารพิษที่ร่างกายได้รับจากอาหารบริโภคประจำวัน สามารถประเมินการสัมผัสได้ 3 ทาง คือ

- (1) ศึกษาจากอาหารทุกชนิดในปริมาณที่บริโภคเข้าไป (Total Diet Studies)
- (2) เลือกเฉพาะอาหารบางชนิดมาศึกษา (Selective Studies of Individual Foods)
- (3) ศึกษาอาหารอย่างเดิมซ้ำเป็นครั้งที่สอง (Duplicate Portion Studies)

ขั้นตอนที่ 4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมไว้ในขั้นตอนที่ 1, 2 และ 3 นำมาเชื่อมโยงกัน เพื่อประเมินความรุนแรงหรือความเป็นไปได้ที่จะเกิดพิษจากวัตถุอันตรายนั้น ๆ เมื่อได้ผลของการประเมินความเสี่ยงจากพิษของวัตถุอันตรายตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาทั้งหมดแล้ว จึงนำผลนั้นมาพิจารณาจัดการความเสี่ยง (Risk Management) ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป ทั้งนี้ CAC ได้จัดทำรายการค่าสูงสุดของสารตกค้างที่ยินยอมให้ตรวจพบได้ในอาหาร เรียกว่า Maximum Residue Limit เรียกย่อๆ ว่า ค่าเอ็มอาร์แอล (MRL) ค่านี้ใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจรับวัตถุอันตรายสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร และเกณฑ์ตัดสินใจในการค้าอาหารระหว่างประเทศ (สุมนหา, 2543)

7.5 การจัดการความเสี่ยง (Risk Management)

การจัดการความเสี่ยง เป็นความพยายามที่จะลดความเสี่ยงลงมาให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ทั้งนี้อาศัยการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน กิจกรรมของการลดความเสี่ยงกระทำโดยผ่านแผนงานควบคุมความปลอดภัยของอาหารตามนโยบายของผู้บริหารในแต่ละองค์กร **โคเด็กซ์ให้ความสำคัญของการจัดการความเสี่ยงว่า เป็นกระบวนการเชิงนโยบายเพื่อให้บังเกิดผลที่เชื่อถือได้ จึงควรระบุวิธีการควบคุมและการวัดที่เป็นเสมือนกับข้อบังคับกำกับไว้ด้วย** ในขั้นนี้ โคเด็กซ์จะออกเป็นมาตรฐาน แนวปฏิบัติ และคำแนะนำเพื่อให้มีการนำไปใช้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งจะส่งผลต่อความปลอดภัยของอาหารและใช้เป็นเกณฑ์ปฏิบัติต่ออาหารในการค้าอาหารระหว่างประเทศ

กรอบงานในการจัดการความเสี่ยง (Risk Assessment) ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 การประเมินความเสี่ยง ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ คือ

1. การชี้บ่งปัญหาของความไม่ปลอดภัยในอาหาร
2. จัดทำเค้าโครงของความเสี่ยง (Risk Profile)
3. จัดลำดับอันตรายในการประเมินความเสี่ยง และความสำคัญของลำดับก่อนหลังในการจัดการความเสี่ยง
4. เขียนเป็นนโยบายการประเมินความเสี่ยงที่จะต้องกระทำ
5. ระบุกิจกรรม
6. พิจารณาผลที่คาดว่าจะได้รับ

ขั้นที่ 2 การประเมินทางเลือกในการจัดการความเสี่ยง ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ คือ

1. ระบุทางเลือกของการจัดการที่สามารถกระทำได้
2. เลือกวิธีการจัดการ รวมถึงการพิจารณามาตรฐานความปลอดภัยที่เหมาะสม
3. การตัดสินใจ

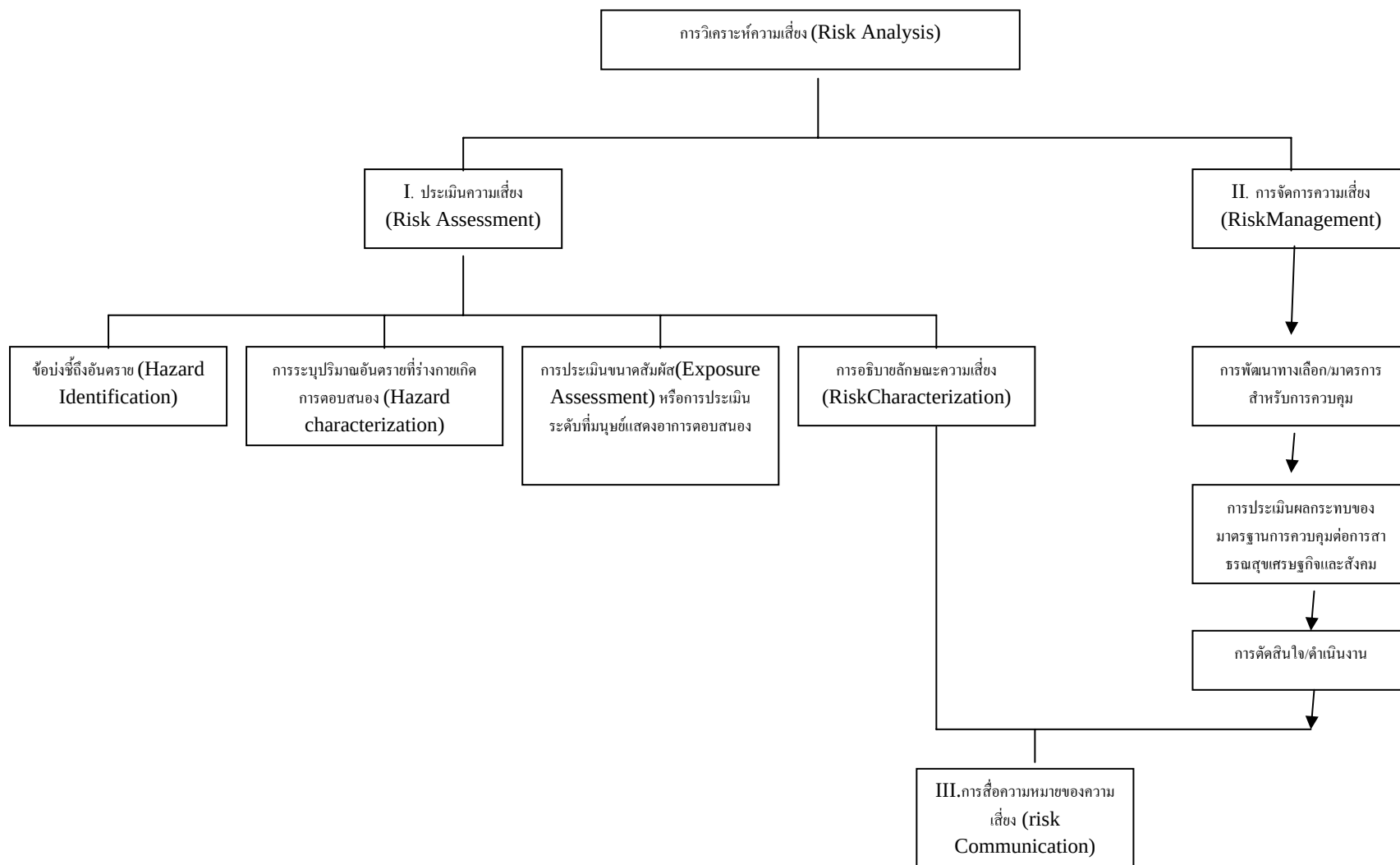
ขั้นที่ 3 การเตรียมการตัดสินใจจัดการความเสี่ยง กอปรด้วยกิจกรรมต่าง ๆ คือ

1. ออกประกาศ
2. เลือกระบบที่นำมาใช้จัดการลดความเสี่ยง เช่น จะใช้ระบบ GMP, HACCP และ/หรือ SSOP เป็นต้น
3. มาตรการระยะสั้น เช่น การใช้สารเพื่อลงเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ
4. คำแนะนำในการขนส่งและการจัดจำหน่าย เช่น อุณหภูมิในการเก็บรักษา การระบุวิธีใช้สินค้าในฉลากอาหาร ฯลฯ

ขั้นที่ 4 การตรวจติดตามและการทบทวน กอปรด้วยกิจกรรมต่าง ๆ คือ

1. ประเมินประสิทธิภาพของวิธีการวัดและเครื่องมือที่ใช้วัด (มีการสอบเทียบ ความแม่นยำของเครื่องมือวัด)
2. ทบทวนการจัดการความเสี่ยงและ/หรือการประเมินความเสี่ยงตามความจำเป็น

ผลจากการระบวนการประเมินความเสี่ยงควรนำมาพิจารณาพร้อมกับการหาทางเลือกในการจัดการความเสี่ยงเพื่อการตัดสินใจ โดยคำนึงถึงการป้องกันอันตรายที่จะมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์เป็นลำดับแรกพร้อมกับปัจจัยอื่น ๆ (ตัวอย่างเช่น ค่าใช้จ่าย ประโยชน์ที่จะได้รับ การศึกษาทางเทคนิค การรับรู้ความเสี่ยง เป็นต้น) ในการตัดสินใจดำเนินการจัดการความเสี่ยง ควรคำนึงถึงการตรวจสอบติดตามและวิธีการควบคุมผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการความเสี่ยง นั่นคือ ผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นต่อความปลอดภัยของอาหาร ที่มีการผลิตออกมาวางตลาด



ภาพที่ 35 แผนภูมิกิจกรรมการวิเคราะห์

8. ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้

เพลิงไหม้ คือ การเผาไหม้หรือการสันดาป เป็นปฏิกิริยาเคมีของเชื้อเพลิงและตัวออกซิไดซ์ซึ่งโดยทั่วไปตัวออกซิไดซ์คือออกซิเจน ทำให้เกิดความร้อนและการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงขึ้น ซึ่งการเกิดเพลิงไหม้นั้นจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ประการ คือ เชื้อเพลิง ความร้อน และออกซิเจน เมื่อใดก็ตามที่มีองค์ประกอบพื้นฐานทั้ง 3 อยู่ร่วมกันก็จะเกิดเพลิงไหม้ขึ้น และเมื่อเพลิงไหม้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ไฟจะติดและลุกลามต่อไปได้จะต้องมีปัจจัยที่เข้ามาเป็นองค์ประกอบในการลุกลาม นั่นคือปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งจะเป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องหลังจากการติดไฟ เงื่อนไขสำคัญของการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่คือต้องมีตัวก่อปฏิกิริยาเสมอ ซึ่งตัวก่อปฏิกิริยานี้จะมีความเสถียรต่ำ ตัวก่อปฏิกิริยาลูกโซ่อาจจะเป็นอิเล็กตรอนอิสระของธาตุในปฏิกิริยาหรืออาจเป็นอนุมูลอิสระอื่นๆ เช่น CH_3 , C_2H_2 , OH^- เป็นต้น ในระหว่างที่ปฏิกิริยาลูกโซ่กำลังดำเนินไปอยู่นั้น ถ้าตัวก่อปฏิกิริยาลูกโซ่ถูกดึงออกจากปฏิกิริยาหรือถูกทำให้เสถียรภาพ ปฏิกิริยาจะหยุดลงทันที ไฟก็จะดับลง ซึ่งการติดไฟอย่างต่อเนื่องจึงต่ออาศัยองค์ประกอบ 4 ประการ คือ ความร้อน เชื้อเพลิง ออกซิเจน และปฏิกิริยาลูกโซ่

9. ทฤษฎีการดับเพลิง

การดับเพลิงเป็นทฤษฎีที่ตรงข้ามกับทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้ นั่นคือ การจำกัดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งของการเกิดเพลิงไหม้ ออก เพื่อควบคุมปริมาณการเผาไหม้หรือทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ทำให้ไฟดับ โดย การจำกัดเชื้อเพลิง การจำกัดออกซิเจน การจำกัดความร้อน การจำกัดปฏิกิริยาลูกโซ่ แต่ในทางปฏิบัติการจำกัดเชื้อเพลิงและออกซิเจนนั้นทำได้ยาก ดังนั้น การจำกัดออกซิเจน การจำกัดความร้อน และการจำกัดปฏิกิริยาลูกโซ่ จึงนิยมนำมาใช้เป็นหลักในการดับเพลิง

การจำกัดออกซิเจนโดยการลดปริมาณออกซิเจนซึ่งมีอยู่ในอากาศอยู่ 21 เปอร์เซ็นต์ ลดลงให้เหลือปริมาณออกซิเจนในอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ ไฟจะดับลง เนื่องจากปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอต่อกระบวนการเผาไหม้ ในการดับเพลิงจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการจำกัดปริมาณออกซิเจน

การจำกัดความร้อนสามารถทำได้โดยใช้สารที่สามารถดูดความร้อนออกมาจากเพลิงหรือลดปริมาณความร้อนรอบๆบริเวณการเกิดเพลิงไหม้ โดยทั่วไปเราจะใช้น้ำในการลดปริมาณความร้อนในการดับเพลิง

การจำกัดปฏิกิริยาลูกโซ่ โดยการกำจัดตัวก่อปฏิกิริยา หรือทำให้ตัวก่อปฏิกิริยาเสถียร ซึ่งในการดับเพลิงจะใช้สารจำพวกฮาโลเจนในการดับเพลิง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการของระบบ HACCP มุ่งเน้นเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าผลิตภัณฑ์นั้นได้ถูกผลิตขึ้นอย่างถูกต้อง สุกลักษณะและปลอดภัยต่อผู้บริโภคที่จะทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้าย ซึ่งมีผู้ทำการศึกษา ระบบ HACCP และนำมาประยุกต์ใช้ดังนี้

นันทพร (2544) นำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ในโรงงานผลิตนมสด โครงการส่วนพระองค์ ในสวนจิตรลดา พญาไท กรุงเทพฯ ผลการศึกษาพบว่า จุดวิกฤตในกระบวนการพบทั้งหมด 3 จุด และปัญหาส่วนใหญ่มาจากการปนเปื้อนของเชื้อ *E.coli* และ *Coliforms* ซึ่งกระจายในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการบรรจุยังไม่ได้ตรวจสอบประสิทธิภาพของหลอด UV และการบรรจุขวดซึ่งเป็นระบบเปิดจึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ และหลังจากที่ทดลองนำระบบ HACCP มาใช้ ได้มีการปรับปรุงระบบ ดังนี้ การปรับปรุงการล้างและบรรจุขวด การปรับปรุง lay out ของโรงงาน และการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยรวม

พันทิพพา (2546) นำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ในโรงงานผลิตนมสด อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ ผลการศึกษาพบว่าสภาวะ GMP หลังใช้ระบบ HACCP อยู่ในสถานะดีและดีมาก จุดวิกฤตในกระบวนการพบทั้งหมด 23 จุด และมีมาตรการในการควบคุมจุดวิกฤต ได้แก่ มาตรการควบคุมด้านกายภาพ โดยใช้การกรอง 100% การใช้การกรอง 60 MESH และ 80 MESH และการตรวจรับขวดพลาสติก มาตรฐานการควบคุมทางด้านเคมี โดยการตรวจรับน้ำมันจากสหกรณ์ ตรวจยาปฏิชีวนะและควบคุมปริมาณการเติมกลิ่น จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำมันมีจำนวนอยู่ในเกณฑ์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กำหนด การสวอปมือและภาชนะอุปกรณ์พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ลดลง และอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดทั้งก่อนและหลังการใช้ระบบ HACCP

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ TOSHIBA รุ่น SATELLITE
2. ADSL modem
3. เครื่อง SCANNER
4. เครื่องพิมพ์ EPSON รุ่น STYLUS C67
5. กล้องถ่ายภาพ NIKON รุ่น COOLPIX 4300
6. เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว KETT รุ่น PM-400
7. หลาวแทงเก็บตัวอย่าง
8. ตาซึ่งแสดงผลแบบดิจิทัล
9. ตะแกรงร่อน เบอร์
10. กล่องอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด
11. กล่องพลาสติกสุญญากาศ
12. เครื่องเป่าทำความสะอาด
13. เกจวัดความดัน

วิธีการ

1. สถานที่ทำการวิจัย

1. โรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ในจังหวัดขอนแก่น
2. สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตบางเขน

2. วิธีการ

ทำการศึกษาข้อมูลโดยใช้วิธีการศึกษาระบบ HACCP และการประยุกต์ใช้ร่วมกับการศึกษาผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตจริงภายในโรงงาน จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์อันตรายและดำเนินการหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมรวมถึงวิธีการควบคุมจุดวิกฤต ดังมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษากระบวนการ HACCP
2. ศึกษาการประเมินความเสี่ยงและอันตรายที่อาจพบเปื้อนในอุตสาหกรรมอาหารและมาตรฐานสินค้าข้าว
3. ศึกษาเทคโนโลยี และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตข้าวสารในประเทศไทย
4. วิเคราะห์รายละเอียดขั้นตอน และเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวสาร ของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าวตัวอย่าง
5. เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต โดยใช้วิธีการชักตัวอย่างข้าว (ภาคผนวก ก)
6. นำตัวอย่างข้าวจากขั้นตอนที่ 5 มาทำการวิเคราะห์ดังนี้
 - 6.1 วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว (ภาคผนวก ง)
 - 6.2 วิเคราะห์หาสิ่งปนเปื้อน โดยใช้วิธีตรวจสอบสิ่งอื่นปนเปื้อนในข้าว (ภาคผนวก ง)
7. ประยุกต์ใช้ระบบ HACCP เพื่อวิเคราะห์อันตราย และการควบคุมจุดวิกฤต ในโรงปรับปรุงคุณภาพข้าวตัวอย่าง ดังนี้
 - 7.1 กำหนดรายละเอียดผลิตภัณฑ์ และวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์

7.2 จัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิต

7.3 การทวนสอบความถูกต้องของแผนภูมิการผลิต

7.4 ระบุอันตรายทุกชนิดที่อาจเกิดขึ้น ดำเนินการวิเคราะห์อันตราย และหามาตรการในการ ควบคุมอันตรายที่ตรวจพบ โดยใช้การเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต มีวิธีการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ความชื้นเมล็ดข้าว และการวิเคราะห์สิ่งอินปนในข้าว ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

7.4.1 การเก็บตัวอย่างข้าว

ก. เครื่องมือ

- 1) หลาวแทงกระสอบแบบสองชั้น (Stick or Sleeve Type Trier)
- 2) หลาวแทงกระสอบแบบชั้นเดียว (Nobbe Type Trier)

ข. วิธีการ

1) การชักตัวอย่างที่บรรจุถุงหรือกระสอบ โดยการใช้หลาวสุ่มตัวอย่างแทงถุงหรือกระสอบให้น้อยครั้งที่สุด แต่ได้ตัวอย่างของถุงหรือกระสอบนั้นอย่างทั่วถึง โดยใช้กฎของ AOSA ดังนี้

- ในกรณีมีข้าวไม่เกิน 6 ถุงหรือกระสอบ ให้แทงชักตัวอย่างจากทุกถุง ห่อ กระสอบ
- ในกรณีมีข้าวมากกว่า 6 ถุงหรือกระสอบให้ชักตัวอย่าง 5 ถุงหรือกระสอบ บวกเพิ่ม 10% ของจำนวนถุงหรือกระสอบ เศษของจำนวนที่ได้ถ้าเกินครึ่งให้ปัดขึ้น
- การชักตัวอย่างที่กองรวมกันโดยไม่บรรจุในภาชนะ ในกรณีที่กองใหญ่มาก ควรใช้หลาวแทงเก็บตัวอย่างจากชั้นบนของกองจนถึงชั้นล่างสุด โดยยึดหลักการดังนี้

ขนาดกองข้าว(กิโลกรัม) จำนวนตัวอย่าง

ไม่เกิน 500	ไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง
500 – 3,000	เก็บ 1 ตัวอย่าง/300 กก. แต่ไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง
3,000 – 20,000	เก็บ 1 ตัวอย่าง/300 กก. แต่ไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง
20,000 ขึ้นไป	เก็บ 1 ตัวอย่าง/700 กก.

อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นต้องชักตัวอย่างมากกว่า 30 ตัวอย่างต่อกอง

7.4.2 วิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว

ก. เครื่องมือ

- 1) เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว(Grain Moisture Tester)
- 2) กล่องอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด

ข. วิธีวิเคราะห์

- 1) เก็บตัวอย่างข้าวที่ต้องการวิธีวิเคราะห์ความชื้น ด้วยวิธีการชักตัวอย่างข้าว
- 2) นำตัวอย่างใส่ในกล่องอะลูมิเนียมตาม 2.2.1 (จำนวนตัวอย่างตามผนวก 3)
- 3) นำข้าวตัวอย่างใส่ให้เต็มกระบอกตวงของเครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว
- 4) นำข้าวจากกระบอกตวงใส่ไปในเครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว รอจนกระทั่งเครื่องแสดงค่าความชื้น
- 5) ทำซ้ำตาม ขั้นตอนที่ 4) จนครบจำนวนตัวอย่างข้าว
- 6) เครื่องจะแสดงผลการวิเคราะห์ เป็นค่าความชื้นเฉลี่ย

7.4.3 วิธีการตรวจสอบสิ่งอื่นปนในข้าว

ก. เครื่องมือ

- 1) เครื่องเป่าทำความสะอาด
- 2) ตะแกรงร่อน

ข. ขั้นตอนการปฏิบัติ

- 1) สุ่มตัวอย่างข้าว ซึ่งน้ำหนักประมาณ 100 กรัม บันทึก
- 2) นำตัวอย่างข้าวดังกล่าว ผ่านตะแกรงร่อนเพื่อแยกสิ่งเจือปนที่หนัก เช่น เศษหิน ทราย กรวด และเมล็ดที่แตกหักออก
- 3) นำตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงร่อน เข้าเครื่องเป่าทำความสะอาด เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักเบา เช่น ชากแมลง เมล็ดลีบ ฟูน ออก
- 4) หากยังมีสิ่งเจือปนอยู่แยกด้วยสายตาอีกครั้ง บันทึกน้ำหนักข้าวที่สะอาดแล้วคำนวณปริมาณสิ่งเจือปนดังนี้

$$\text{ร้อยละของสิ่งเจือปน} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าว} + \text{สิ่งเจือปน}) - \text{น้ำหนักข้าว}}{\text{น้ำหนักข้าว} + \text{สิ่งเจือปน}} \times 100$$

7.5 กำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม โดยใช้ Decision Tree ในการหาจุดควบคุมวิกฤตด้วยการวิเคราะห์ด้วย Decision Tree

7.6 เมื่อหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมได้แล้ว จากนั้นกำหนดค่าวิกฤตของแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

7.7 กำหนดระบบการเฝ้าระวังสำหรับแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

7.8 สรุปผล

ระยะเวลาในการวิจัย

เดือนตุลาคม 2548 – มีนาคม 2549

ผลการทดลอง

ผลการทดลองเชิงปฏิบัติการ โดยการนำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์อันตราย และการควบคุมจุดวิกฤต ในกระบวนการผลิตข้าวสาร ของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าวตัวอย่าง ในจังหวัดขอนแก่นจำนวน 1 แห่ง โดยใช้มาตรฐานสินค้าข้าวหอมมะลิไทย (ภาคผนวก ข) เป็นเกณฑ์กำหนดปัญหา เพื่อวิเคราะห์อันตรายปนเปื้อน ผลการศึกษามีรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าวตัวอย่าง

โรงปรับปรุงคุณภาพข้าวตัวอย่างที่ทำการศึกษาดังอยู่ในจังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ทั้งสิ้น 40 ไร่ พื้นที่ในส่วนของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว มีพื้นที่ 2,800 ตร.ม. สภาพโดยรอบไม่อยู่ใกล้แหล่งขยะ แหล่งอุตสาหกรรมอื่นๆ (แสดงในภาพที่ 36) เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต มีกำลังการผลิต 150 ตัน/วัน ซึ่งผลิตข้าวหอมมะลิเป็นหลัก โดยผลิตตามมาตรฐานที่ลูกค้าต้องการ ในส่วนของวัตถุดิบนั้นรับซื้อจากโรงสีและเกษตรกรในจังหวัดขอนแก่นและจังหวัดข้างเคียง



ภาพที่ 36 โรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ตัวอย่าง

กระบวนการผลิตในโรงปรับปรุงคุณภาพข้าวตัวอย่าง ประกอบด้วยกระบวนการทั้งสิ้น 10 กระบวนการ (แสดงในภาพที่ 38) ประกอบด้วย

- 1.1 กระบวนการรับวัตถุดิบ
- 1.2 กระบวนการวัดความชื้นและการอบ
- 1.3 กระบวนการผสมข้าว
- 1.4 กระบวนการทำความสะอาดและคัดแยกสิ่งสกปรก(ร้อนทำความสะอาด)
- 1.5 กระบวนการคัดแยกสิ่งเจือปน โดยแยกจากขนาด
- 1.6 การขัดมัน
- 1.7 ตะแกรงเหล็ยมแยก
- 1.8 ตะแกรงกลมแยก
- 1.9 กระบวนการคัดแยกข้าว(เครื่องคัดแยกสี)
- 1.10 กระบวนการจัดเก็บและบรรจุ

2. การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

ใช้หลักการของ HACCP เพื่อวิเคราะห์อันตราย และการควบคุมจุดวิกฤต ในโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว มีขั้นตอนดังนี้

2.1 การระบุรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 20 รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์	ข้าวขาวมะลิ 100%
Product Name	(Justmine Rice)
คุณสมบัติผลิตภัณฑ์	ข้าวหอมมะลิ : ข้าวขาว ชั้น 1 (93% : 7%) และความชื้น
Important Product Characteristics	ไม่เกิน 14% (Justmine Rice : White Rice Grade A (93% : 7%) %Moisture $\leq$ 14
ลักษณะการบริโภค	หุงสุกก่อนบริโภค
How is it to be used?	(Cook Before Used)

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ข้าวขาวมะลิ 100%
Product Name	(Justmine Rice)
บรรจุภัณฑ์	ถุงพลาสติกคุณภาพสูง ขนาดบรรจุ 5 กก.
Packaging	(High Quality Plastic Bag Net.Wg 5Kg.)
อายุการเก็บรักษา	1 ปี
Shelf Life of Product	(1 Year)
ลักษณะการจำหน่าย	ตัวแทนจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ
Where it will be sold?	(Thai and International Agencies)
รายละเอียดบนฉลากผลิตภัณฑ์	ชื่อ และตราผลิตภัณฑ์(Product Name and Brand)
Labeling Instrution	เครื่องหมายการค้า(Trade Mark)
	น้ำหนักบรรจุ(Net Weight) ราคา(Price)
	ผู้ผลิต และจำหน่าย(Produced by and Distributed by)
	บาร์โค้ด(Bar Code)
	วัน เดือน ปี ที่ผลิต(Manufactured Date)
วิธีการเก็บรักษา	วิธีการบริโภค(Preparing Method)
	ส่วนผสม(Ingredients)
	เก็บในที่แห้งอุณหภูมิปกติ
Storage Method	(Keep Dry and Ambient Temp.)
การดูแลรักษาระหว่างขนส่ง	รถขนส่งสะอาด และคลุมด้วยผ้าใบมิดชิด
Special Distribution Control	(Cleaned Trucks and Protected form High humidity)
วัตถุประสงค์การใช้	บริโภคได้ทุกกลุ่มผู้บริโภค ทุกเพศ ทุกวัย

2.2 การจัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิต

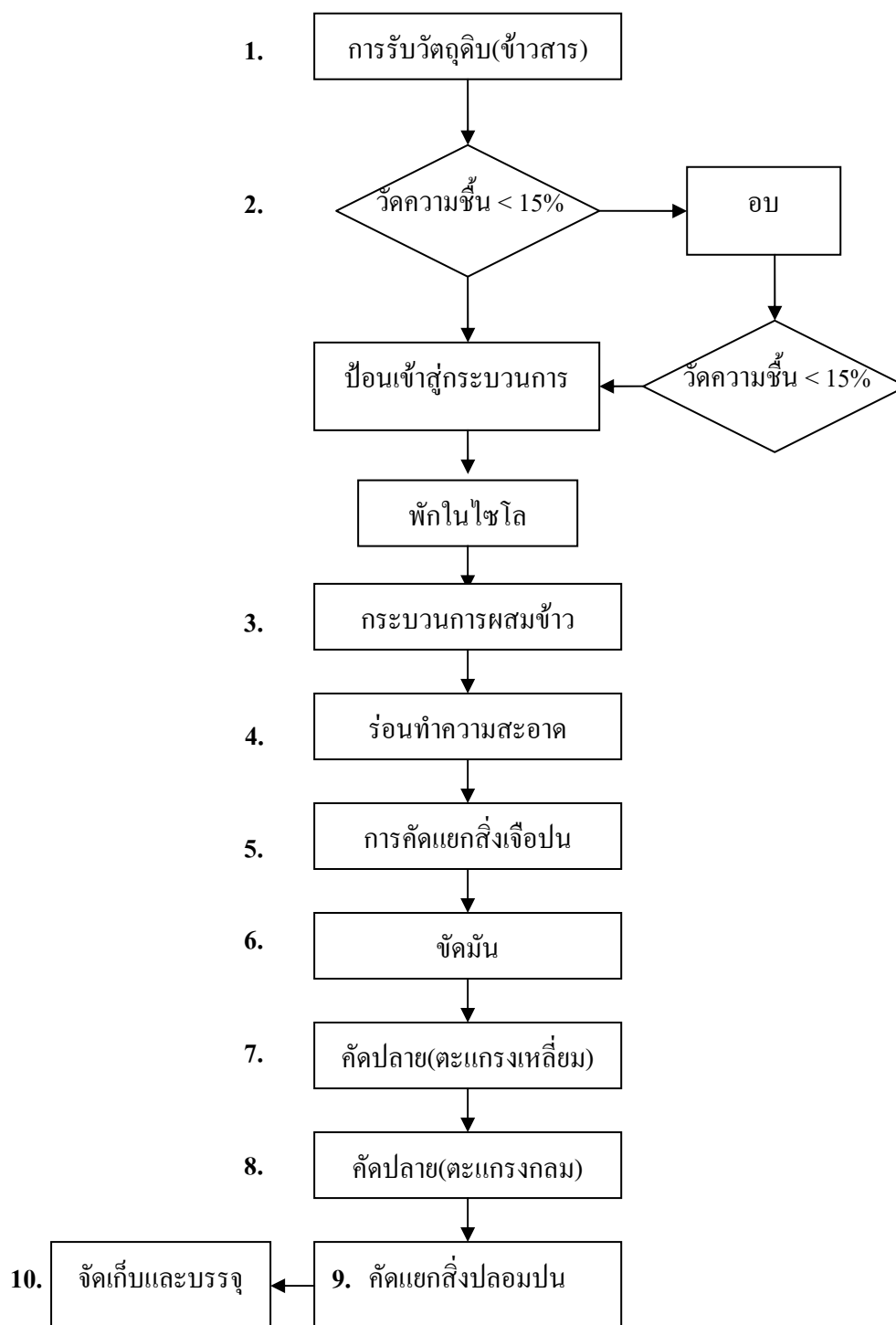
การจัดทำแผนภูมิการผลิตของโรงปรับปรุงคุณภาพนั้น ศึกษาจากกระบวนการผลิตจริงในโรงงานตัวอย่าง เพื่อให้ทราบรายละเอียดตลอดกระบวนการผลิตเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป โดยกระบวนการผลิต มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 38-39)

2.2.1 การรับวัตถุดิบ

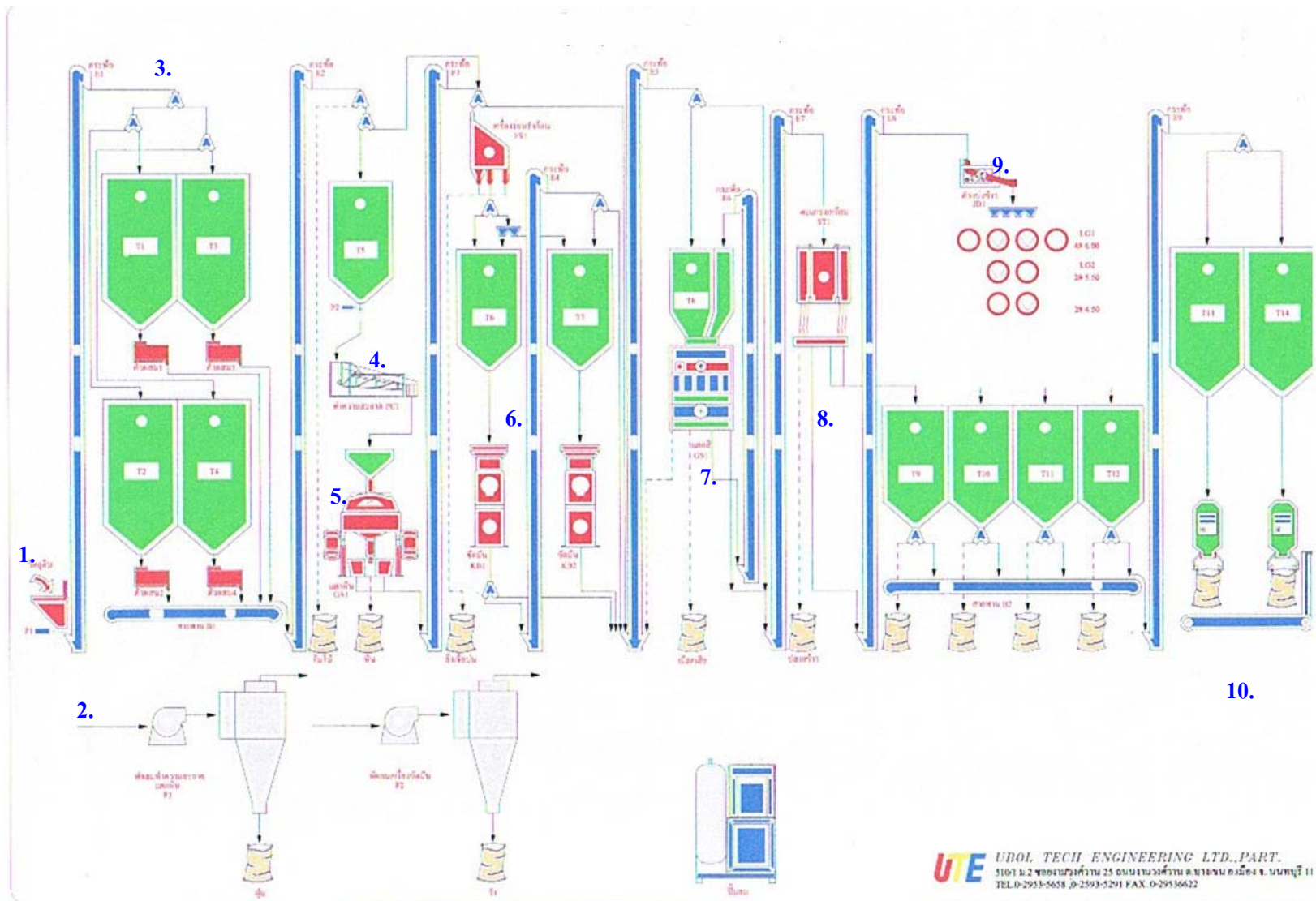
ข้าวสารที่รับมาจาก Supplier จะถูกนำมาพักไว้ในหลุมบรรจุข้าว จากนั้นจะถูกส่งไปยังไซโลโดยกระพ้อลำเลียง ตามภาพที่ 37



ภาพที่ 37 หลุมบรรจุข้าว ชุดกระพ้อลำเลียง และไซโล



ภาพที่ 38 แผนภูมิกระบวนการผลิตข้าวสาร



ภาพที่ 39 ฟังก์ชันการผลิตของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว

2.2.2 การวัดความชื้นและอบ

ก่อนที่ข้าวสารจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการ จะเก็บตัวอย่างข้าวสาร โดยใช้วิธีการ ชักตัวอย่างข้าว (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2546) จากนั้นจะวัดความชื้นของเมล็ดข้าว โดยใช้ เครื่องวัดความชื้นสำหรับเมล็ดข้าวแสดงในรูปแบบที่ 40 หากความชื้นเมล็ดเฉลี่ยสูงกว่าหรือเท่ากับ 14% ข้าวสารชุดที่รับมาจะถูกส่งไปลดความชื้น จนกระทั่งน้อยกว่า 14% โดยใช้เตาลมร้อนแสดงใน ภาพที่ 41



ภาพที่ 40 เครื่องวัดความชื้นสำหรับเมล็ดข้าว



ภาพที่ 41 กระบวนการอบลดความชื้นข้าว

2.2.3 การผสมข้าวสาร

เป็นระบบควบคุมสัดส่วนของข้าวสารให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า โดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ ให้ข้าวมีขนาดและน้ำหนักตามที่ต้องการให้มารวมกันอยู่ในเครื่องผสม หลักการคือ ป้อนเข้า ต่างชนิดที่ต้องการผสม ระบบจะใช้หลักการหมุนรอบตัวเองเพื่อให้ข้าวต่างชนิดนั้นกระจายตัวด้วยความเร็วที่เหมาะสม ก็จะได้ข้าวสัดส่วนตามที่กำหนด (ภาพที่ 42)



ภาพที่ 42 กระบวนการผสมข้าวสาร

2.2.4 การทำความสะอาดและคัดแยกสิ่งสกปรก

เป็นการใช้ลมดูดสิ่งสกปรกที่มีน้ำหนักเบาให้แยกออกจากข้าวสารขณะที่โรงข้าวสารผ่านชั้น ภายในเครื่อง (ภาพที่ 43)



ภาพที่ 43 กระบวนการทำความสะอาดและคัดแยกสิ่งสกปรก

2.2.5 การคัดแยกสิ่งเจือปนโดยแยกจากขนาด

เป็นกระบวนการแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่ โดยใช้ตะแกรง ในการคัดแยก โดยใช้หลักการสั่นสะเทือนเชิงกล แสดงในภาพที่ 44



ภาพที่ 44 กระบวนการคัดแยกสิ่งเจือปนโดยแยกจากขนาด

2.2.6 การขัดมัน

เป็นกระบวนการขัดตกแต่งผิว เพื่อให้ผิวข้าวสะอาดและเรียบ เป็นการป้องกันไม่ให้ไข่แมลงเกาะติดเมล็ดข้าวอันเป็นสาเหตุทำให้เกิดมอดข้าวเมื่อบรรจุถุงแล้ว ขจัดรำที่เกาะติดผิวเมล็ดซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดออกซิไดซ์ อันเป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของเมล็ดข้าว โดยใช้หลักการขัดสี นีลละอองน้ำและอัดอากาศเพื่อดูดรำและฝุ่นละอองออกไป ดังแสดงในภาพที่ 45

2.2.7 ตะแกรงเหล็ยมคัดแยก

เป็นกระบวนการแยกเมล็ดข้าวออกจากสิ่งไม่พึงประสงค์ เช่น สิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่ ข้าวเมล็ดหัก ปลายข้าว และรำ โดยใช้หลักการสั่นสะเทือนเชิงกล เคลื่อนที่เป็นวงกลม ในแนวนอน และในกระบวนการนี้ฝุ่นผงที่เกิดขึ้นจะถูกกำจัดโดยใช้หัวดูดระบายอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 47



ภาพที่ 45 กระบวนการขัดมัน



ภาพที่ 46 ท่อลมซึ่งใช้ในการส่งลมเข้าสู่กระบวนการ



ภาพที่ 47 ตะแกรงเหล็มหุ้มกัศแยก

2.2.8 ตะแกรงกลมคัดแยก

เป็นกระบวนการคัดแยกสิ่งไม่พึงประสงค์ โดยการคัดขนาดด้วยลูกกลิ้งซึ่งมีลักษณะผิวเป็นรูตะแกรง เพื่อแยกสิ่งไม่พึงประสงค์ เช่น สิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่, ข้าวเมล็ดหัก, ปลายข้าว ในกระบวนการนี้จะไม่มีการให้หัวคลุมระบายอากาศ ดังแสดงในภาพ 48



ภาพที่ 48 กระบวนการคัดแยกด้วยตะแกรงกลม

2.2.9 เครื่องคัดแยกข้าวสาร (เครื่องคัดแยกสี)

เป็นกระบวนการการคัดแยกข้าว โดยใช้เกณฑ์ของสีผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างไปจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยสิ่งที่ถูกคัดแยกทิ้งไป คือ เมล็ดข้าวเสีย ชากแมลง และสิ่งปลอมปน เช่น หิน โลหะเป็นต้น โดยกระบวนการดังกล่าวมีหลักการทำงานดังนี้ เมล็ดข้าวที่จะนำมาคัดแยกสีจะถูกจ่ายลงบนถาดข้าว (Hopper) ด้านบน และไหลลงมาอยู่ในถาดสั่น (Vibrator Tray) เมื่อสั่งให้เครื่องเดิน ถาดสั่นจะสั่นให้ข้าวไหลลงมาที่ราง ซึ่งจะสามารถปรับความเร็วของการไหลของข้าว (Product Feed) ได้จากการควบคุมด้านหน้าของเครื่อง ข้าวจะไหลผ่านห้องแสงซึ่งอยู่ระหว่างถาดสั่นหน้าและถาดสั่นหลัง ซึ่งภายในถาดสั่นทั้งสองประกอบด้วย หลอดไฟส่องสว่าง (Foreground) และแถบสะท้อนแสง (Background) และกล้องวิดีโอเพื่อจับภาพของเมล็ดที่ไหลผ่านมา

เมื่อกลิ้งตรวจพบสิ่งที่มีสีผิดไปจากสีขาวของเมล็ดข้าวที่ไหลผ่านมาก็จะสั่งให้หัวเป่า (Ejector) ซึ่งอยู่ต่ำลงมา เป่าให้สิ่งแปลกปลอมนั้นกระเด็นออกไปจากแนวไหลของเมล็ดข้าวไปสู่ช่องข้าวเสีย (Reject Receptacle) หรือช่องหน้าเครื่อง โดยลมที่ใช้เป่าจะเป็นลมแรงดันสูงซึ่งถูกส่งมาจากชุด Air Compressor และ Air Dryer ส่วนเมล็ดข้าวที่มีปกติจะไหลตรงไปยังช่องข้าวดี (Accept Chute) หรือช่องหลังเครื่อง เพื่อส่งต่อไปยังไซโลเพื่อรอการบรรจุในขั้นตอนต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 49 และภาพที่ 50

2.2.10 การเก็บและบรรจุ

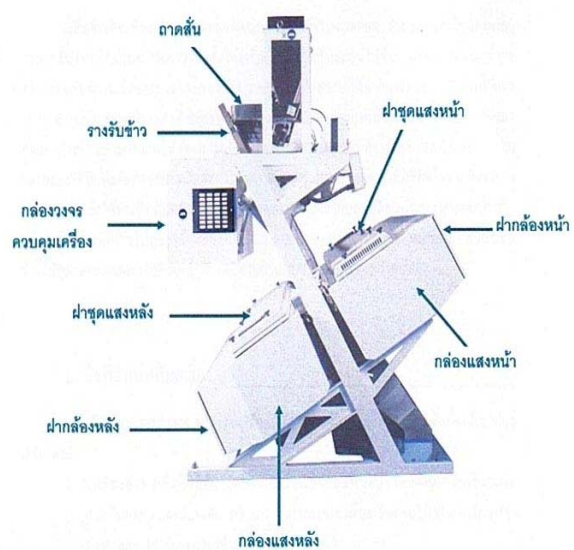
ข้าวสารจะถูกเก็บไว้ในไซโล ใต้ด้านล่างไซโลเครื่องจะมีเครื่องชั่งชั่งน้ำหนัก ใช้ระบบนิวเมตริก ควบคุมกลไกแบบโหลดเซลล์ เพื่อปล่อยข้าวเข้า และออกจากถังส่งลงสู่ถุงบรรจุข้าว ดังแสดงในภาพที่ 53

2.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแผนภูมิ

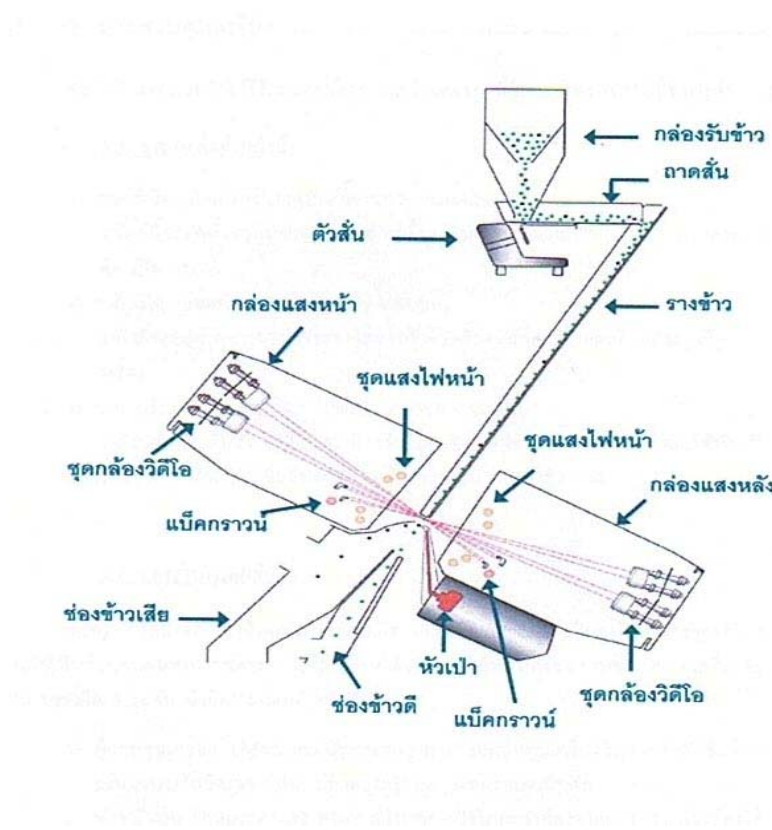
ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการ ควบคู่ไปกับแผนภูมิกระบวนการผลิตที่ได้จัดทำขึ้น ในทุกขั้นตอนกระบวนการผลิต

2.4 ระบุอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ดำเนินการวิเคราะห์หาอันตราย หามาตรการในการควบคุมอันตรายที่ตรวจพบ

ทำการวิเคราะห์ประเมินอันตรายของการผลิตข้าวสารบรรจุถุง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การจัดเก็บข้าวก่อนเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงคุณภาพ โดยพิจารณาถึงอันตรายทางด้านชีวภาพ ด้านกายภาพ ด้านเคมีที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายและมีความรุนแรงต่อสุขภาพของผู้บริโภค เป็นการประเมินเชิงคุณภาพ และ/หรือเชิงปริมาณของการเกิดอันตราย โดยที่สามารถป้องกันหรือกำจัดอันตรายนั้นออกไป หรือสามารถลดอันตรายจนถึงจุดที่ยอมรับได้ จนทำให้การผลิตข้าวสารบรรจุถุงมีความปลอดภัย ไม่เสี่ยงต่ออันตรายเมื่อบริโภค



ภาพที่ 49 เครื่องคัดแยกสี (ด้านหน้า) และเครื่องคัดแยกสี (ด้านข้าง)



ภาพที่ 50 รายละเอียดการทำงานของเครื่องคัดแยกสี



ภาพที่ 51 เครื่องคัดแยกสีที่ใช้ในโรงปรับปรุงคุณภาพตัวอย่าง



ภาพที่ 52 ชุด Air Compressor และ Air Dryer ซึ่งใช้ร่วมกับเครื่องตัดแยกสี



ภาพที่ 53 การเก็บและบรรจุข้าวสาร

วิเคราะห์โดย เก็บตัวอย่างสิ่งปนเปื้อนโดยวิธีการชักตัวอย่างข้าว (ภาคผนวก ค) ในขั้นตอนที่ 1, 2 และ 10 และเก็บตัวอย่างสิ่งปนเปื้อนที่ถูกคัดแยกออกโดยกระบวนการในขั้นตอนที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 จากปริมาณวัตถุดิบ (ข้าวสาร) จำนวน 100,000 กก. จากนั้นดำเนินการตรวจสอบสิ่งอื่นปนในข้าว (ภาคผนวก ง) ในตัวอย่างข้าวของแต่ละขั้นตอนพบว่าอันตรายของการผลิตข้าวสารบรรจุถุง ดังนี้ ในขั้นตอนที่ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 คือ อันตรายทางกายภาพ ในขั้นตอนที่ 2, 6, 9 และ 10 จากการตรวจเอกสารพบว่า อาจเกิดอันตรายทางชีวภาพ (รา) หากมีความชื้นเกินจากที่กำหนด และในขั้นตอนที่ 6 อาจเกิดอันตรายทางชีวภาพ (แมลง) ขึ้นหากมีไข่แมลงปะปน แต่ไม่พบจากการสังเกต ดังแสดงในตารางที่ 26 และภาพตัวอย่างอันตรายที่พบจากกระบวนการผลิต แสดงไว้ในผนวก ญ

เมื่อดำเนินการวิเคราะห์หาอันตรายในแต่ละขั้นตอนแล้ว ก็ทำการหามาตรการในการควบคุมอันตรายที่ตรวจพบ ซึ่งเป็นมาตรการที่มีอยู่ในกระบวนการผลิตของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว จะได้มาตรการในการควบคุม ตามตารางที่ 27

ตารางที่ 21 การประเมินอันตรายของการผลิตข้าวสารบรรจุถุงของโรงงานตัวอย่าง

ขั้นตอนในการผลิต	อันตราย(Hazard)		
	ชีวภาพ	เคมี	กายภาพ
1. การรับวัตถุดิบ	ไม่พบ	ไม่พบ	เศษดิน หิน ชิ้นส่วนโลหะ และสิ่งสกปรกปนเปื้อน
2. การวัดความชื้นและการอบ	* ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3. การผสมข้าวสาร	ไม่พบ	ไม่พบ	สิ่งสกปรกปนเปื้อนและชิ้นส่วนโลหะ เครื่องจักรที่อาจหลุดปะปน
4. การทำความสะอาดและคัดแยกสิ่งสกปรก	ไม่พบ	ไม่พบ	เศษดิน หิน ชิ้นส่วนโลหะ และสิ่งสกปรกปนเปื้อน รวมกัน 0.020 %
5. การคัดแยกสิ่งเจือปนโดยแยกจากขนาด	ไม่พบ	ไม่พบ	เศษข้าวหัก หิน ชิ้นส่วนโลหะ รวมกัน 0.013 %
6. การขัดมัน	** ไม่พบ	ไม่พบ	รำข้าวจากการขัดมัน และเศษข้าวหัก อันเนื่องจากการขัดมัน รวมกัน 1%
7. ตะแกรงเหล็ยคัดแยก	ไม่พบ	ไม่พบ	เศษข้าวหัก ชิ้นส่วนโลหะ เครื่องจักรที่อาจหลุดปะปนรวมกัน 0.10 %

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ขั้นตอนในการผลิต	อันตราย(Hazard)		
	ชีวภาพ	เคมี	กายภาพ
8. ตะแกรงกลมคัดแยก	ไม่พบ	ไม่พบ	เศษข้าวหัก เศษหิน และชิ้นส่วนโลหะ เครื่องจักรที่อาจหลุดปะปน รวมกัน 0.16 %
9. เครื่องคัดแยกข้าวสาร (เครื่องคัดแยกสี)	* ไม่พบ	ไม่พบ	สิ่งสกปรกปนเปื้อน เศษหิน และ ชิ้นส่วนโลหะเครื่องจักรที่อาจหลุด ปะปน รวมกัน 0.45%
10. การเก็บและบรรจุ	* ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ * ราไม่พบจากการสังเกต แต่จากการตรวจเอกเอกสารพบว่าอาจเกิด หากความชื้น
ผลิตภัณฑ์ สูงกว่า 14%

****** แมลงที่มีชีวิต(มอด ชนิดต่างๆ) ไม่พบจากการสังเกต แต่พบหลังจากเก็บตัวอย่าง
เป็นเวลา 8 เดือน

ตารางที่ 22 มาตรการป้องกันอันตราย

ขั้นตอนในการผลิต	อันตราย	มาตรการป้องกัน
1. การรับวัตถุดิบ	กายภาพ	- ปฏิบัติการตรวจคุณภาพข้าว - การผ่านขั้นตอนการคัดแยกต่อไป ขั้นตอนี่ 4, 5, 7, 8 และ 9
2. การวัดความชื้นและ การอบ	ชีวภาพ	- การวัดความชื้นข้าวก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิต - หากข้าวมีค่าความชื้น $\geq 14\%$ ก่อนนำเข้าสู่ กระบวนการต้องนำข้าวไปผ่านการอบไล่ความชื้น ให้มีความชื้นน้อยกว่า 14% โดยควบคุมเครื่องอบ และวัดความชื้นหลังอบพร้อมบันทึกค่าทุกครั้ง
3. การผสมข้าวสาร	กายภาพ	- การผ่านขั้นตอนการคัดแยกต่อไป ขั้นตอนี่ 4, 5, 7, 8 และ 9 ในตารางที่ 25

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ขั้นตอนในการผลิต	อันตราย	มาตรการป้องกัน
4. การทำความสะอาดและคัดแยกสิ่งสกปรก	กายภาพ	- การผ่านขั้นตอนการคัดแยกต่อไป ขั้นตอนที่ 5, 7, 8 และ 9 ในตารางที่ 25
5. การคัดแยกสิ่งเจือปนโดยแยกจากขนาด	กายภาพ	- การผ่านขั้นตอนคัดแยกต่อไป ขั้นตอนที่ 7, 8 และ 9 ในตารางที่ 25
6. การขัดมัน	กายภาพ	- การแยกรั่วข้าวออกกระหว่างกระบวนการขัดมัน - การผ่านขั้นตอนคัดแยกต่อไป ขั้นตอนที่ 7, 8 และ 9 ในตารางที่ 25
7. ตะแกรงกลมเหลี่ยมคัดแยก	กายภาพ	- การคัดแยกสิ่งสกปรกปนเปื้อน เศษจากกระบวนการและชิ้นส่วนโลหะเครื่องจักรที่อาจหลุดปะปนผ่านตะแกรงเหลี่ยม - การผ่านขั้นตอนการคัดแยกต่อไป ขั้นตอนที่ 8 และ 9
8. ตะแกรงกลมคัดแยก	กายภาพ	การคัดแยกสิ่งสกปรกปนเปื้อน เศษจากกระบวนการและชิ้นส่วนโลหะเครื่องจักรที่อาจหลุดปะปนผ่านตะแกรงเหลี่ยมการผ่านขั้นตอนการคัดแยกต่อไป ขั้นตอนที่ 9
9. เครื่องคัดแยกข้าวสาร (เครื่องคัดแยกสี)	ชีวภาพ	- สุ่มตรวจระบบลมจากถังความดันให้อยู่ในช่วงแรงดัน 5-7 บาร์ อัตราการจ่ายลม 26 ลิตรต่อนาทีและความชื้น 0%
	กายภาพ	- สุ่มวัดประสิทธิภาพและความสมบูรณ์ของเครื่องแยกข้าวสาร(ตามเอกสาร ภาคผนวก)และข้าวสารที่ผ่านเครื่องคัดแยก ทุกๆ ชั่วโมง แล้วบันทึกในแบบบันทึกการตรวจสอบการทำงานเครื่องคัดแยก
10. การเก็บและบรรจุ	ชีวภาพ	- การสุ่มวัดความชื้นและเปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ก่อนลงไซโลเพื่อรอการบรรจุ พร้อมบันทึกลงในแบบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

2.5 การหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

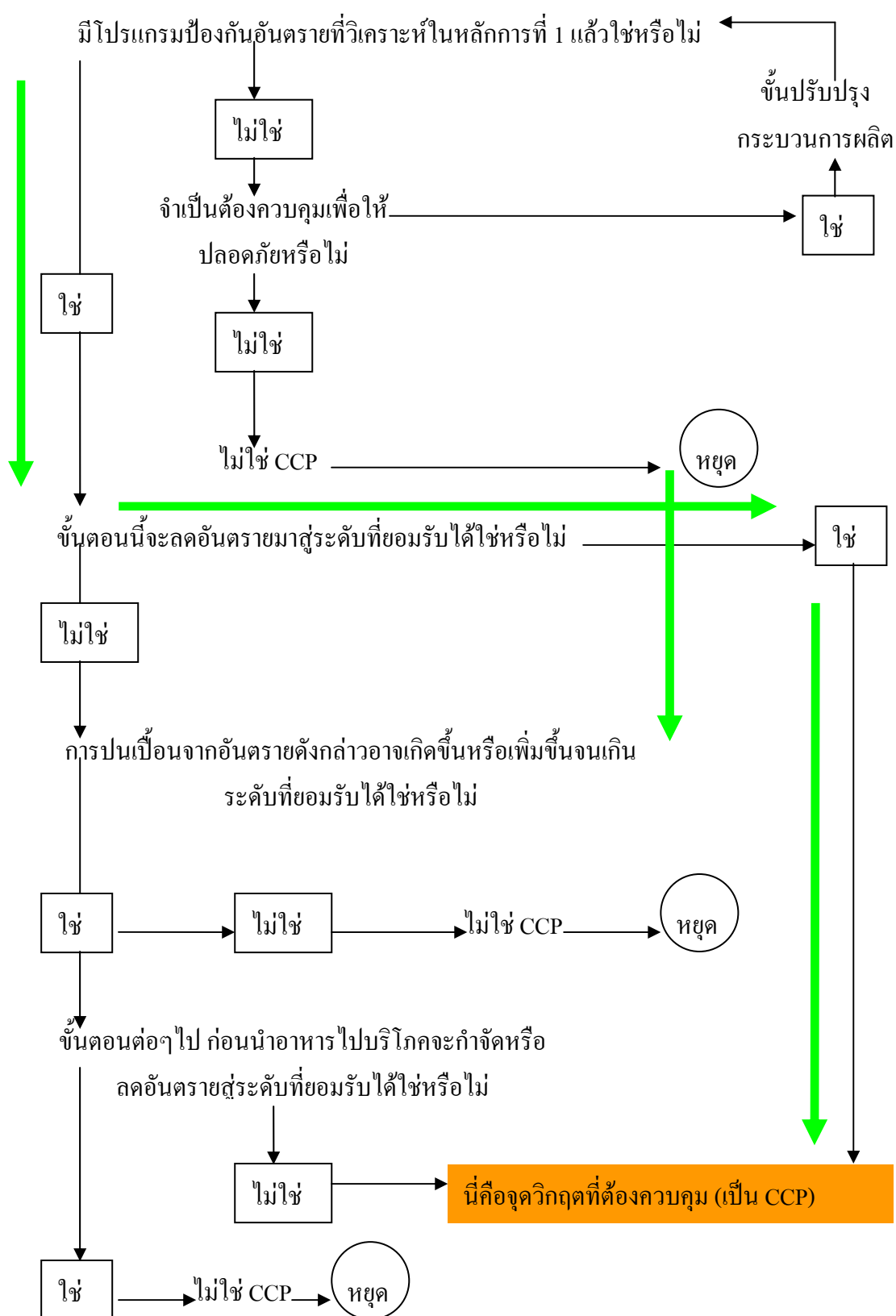
การกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเพื่อความปลอดภัยในระบบ HACCP สามารถกระทำได้โดยใช้ Decision Tree (หน้า 24 ในการตรวจเอกสาร เรื่องระบบ HACCP) ในการระบุจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม โดยนำอันตรายที่ประเมินได้จาก ตารางที่ 21 และมาตรการการป้องกันอันตราย จากตารางที่ 22 มาวิเคราะห์โดยใช้ Decision Tree โดยการตอบคำถาม เพื่อวิเคราะห์หาจุดวิกฤตในแต่ละขั้นตอนการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 54-63 พบว่าจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตข้าวสารบรรจุถุง มีทั้งหมด 2 จุด คือ ขั้นตอนการขึ้นและการอบ และขั้นตอนการคัดแยกข้าวสารตามตารางที่ 23

ตารางที่ 23 การกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

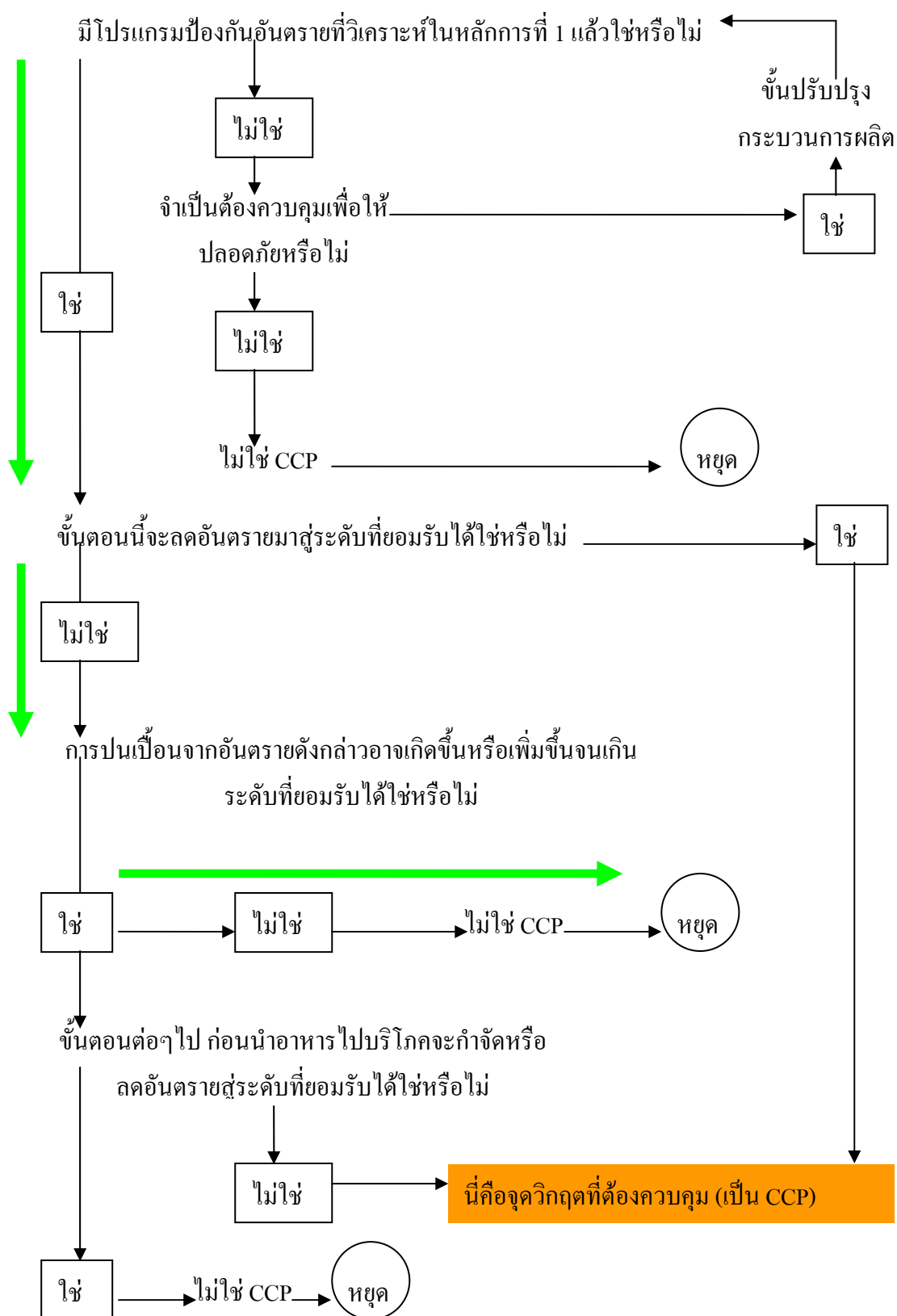
ขั้นตอนในการผลิต	คำถามที่ 1	คำถามที่ 2	คำถามที่ 3	คำถามที่ 4	CCP
1. การรับวัตถุดิบ	ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่
2. การวัดความชื้นและการอบ	ใช่	ใช่	-	-	ใช่
3. การผสมข้าวสาร	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่	-	ไม่ใช่
4. การทำความสะอาดและคัดแยกสิ่งสกปรก	ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่
5. การคัดแยกสิ่งเจือปนโดยแยกจากขนาด	ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่
6. การขัดมัน	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ใช่	-	ไม่ใช่
7. ตะแกรงกลบเหลี่ยมแยก	ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่

ตารางที่ 23 (ต่อ)

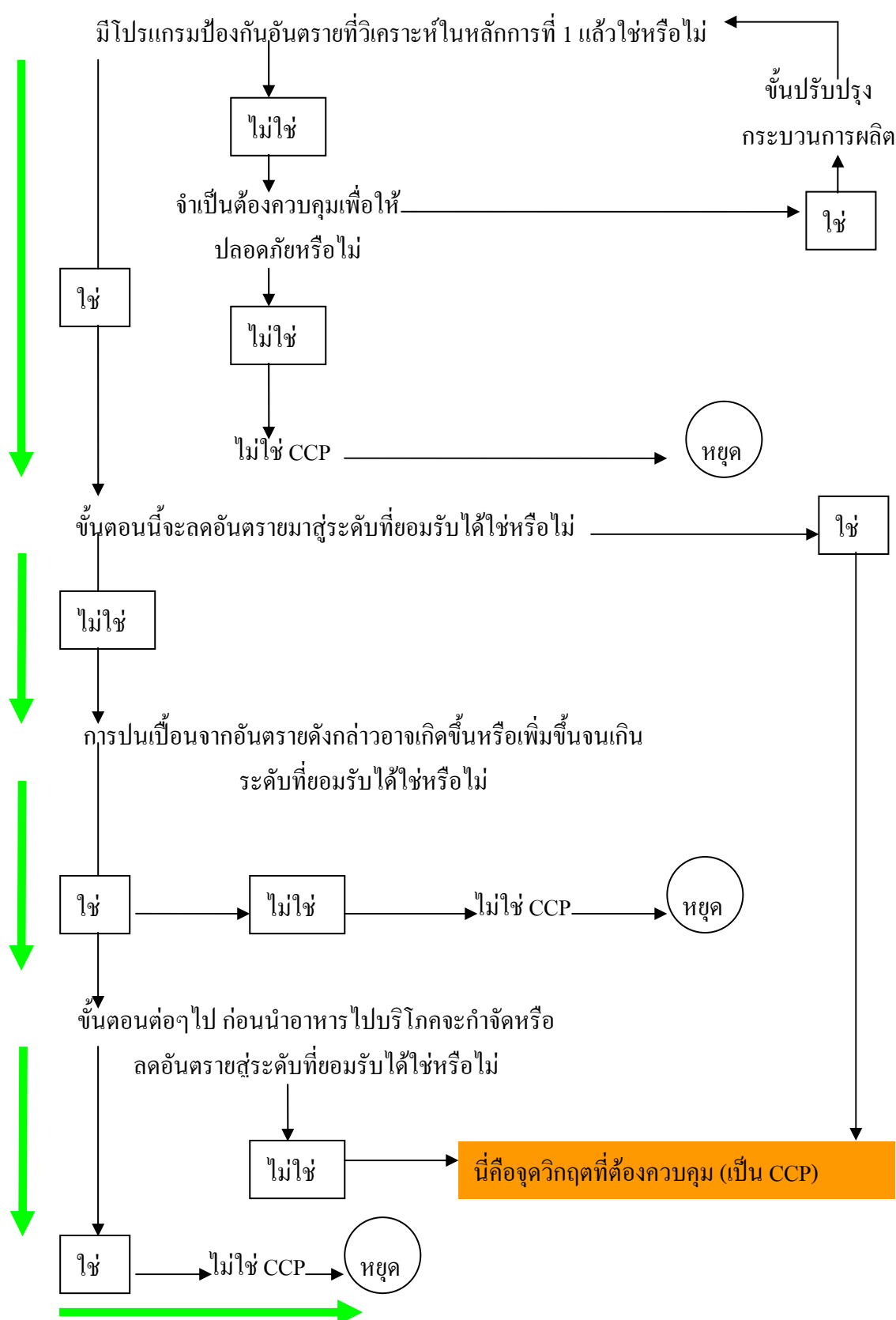
ขั้นตอนในการผลิต	คำถามที่ 1	คำถามที่ 2	คำถามที่ 3	คำถามที่ 4	CCP
8. ตะแกรงกลมคัดแยก	ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ใช่	ไม่ใช่
9. เครื่องคัดแยกข้าวสาร (เครื่องยิงสี)	ใช่	ใช่	-	-	ใช่
10. การเก็บและบรรจุ	-	-	-	-	ไม่ใช่



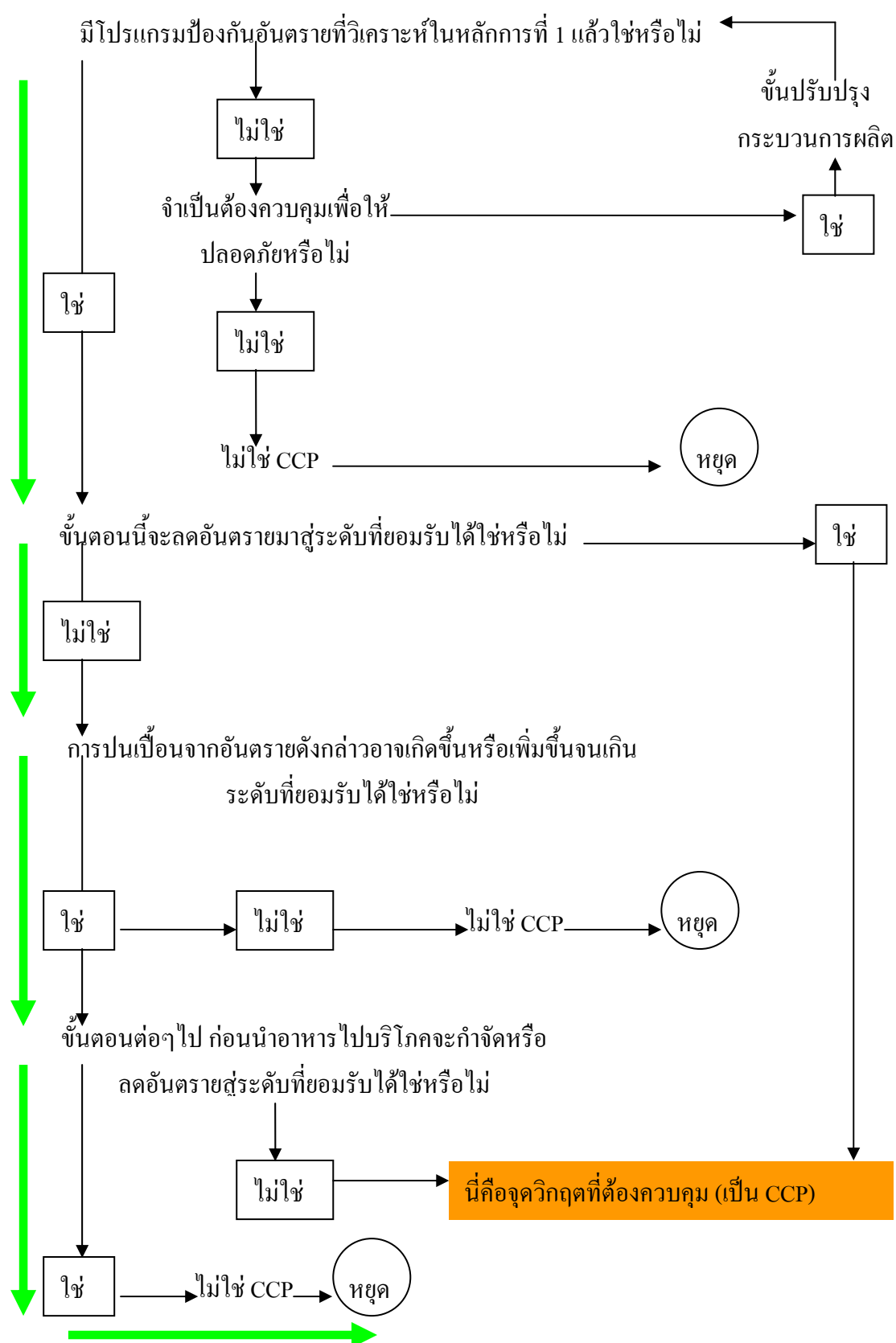
ภาพที่ 55 การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 โดยใช้ Decision Tree



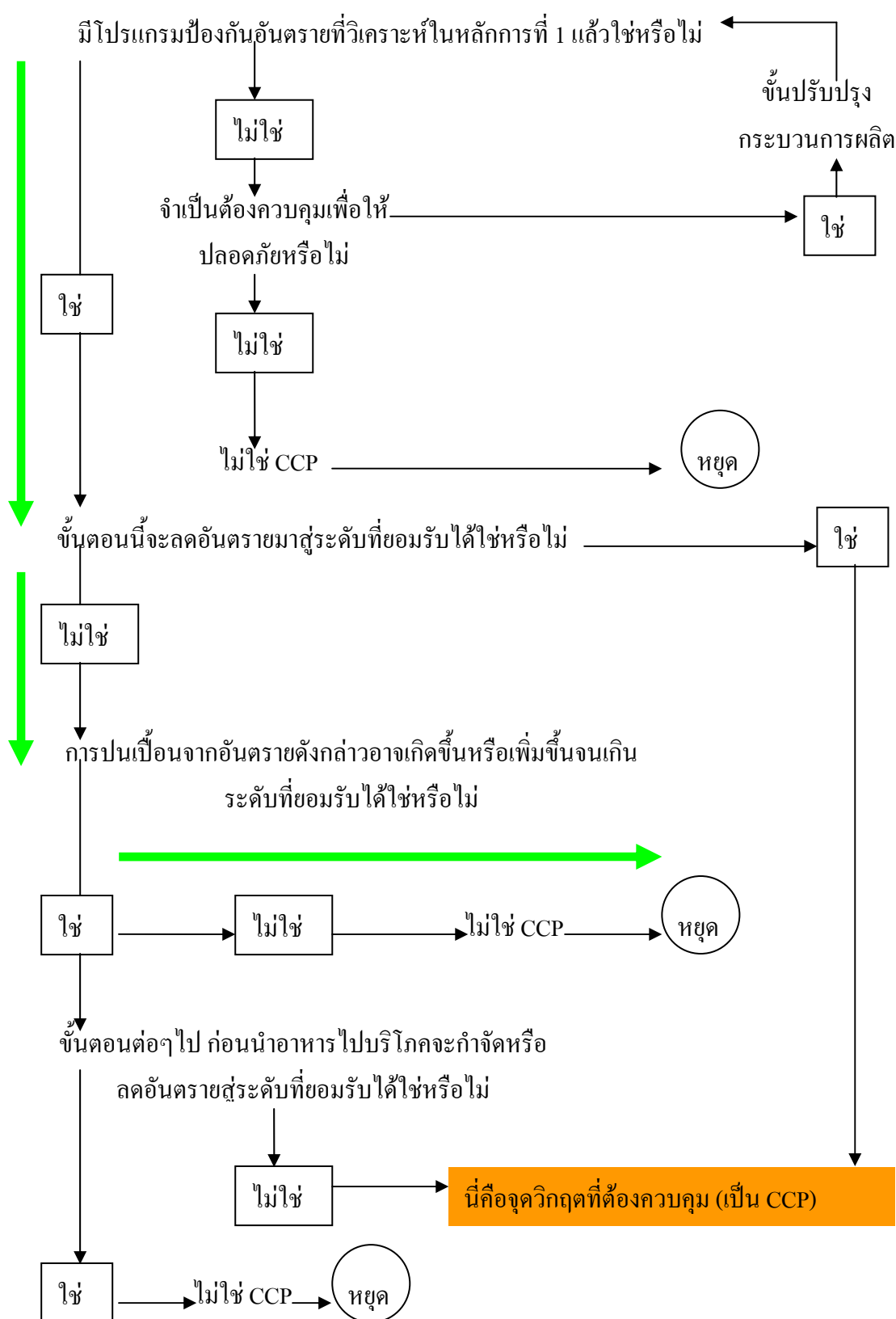
ภาพที่ 56 การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3 โดยใช้ Decision Tree



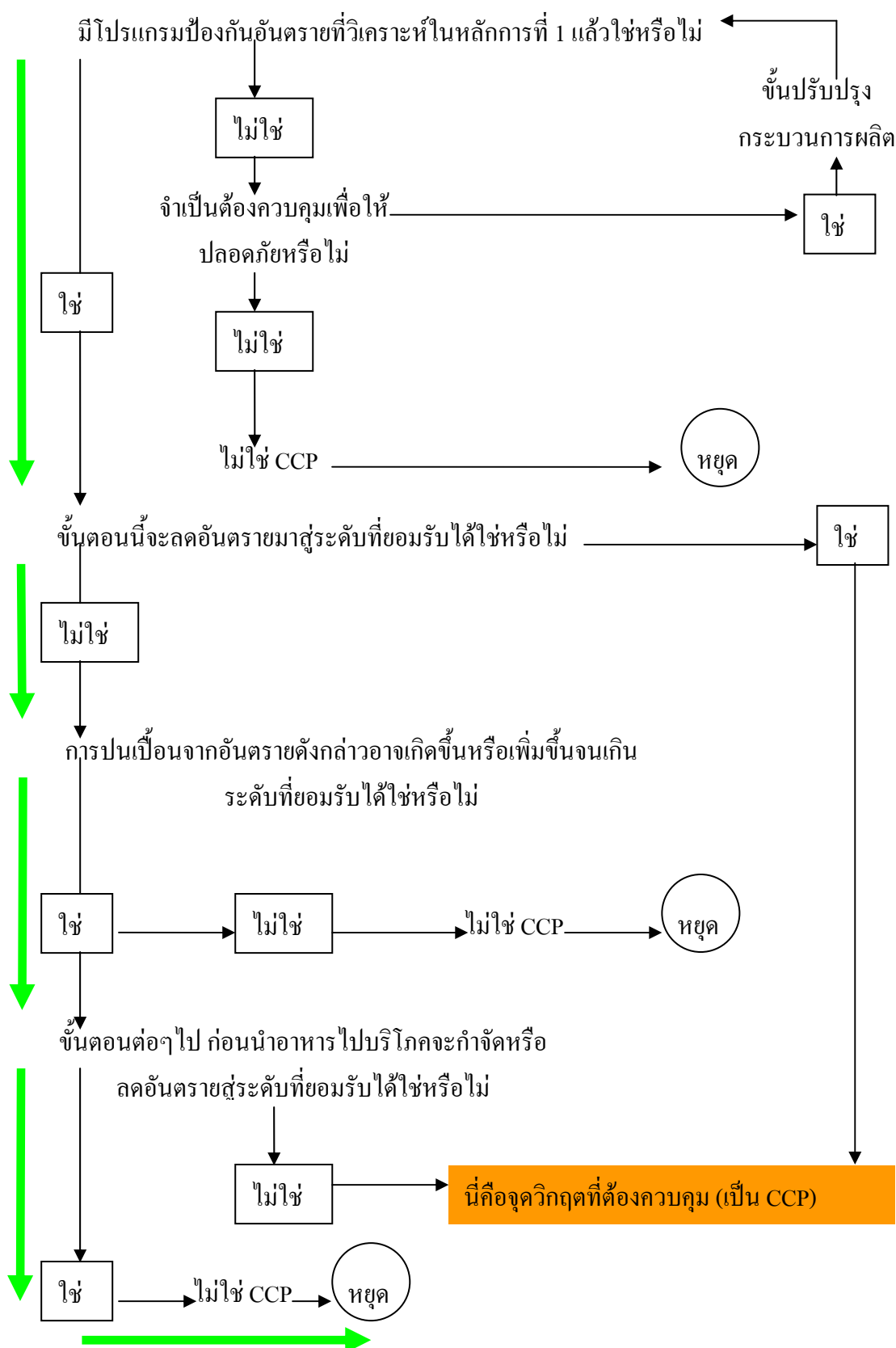
ภาพที่ 57 การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 4 โดยใช่ Decision Tree



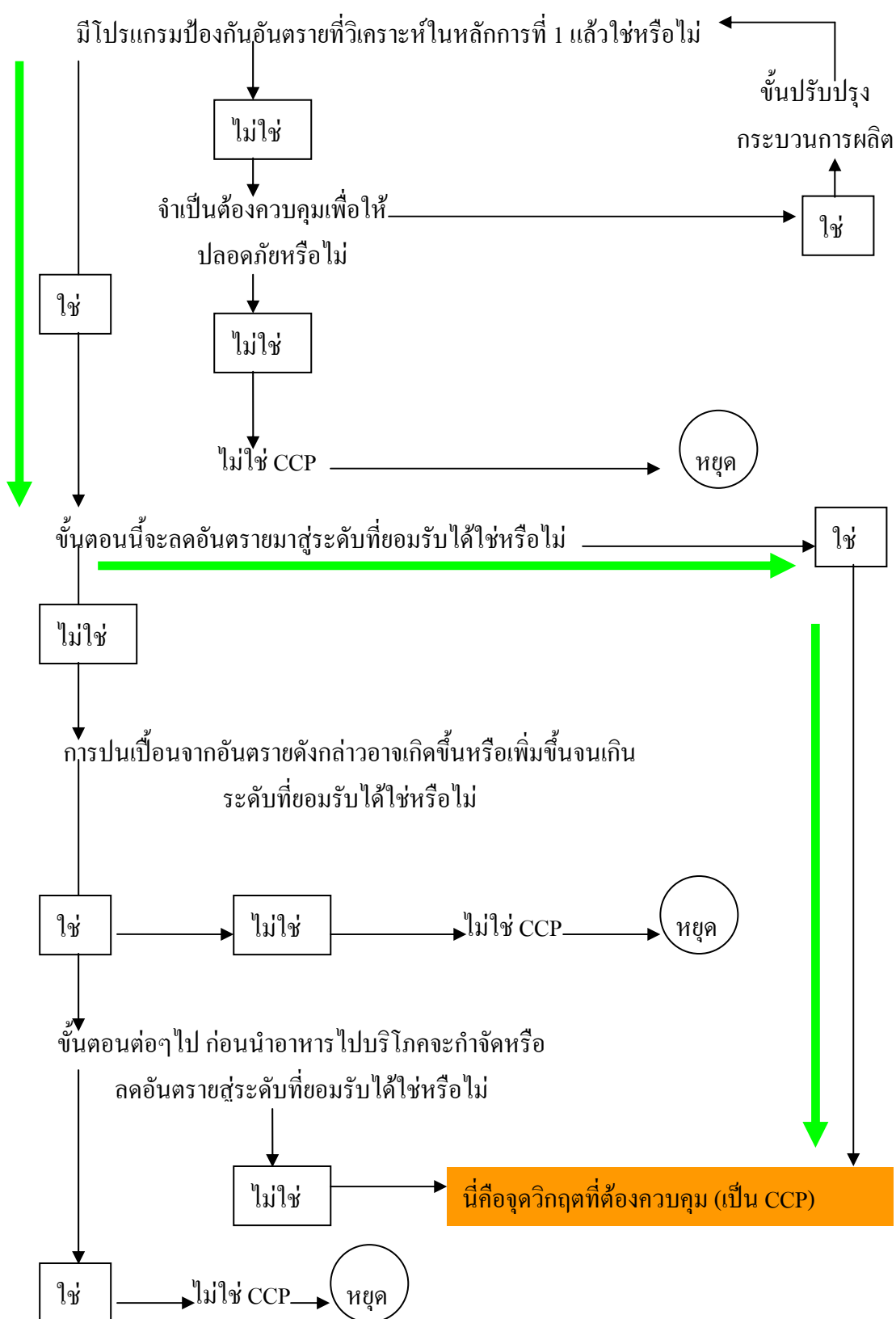
ภาพที่ 58 การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 5 โดยใช้ Decision Tree



ภาพที่ 59 การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 6 โดยใช้ Decision Tree



ภาพที่ 60 การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 7 โดยใช้ Decision Tree



ภาพที่ 62 การวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 9 โดยใช้ Decision Tree

2.6 การกำหนดค่าวิกฤตของแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

การกำหนดค่าวิกฤตและความถูกต้องในแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม มีเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิ เวลา ระดับความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง ระดับปริมาณน้ำอิสระและค่าที่วัดได้จากการสัมผัส ได้แก่ ลักษณะที่เห็นและสัมผัสเนื้ออาหาร ในการผลิตข้าวสารบรรจุถุง เกณฑ์ในการที่ใช้วัดค่า คือ ความชื้น ปริมาณสิ่งปลอมปน ตามมาตรฐานข้าวหอมมะลิ (ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 24 การกำหนดค่าวิกฤตในแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

ขั้นตอนในการผลิต	ค่า วิกฤต
1. การวัดความชื้นและการอบ	- ความชื้นข้าวสาร ไม่เกิน 14%
2. เครื่องขัดแยกข้าวสาร (เครื่องยิงสี)	- สิ่งเจือปนทางกายภาพในผลิตภัณฑ์ที่สุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 0
	- เปลี่ยนหลอดทุกๆ 2,000 ชั่วโมง
	- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ใช้ในกระบวนการ เท่ากับ 0%

2.7 การกำหนดระบบการเฝ้าระวังสำหรับแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

การตรวจติดตามหรือเฝ้าสังเกตการณ์ค่าวิกฤตในแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเพื่อปรับกระบวนการทำงานให้อยู่ภายใต้การควบคุมและป้องกันปัญหาที่จะทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิต การปรับกระบวนการต้องปฏิบัติก่อนการเบี่ยงเบน (Deviation) จะเกิดขึ้น โดยเมื่อตรวจพบปัญหา การตรวจติดตามควรกระทำอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว

ตารางที่ 25 การเฝ้าระวังในแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

ขั้นตอนในการผลิต	Monitoring procedures		
	อะไร	อย่างไร	ความถี่
1. การวัดความชื้นและการอบ	- ความชื้น $\geq 14\%$	- เก็บตัวอย่างข้าว โดยวิธีการชักตัวอย่างแล้ววัดความชื้นเมล็ดข้าว	- ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการ
2. เครื่องคัดแยกข้าวสาร (เครื่องยิงสี)	- สิ่งสกปรกปนเปื้อนและเศษจากกระบวนการผลิต	- การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยการสุ่มตัวอย่างที่หัวจ่ายบรรจุเพื่อตรวจสอบสิ่งสกปรกปนเปื้อนและเศษการกระบวนการผลิต ทุกๆ 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งบันทึกผลลงในแบบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์	- ทุก 1 ชั่วโมง
	- ความชื้น $\geq 14\%$	- การบำรุงรักษาเครื่องคัดแยกข้าวสาร ตามที่บริษัทผู้ผลิตระบุ - เก็บตัวอย่างข้าว โดยวิธีการชักตัวอย่างแล้ววัดความชื้นเมล็ดข้าว	- ตามที่บริษัทผู้ผลิตระบุ - ทุก 1 ชั่วโมง

2.8 กำหนดวิธีการแก้ไขสำหรับความเบี่ยงเบนที่อาจเกิดขึ้น

วิธีการแก้ไขที่กำหนดต้องทำให้เกิดความมั่นใจว่าสามารถแก้ไขให้จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมกลับสู่การควบคุม และมีการจัดการกับสินค้าที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างถูกต้องไว้ด้วย

ตารางที่ 26 การกำหนดวิธีการแก้ไขสำหรับการเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนการผลิต	วิธีการแก้ไข
1. การวัดความชื้นและการอบ	- หากความชื้นไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดให้เข้ากระบวนการอบอีกครั้งหนึ่ง - สอบเทียบเครื่องมือวัดทุก 1 ปี
2. เครื่องคัดแยกข้าวสาร(เครื่องยิงสี)	- แยกผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหาออก คิดป้ายระบุชนิดและปริมาณ - หยุดกระบวนการ - ประเมินผลิตภัณฑ์ - ตรวจสอบค่าต่างๆของเครื่องคัดแยกข้าวสาร เช่น อัตราการไหล ความไวต่างๆ เป็นต้น - ตรวจสอบหลอดไฟส่องสว่าง - ทำการทดสอบหัวเป่า - ทำการทดสอบใบปิดกระจก - ทำการทดสอบเบ้ากราวน์ - ทำการทดสอบตัวสั้น - ทำการตรวจสอบระบบต่างๆ ที่ทำงานร่วมกับเครื่องให้เป็นไปตามค่าที่กำหนด

3. ข้อเสนอเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตหลังจากทำการศึกษา

หลังจากทำการศึกษากระบวนการผลิตในโรงปรับปรุงคุณภาพ ตัวอย่าง และประยุกต์ใช้ระบบ HACCP เพื่อวิเคราะห์อันตรายและควบคุมจุดวิกฤตแล้ว พบว่ากระบวนการผลิตยังมีจุดบกพร่องหากพนักงานผู้ควบคุมและเครื่องจักรทำงานผิดพลาด ดังนี้

ตารางที่ 27 ข้อเสนอเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต

ขั้นตอนการผลิต ที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม	การปรับปรุง	เหตุผล
1. เครื่องคัดแยกข้าวสาร (เครื่องยิงสี)	ติดตั้งชุดแม่เหล็กถาวร เพื่อทำการคัดแยกอันตรายทางกายภาพ ที่เป็นเหล็ก ที่สายพานลำเลียงหลังจากกระบวนการผสมข้าว และที่ตำแหน่งหลังจากเครื่องคัดแยกข้าวสาร	1. การติดตั้งชุดแม่เหล็กถาวรที่สายพานลำเลียงหลังจากกระบวนการผสมข้าวเพื่อลดปริมาณเศษเหล็กที่ปะปนไปกับข้าวหากมีปริมาณมากอาจก่อความเสียหายแก่เครื่องคัดแยกข้าวสาร 2. การติดตั้งชุดแม่เหล็กถาวรที่ตำแหน่งหลังจากเครื่องคัดแยกข้าวสาร เพื่อหากเกิดความเบี่ยงเบนที่เครื่องคัดแยกข้าวสารแล้ว ก็ทำให้สังเกตเห็นได้ง่าย

ตารางที่ 27 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิตอื่นๆ	การปรับปรุง	เหตุผล
1. กระบวนการขัดมัน	ติดตั้งเกจวัดความดัน ณ ท่อลมที่ใช้ดูดรำ และฝุ่นละอองออกจากผลิตภัณฑ์	1. แม้ว่าอันตรายในขั้นตอนนี้จะสามารถกำจัดได้ในขั้นตอนถัดไป แต่หากแรงดันจากพัดลมแรงเกินไปที่ใช้ในการสร้างแรงดันในการดูดรำ และฝุ่นละอองน้อยลง ก็จะเป็นสาเหตุของการเบี่ยงเบนในกระบวนการ 2. การติดตั้งมาตรวัดความดันเป็นการง่ายต่อการตรวจสอบ ของพนักงาน และหากมีการรั่วของท่อลม ก็จะสามารถตรวจสอบได้จากเกจวัดความดันเช่นกัน
2. การเก็บและบรรจุ	ติดเครื่องตรวจจับโลหะ ซึ่งสามารถตรวจจับโลหะ	ยังไม่มีเครื่องตรวจที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ หลังผลิตภัณฑ์ถูกบรรจุ และเป็น การตรวจจับความเบี่ยงเบนที่อาจเกิดขึ้นกับระบบ

จากการศึกษาระบบ HACCP เพื่อประยุกต์ใช้กับโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว พบว่าระบบทำให้ทราบถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นผลดีทำให้สามารถกำหนดมาตรการในการควบคุมรวมถึงการป้องกันอันตรายดังกล่าวได้อย่างครอบคลุม และเมื่อทำการวิเคราะห์ตามหลักของระบบ HACCP จนกระทั่งได้จุดควบคุมวิกฤต ก็จะทำให้การควบคุมกระบวนการผลิตอาหารอย่างปลอดภัย เป็นไปอย่างมีระบบ ง่ายต่อการตรวจติดตาม และประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะสามารถระบุความผิดพลาดของระบบได้ตรงจุดทำให้ไม่จำเป็นต้องหยุดทุกกระบวนการเมื่อตรวจพบความผิดพลาด อย่างไรก็ตามระบบจะไม่เกิดประสิทธิภาพเลยหากผู้ประเมินไม่ปรับระบบให้

ปัจจุบันเหมาะสมกับ เครื่องจักร กระบวนการ และข้อกำหนดที่เปลี่ยนแปลงไปหรือละเลยการสอบ ประเมินระบบอยู่เสมอ_และนอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ตามหลักการของระบบ HACCP ยังทำให้ทราบถึงสิ่งที่ถูกกำจัดออกจากกระบวนการ รวมถึงข้อมูลของโรงงานโดยละเอียด จึงสามารถที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการปรับปรุงโรงงานเพื่อความปลอดภัยต่อ ผู้ปฏิบัติงานภายใน โรงงาน ตัวโรงงาน และสิ่งแวดล้อมต่อไปได้ เช่น จากการศึกษาพบว่า อันตรายที่ถูกจัดการ กระบวนการส่วนใหญ่ คือ ฟุ้งชีวภาพซึ่งถูกจัดเก็บภายในห้องเก็บเศษจากกระบวนการ หากเกิดการย่อยสลายจากจุลินทรีย์จะเกิดอุณหภูมิสูง จนอาจเป็นสาเหตุของ การเกิด Auto Ignition ของเศษจาก กระบวนการดังกล่าวได้ เมื่อทราบข้อมูลเหล่านั้นแล้ว ก็จะสามารถกำหนดวิธีการที่จะกำจัดหรือลด อันตรายเหล่านั้นสู่ระดับที่ไม่เกิดอันตรายหรือปลอดภัย

สรุป

1. อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว สาเหตุใหญ่มีสาเหตุดังนี้

1.1 สิ่งสกปรกปนเปื้อนที่มากับวัตถุดิบ เศษจากกระบวนการ และชิ้นส่วนโลหะ เครื่องจักรที่อาจหลุดปะปน

1.2 เชื้อรา และการเจริญของเชื้อรา

1.3 แมลงศัตรูข้าว

จุดควบคุมวิกฤตของกระบวนการผลิตในโรงปรับปรุงคุณภาพข้าวมี 2 จุด คือ การวัดความชื้นและการอบ และกระบวนการคัดแยกข้าว (เครื่องแยกสี)

2. ข้อเสนอแนะทางแก้ไขกระบวนการผลิต จากการวิเคราะห์ด้วยระบบ HACCP ดังนี้

2.1 ในขั้นตอนที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

2.1.1 ติดตั้งชุดแม่เหล็กเพื่อทำการคัดแยกเศษโลหะ ในตำแหน่งหลังขั้นตอนการผสมข้าว และหลังจากเครื่องคัดแยกข้าวสาร

2.2 ในขั้นตอนการผลิตอื่นๆ

2.2.1 ติดตั้งมาตรวัดความดัน ณ ท่อลมดูดเศษจากกระบวนการจากกระบวนการขัดมัน

2.2.2 ติดตั้งเครื่องตรวจจับโลหะหลังจากขั้นตอนการบรรจุ

3. ข้อเสนอแนะทางด้านวิศวกรรมความปลอดภัย

3.1 ติดตั้ง Heat Detector ในห้องเก็บเศษจากกระบวนการ

3.2 ทำการ Evaporation โดยใช้ระบบ Automatic Control ในห้องเก็บเศษจากกระบวนการ เพื่อลดอุณหภูมิทำให้ลดโอกาสในการเกิด Auto Ignition ของเศษจากกระบวนการ

ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นวิเคราะห์ในส่วนที่เป็นอันตรายทางกายภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่ถูกค่าให้ความสำคัญสูง ซึ่งยังขาดการทดลองวิเคราะห์ด้านชีวภาพและด้านเคมี ในการพัฒนาวิจัยครั้งต่อไปควรครอบคลุมอันตรายทางด้านเคมีและชีวภาพให้มากขึ้น โดยต่อยอดจากงานวิจัยนี้
2. จากการวิจัยพบว่า กระบวนการผลิตในโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ตัวอย่างจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยงของผู้บริโภค
3. ระยะเวลาในการประเมินระบบ HACCP มีระยะเวลาก่อนข้างสั้นซึ่งถ้ามีการติดตามจนโรงงานได้ผ่านกระบวนการรับรองน่าจะได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างมากขึ้น
4. มาตรฐานต่างๆ และข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดค่าวิกฤต ผู้วิเคราะห์จะต้องปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ และปรับเปลี่ยนแผน HACCP ให้เหมาะสม
5. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงกระบวนการผลิต จะต้องทำการวิเคราะห์ระบบ HACCP ใหม่ให้เหมาะสมกับกระบวนการที่เปลี่ยนไป
6. เพื่อให้ระบบ HACCP มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ควรการจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานในเรื่องการสุขาภิบาลและการควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคลควบคู่ไปด้วย (ผนวก ก)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2546. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติเรื่อง ข้าวหอมมะลิไทย. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

กระทรวงพาณิชย์. 2544. กำหนดให้ข้าวหอมมะลิไทยเป็นสินค้ามาตรฐานและมาตรฐานสินค้าข้าวหอมมะลิไทย. ประกาศกระทรวงพาณิชย์, กรุงเทพมหานคร.

กลุ่มธุรกิจพืชครบวงจร. ม.ป.ป. โครงการก่อสร้างโรงสีข้าว 100 เกวียน/วัน. เครือเจริญโภคภัณฑ์, กรุงเทพมหานคร.

กุสุมา นวลวัฒน์. 2545. การสูญเสียคุณภาพข้าวเนื่องมาจากแมลงศัตรูในโรงเก็บและการรักษา. โรงพิมพ์จิรวัดน์เอ็กเพรส, กรุงเทพมหานคร.

เครือวัลย์ อัดตะวิริยะสุข. 2536. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปดสภาพเมล็ด. ใน เอกสารประกอบการบรรยายฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. ฝ่ายฝึกอบรมสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

ฉัตรชัย นิยมถ. 2548. ระบบกำจัดฝุ่นและระบายอากาศ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร.

นันทพร บุญเนา. 2544. การศึกษาการใช้ระบบ HACCP ในการผลิตนมพลาสเจอร์ไรส์ของโรงงานตัวอย่าง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรพิมล กองทิพย์. 2543. สุขศาสตร์อุตสาหกรรม. นำอักษรการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.

พันทิพพา คงสัมพันธ์. 2546. การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในการควบคุมความสะอาดปลอดภัยในกระบวนการผลิตนมพลาสเจอร์ไรส์. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พาลาก สิงหนะณี. 2540. การประเมินความเสี่ยงจากพิษของวัตถุอันตราย : หลักการและการประยุกต์ใช้. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.7000. 2540. ระบบการวิเคราะห์อันตรายจุดควบคุมวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร และการนำไปใช้. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานเศรษฐกิจแห่งชาติ. 2546. Available: www.oae.go.th

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2543. ความปลอดภัยของอาหาร (การใช้ระบบ HACCP). สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร.

สุวิมล กิริติพิบูล. 2544. แบบฟอร์มการจัดทำ HACCP. เอกสารประกอบการบรรยายการวิเคราะห์อันตรายจุดควบคุมวิกฤต (HACCP). ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อัมมาร สยามวาลา และ วิโรจน์ ธีระนง. 2533. ประมวลความรู้เรื่องข้าว. สถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

A Guide to Hazard and Operability Studies. 1977. **Chemical Industry Safety and Health Council of the Chemical Industries Association.** First edition issued.

Associated Fire Protection. 2006. **How Fire Burn: Fire Protection Basics.** Available Source: <http://www.associatedfire.com/howfiresburn>, Feb 25, 2006.

Camden and Choreleywood Food Research Association. 1997. **HACCP: A pratical Guide.** 2nd ed. Technical Manual No.38.

Codex Alimentarius Commission. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. 1997.

The Application of Risk Analysis Principle in Codex. Geneva.

Eley, A.R. 1992. **Microbial Food Poisoning.** 2nd ed. Chapman & Hall, New York.

Hadziyev, D. 1991. **Storage and processing of Cereal and Oilseed Products (Lecture Note).**

Department of Food Science, University of Alberta, Canada.

Henry, R.J. and P.S. Kettlewell. 1996. **Cereal Grain Quality.** Chapman & Hall, London.

Hoseney, R.C. 1986. **Principles of Cereal Science and Technology.** The American

Association of Chemists, Inc. St.Paul, Minnesota.

Jay, J.M. 1986. **Modern Food Microbiology.** 3rd ed. Van Nostrand Reinhold, New York.

Juliano, B.O. 1985. **Criteria and Tests for rice Grain Qualities**, pp. 443-524. In B.O. Juliano,

ed. **Rice: Chemistry and Technology.** 2nd ed. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St.Paul, Minnesota.

Loken, J.K. 1995. **The HACCP: Food Safety Manual.** John Wiley & Sons. Inc. New York.

Morrison, W.R. 1998. **Lipids.** In V. Pomeranz, ed. **Wheat: Chemistry and Technology.**

American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota.

Mortimore, S. and C. Wallace. 1994. **HACCP: A Practical Approach.** Chapman & Hill,

London, U.K.

Ruiten, V.H.T.L. 1985. **Grain Post – Harvest Processing Technology.** M Sc.Course IPB

(Institute Pertanian Bogor), Department of Agriculture Engineering, Agriculture University Bogor.

Satake, R.S. 1994. **New Methods and Equipment for Processing Rice.** *In* W.E. Marshall and J.I. Wadsworth, eds. **Rice Science and Technology.** Marcel Dekker, Inc., New York.

Shengyan, X. 1998. **Rice Milling Technology.** International Workshop on the Food Processing and Packaging Machinery. Department of International Corporation of the Ministry of Science and Technology of the People's Public, Jiangsu University of Science and Technology.

The National Fisheries Institute. 1997.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลทั่วไป

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ตัวอย่าง

1.1 ตำแหน่งที่ตั้ง

โรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ตัวอย่าง ตั้งอยู่ใน อ.พล จ.ขอนแก่น

1.2 ประวัติความเป็นมาของกิจการ

โรงปรับปรุงคุณภาพข้าวแห่งนี้ เดิมนั้นเป็นเพียงโรงสีข้าวยังไม่มีโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ก่อตั้งโดย คุณชัย เลิศวงศ์ศานกุล เมื่อปี พ.ศ. 2514 เนื่องจากเล็งเห็นว่าบริเวณที่ตั้งนั้นเป็นแหล่งปลูกข้าวอุดมสมบูรณ์แห่งหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มแรกมีกำลังการผลิต 100 ตัน/วัน เป็นการผลิตข้าวเหนียวคุณภาพเป็นหลัก และได้คัดสรรข้าวเปลือกคุณภาพดีและพัฒนาเครื่องจักรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพ และเป็นที่ยอมรับของลูกค้าเสมอมา ต่อมาได้เล็งเห็นถึงตลาดข้าวหอมมะลิคุณภาพดี ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่นิยมของผู้บริโภคภายในประเทศและต่างประเทศสูงขึ้น กอปรกับพื้นที่ตั้งเป็นแหล่งปลูกข้าวหอมที่มีคุณภาพสูงและมีชื่อเสียงแห่งหนึ่งของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2547 จึงได้เปิดดำเนินการกิจการโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ซึ่งใช้เครื่องจักรตราอักษร SATAKE ซึ่งทันสมัยที่สุดในปัจจุบัน ขนาดกำลังการผลิต 150 ตัน/วัน เน้นการผลิตข้าวหอมคุณภาพดีเป็นหลัก

2. รายละเอียดแผน HACCP

แผน HACCP ปฏิบัติตามหลักการของระบบ HACCP 7 ประการดังนี้

หลักการที่ 1 ดำเนินการวิเคราะห์อันตราย (Conduct a Hazard Analysis)

หลักการที่ 2 หาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Determine the Critical Control Points)

หลักการที่ 3 กำหนดค่าวิกฤต (Establish Critical Limits)

หลักการที่ 4 กำหนดระบบเพื่อตรวจติดตามการควบคุมจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Establish a System to Monitor Control of the CCP)

หลักการที่ 5 กำหนดวิธีการแก้ไข เมื่อตรวจพบว่าจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเฉพาะจุดใดจุดหนึ่งไม่อยู่ภายใต้การควบคุม (Establish the Corrective Action to be taken When Monitoring Indicates that a Particular CCP Is Not Under Control)

หลักการที่ 6 กำหนดวิธีการทวนสอบเพื่อยืนยันประสิทธิภาพการดำเนินงานของระบบ HACCP (Establish Procedures for Verification to Confirm that the HACCP System Is Working Effectively)

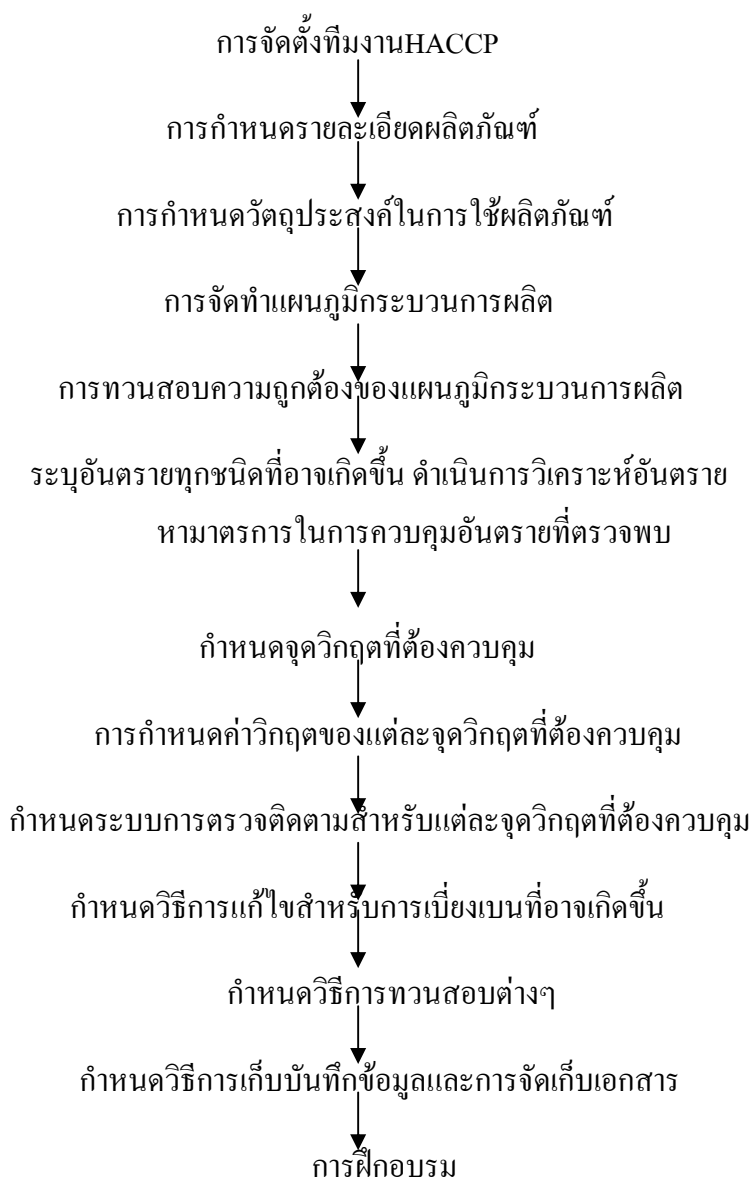
หลักการที่ 7 กำหนดวิธีการจัดเก็บเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการปฏิบัติและบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เหมาะสมตามหลักการเหล่านี้และการประยุกต์ใช้ (Establish Documentation Concerning All Procedures and Records Appropriate to These Principles and Their Applications)

3. แหล่งที่มาของวัตถุดิบ มีดังนี้

ข้าวหอมมะลิ รับซื้อจาก โรงสีและเกษตรกรในจังหวัดขอนแก่น และจังหวัดข้างเคียง

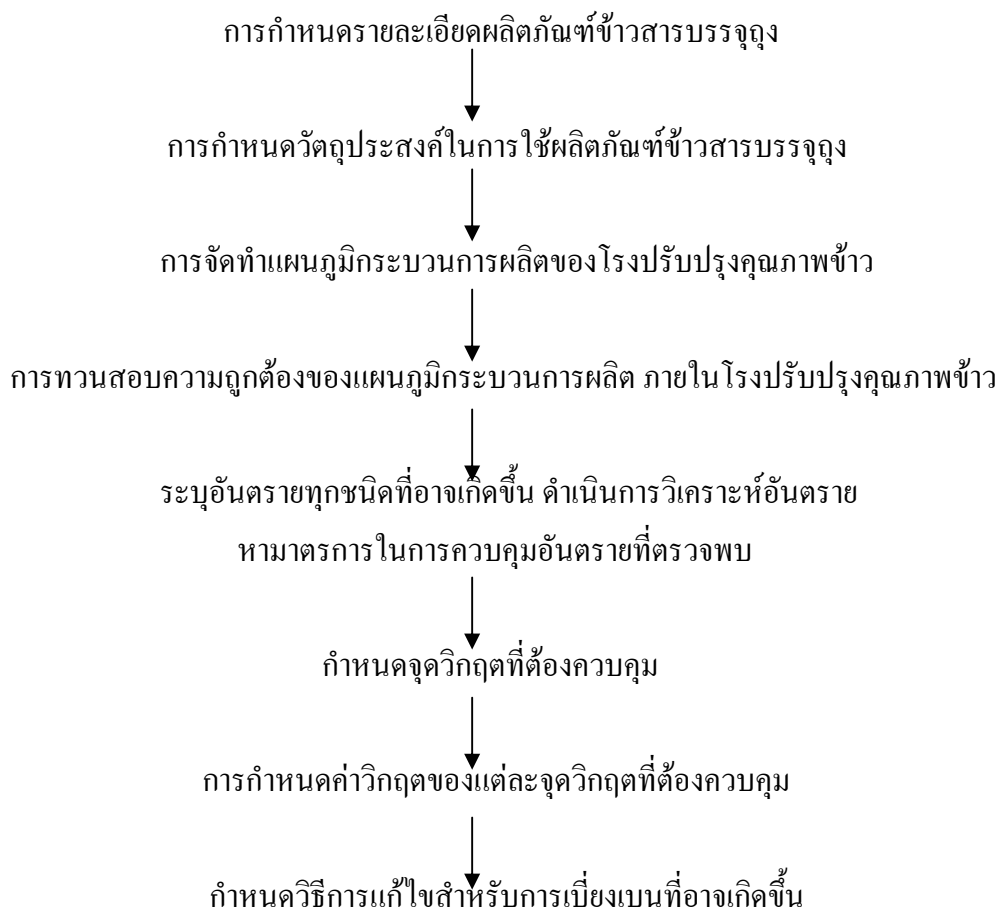
4. ภาพรวมของระบบ HACCP

ระบบ HACCP มีความมุ่งหมายที่การควบคุม ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมต่างๆ การปรับปรุง การออกแบบ กระบวนการผลิต จะถูกนำมาพิจารณาเมื่อตรวจพบอันตรายที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงในขั้นรุนแรงต่อสุขภาพและอนามัยของผู้บริโภค ดังนั้นจึงมีการนำเอาหลักการทั้ง 7 ประการของระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ โดยมีลำดับขั้นตอนตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้



5. การนำหลักการและการประยุกต์ใช้ตามระบบ HACCP ในกระบวนการผลิต

การนำหลักการและการประยุกต์ใช้ในระบบ HACCP เพื่อประกันคุณภาพในกระบวนการผลิตข้าวสารบรรจุถุง ของโรงปรับปรุงคุณภาพข้าว ตัวอย่างนั้น ทำตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้



6. กำหนดวิธีการเก็บบันทึกข้อมูลและการจัดทำเอกสาร

ระบบการบันทึกข้อมูลมีจุดมุ่งหมายเพื่อมีการจัดเก็บบันทึกข้อมูลที่ต้องการและมีประสิทธิภาพและมั่นใจได้ว่าระบบการบันทึกสามารถชี้บ่งสาเหตุของข้อผิดพลาดต่างๆได้ การจัดการเกี่ยวกับระบบการบันทึกควรระบุวิธีการเฉพาะสำหรับเก็บรักษาระบบบันทึกต่างๆ เช่น การเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ โดยแยกแฟ้มแต่ละแฟ้ม หรือเก็บไว้เป็นเอกสารไว้ในแฟ้มโดยอาจจะแยกแฟ้มตามประเภท

ระบบควบคุมเอกสารเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญ นอกจากจะทำให้มั่นใจว่าผู้ที่จำเป็นต้องใช้เอกสารนั้นได้มีเอกสารเพียงพอ ถูกต้อง และทันสมัยแล้ว ยังมีประโยชน์ในการมีข้อมูลที่จะบอกถึงประวัติการจัดทำและแก้ไขเอกสารนั้น ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพัฒนาเอกสารต่อไปในภายหน้า

7. กรมวิธีการทวนสอบ

การทวนสอบเป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินประสิทธิผลและการปฏิบัติตามแผนอย่างครบถ้วน ถูกต้องตามรายละเอียดทุกประการ การทวนสอบตามปกติในแต่ละจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบการทวนสอบ กิจกรรมการทวนสอบ แบ่งเป็น

7.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแผนระบบ HACCP (Validation)

การตรวจสอบแผน HACCP เป็นการประเมินว่ามีการจัดทำแผน HACCP สำหรับผลิตภัณฑ์ โดยมีการระบุและควบคุมอันตรายหรือลดปริมาณอันตรายถึงจุดที่ยอมรับได้ การตรวจสอบนี้เป็นการตรวจสอบโดยอาศัยหลักการด้านวิทยาศาสตร์ และประกอบด้วย การทบทวนการวิเคราะห์อันตราย การกำหนดจุดวิกฤต การตัดสินค่าวิกฤตว่าถูกต้อง สอดคล้องหลักวิชาการ และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ตรวจสอบความเหมาะสมและเพียงพอของกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับการตรวจ ติดตาม การแก้ไขปัญหา การจัดเก็บข้อมูลและการสอบทวน ทบทวนรายงาน การจรวจประเมินระบบ HACCP ทบทวนรายละเอียดการปรับเปลี่ยนแผน และเหตุผลของการปรับเปลี่ยน ทบทวนเอกสารรายงานการตรวจสอบครั้งก่อน ๆ ทบทวนรายงานสิ่งเบี่ยงเบนต่าง ๆ การประเมินสัมฤทธิ์ผลของการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา ทบทวนข้อร้องเรียนของลูกค้า ทบทวนความเกี่ยวข้องระหว่างเอกสารระบบ HACCP และ GMPs Programme ที่มีอยู่

การตรวจสอบความถูกต้องของแผน HACCP เป็นสิ่งที่ต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง โดยมีการปฏิบัติเป็นช่วง ๆ ซึ่งต้องกำหนดล่วงหน้าอย่างชัดเจนในแผน HACCP แต่อาจทำการตรวจสอบได้ทันที ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่กระทบต่อแผน HACCP เช่น การเปลี่ยนวัตถุดิบ กระบวนการผลิต มีข้อบกพร่องที่พบจากการประเมินระบบ มีปัญหาต่าง ๆ ที่สำคัญเกิดขึ้นบ่อย ๆ มีข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ มีข้อร้องเรียนของลูกค้า หรือผลิตภัณฑ์ถูกตีคืนมา

7.2 การตรวจสอบประเมินระบบ HACCP (HACCP System Audits)

การตรวจสอบประเมินระบบ HACCP เป็นส่วนหนึ่งของการทวนสอบระบบการตรวจสอบประเมินระบบ HACCP จะถูกจัดเตรียมเป็นแผนปฏิบัติอย่างชัดเจน และเป็นอิสระ กล่าวคือ ผู้ตรวจสอบประเมินต้องเป็นผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องอยู่ในกิจกรรมระบบ HACCP ที่ถูกประเมิน และต้องทำการสังเกตสอบถาม สรุปรายงานชี้แจงผลการประเมินอย่างตรงไปตรงมา ตามข้อเท็จจริงเพื่อแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติงาน ที่กำหนดขึ้นตามแผน HACCP ได้ถูกปฏิบัติโดยเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายอย่างครบถ้วนและถูกต้อง

การตรวจสอบประเมิน HACCP อาจเลือกทำในแต่ละกิจกรรมของจุดวิกฤต (CCPs) หรือจะตรวจสอบประเมินทั้งแผน HACCP ก็ได้ การตรวจสอบประเมินโดยการสังเกตการณ์ปฏิบัติการจริง เพื่อสร้างความมั่นใจว่าการระบุรายละเอียดผลิตภัณฑ์ และแผนภูมิการผลิตถูกต้อง แผนการเฝ้าระวังในแต่ละจุดวิกฤต ได้ถูกปฏิบัติตามอย่างถูกต้องและครบถ้วน การปฏิบัติการผลิตไม่อยู่นอกค่าวิกฤต (critical limits) มีการบันทึกข้อมูลตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในแผน HACCP อย่างครบถ้วน เอกสารต่าง ๆ ที่จะถูกตรวจสอบว่ามีการปฏิบัติตามครบถ้วนทุกจุด ตามความถี่ที่กำหนด ผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหาถูกควบคุม และปฏิบัติตามแผนการแก้ไขปัญห ทุกครั้งที่ตรวจพบว่าผลิตไม่สอดคล้องตามค่าวิกฤต นอกจากนั้นยังต้องมีการสอบเทียบเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้อย่างครบถ้วน ตามความถี่ที่ระบุในแผนงาน HACCP

ความถี่ของการตรวจสอบประเมินจะระบุไว้ เพื่อให้มั่นใจว่าจะสามารถตรวจสอบสถานะของแผน HACCP ว่ายังมีประสิทธิภาพอยู่อย่างเพียงพอ ทั้งนี้ความถี่อาจปรับเปลี่ยนได้ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตหรือตัวผลิตภัณฑ์เอง

7.3 การสอบเทียบเครื่องมือ (Calibration)

เครื่องมือตรวจสอบและตรวจวัดค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการผลิตและแผนการเฝ้าระวังซึ่งมีผลต่อความปลอดภัยของอาหาร ต้องทำการสอบเทียบ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าค่าที่อ่านได้หรือตรวจวัดนั้นเป็นค่าที่ถูกต้อง การสอบเทียบต้องคำนึงถึง ความถี่ที่ทำการสอบเทียบและเป็นไปตามสิ่งที่ระบุไว้ในแผน HACCP หรือตามคู่มือการใช้เครื่องมืออุปกรณ์นั้นโดยทำการสอบเทียบกับมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับ และทำการสอบเทียบในช่วงการใช้งาน โดยมีการจดบันทึกรายละเอียดการสอบเทียบ

7.4 การสุ่มตัวอย่างและการทดสอบ (Targete Sample Collection and Testing)

การสุ่มตัวอย่างและการทดสอบเป็นส่วนหนึ่งของการทวนสอบ โดยต้องมีการทำเป็นช่วงระยะเวลาเพื่อสร้างความมั่นใจว่า ค่าวิกฤตที่กำหนดมีความเหมาะสมและยังสามารถใช้เพื่อทำการตรวจสอบความสามารถของผู้จัดส่ง (Vendor) ว่า สามารถส่งวัตถุดิบได้ตามข้อกำหนดที่ต้องการหรือไม่

การสุ่มตัวอย่างและการทดสอบทางจุลชีววิทยาไม่ใช่เครื่องมือที่ดีในการสร้างความมั่นใจเรื่องความปลอดภัย เนื่องจากปัญหาความยุ่งยากในขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ความล่าช้าของผลวิเคราะห์ทำให้ไม่สามารถใช้เป็นตัวควบคุมกระบวนการ อีกทั้งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ อาจมีจำนวนน้อยและไม่สม่ำเสมอ ทำให้การตรวจวัดเป็นไปได้ยากและสิ้นเปลือง ต้องใช้จำนวนตัวอย่างมาก แต่จะเป็นประโยชน์ในแง่การตรวจวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ ในการกำหนดค่าวิกฤตเกี่ยวกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องกำจัดให้หมดหรือลดลงจนถึงปริมาณที่ยอมรับได้

วิธีการสุ่มตัวอย่างและการทดสอบนี้จะเกิดประโยชน์หากได้มีการระบุการสุ่มตัวอย่าง ตามแผนการสุ่มตัวอย่างในระดับความเชื่อมั่นที่เหมาะสม และวิธีการตรวจวิเคราะห์เป็นไปอย่างถูกต้อง

ความถี่ของการทวนสอบ (Verification Frequency) จะปฏิบัติตามที่ระบุในแผนระบบ HACCP ยกเว้นในกรณีที่มีข้อชี้บ่ง ดังต่อไปนี้คือ การปฏิบัติงานในจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอยู่นอกเหนือค่าวิกฤต การทบทวนเอกสารพบว่า การปฏิบัติการเฝ้าระวังไม่เป็นไปตามแผนการทบทวนเอกสารพบว่า การปฏิบัติงานในจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอยู่นอกเหนือค่าวิกฤต มีข้อร้องเรียนของลูกค้าและสินค้าถูกตีคืน หรือมีข้อมูลทางวิชาการใหม่ ๆ

การปฏิบัติตามแผนการทวนสอบ ต้องกำหนดความถี่อย่างชัดเจน โดยช่วงเวลาในการทวนสอบแต่ละครั้ง ควรมีความเหมาะสมที่จะสร้างความเชื่อมั่นว่า ระบบที่ถือปฏิบัติอยู่นั้นเป็นไปตามแผนอย่างถูกต้อง นอกจากนี้การกำหนดความถี่ขึ้นกับประวัติความเป็นมาของระบบ HACCP เองว่ามีข้อบกพร่องมากน้อยเพียงใด

การเก็บบันทึกการทวนสอบ (Records of Verification) ผลปฏิบัติของการทวนสอบต้องมีการบันทึกไว้ โดยถือเป็นส่วนหนึ่งของระบบ HACCP โดยข้อมูลที่ต้องทำการบันทึกจะรวมถึงเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทวนสอบ ผลของการทวนสอบโดยบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการทวนสอบต้องระบุ วันที่ ผู้รับผิดชอบ ขอบข่ายที่ได้ทำการทวนสอบ ผลและสิ่งที่ได้ตรวจพบ รายละเอียดกิจกรรมที่ได้ดำเนินการ การทบทวนหรือเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในระบบ HACCP ต้องมีการนำไปปรับปรุงแผน HACCP และแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบโดยเฉพาะต้องมีการเก็บรักษา รายละเอียด และเหตุผลการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบ HACCP ให้เป็นส่วนหนึ่งของระบบ HACCP ด้วย

การทวนสอบโดยหน่วยงานภาครัฐ (Regulatory Verifications) การทวนสอบระบบ HACCP ครอบคลุมถึงการตรวจโดยหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งอาจต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขของกฎหมายที่ระบุไว้ในเรื่องการคุ้มครองผู้บริโภค และเป็นการสนับสนุนภาคเอกชน หรือองค์กรโดยการตรวจเพื่อให้การรับรอง รวมถึงการตรวจตามที่มีผู้ร้องเรียน (Consumer Complaints) หรือตรวจในขณะที่มีการระบาดของโรค หรือมีผู้ป่วยซึ่งสงสัยว่า อาจเกี่ยวข้องกับอาหารของบริษัทผู้ผลิต รวมไปถึงการร้องขอเพื่อรับการตรวจจากภาคเอกชนเอง หน่วยงานที่ถูกตรวจจะต้องมีการปฏิบัติการแก้ไข หากผลการตรวจพบว่า การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ยังมีข้อบกพร่องอยู่

8. การจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานในเรื่องการสุขาภิบาล

การจัดการสุขลักษณะผลิตภัณฑ์ของโรงงานอย่างเป็นระบบ นับเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่จะช่วยให้การบริหารจัดการของโรงงานประสบความสำเร็จ การจัดการที่ดีมีได้หมายความว่า จะต้องมีการวางข้อกำหนดที่เข้มงวดมากจนอาจไม่สามารถปฏิบัติตามได้ ผู้ประกอบการจะต้องเป็นผู้พิจารณาและตัดสินใจว่าจะนำหลักเกณฑ์ทั่วไปด้วยสุขลักษณะอาหารของ Codex ไปใช้อย่างไรจึงจะเหมาะสมกับโรงงานโดยสามารถคงความปลอดภัยและความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไว้ได้

ขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านสุขลักษณะโดยทั่วไป มีดังนี้

8.1 การทำความสะอาด

การทำความสะอาดภาชนะอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต ตลอดจนการทำความสะอาดพื้น ผนัง เพดาน ในบริเวณห้องบรรจุ และอาคารทั้งด้านนอกและด้านใน

อาคาร โดยระบุชื่อผู้รับผิดชอบที่จะเป็นผู้ปฏิบัติ ขั้นตอนการดำเนินการ สารเคมีที่ใช้ ความเข้มข้นที่ใช้ เวลา อุณหภูมิ อย่างชัดเจน และเข้าใจง่าย ทั้งควรมีระบุข้อควรปฏิบัติ ข้อควรระวัง เฉพาะบริเวณ กำหนดความถี่ของการทำความสะอาดกำหนดวิธีตรวจสอบ และผู้รับชอบในการตรวจสอบ

การจัดทำแผนการทำความสะอาด แผนการทำความสะอาดเป็นสิ่งสำคัญที่โรงงานอุตสาหกรรมอาหารควรกำหนดไว้อย่างละเอียดชัดเจน และอธิบายให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจ และเห็นความสำคัญในการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

8.2 การควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อ

สัตว์พาหะนำเชื้อเป็นสาเหตุใหญ่ที่เป็นอันตรายต่อความปลอดภัยของอาหาร การเข้าอยู่อาศัยของสัตว์พาหะนำเชื้อ สามารถพบในที่ที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์และมีอาหารควรมีการปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะเพื่อหลีกเลี่ยงการก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่จะชักนำแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อเข้ามา สุขาภิบาลที่ดี การตรวจสอบวัสดุที่นำมาใช้ และการตรวจเฝ้าระวังที่ดี สามารถลดการเข้าอยู่อาศัยของสัตว์พาหะนำเชื้อ และด้วยวิธีนี้จะเป็นการกำจัดความจำเป็นในการใช้สอยป้องกัน กำจัดแมลงกำจัดแมลงและสัตว์ต่าง ๆ ได้

การควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อต้องใช้หลายวิธีประกอบกัน การควบคุมไม่ให้บริเวณรอบอาคารเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์พาหะ จะลดปริมาณสัตว์พาหะที่จะเข้ามาในอาคาร ดูแลไม่ให้สัตว์พาหะอาศัยหรือเพิ่มจำนวนได้ หลังจากนั้นจะต้องมีการสำรวจ ตรวจสอบบริเวณเพื่อทราบระดับของปัญหาและพิจารณาเลือกวิธีกำจัดที่เหมาะสม

การป้องกันไม่ให้สัตว์พาหะเข้าในอาคารได้เป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งควรเริ่มต้นด้วยการสำรวจและพิจารณาว่ามีจุดใดหรือลักษณะใดที่สัตว์พาหะนำเชื้อแต่ละชนิดจะเข้ามาได้บ้างและจัดการป้องกัน เช่น การดูแลช่องแชนอาคารไม่ให้มีช่องเปิดต่าง ๆ เช่น ใต้หลังคา ท่อระบายน้ำ ทางเดินผ่านของสายไฟ บางบริเวณอาจทำการติดตาข่าย มุ้งลวดเพื่อป้องกันแมลง ดูแลการเปิดปิด ประตู หน้าต่าง โดยไม่ให้มีการเปิดทิ้งไว้

บางครั้งถึงแม้ป้องกันดีแล้ว แต่ยังอาจพบสัตว์พาหะในอาคารได้อยู่ การควบคุมดูแลในอาคารไม่ให้เหมาะสมต้องการอยู่อาศัยของสัตว์พาหะก็เป็นเรื่องสำคัญ โดยการดูแลความสะอาดไม่ให้มีบริเวณที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัย และควบคุมเศษอาหารหรือแหล่งอาหารและน้ำ

การสำรวจตรวจสอบร่องรอยสัตว์พาหะเพื่อให้ทราบระดับปัญหาของสัตว์พาหะในโรงงานทั้งในเรื่องชนิด ปริมาณ สัตว์พาหะ บริเวณที่มีปัญหาเพื่อทราบถึงประสิทธิภาพของการควบคุมและจะได้กำหนดวิธีการกำจัดที่เหมาะสม รวมทั้งการตรวจสอบโดยโรงงานเองเป็นสิ่งสำคัญหรืออาจจะมีการจ้างที่ให้บริการบริเวณบริการด้านนี้อยู่แล้วก็ตาม การตรวจสอบควรมีแผนผังแน่นอนระบุบริเวณ ความถี่ ผู้รับผิดชอบ วิธีการตรวจสอบ ตลอดจนชนิดของสารเคมีปริมาณที่ใช้ และรายงานผล โดยอบรมผู้ตรวจสอบให้เข้าใจถึงวิธีการตรวจสอบลักษณะร่องรอยสัตว์พาหะโดยการอบรมพนักงานทั่วไป

8.3 การควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคล (personal hygiene)

ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอาหารไม่ว่าจะสัมผัสอาหารโดยตรงหรือทางอ้อมจะไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนอาหารโดยการรักษาความสะอาดส่วนบุคคลไว้ในระดับที่เหมาะสมและปฏิบัติงาน นอกจากนี้ต้องมีความประพฤติที่เหมาะสม

สิ่งที่จะต้องตระหนักเป็นอย่างแรกในเรื่องของสุขลักษณะส่วนบุคคล คือ สุขภาพของผู้ปฏิบัติงานโดยป้องกันไม่ให้ผู้เจ็บป่วยหรือสงสัยว่าจะเจ็บป่วยเป็นพาหะของโรคที่สามารถแพร่กระจายเชื้อลงไปในอาหาร ปฏิบัติงานหรืออยู่ในบริเวณประกอบอาหาร หากผู้ปฏิบัติงานเจ็บป่วย ควรรายงานให้ผู้บริหารทราบ

การตรวจสุขภาพพนักงานนอกเหนือจากการตรวจสุขภาพก่อนเข้ามาปฏิบัติงาน และตรวจสุขภาพประจำปีแล้ว ควรมีการตรวจสุขภาพพนักงานเพิ่มเติม หากมีการแพร่ระบาดของโรค โรงงานควรมีแผนการไว้รองรับ กรณีมีการระบาดของโรคหรือมีการติดเชื้อเกิดขึ้นเป็นต้นว่า แยกแยะว่าคนใดมีผลต่อการระบาดของโรค และสามารถบ่งชี้แยกแยะผลิตภัณฑ์ที่สงสัยออกมาตรวจ

ผู้ปฏิบัติงานด้านอาหารควรได้รับทราบและปฏิบัติตามข้อกำหนดเกี่ยวกับความสะอาดส่วนบุคคล รวมทั้งโรงงานจะต้องหมั่นตรวจตราความสะอาดส่วนบุคคลของพนักงาน ผู้ปฏิบัติงานควรได้รับทราบว่าตนเองอาจเป็นผู้ก่อให้เกิดการปนเปื้อนโดยทางใดบ้าง ทั้งทางผ

ปาก จมูก หู ผิวหนัง มือ บาดแผล แผลถลอก รวมไปถึงเพชรพลอย เครื่องประดับ เครื่องสำอาง และน้ำหอม ผู้ปฏิบัติงานด้านอาหารก็จะต้องทราบถึงวิธีการป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนด้วยโดยการรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้อยู่ในระดับที่ดีมาก เช่น สวมชุดกันเปื้อน ด้วยการรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้อยู่ในระดับที่ดีมาก เช่น สวมชุดกันเปื้อน ที่คลุมผม และรองเท้าที่สะอาดและถูกสุขลักษณะเหมาะสมแก่การปฏิบัติงาน

ทั้งนี้โรงงานจะต้องจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงานด้านอาหาร เพื่อให้มีการปฏิบัติและรักษาสุขลักษณะที่ดีไว้ได้ เช่น จัดให้มีห้องสุขา อุปกรณ์การล้างมือสบู่ น้ำและอุปกรณ์การทำให้มือแห้ง อย่างถูกสุขลักษณะและเหมาะสมเพียงพอกับจำนวนพนักงาน

ผิวหนัง ผม ปาก จมูกและหู ถึงแม้ว่าจะสะอาด ก็ยังมีจุลินทรีย์อยู่มากมาย สิว ฝี หนอง เกิดจากแบคทีเรีย ที่อยู่ในรูขุมขนของผิวหนัง หรือแม้แต่กลิ่นตัวก็เกิดจากแบคทีเรียที่อยู่ในเหงื่อ ในที่อับชื้น ดังนั้นจึงไม่ควรเกาศีรษะ หรือผิวหนังโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นสิว ฝี หนอง ในขณะที่ปฏิบัติงาน หากมีบาดแผลควรปิดด้วยพลาสติกกันน้ำ ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ซึ่งจะช่วยป้องกันการปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

มือเป็นส่วนหนึ่งของร่างกายที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์บ่อยที่สุด ดังนั้นมือ จึงควรจะสะอาดอยู่เสมอ โดยการล้างมือให้ถูกต้องก่อนปฏิบัติงาน หลังจากเข้าห้องสุขา หลังจากจับต้องอาหารดิบ หรือสิ่งสกปรก เช่น ขยะ ซึ่งอาจปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ควรตัดเล็บให้สั้นอยู่เสมอ เนื่องจากได้เล็บเป็นแหล่งสะสมจุลินทรีย์และสิ่งสกปรกจำนวนมาก ทำให้มีโอกาสปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้ การกัดเล็บก็เป็นสิ่งที่ไม่ควรทำ เพราะจะเป็นการแพร่กระจายจุลินทรีย์จากปากไปสู่นิ้วมือ รวมทั้งไม่ควรทาเล็บ เนื่องจากยาทาเล็บสามารถหลุดออกมาสู่ผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้การทาเล็บยังเป็นการปกปิดสิ่งสกปรกที่อยู่ภายใต้เล็บอีกด้วย การล้างมือก่อนและระหว่างปฏิบัติงาน จะทำให้ลดจำนวนจุลินทรีย์ลงรวมทั้งป้องกันการปนเปื้อนข้าม ทั้งนี้การสวมถุงมือมิได้เป็นข้อยกเว้นในเรื่องการล้างมือ

เพชรพลอย เครื่องประดับต่าง ๆ ไม่ควรสวมใส่ ขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ อาจเกิดการปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์นอกจากนี้ การใช้เครื่องสำอาง มากเกินไป หรือใช้น้ำหอมที่มีกลิ่นแรง อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ดูคล้ำคล้านั่นติดไปด้วย

อุปนิสัยส่วนบุคคล อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้น จึงควรอบรมพนักงานให้เข้าใจแนวทางการปฏิบัติที่เหมาะสม รวมทั้งกำหนดมาตรการดังนี้ ผู้ปฏิบัติงานด้านผลิตภัณฑ์ ควรระแวดระวังการประพดีหรือปฏิบัติที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนใน ผลิตภัณฑ์ เช่น การสูบบุหรี่ ถ่มน้ำลาย การไปจามลงในผลิตภัณฑ์ การแคะจะมูก กัดเล็บ แทะ เล็บ เลียนิ้ว และการขบเคี้ยว หรือรับประทานอาหารนอกบริเวณที่จัดไว้ให้

ภาคผนวก ข

มาตรฐานข้าวหอมมะลิ พ.ศ. 2544

กระทรวงพาณิชย์ได้ออกประกาศให้กำหนดข้าวหอมมะลิไทยเป็นสินค้ามาตรฐาน เมื่อวันที่ 31 ตุลาคม 2544 โดยมีการปรับปรุงรายละเอียดมาตรฐานดังนี้

1. มีข้าวหอมมะลิไทยไม่น้อยกว่า 92%
2. มีความชื้นไม่เกิน 14%
3. มีลักษณะโดยทั่วไป เป็นข้าวเมล็ดยาว มีความยาวท้องไข่น้อยโดยธรรมชาติ
4. ไม่มีแมลงที่ยังมีชีวิตอยู่
5. มีขนาดเล็ก ความยาวเฉลี่ยของเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหัก ต้องไม่ต่ำกว่า 7.0 มม. อัตราส่วนความยาวเฉลี่ยต่อความกว้างเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหักต้องไม่ต่ำกว่า 3.2 มม.
6. มีคุณสมบัติทางเคมี มีปริมาณอะมิโลสไม่ต่ำกว่าร้อยละ 13.0 และไม่เกินร้อยละ 18.0 ที่ระดับความชื้นร้อยละ 14.0 มีค่าการสลายเมล็ดข้าวในด่าง ระดับ 6-7
7. การแบ่งชนิดของข้าวขาวและข้าวกล้องยังคงเป็นไปตามมาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย พ.ศ. 2541

ภาคผนวก ค

การชักตัวอย่างข้าว

การชักตัวอย่างข้าว

1. เครื่องมือ

1.1 หลาวแทงกระสอบแบบสองชั้น (Stick or Sleeve Type Trier)

1.2 หลาวแทงกระสอบแบบชั้นเดียว (Nobbe Type Trier)

2. วิธีการ

2.1 การชักตัวอย่างที่บรรจุถุงหรือกระสอบ โดยการใช้หลาวสุมตัวอย่างแทงถุงหรือกระสอบให้น้อยครั้งที่สุด แต่ได้ตัวอย่างของถุงหรือกระสอบนั้นอย่างทั่วถึง โดยใช้กฎของ AOSA ดังนี้

2.1.1 ในกรณีมีข้าวไม่เกิน 6 ถุงหรือกระสอบ ให้แทงชักตัวอย่างจากทุกถุง ห่อกระสอบ

2.1.2 ในกรณีมีข้าวมากกว่า 6 ถุงหรือกระสอบให้ชักตัวอย่าง 5 ถุงหรือกระสอบบวกเพิ่ม 10% ของจำนวนถุงหรือกระสอบ เศษของจำนวนที่ได้ถ้าเกินครึ่งให้ปัดขึ้น

2.1.3 การชักตัวอย่างที่กองรวมกันโดยไม่บรรจุในภาชนะ ในกรณีที่กองใหญ่มาก ควรใช้หลาวแทงเก็บตัวอย่างจากชั้นบนของกองจนถึงชั้นล่างสุด โดยยึดหลักการดังนี้

ขนาดกองข้าว(กิโลกรัม) จำนวนตัวอย่าง

ไม่เกิน 500 ไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง

500 – 3,000 เก็บ 1 ตัวอย่าง/300 กก. แต่ไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง

3,000 – 20,000 เก็บ 1 ตัวอย่าง/300 กก. แต่ไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง

20,000 ขึ้นไป เก็บ 1 ตัวอย่าง/700 กก.

อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นต้องชักตัวอย่างมากกว่า 30 ตัวอย่างต่อกอง

ภาคผนวก ง

วิธีวิเคราะห์

วิธีวิเคราะห์

1. วิธีวิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยการอบ

1.1 เครื่องมือ

1.1.1 ตู้อบ(Oven)

1.1.2 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.0001 กรัม

1.1.3 เดซิเคเตอร์ (Desiccator)

1.1.4 เครื่องบดเมล็ดข้าวที่บดให้ละเอียดถึง 80-100 เมช (Mesh)

1.1.5 ก่องอะลูมิเนียมมีฝาปิด

1.2 วิธีวิเคราะห์

1.2.1 บดเมล็ดข้าวด้วยเครื่องบดตาม 1.1.4 ให้เป็นแป้ง

1.2.2 เปิดฝาก่องอะลูมิเนียมตาม 1.1.5 โดยเอาฝาซ้อนไว้ใต้ก่อง แล้วนำไปอบในตู้อบตาม 1.1.1 ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

1.2.3 ตักแป้งมาประมาณ 1 กรัม ใส่ในก่องอะลูมิเนียมตาม 1.2.2 แล้วชั่งให้ได้ น้ำหนักที่แน่นอน

1.2.4 อบก่องแป้งตาม 1.2.3 ในตู้อบอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส โดยเปิดฝาไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วปิดฝาไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งให้ได้ น้ำหนักที่แน่นอน

1.2.5 คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = (B-C)/(B-A) \times 100$$

เมื่อ $A =$ น้ำหนักก่องอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด

$B =$ น้ำหนักก่องอลูมิเนียมพร้อมฝาและแป้งก่อนอบ

$C =$ น้ำหนักก่องอลูมิเนียมพร้อมฝาและแป้งหลังอบ

2. วิธีวิเคราะห์ความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว

2.1 เครื่องมือ

2.1.1 เครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว(Grain Moisture Tester)

2.1.2 ถังอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด

2.2 วิธีวิเคราะห์

2.2.1 เก็บตัวอย่างข้าวที่ต้องการวิธีวิเคราะห์ความชื้น ด้วยวิธีการชักตัวอย่างข้าว

2.2.2 นำตัวอย่างใส่ในถังอะลูมิเนียมตาม 2.2.1 (จำนวนตัวอย่างตามภาคผนวก ก)

2.2.3 นำข้าวตัวอย่างใส่ให้เต็มกระบอกตวงของเครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว

2.2.4 นำข้าวจากกระบอกตวงใส่ไปในเครื่องวัดความชื้นเมล็ดข้าว รอจนกระทั่งเครื่องแสดงค่าความชื้น

2.2.5 ทำซ้ำตาม 2.2.4 จนครบจำนวนตัวอย่างข้าว

2.2.6 เครื่องจะแสดงผลการวิเคราะห์ เป็นค่าความชื้นเฉลี่ย

3. วิธีการตรวจสอบสิ่งปนเปื้อนในข้าว

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 เครื่องเป่าทำความสะอาด

3.1.2 ตะแกรงร่อน

3.2 ขั้นตอนการปฏิบัติ

3.2.1 สุ่มตัวอย่างข้าว ชั่งน้ำหนักประมาณ 100 กรัม บันทึก

3.2.2 นำตัวอย่างข้าวดังกล่าว ผ่านตะแกรงร้อนเพื่อแยกสิ่งเจือปนที่หนัก เช่น เศษหิน ทราย กรวด และเมล็ดที่แตกหักออก

3.2.3 นำตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงร้อน เข้าเครื่องเป่าทำความสะอาด เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักเบา เช่น ซากแมลง เมล็ดลีบ ฟูน ออก

3.2.4 หากยังมีสิ่งเจือปนอยู่แยกด้วยสายตารีกครั้ง บันทึกน้ำหนักข้าวที่สะอาด แล้วคำนวณปริมาณสิ่งเจือปนดังนี้

$$\text{ร้อยละของสิ่งเจือปน} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าว} + \text{สิ่งเจือปน}) - \text{น้ำหนักข้าว}}{(\text{น้ำหนักข้าว} + \text{สิ่งเจือปน})} \times 100$$

ภาคผนวก จ

หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการรับรอง ระบบการวิเคราะห์อันตรายและ
จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร

**หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการรับรอง ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม
สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร**

**General Rule on the Certification of Hazard Analysis and Critical Control Point
(HACCP) System**

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม
ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
กระทรวงสาธารณสุข
ตึกวชิราวุธ ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 11000

ด้วยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ได้ตกลงร่วมกันดำเนินงานให้การรับรองระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System) และได้กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการรับรองระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมนี้ขึ้น เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการดำเนินการให้การรับรองต่อไป

**หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการรับรอง
ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม
สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร**

1. ขอบข่าย

เอกสารนี้กำหนดนิยาม คุณสมบัติของผู้ยื่นคำขอ การรับรอง เงื่อนไข การตรวจติดตาม การพักใช้และการเพิกถอนการรับรอง การอุทธรณ์ การร้องเรียน การยกเลิกการรับรอง การรักษาความลับและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการรับรองระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System) สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า ระบบ HACCP

2. นิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในเอกสารนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 การรับรองระบบ HACCP หมายถึง การให้การยอมรับในระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

2.1.1 มาตรฐาน

2.2 ผู้ยื่นคำขอ หมายถึง ผู้ประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมอาหารที่ประสงค์จะขอการรับรอง

2.3 ผู้ที่ได้รับการรับรอง หมายถึง ผู้ยื่นคำขอผ่านการตรวจสอบประเมินแล้ว และได้รับการยอมรับจากเลขานุการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและเลขานุการคณะกรรมการอาหารและยา

2.4 คณะทบทวน หมายถึง คณะบุคคลที่มีคุณสมบัติที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากำหนด และได้รับการแต่งตั้งโดยสำนักงาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจะดำเนินการให้ทำ
หน้าที่ที่พบพบและพิจารณาผลการประเมิน เพื่อตัดสินใจให้การรับรอง

2.5 คณะพิจารณาอุทธรณ์ หมายถึง คณะบุคคลที่มีคุณสมบัติตามที่สำนักงานมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากำหนด และได้รับการแต่งตั้ง
โดยเลขาธิการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และเลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการ
อาหารและยาให้ทำหน้าที่พิจารณาตัดสินคำอุทธรณ์นั้นๆ

3. คุณสมบัติผู้ยื่นคำขอ

3.1 ผู้ที่ยื่นคำขอต้องมีคุณสมบัติดังนี้

3.1.1 เป็นผู้ประกอบกิจการที่ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน และ/หรือ
ใบอนุญาตผลิตอาหารตามกฎหมาย

3.1.2 ไม่เป็นผู้ถูกเพิกถอนการรับรอง เว้นแต่พ้นระยะเวลา 6 เดือนมาแล้ว

4. การรับรอง

4.1 การขอรับการรับรอง ให้ยื่นคำขอต่อสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือ
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาพร้อมหลักฐานและเอกสารต่างๆ ตามแบบคำขอรับการ
รับรอง HACCP ที่กำหนดในภาคผนวก จ.

4.2 เมื่อได้รับคำขอตามข้อ 4.1 แล้ว สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือ
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของคำขอและเอกสาร
ประกอบคำขอหากมีรายละเอียดที่จำเป็นจะต้องปรับปรุงแก้ไข จะแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้ผู้ยื่น
คำขอทราบ

4.3 เมื่อมีการตอบรับคำขอและเอกสารประกอบการพิจารณาซึ่งครบถ้วนสมบูรณ์ และ
ผู้ยื่น คำขอได้ชำระค่าธรรมเนียมแล้ว สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงาน
คณะกรรมการอาหารและยาจะดำเนินการดังนี้ คือ

4.3.1 แต่งตั้งทีมผู้ประเมินที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และดำเนินการกิจกรรมดังต่อไปนี้

- (1) ตรวจสอบเบื้องต้นและทบทวนเอกสารของผู้ยื่นคำขอ ณ สถานที่ประกอบการ เพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลสำหรับเตรียมการตรวจประเมิน และเป็นการประเมินขั้นต้นในเรื่องของเอกสารว่าครอบคลุมตามข้อกำหนดในมาตรฐานการรับรองตามข้อ 2.1 หรือไม่ พร้อมทั้งแจ้งผลให้ทราบเป็นลายลักษณ์อักษร
- (2) ตรวจประเมิน ณ สถานที่ประกอบกิจการของผู้ยื่นคำขอ และแจ้งผลการประเมินให้ทราบเป็นลายลักษณ์อักษร

4.3.2 สรุปข้อคิดเห็นนำเสนอคณะทบทวนพิจารณา

4.4 เมื่อคณะทบทวนพิจารณาตัดสินใจให้การรับรองแล้ว สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจะดำเนินการเพื่อออกใบรับรอง ซึ่งลงนามโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ผู้ได้รับการรับรองสามารถแสดงเครื่องหมายรับรองระบบ HACCP ได้ การแสดงเครื่องหมายรับรองให้เป็นไปตามรูปแบบและวิธีแสดงเครื่องหมายรับรองระบบ HACCP ที่กำหนดในภาคผนวก ข.

4.5 ใบรับรอง HACCP มีอายุคราวละ 3 ปี นับตั้งแต่วันที่ระบุในใบรับรอง

4.6 การออกใบรับรองใหม่เมื่อใบรับรองเกาส์อายุ ให้ดำเนินการตามข้อ 4.3 ถึง 4.5

5. เงื่อนไข

ผู้ที่ได้รับการรับรอง ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

5.1 ต้องรักษาไว้ซึ่งระบบ HACCP ตามมาตรฐานที่ได้รับการรับรองตามข้อ 2.1 ตลอดระยะเวลาซึ่งได้รับการรับรอง

5.2 หากมีการเปลี่ยนแปลงการแก้ไขในสาระสำคัญที่มีผลต่อระบบ HACCP ให้แจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาโดยทันที

5.3 ต้องไม่นำใบรับรองไปใช้ในทางที่ทำให้เกิดความเสียหายหรืออาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการได้รับการรับรอง

5.4 ให้ความร่วมมือแก่ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ในการตรวจประเมินทุกครั้ง

5.5 ต้องส่งมอบเอกสารหลักฐานต่างๆ ให้แก่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเมื่อได้รับการร้องขอ

5.6 ชำระค่าธรรมเนียมและค่าใช้จ่ายต่างๆ ตามอัตราที่กำหนดในภาคผนวก ข ภายใน 15 วัน นับตั้งแต่วันที่ที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้แจ้งให้ทราบ

5.7 หากประสงค์ให้มีการรับรองอย่างต่อเนื่อง ให้แจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาทราบล่วงหน้าก่อนใบรับรองสิ้นอายุไม่น้อยกว่า 90 วัน

5.8 หากประสงค์จะยกเลิกการรับรอง ให้แจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 45 วัน

6. การตรวจติดตาม

6.1 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จะตรวจติดตามระบบ HACCP ของโรงงานที่ได้รับการรับรองอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยอาจตรวจติดตามระบบ HACCP ที่ได้รับการรับรองแล้วทั้งหมดหรือเพียงบางส่วนก็ได้ แต่ต้องมีการตรวจติดตามครบทุกกิจกรรมตามข้อกำหนด ในช่วงอายุของการรับรอง

6.2 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กำหนดระยะเวลาให้ผู้ได้รับการรับรองปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่พบจากการตรวจติดตามให้แล้วเสร็จตามระยะเวลาที่เหมาะสม แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน 30 วัน

7. การพักใช้และการเพิกถอนการรับรอง

หากผู้ได้รับการรับรองไม่สามารถรักษาระบบ HACCP และ/หรือไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยความเห็นชอบของทั้ง 2 หน่วยงาน อาจดำเนินการดังต่อไปนี้

7.1 การพักใช้การรับรอง

กรณีไม่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องภายในระยะเวลาที่กำหนด สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จะสั่งพักการรับรองเป็นระยะเวลาครั้งละไม่น้อยกว่า 60 วัน แต่ไม่เกิน 120 วัน

7.2 การเพิกถอนการรับรอง จะใช้ได้กรณีดังต่อไปนี้

7.2.1 ผู้ที่ได้รับการรับรองที่อยู่ระหว่างการพักใช้การรับรองไม่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องและไม่สามารถทำตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้สำหรับการยกเลิกการพักใช้การรับรองได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด

7.2.2 การตรวจติดตามที่บ่งชี้ว่าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานการรับรองตามข้อ 2.1 ในสาระสำคัญ

7.2.3 ไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนด

8. การอุทธรณ์

8.1 ผู้ยื่นคำขอรับรองระบบ HACCP ตามข้อ 4 หรือผู้ได้รับการรับรองที่ถูกพักใช้หรือเพิกถอนตามข้อ 7 อาจยื่นอุทธรณ์เป็นลายลักษณ์อักษรต่อเลขาธิการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือเลขาธิการคณะกรรมการอาหารและยาได้ภายใน 15 วัน นับตั้งแต่วันที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยามีหนังสือแจ้งผลการพิจารณาหรือการลงโทษให้ทราบ

8.2 เลขานุการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและเลขานุการคณะกรรมการอาหารและยาจะแต่งตั้งคณะพิจารณาอุทธรณ์เพื่อพิจารณาอุทธรณ์ และแจ้งผลการพิจารณาให้ผู้ยื่นคำอุทธรณ์ทราบภายใน 45 วัน นับตั้งแต่วันที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ได้รับคำอุทธรณ์

8.3 ระหว่างการพิจารณาคำอุทธรณ์ยังไม่สิ้นสุด ให้ถือว่าผลการพิจารณาเดิมมีผลใช้บังคับอยู่

8.4 ผลการตัดสินของคณะพิจารณาอุทธรณ์ให้ถือเป็นที่สุด

9. การร้องเรียน

9.1 การร้องเรียนให้ยื่นเป็นลายลักษณ์อักษรต่อสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

9.2 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จะดำเนินการพิจารณาข้อร้องเรียน แล้วแจ้งผลให้ผู้ร้องเรียนทราบ

10. การยกเลิกการรับรอง

การรับรอง จะถูกยกเลิกในกรณีดังต่อไปนี้

10.1 ผู้ได้รับการรับรองเลิกประกอบกิจการที่ได้รับการรับรอง

10.2 ผู้ได้รับการรับรองเป็นบุคคลล้มละลาย

10.3 ผู้ได้รับการรับรองแจ้งขอยกเลิกการรับรองเป็นลายลักษณ์อักษรตามข้อ 5.8

10.4 มีการประกาศแก้ไขหรือยกเลิกมาตรฐานที่ได้รับการรับรอง

11. การรักษาความลับ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะเก็บรักษาข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากผู้ยื่นคำขอ และ/หรือผู้ที่ได้รับการรับรองภายใต้กิจกรรมการรับรองระบบ HACCP ไว้เป็นความลับ ไม่นำไปเปิดเผยกับบุคคลอื่น เว้นแต่จะได้รับความยินยอมจากผู้ยื่นคำขอและ/หรือผู้ที่ได้รับการรับรองเป็นลายลักษณ์อักษร

12. อื่นๆ

12.1 ในกรณีที่มีการแก้ไขข้อกำหนดหรือหลักเกณฑ์และเงื่อนไขใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรับรองระบบ HACCP สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจะแจ้งให้ผู้ได้รับการรับรองทราบเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องภายในระยะเวลาที่กำหนด แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน 30 วัน

12.2 ในกรณีที่ผู้ที่ได้รับการรับรองย้ายสถานที่ประกอบกิจการ หรือโอนกิจการที่ได้รับการรับรองให้แก่ผู้อื่น ให้ถือว่า การรับรองนั้นสิ้นสุดลงและต้องส่งใบรับรองคืนแก่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ภายในระยะเวลาไม่เกิน 30 วัน

12.3 ในกรณีที่มีการเพิกถอนการรับรองหรือยกเลิกการรับรอง ผู้ถูกเพิกถอนหรือถูกยกเลิก หรือขอยกเลิกการรับรอง ต้องส่งใบรับรองคืนแก่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ภายในระยะเวลาไม่เกิน 30 วัน

12.4 ผู้ถูกพักใช้ ถูกเพิกถอน หรือยกเลิกการรับรอง ต้องยุติการใช้สิ่งพิมพ์ สื่อโฆษณาที่มีการอ้างอิงถึงการได้รับรองทั้งหมด

12.5 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ไม่รับผิดชอบในการกระทำใดๆ ของผู้ที่ได้รับรองที่ได้กระทำโดยสุจริตหรือไม่ปฏิบัติตามหรือฝ่าฝืนหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนด

ภาคผนวก ฉ

คำขอรับการรับรองระบบ HACCP

คำขอรับการรับรองระบบ HACCP

O สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม O สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

วันที่เดือน.....พ.ศ.

ข้าพเจ้า

มีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่เลขที่.....

.....รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

ชื่อผู้ติดต่อ.....โทรศัพท์.....โทรสาร.....

ขอรับการรับรองระบบ HACCP ตามมาตรฐาน.....

สำหรับผลิตภัณฑ์.....

.....

ซึ่งมีโรงงานตั้งอยู่เลขที่.....

.....รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

ชื่อผู้ติดต่อ.....โทรศัพท์.....โทรสาร.....

พร้อมคำขอนี้ได้แนบหลักฐานและเอกสารต่างๆ เพื่อประกอบการพิจารณา ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ยื่นคำขอ
2. รายการเอกสารและหลักฐานประกอบคำขอ

ข้าพเจ้าขอยืนยันว่า

1. ข้อมูลรายละเอียดที่ระบุไว้ในคำขอและข้อมูลอื่นที่แนบประกอบเป็นความจริง
2. จะชำระค่าธรรมเนียมตามที่ได้รับแจ้งจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
3. จะปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขต่างๆที่กำหนด

ลงชื่อ.....ผู้ยื่นคำขอ

()

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างใบรับรองระบบ HACCP

ใบรับรองระบบ HACCP



เลขที่.....

ใบรับรองฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

(ชื่อและสถานที่)

ได้รับการรับรองระบบ

HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINT (HACCP)

ตามมาตรฐาน

(ชื่อมาตรฐาน)

สำหรับผลิตภัณฑ์

(ชื่อผลิตภัณฑ์)

ออกให้ ณ วันที่.....

สิ้นอายุ วันที่.....

ลงชื่อ

(.....)

เลขธิการคณะกรรมการอาหารและยา

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงสาธารณสุข

ลงชื่อ

(.....)

เลขธิการสำนักงานมาตรฐาน

กระทรวงอุตสาหกรรม

ภาคผนวก ข

รูปแบบและวิธีแสดงเครื่องหมายรับรองระบบ HACCP

รูปแบบและวิธีแสดงเครื่องหมายรับรองระบบ HACCP

1. เครื่องหมายรับรองระบบ HACCP มีรูปแบบตามที่กำหนดข้างล่างนี้ ขนาดของเครื่องหมายให้เป็นไปตามความเหมาะสม และจะใช้สีใดสีหนึ่งก็ได้



ภาพผนวกที่ ข1 เครื่องหมายรับรองระบบ HACCP

2. ผู้ที่ได้รับการรับรองระบบ HACCP เท่านั้นจึงจะมีสิทธิ์แสดงเครื่องหมายรับรองได้
3. ในการแสดงเครื่องหมายรับรอง ต้องแสดงชื่อผู้ได้รับการรับรองและเลขที่ใบรับรองด้วย
4. การแสดงเครื่องหมายรับรอง ให้แสดงเฉพาะที่สิ่งของซึ่งใช้เพื่อการติดต่อ โฆษณาและส่งเสริมการขายเท่านั้น และต้องไม่ใช่ในกิจการที่นอกเหนือจากขอบข่ายที่ได้รับการรับรองหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจผิดในขอบข่ายที่ได้รับการรับรอง
5. ห้ามแสดงเครื่องหมายรับรองบนผลิตภัณฑ์หรือหีบห่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำให้เข้าใจว่าผลิตภัณฑ์นั้นได้รับการรับรอง
6. ห้ามนำเครื่องหมายรับรองไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ เมื่อมีการพักใช้ ยกเลิก เพิกถอนการรับรอง หรือใบรับรองสิ้นอายุ

ภาคผนวก ก

ภาพแสดงอันตรายที่พบจากกระบวนการผลิต



ภาพผนวกที่ ๑1 สิ่งปนเปื้อนทางกายภาพ



ภาพผนวกที่ ๑2 สิ่งปนเปื้อนทางกายภาพ ประเภทโลหะ ซึ่งปะปนมากับเมล็ดข้าว และ
เศษจากกระบวนการ



ภาพผนวกที่ ๓ สิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพ ประเภทแมลง ซึ่งเกิดขึ้นจากเศษของ
กระบวนการจัดมัน