



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก

Validation of the Sampling Procedure of Paddy

نامผู้วิจัย นางสาวศิริวรรณ ปทุมมาศ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุตินา ไวศรายุทธ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรารณา ปรารณาคี, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก

Validation of the Sampling Procedure of Paddy

โดย

นางสาวศิริวรรณ ปทุมมาศ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศิริวรรณ ปทุมมาส 2556: การประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร) สาขา
การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุตินา ไวศรายุทธ์, Ph.D. 146 หน้า

มาตรฐานข้าวไทยเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพื่อให้การซื้อขายข้าวของไทยมีความน่าเชื่อถือในระดับสากล หนึ่งในกิจกรรมที่สำคัญในการกำหนดมาตรฐานที่ควรคำนึงถึงคือการชักตัวอย่างข้าว ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะทำให้ผู้ซื้อและผู้ขายเชื่อมั่นในวิธีการดำเนินงาน การยอมรับผลการตรวจสอบคุณภาพข้าวว่าโปร่งใสเป็นธรรม และเหมาะสมสะดวกแก่การปฏิบัติในการซื้อ-ขาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก ทำการรวบรวมข้อมูลระบบการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกของประเทศไทยในโซ่อุปทานสรุปวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างสินค้า (Sampling Uncertainty) ซึ่งใช้ตัวอย่างสินค้า 2 ชนิด คือ ข้าวเปลือกเก่า และข้าวเปลือกใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replication Design เพื่อศึกษาปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่างจากรุ่นสินค้า (Validation in Space) และความคลาดเคลื่อนระหว่างรุ่นสินค้าส่งมอบ (Validation in Time) ผลการศึกษาพบสินค้าข้าวเปลือกเก่ามีความไม่แน่นอนแสดงด้วยค่าความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่างอยู่ที่ประมาณร้อยละ 9.54-14.44 ของค่าความชื้นเฉลี่ย และจากอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบอยู่ที่ประมาณร้อยละ 5.34-6.59 ของค่าความชื้นเฉลี่ย สินค้าข้าวเปลือกใหม่มีความไม่แน่นอนแสดงด้วยค่าความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่างอยู่ที่ประมาณร้อยละ 3.91 - 6.56 ของค่าความชื้นเฉลี่ย และจากอิทธิพลของรุ่นสินค้าอยู่ที่ประมาณร้อยละ 3.31-4.50 ของค่าความชื้นเฉลี่ย และเมื่อคำนวณค่าความชื้นเฉลี่ย (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ในตัวอย่างข้าวเปลือก พบว่าค่าที่ได้ยังอยู่ในช่วงเกณฑ์ควบคุม จึงสรุปว่าขนาดตัวอย่างที่กำหนดให้ใช้สำหรับตรวจสอบมีความเหมาะสม (Fit of Use) อย่างไรก็ตามในกรณีข้าวที่รับซื้อเป็นข้าวใหม่มากค่าเฉลี่ยความชื้นในข้าวเปลือกใหม่จะมีค่าสูง ทำให้ค่าเฉลี่ยความชื้นใกล้เคียงกับเกณฑ์ควบคุม และค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างมีโอกาสมีค่าสูง ดังนั้นในกรณีนี้ควรเพิ่มจุดในการเก็บตัวอย่างสินค้าแล้ว

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Siriwan Patummad 2013: Validation of the Sampling Procedure of Paddy. Master of Science (Agro-Industrial Technology Management), Major Field: Agro – Industrial Technology Management, Department of Agro-Industrial Technology.
Thesis Advisor: Assistant Professor Chutima Waisarayutt, Ph.D. 146 pages.

Thai rice standard is the most important things to facilitate the reliable trading process. To make a rice sampling standards reliable, the acceptant process should be transparent and reflect the quality of the product. This research has evaluated the possibility of a sampling paddy procedure at the product delivery point by studying the structure of Thailand's rice trade in the supply chain, summary of sampling method, defined the sample size and estimation of sampling uncertainty. The sampling uncertainty access was done on both old harvested paddy and new harvested paddy. Two-split Level Replication Design was used as an experiment design to study two factors, factor of different in lot space and in the delivery. For old harvested paddy, the sampling uncertainty of the validation in space is approximately 9.54 to 14.44% of the average moisture content and sampling uncertainty of the validation in time is approximately 5.34 to 6.59% of the average moisture content. For new harvested paddy, the sampling uncertainty of the validation in space is about 3.91 to 6.56% of the average moisture content and sampling uncertainty of the validation in time is approximately 3.31 to 4.50% of the average moisture content. When looking at the average moisture content (% by weight), the rice was found moistures average in samples with the uncertainty value still be in the control line (Fit of Use). But when buying a new rice paddy, the average moisture content was near the control line and the uncertainty of sampling are likely high. Therefore in this case, more points of samples collection, from the delivered rice paddy such as sampling for 8-10 points is recommended.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุตินา ไวศรายุทธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้ความรู้ ความช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำประเด็นที่สำคัญต่าง ๆ และแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงประสบการณ์ในการทำงานวิจัยและให้ข้อคิดในการทำงานด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รองศาสตราจารย์วลัยลักษณ์ อัครธีรวงศ์ และประธานการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิพิมพ์ นวิสุข ที่ช่วยพิจารณาและให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขส่วนบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร (มกอช.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในการจัดทำโครงการการจัดทำแนวทางปฏิบัติสำหรับกระบวนการชักตัวอย่างข้าวเพื่อการควบคุมมาตรฐานสินค้าของไทย เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของงานมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ และหน่วยงานรัฐและภาคอุตสาหกรรมได้แก่ ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงสีข้าวในจังหวัดนครราชสีมา สหกรณ์การเกษตรเกษตรวิสัย จำกัด ที่เอื้อเพื่อข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง ตลอดจนอำนวยความสะดวกในด้านการประสานงานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ทำให้เกิดความสำเร็จในการดำเนินงาน และงานวิจัยในครั้งนี้ผู้เขียนขอขอบคุณสำเร็จในการจัดทำโครงการในครั้งนี้ให้กับผู้สนับสนุนทุกท่าน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ชาย ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษา และอยู่เคียงข้างให้กำลังใจมาโดยตลอด นอกจากนี้ขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้เขียนสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ศิริวรรณ ปทุมมาศ

พฤษภาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	67
อุปกรณ์	67
วิธีการ	67
ผลและวิจารณ์	75
สรุปและข้อเสนอแนะ	113
สรุป	113
ข้อเสนอแนะ	114
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	115
ภาคผนวก	119
ภาคผนวก ก ข้อมูลผลการวิเคราะห์เบื้องต้นของตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก เก่าและข้าวเปลือกใหม่	120
ภาคผนวก ข ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ การชักตัวอย่าง และการวัดในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่าและใหม่	127
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	146

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 พันธุ์ข้าวนาปี: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี พ.ศ. 2554	7
2 พันธุ์ข้าวนาปรัง: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี พ.ศ. 2554	8
3 สัดส่วนปริมาณผลผลิตข้าวนาปี และข้าวนาปรังที่เก็บเกี่ยวในช่วงเวลาต่าง ๆ รายเดือน (ร้อยละ)	9
4 ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทย	11
5 การแบ่งชั้นของข้าวเต็มเมล็ดตามความยาวของเมล็ด	21
6 ขนาดของต้นข้าวและข้าวหักของข้าวเกรดต่าง ๆ	21
7 การแบ่งชั้นคุณภาพข้าวเปลือก (ทั้งสดและแห้ง) ตามความยาวของข้าวกล้อง	24
8 ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกสด	25
9 ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกแห้ง	25
10 ตารางบันทึกผลวิเคราะห์สำหรับประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง กรณีการทำ Validation in Space	72
11 ตารางบันทึกผลวิเคราะห์สำหรับประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง กรณีการทำ Validation in Time	73
12 สรุปจุดเก็บตัวอย่างในการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อ	100
13 วิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างตามมาตรฐาน ISO 6644, ISO 6639/2, ISO 13690 และ ISO 24333	102
14 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นเฉลี่ย และการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของค่าความชื้นในข้าวเปลือก จากปัจจัยทดสอบความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space)	104
15 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความชื้นของตำแหน่ง 10 ตำแหน่งของรุ่นสินค้า รถคันที่ 2	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
16 ผลการวิเคราะห์ค่าความขึ้นเฉลี่ย และการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของค่าความขึ้นในข้าวเปลือก จากปัจจัยทดสอบอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)	106
17 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความขึ้นข้าวเปลือกของแต่ละรุ่นสินค้าส่งมอบจากตัวอย่างรวมกอง 3 จุด และ 10 จุด ของข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว 1 – 2 เดือน	107
18 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความขึ้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า และใหม่ จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space)	108
19 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความขึ้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า และใหม่ จากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)	109
20 ค่าความขึ้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า และใหม่ จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) และอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)	111
 ตารางผนวกที่	
ก1 ผลการวิเคราะห์ค่าความขึ้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่า วางแผนการทดลองแบบ Two-split level replicate design เพื่อศึกษา Validation in Space	121
ก2 ผลการวิเคราะห์ค่าความขึ้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replicate Design เพื่อศึกษา Validation in Space	123
ก3 ผลการวิเคราะห์ค่าความขึ้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่า วางแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replicate Design เพื่อศึกษา Validation in Time	125

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก4 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replicate Design เพื่อศึกษา Validation in Time	126
ข1 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า จากปัจจัยทดสอบความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space)	128
ข2 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่ จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space)	134
ข3 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่าชนิดละ 4 รุ่นสินค้า จากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)	140
ข4 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่ชนิดละ 4 รุ่นสินค้า จากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)	143

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การแบ่งชั้นคุณภาพข้าวกล้องตามองค์ประกอบทางกายภาพ	26
2	การแบ่งชั้นคุณภาพข้าวขาวหรือข้าวสารตามองค์ประกอบทางกายภาพ	27
3	การแบ่งชั้นคุณภาพข้าวหักตามองค์ประกอบทางกายภาพ	28
4	ผีเสื้อข้าวเปลือก (<i>Sitotroga cerealella</i> Olivier)	33
5	มอดข้าวเปลือก (<i>Rhyzopertha dominica</i> F.)	33
6	ด้วงงวงข้าวหรือมอดข้าวสาร (<i>Sitophilus</i> spp.)	34
7	ผีเสื้อข้าวสาร (<i>Corcyra cephalonica</i> Stainton)	35
8	บทบาทของการวัดต่อการควบคุมกระบวนการและการควบคุมสินค้า	39
9	แสดงกระบวนการวัดในรูปของกระบวนการตรวจสอบรุ่นสินค้า	40
10	ความสัมพันธ์ของความไม่แน่นอนและขั้นตอนการตัดสินใจ	43
11	แผนภาพแสดงขั้นตอนการชักตัวอย่าง (Sampling Procedure)	52
12	แผนผังก้างปลา (Fish-bone Diagram) แสดงแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนของกระบวนการชักตัวอย่าง	53
13	แผนภาพแสดงแผนการทดลองแบบ Two-split level Replication Design	56
14	แผนภาพการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างกรณีศึกษา Validation in Space	58
15	แผนภาพการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างกรณีศึกษา Validation in Location	59
16	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างบนรถบรรทุก	69
17	โซ่อุปทานของข้าว	76
18	ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในโรงสีข้าวขนาดใหญ่	83
19	การเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกบนรถบรรทุก 3 ตำแหน่ง: หัว กลาง และท้าย	84
20	เครื่องกะเทาะเปลือกและเครื่องสีข้าว	84
21	การสีข้าวในเครื่องกะเทาะเปลือกและเครื่องสีข้าว	85
22	การชั่งน้ำหนักเพื่อตรวจสอบสัดส่วนของฟูน ต้นข้าว ข้าวกล้อง และความแตกหัก (ร้อยละ)	85

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	เครื่องมือในการตรวจสอบการปลอมปนข้าวหอมมะลิ	85
24	การเทกองเพื่อการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวในการรับซื้อ (ครั้งที่ 2)	86
25	การเก็บตัวอย่างจากการเทกอง	87
26	การสีข้าว	88
27	ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในโรงสีขนาดกลางและขนาดเล็ก	90
28	ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในโรงสีชุมชน	92
29	ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในตลาดกลาง ธ.ก.ส.	94
30	การสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพ	95
31	ถาดข้าวที่จะตรวจคุณภาพ และเครื่องสีข้าว	95
32	การบันทึกข้อมูลผู้ขาย	95
33	การประมวลข้าวและบันทึกเอกสารการซื้อขาย	96
34	การชั่งน้ำหนักรถพร้อมข้าวเปลือก	96
35	การชั่งน้ำหนักรถเปล่า	96
36	ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในสหกรณ์การเกษตร	97
37	การสุ่มตัวอย่างบนรถกระบะ	98
38	เครื่องกะเทาะเปลือก	98
39	เครื่องวัดความชื้น	99
40	เครื่องสีข้าว และเครื่องร่อนข้าว	99

การประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก

Validation of the Sampling Procedure of Paddy

คำนำ

ข้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก ประชากรโลกมากกว่าครึ่งบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักโดยเฉพาะประเทศในแถบภูมิภาคเอเชีย การผลิต บริโภคและการค้าข้าวส่วนใหญ่จึงกระจุกตัวอยู่ในทวีปเอเชียเป็นหลัก สำหรับประเทศไทย ข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตคนไทย เพราะนอกจากข้าวจะเป็นอาหารหลัก ข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่สร้างรายได้ให้แก่ประเทศด้วย

ประเทศไทยถือเป็นผู้ผลิตข้าวรายใหญ่ของโลก มีสัดส่วนผลผลิตภายในประเทศปีละกว่า 30 ล้านตัน จากสถิติในปี พ.ศ. 2555 พบมีปริมาณการส่งออกร้อยละ 20 ของการผลิตข้าวทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ซึ่งชนิดของข้าวที่ประเทศไทยนิยมปลูกเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออก ได้แก่ ข้าวขาวหรือข้าวกล้อง ข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียว และบริโภคในรูปแบบข้าวสาร

มาตรฐานข้าวไทยเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึง เพื่อให้ข้าวของไทยซื้อขายได้อย่างรวดเร็ว และน่าเชื่อถือ เป็นที่ยอมรับได้ในระดับสากล ซึ่งกิจกรรมที่สำคัญของการกำหนดมาตรฐานที่ควรคำนึงถึงคือ การชักตัวอย่าง ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะทำให้ผู้ซื้อและผู้ขายเชื่อมั่นในวิธีการดำเนินงาน การยอมรับผลการตรวจสอบคุณภาพข้าวว่าโปร่งใส เป็นธรรม ถูกต้องตามหลักวิชาการ เหมาะสม และสะดวกแก่การปฏิบัติในการซื้อ-ขาย ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการชักตัวอย่างข้าว โดยเฉพาะข้าวเปลือกที่เป็นที่ยอมรับและเหมาะสมในทางปฏิบัติ รวมทั้งยังไม่เคยมีการศึกษาความเป็นไปได้ถึงความเหมาะสมในทางปฏิบัติในการชักตัวอย่างข้าวเปลือก เมื่อมีการซื้อขายในปริมาณมาก ๆ ซึ่งต้องการความรวดเร็ว และความน่าเชื่อถือ เพราะการชักตัวอย่างนี้จะเชื่อมโยงกับการตรวจสอบความชื้น สิ่งเจือปน และคุณภาพการสี

ดังนั้นเพื่อให้ได้วิธีการชักตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อกำหนดการควบคุมคุณภาพข้าวเปลือกให้เป็นไปตามมาตรฐาน จึงจำเป็นต้องกำหนดมาตรฐานกลางเรื่องวิธีการชักตัวอย่างข้าวเปลือกของประเทศไทย เพื่อเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมต่อการปฏิบัติในการซื้อ - ขาย ให้เป็นมาตรฐานสอดคล้องกับสากล จึงได้ทำการศึกษาเรื่อง “การประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก” เพื่อศึกษาหาโครงสร้างระบบการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกของประเทศไทยในโซ่อุปทาน รวบรวมวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการตรวจรับและสรุปวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลเพื่อให้เป็นแนวทางและประโยชน์ต่อการกำหนดมาตรฐานกลางเรื่องวิธีการชักตัวอย่างของประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเก็บข้อมูลระบบการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกของประเทศไทยในโซ่อุปทาน และสรุปกระบวนการชักตัวอย่างเพื่อการตรวจรับสินค้าข้าวเปลือกที่ใช้ในปัจจุบัน
2. เพื่อรวบรวมวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการตรวจรับและสรุปวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล
3. เพื่อประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก เพื่อประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่าง (Sampling Validation) และชี้แจงความเหมาะสมของวิธีการชักตัวอย่าง (Fit of Use) ที่กำหนดใช้ในการกำกับมาตรฐานสินค้าในสถานการณ์ปัจจุบัน

การตรวจเอกสาร

รายละเอียดข้อมูลเรื่องข้าว

1. การแบ่งชนิดข้าว

ข้าว หมายถึง เมล็ดของพืชพวกหญ้าในวงศ์แกรมินีอี (Gramineae) มีลำต้นเป็น ไม้เนื้ออ่อน เป็นพืชล้มลุกที่มีอายุเพียงหนึ่งปี (Annual Grass) มีใบชนิดใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledon) มีรากเป็นระบบรากฝอย (Fibrous Root System) สามารถเจริญเติบโตได้ในลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศที่แตกต่างกันทั้งในเขตร้อน (Tropical Zone) และเขตอบอุ่น (Temperate Zone) ข้าวที่นำมาปลูกเป็นอาหารนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ข้าว *Oryza Sativa* ปลูกในทวีปเอเชีย และ *Oryzaglaberrima* ปลูกในทวีปแอฟริกา แต่ข้าวที่ค้าขายกันในตลาดโลกเกือบทั้งหมดเป็นข้าวที่ปลูกจากแถบเอเชีย ซึ่งสามารถแบ่งข้าวได้ 2 แบบ คือ

1.1 แบ่งตามแหล่งเพาะปลูก

1.1.1 ข้าวอินดิกา (Indica) มีลักษณะเมล็ดยาวรี ต้นสูง เป็นข้าวที่ปลูกในเอเชียเขตร้อนตั้งแต่จีน เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ไทย อินเดีย อินโดนีเซีย และศรีลังกา ข้าวพันธุ์นี้ค้นพบครั้งแรกในอินเดีย และต่อมาได้พัฒนาไปปลูกที่ทวีปอเมริกา

1.1.2 ข้าวจาปอนิกา (Japonica) เป็นข้าวที่ปลูกในเขตอบอุ่น เช่น จีน ญี่ปุ่น เกาหลี มีลักษณะเมล็ดป้อมกลมรี ต้นเตี้ย

1.1.3 ข้าวจาวานิกา (Javanica) ปลูกในอินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ มีเมล็ดป้อมใหญ่ แต่ไม่ได้รับความนิยมเพราะให้ผลผลิตต่ำ (อรอนงค์, 2550)

1.2 แบ่งตามการค้าในตลาดโลก

1.2.1 ข้าวสารเมล็ดยาว คุณภาพสูง (Predominantly Indica, High Quality, Long Grain, Milled Rice) จะขายได้ราคาสูง และมีส่วนแบ่งครึ่งหนึ่งในสี่ของตลาดโลกผู้นำเข้าเป็นประเทศ ร่ำรวยในแถบยุโรปตะวันตก ตะวันออกกลาง ทะเลคาริเบียน และเอเชีย ผู้ส่งออกที่สำคัญคือ ไทย และสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังมีผู้ส่งออกรายย่อยอีก คือ อูรุกวัย อาร์เจนตินา สุรินัม

1.2.2 ข้าวสารเมล็ดยาว คุณภาพปานกลาง (Predominantly Indica, Medium Quality, Long Grain, Raw Milled Rice) ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ที่สุด ซึ่งมีข้าวร้อยละ 5 - 25 และยังมีประเทศเวียดนาม จีน พม่า ปากีสถาน เป็นผู้ส่งออก ตลาดรับซื้อคือ ยุโรปตะวันออกกลาง แอฟริกาตะวันตก และประเทศในเอเชีย เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย เป็นต้น

1.2.3 ข้าวสารเมล็ดสั้น/ปานกลาง (Japonica Short or Medium Rain, Raw Milled Rice) มักมีลักษณะข้าวสุกค่อนข้างเหนียวติดกัน และเป็นที่นิยมในประเทศแถบอบอุ่นที่มีอากาศหนาว เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี เป็นต้น โดยผู้ส่งออกคือ ออสเตรเลีย รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ไต้หวัน จีน และอิตาลี

1.2.4 ข้าวึ่ง (Parboiled Rice) มี 2 ประเภทคือ ข้าวึ่งที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีดั้งเดิม เป็นข้าวึ่งคุณภาพต่ำ และส่งออกไปยังประเทศบังคลาเทศ ศรีลังกา และประเทศแถบแอฟริกา ตะวันตก ข้าวึ่งชนิดนี้เมื่อสีเป็นข้าวสารจะมีสีเหลืองเข้มและมีกลิ่นเฉพาะ และข้าวึ่งชนิดคุณภาพ ดีผ่านระบบการผลิตที่ถูกสุขลักษณะ จะมีกลิ่นอ่อน โดยประเทศผู้ผลิตสำคัญคือ สหรัฐอเมริกา ไทย และมีการขยายการผลิตสู่ประเทศแอฟริกาใต้ แคนาดา และยุโรปตะวันตก

1.2.5 ข้าวหอม (Aromatic Rice) ในตลาดโลกมีการส่งออกข้าวหอม 2 ชนิดคือ ข้าวบา สมาติ(Basmati) มาจากปากีสถานและอินเดีย และข้าวหอมมะลิของไทย

1.2.6 ข้าวเหนียว (Waxy or Glutinous or Sweet Rice) ประเทศไทยมีการส่งออกข้าว เหนียวอยู่บ้าง ซึ่งส่วนใหญ่ส่งออกไปสู่ประเทศลาว (งามชื่น, 2545)

2. พันธุ์ข้าวและลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทย

2.1 พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทย ข้าวที่ปลูกในไทยส่วนใหญ่เป็นข้าวอินดิกา (Indica) ปลูกได้ 2 ฤดูกาล คือ ข้าวที่ปลูกในช่วงฤดูฝน ซึ่งจะปลูกในช่วงเดือนกรกฎาคม - กันยายน และเก็บเกี่ยวประมาณช่วงเดือนพฤศจิกายน - มกราคม ซึ่งถือเป็นผลผลิตหลักของประเทศ เรียกว่า “ข้าวนาปี” และ ข้าวที่ปลูกนอกช่วงฤดูฝน นิยมปลูกในเขตชลประทาน เรียกว่า “ข้าวนาปรัง” สามารถปลูกได้ 2 - 3 ครั้งต่อปี จะเห็นได้ว่าข้าวนาปีจะมีการเก็บเกี่ยวข้ามปีไปปีถัดไป ดังนั้นผลผลิตข้าวจึงมักต้องเขียนด้วยปีควบ เช่น ผลผลิตปี 2553/54 หมายถึง ปลูกปี พ.ศ. 2553 แต่เก็บเกี่ยวเสร็จหมดในปี พ.ศ. 2554 ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิตสูงสุดของข้าวนาปี ได้แก่ เดือนพฤศจิกายนและธันวาคม สำหรับข้าวนาปรัง เดือนที่มีผลผลิตสูงสุดได้แก่ เดือนเมษายน และพฤษภาคม ดังในตารางที่ 1 ซึ่งแสดงพันธุ์ข้าวนาปีที่ปลูกมากในประเทศไทย และผลผลิตต่อไร่ และตารางที่ 2 แสดงพันธุ์ข้าวนาปรังที่ปลูกมากในประเทศไทย และผลผลิตต่อไร่ โดยแสดงถึงประสิทธิภาพของการผลิตข้าวในแต่ละพันธุ์ ซึ่งคำนวณจากปริมาณผลผลิตหารด้วยเนื้อที่การเก็บเกี่ยวข้าวเปลือก และตารางที่ 3 แสดงสัดส่วนปริมาณผลผลิตข้าวนาปี และข้าวนาปรังที่เก็บเกี่ยวในช่วงเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 1 พันธุ์ข้าวนาปี: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี พ.ศ. 2554

พันธุ์ข้าว	เนื้อที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ล้านไร่)	ผลผลิต (พันตัน)	ผลผลิตต่อไร่* (กิโลกรัม)
ขาวดอกมะลิ105	22.30	20.40	7,719.56	378
กข.6	17.54	16.49	6,157.74	373
ราชการไม่ไวต่อแสง	6.77	6.27	3,469.96	553
พันธุ์พื้นเมือง	4.46	4.49	1,644.42	372
ชัยนาท 1	3.25	2.94	1,634.43	557
สุพรรณบุรี 1	3.23	2.95	1,945.28	658
ราชการไวต่อแสง	2.35	2.16	916.54	423
ปทุมธานี 1	1.97	1.82	1,246.46	684
กข.15	1.89	1.77	682.04	385
สุพรรณบุรี 60,90	0.73	0.67	396.16	589
หอมสุพรรณบุรี	0.07	0.06	37.20	586
คลองหลวง 1	0.01	0.01	6.10	485
รวมทั้งประเทศ	64.57	58.26	25,855.89	6,043

หมายเหตุ ผลผลิตต่อไร่* (กิโลกรัม) = ผลผลิต (พันตัน) / เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ล้านไร่) * 1,000

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556)

ตารางที่ 2 พันธุ์ข้าวนาปรัง: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี พ.ศ. 2554

พันธุ์ข้าว	เนื้อที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ล้านไร่)	ผลผลิต (พันตัน)	ผลผลิตต่อไร่* (กิโลกรัม)
กข. 10	0.48	0.47	248.93	526
กข. ไม่ไวแสง	1.98	1.97	1,229.85	624
สุพรรณบุรี 60, 90	0.72	0.71	453.35	635
ราชการไม่ไวแสง	3.04	3.03	1,941.10	641
พิษณุโลก 1, 2	1.63	1.63	1,052.16	645
ชัยนาท 1, 2	3.38	3.37	1,974.93	586
หอมสุพรรณบุรี	0.07	0.07	40.81	586
ปทุมธานี 1	1.84	1.83	1,237.51	675
สุพรรณบุรี 1	2.97	2.97	1,962.82	661
รวมทั้งประเทศ	16.11	16.05	10,141.45	5,579

หมายเหตุ ผลผลิตต่อไร่* (กิโลกรัม) = ผลผลิต (พันตัน) / เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ล้านไร่) * 1,000

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556)

ตารางที่ 3 สัดส่วนปริมาณผลผลิตข้าวในปี และข้าวนาปรังที่เก็บเกี่ยวในช่วงเวลาต่าง ๆ รายเดือน (ร้อยละ)

ชนิด สินค้า	ปี พ.ศ. 2553										ปี พ.ศ. 2554						
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
ข้าวนาปี		2.02	5.06	6.65	50.77	29.33	4.16	1.36	0.55	0.14							
ข้าวนาปรัง								3.71	17.43	32.26	20.24	11.51	8.93	4.95	0.83	0.14	



:ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิต



:ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิตสูงสุด

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556)

2.2 ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทย จากพันธุ์ข้าวนาปีและข้าวนาปรังที่ปลูกมากในประเทศไทย และผลผลิตต่อไร่ ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 สามารถสรุปได้ว่าพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกมากในประเทศไทยมีจำนวน 13 พันธุ์ โดยในแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4



ตารางที่ 4 ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทย

พันธุ์ข้าว	ลักษณะประจำพันธุ์	ฤดูที่ปลูก
1. ขาวดอกมะลิ105	เป็นข้าวต้นสูง มีความสูงเฉลี่ย 140 ซม. กอตั้ง ปล้อง กาบใบและใบมีสีเขียว มีขนบนใบ มุมของยอดแผ่นใบนอน ข้อต่อระหว่างใบและกาบใบสีเขียวอ่อน ลิ้นใบ รูปร่างแหลมมี 2 ยอด สีขาว หูใบสีเขียวอ่อน ปลายยอด ดอกสีฟ้า กลีบรองดอกสีฟ้า ยอดเกสรตัวเมียสีขาว ต้นข้าวอ่อนลึ่มง่าย รวงข้าว ค่อนข้างยาวแน่น คอรวงยาว ระเง็ก ก้านรวงอ่อน เมล็ดข้าวเปลือกยาว 10.4 มม. กว้าง 2.5 มม. และหนา 1.9 มม. เปลือกเมล็ดและยอดเมล็ดสีฟ้ามิชนที่เปลือกเมล็ด กลีบรองดอกสีน เมล็ดข้าวกล้องรูปร่างเรียวยาว 7.5 มม. กว้าง 2.5 มม.หนา 1.2 มม. ใบตรงตั้งตรง ใบแก่ช้ำปานกลาง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์	นาปี
2. กข.6	กข. 6 เป็นข้าวต้นสูง ความสูง 150 ซม. ทรงกอตั้ง แดกกอดี ลำต้นแข็งแรงปานกลาง ปล้อง กาบใบและใบมีสีเขียว มีขนบนใบ มุมของยอดแผ่นใบคด ข้อต่อระหว่างใบและกาบใบสีเขียวอ่อน ใบตรงค่อนข้างนอน ลิ้นใบรูปร่างแหลมมี 2 ยอด หูใบมีสีเขียวอ่อน ปลายยอดดอกสีฟ้า กลีบรองดอกสีฟ้า ยอดเกสรตัวเมียสีขาว รวงยาวแน่น ระเง็กค่อนข้างถี่ คอรวงยาว เมล็ดข้าวเปลือกสีน้ำตาล ปลายยอดเมล็ดสีฟ้า มีขนบนเมล็ด กลีบรองดอกสีน เมล็ดข้าวกล้องรูปร่างเรียวยาว 7.2 มม. กว้าง 2.3 มม. หนา 1.8 มม. ข้าวสุกนุ่มหอม ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์	นาปี
3. ราชการไม่วิไลค่อแสง	เป็นพันธุ์ข้าวลูกผสมต้นเตี้ย ให้ผลผลิตสูง ด้านทานต่อโรคและแมลงมีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยในอัตราที่สูง โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนเป็นพันธุ์ข้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ค่อนข้างแน่นอน (นับจากวันตกกล้าหรือข้าวออกจนถึงวันเก็บเกี่ยว) มีอายุตั้งแต่ 100 วัน จนถึง 140 วัน ขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์ข้าวแต่โดยเฉลี่ยประมาณ 120 - 130 วันเมื่อมีอายุครบถึงเวลาที่จะออกดอกก็สามารถที่จะออกดอกได้เลย โดยไม่ต้องอาศัยช่วงแสงเป็นตัวกำหนด	นาปีและนาปรัง
4. พันธุ์พื้นเมือง	เป็นข้าวต้นสูง มีความสูงเฉลี่ย 140 ซม. กอตั้ง ปล้อง กาบใบและใบมีสีเขียว มีขนบนใบ มุมของยอดแผ่นใบนอน ข้อต่อระหว่างใบและกาบใบสีเขียวอ่อน ลิ้นใบรูปร่างแหลมมี 2 ยอด สีขาว หูใบสีเขียวอ่อน ปลายยอด ดอกสีฟ้า กลีบรองดอกสีฟ้า ยอดเกสรตัวเมียสีขาว ต้นข้าวอ่อนลึ่มง่าย รวงข้าว ค่อนข้างยาวแน่น คอรวงยาว ระเง็ก ก้านรวงอ่อน	นาปีและนาปรัง

ตารางที่ 4 (ต่อ)

พันธุ์ข้าว	ลักษณะประจำพันธุ์	ฤดูที่ปลูก
	เมล็ดข้าวเปลือกยาว 10.4 มม. กว้าง 2.5 มม. และหนา 1.9 มม. เปลือกเมล็ดและยอดเมล็ดสีฟางมีขนที่เปลือกเมล็ด กลีบรองดอกสั้น เมล็ดข้าวกล้องรูปร่างรียาว 7.5 มม. กว้าง 2.5 มม. หนา 1.2 มม. ใบตรงตั้งตรง ใบแก่เข้าปานกลาง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์	
5. ชัยนาท 1	เป็นพันธุ์ข้าวต้นค่อนข้างเตี้ย ความสูงประมาณ 115 ซม. แดงกอดี ต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย กอตั้ง ปล้อง ใบ และกาบใบมีสีเขียว มีขนบนใบ ใบแก่เข้า มุมของยอดแผ่นใบตั้ง ข้อต่อระหว่างใบและกาบใบสีเขียวอ่อน ลิ่นใบรูปร่างแหลม 2 ยอดสีขาว หูใบสีเขียวอ่อน ปลายยอดเมล็ดสีฟาง มีขนบนเปลือกเมล็ด กลีบรองดอกสั้นสีฟาง เมล็ดข้าวกล้องรูปร่างรียาว 7.7 มม. กว้าง 2.2 มม. หนา 1.7 มม. ข้าวสุก ร่วนแข็ง ระยะพักตัวของเมล็ด 8 สัปดาห์	นาปีและนาปรัง
6. สุพรรณบุรี 1	เป็นพันธุ์ข้าวต้นค่อนข้างเตี้ย ความสูงเฉลี่ยประมาณ 125 ซม. กอตั้ง ต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย ปล้องและกาบใบมีสีเขียว ใบสีเขียวเข้ม มีขนบนใบ มุมของยอดแผ่นใบตั้งตรง ข้อต่อระหว่างใบและกาบใบสีเขียวอ่อน ลิ่นใบมีลักษณะ เป็น 2 ยอดสีขาว หูใบสีเขียวอ่อน ปลายยอดดอกสีฟาง ใบธงยาวค่อนข้างตั้งตรง ใบแก่เข้า รวงยาวค่อนข้างแน่น ระเง็กี คอรวงยาว เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ปลายยอดเมล็ดสีฟาง มีขนบนเปลือกเมล็ด กลีบของดอกสั้น เมล็ดข้าวกล้องรูปร่างรียาว 7.3 มม. กว้าง 2.2 มม. หนา 1.8 มม. ข้าวสุกค่อนข้างร่วนและแข็ง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3 สัปดาห์	นาปีและนาปรัง
7. ราชาการไวต่อแสง	มีต้นสูง มีการแตกกอน้อย การตอบสนองต่อน้ำโดยเฉพาะน้ำในโตรเจนได้ต่ำ ให้ผลผลิตสูงสุดได้ต่ำและมีการต้านทานต่อโรคและแมลงน้อย เป็นพันธุ์ข้าวที่ต้องการช่วงแสงหรือช่วงระยะกลางวันสั้นในการเปลี่ยนจากการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ มาเป็นการเจริญเติบโตทางสร้างช่อดอก พันธุ์ข้าวพวกนี้จะให้การกำเนิดช่อดอกหรือออกดอกก็ต่อเมื่อช่วงกลางวันน้อยกว่า 12 ชั่วโมง (เวลากลางวันสั้นกว่ากลางคืน)	นาปีและนาปรัง

ตารางที่ 4 (ต่อ)

พันธุ์ข้าว	ลักษณะประจำพันธุ์	ฤดูที่ปลูก
8. ปทุมธานี 1	เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 104 - 133 ซม. ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 104 - 126 วัน ทรงกอตั้ง ใบสีเขียวมีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงขาว ทำมุม 55 องศา กับคอรวง รวงอยู่ใต้ใบธง เมล็ดข้าวเปลือกสี ฟาง มีขน มีหางเล็กน้อย ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3 - 4 สัปดาห์ เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง×ยาว×หนา = 2.1×7.6×1.7 มม. ปริมาณอะไมโลสร้อยละ 15 - 19 คุณภาพข้าวสุก นุ่มเหนียว มีกลิ่นหอมอ่อน	นาปีและนาปรัง
9. กข.15	เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 140 ซม. ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณเดือนพฤศจิกายน ลำต้นและใบสีเขียวอ่อน ใบธงทำ มุมกับคอรวง รวงอยู่เหนือใบ ใบขาว ค่อนข้างแคบ เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ปลายบิวดงเล็กน้อย ระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 7 สัปดาห์ เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา = 2.1 x 7.5 x 1.7 มม. ปริมาณอะไมโลส ร้อยละ 14 - 17 คุณภาพ ข้าวสุก นุ่ม มีกลิ่นหอม	นาปี
10. สุพรรณบุรี 60	เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 133 ซม. ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120 - 122 วัน ใบสีเขียวเข้ม ทรงกอตั้ง รวงแน่น ระเงี๊ยะ คอรวงสั้น เมล็ดรูปรางรีขาว ขาว ท้องใ้น้อย เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์ เมล็ด ข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา = 2.2 x 7.5 x 1.8 มม. ปริมาณอะไมโลสร้อยละ 23 - 25 คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม	นาปีและนาปรัง
11. สุพรรณบุรี 90	เป็นพันธุ์ข้าวเจ้า สูงประมาณ 120 ซม. ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วัน ทรงกอตั้ง ใบสีเขียวเข้ม ใบธงขาว ค่อนข้างตั้งตรง คอรวงขาว รวงขาว แน่น ระเงี๊ยะ ต้นแข็ง เมล็ดยาวรีขาว เมล็ดข้าวเปลือก ขาว x กว้าง x หนา = 10.1 x 2.7 x 2.0 มม. เมล็ดข้าวกล้อง ขาว x กว้าง x หนา = 7.4 x 2.2 x 1.8 มม. ปริมาณอะไมโลสร้อยละ 25 - 28 คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง	นาปีและนาปรัง
12. หอมสุพรรณบุรี	เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุนับจากวันตกกล้าถึงเก็บเกี่ยว ประมาณ 120 วัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 582 กก.ต่อไร่ ในฤดูนา ปรัง และ 673 กก.ต่อไร่ ในฤดูนาปี (ปลูกแบบหว่านน้ำตามในนาเกษตร) ต้นสูงประมาณ 126 ซม. ทรงกอตั้ง	นาปีและนาปรัง

ตารางที่ 4 (ต่อ)

พันธุ์ข้าว	ลักษณะประจำพันธุ์	ฤดูที่ปลูก
	ฟางแข็ง ใบสีเขียว ใบตรงตั้งตรง รวงขาวและคอรวงขาว เมล็ดข้าวเปลือกขาวเรียว สีฟาง ขาว 10.8 กว้าง 2.4 และหนา 2.0 มม. เมล็ดข้าวกล้องขาว 7.7 กว้าง 2.1 และหนา 1.8 มม. มีคุณภาพในการสีดี เมล็ดข้าวสารใสเป็นท้องไข่น้อย ทำข้าวได้ร้อยละ 100 เป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ เมื่อเป็นข้าวสุกมีลักษณะนุ่ม เหนียว และมีกลิ่นหอม	
13. คลองหลวง 1	เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุนับจากวันตกกล้าถึงวันเก็บเกี่ยว ประมาณ 118 วัน เมื่อปลูกใน ฤดูนาปรัง และ 125 วันใน ฤดูแล้ง ลำต้นค่อนข้างเตี้ย สูงประมาณ 110 ซม. ทรงกอตั้ง ฟางแข็ง ใบสีเขียว ใบธงขาวปานกลาง และค่อนข้างตั้ง คอรวง สั้น รวงขาวแน่น และระเง็กดี เมล็ดข้าวเปลือกขาวเรียว สีฟาง บางเมล็ดก้นจืด ขาว 10.6 มม. กว้าง 2.7 มม. และหนา 2.0 มม. เมล็ดข้าวกล้องขาว 7.8 มม. กว้าง 2.3 มม. และหนา 1.8 มม. มีระยะพักตัว 5 - 6 สัปดาห์ มีคุณภาพในการสีดี เมล็ดข้าวสาร ใส เป็นท้องไข่น้อย ทำข้าวได้ร้อยละ 100 เป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ เมื่อเป็นข้าวสุกมีลักษณะนุ่ม เหนียว และมีกลิ่นหอม	นาปีและนาปรัง

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

3. ลักษณะทางกายภาพของข้าว

งามชื่น (2545) คุณภาพเมล็ดทางกายภาพ หมายถึง คุณสมบัติต่าง ๆ ของเมล็ดที่สามารถมองเห็น ชั่ง หรือตวงวัดได้ โดยลักษณะทางกายภาพของข้าวที่ใช้เป็นเกณฑ์ทั่วไป คือ

3.1 น้ำหนักเมล็ด (Grain Weight) เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยพันธุกรรม และจะแปรปรวนไปตามสภาพแวดล้อม เช่น ชนิดของดิน การใส่ปุ๋ย ความชื้น และสภาพภูมิอากาศ จาก การตรวจสอบน้ำหนักข้าวเปลือก 100 เมล็ดของข้าวไทยพันธุ์ต่าง ๆ จำนวน 344 พันธุ์ พบว่าจะแปรปรวนอยู่ระหว่าง 1.62 - 4.17 กรัม ส่วนข้าวพันธุ์ดีที่รัฐบาลส่งเสริมจะมีน้ำหนัก 100 เมล็ด อยู่ระหว่าง 2.25 – 3.67 กรัม น้ำหนักเมล็ดสามารถประเมินได้ 2 รูปแบบคือ น้ำหนักต่อปริมาตร ประเมินเป็นกรัมต่อลิตร หรือกิโลกรัมต่อถัง และน้ำหนักต่อจำนวนเมล็ด ประเมินเป็นน้ำหนัก 100 เมล็ด หรือน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

3.2 สีข้าวเปลือก (Hull Color) เป็นลักษณะประจำพันธุ์ ซึ่งมีส่วนร่วมในการตั้งชื่อพันธุ์ในอดีต เช่น ขาวพวง ขาวนางเนย เนื่องจากมีเปลือกสีฟางหรือสีขาว เหลืองหอม เหลืองข้างรีว เนื่องจากมีเปลือกสีน้ำตาลหรือสีเหลือง เป็นต้น เปลือกเมล็ดข้าวจะมีผลต่อสีของข้าวสารนึ่งคือ เมล็ดข้าวเปลือกที่มีสีเข้มข้าวสารนึ่งก็จะมีสีเข้มด้วย สีข้าวเปลือกที่พบจะมีสีขาว (White) ฟาง (Straw) น้ำตาลอ่อนถึงเข้ม (Light to Dark Brown) กระน้ำตาล (Brown Spot) น้ำตาลแดง (Raddish Brown) ม่วง (Purple) และดำ (Black) เป็นต้น

3.3 สีข้าวกล้อง (Pericarp Color) จะแสดงออกที่เยื่อหุ้มเมล็ด (Pericarp) สำหรับส่วนที่เป็นแป้ง (Endosperm) ของข้าวทุกชนิดจะมีสีขาวเสมอ ข้าวกล้องมีสีต่าง ๆ กัน เช่น ขาว แดง น้ำตาล เข้ม และม่วงถึงเกือบดำ สีข้าวกล้องมีผลต่อข้าวสารนึ่งเช่นเดียวกับสีของข้าวเปลือก นอกจากนี้ยังมีผลต่อคุณภาพการสีคือ ข้าวกล้องที่มีสีเข้มต้องใช้เวลาในการขัดรำนานหรือใช้แรงกดมากเพื่อให้ ส่วนของรำที่เป็นสีเข้มหลุดออกทำให้เกิดข้าวหักมาก มีปริมาณข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าวน้อย ไม่เป็นที่ต้องการของพ่อค้าโรงสี ดังนั้นสีของข้าวกล้องที่ต้องการคือข้าวกล้องที่มีสีอ่อน

3.4 ขนาดรูปร่างเมล็ด (Grain Dimension) ขนาดรูปร่างเมล็ด ได้แก่ ความยาว (Length) ความกว้าง (Width) ความหนา (Thickness) และรูปร่าง (Shape) ของเมล็ด ขนาดรูปร่างเมล็ดของ พันธุ์ข้าวเป็นลักษณะประจำพันธุ์ มีความแตกต่างกันขึ้นกับพันธุ์และสภาพพื้นที่ปลูก เช่น ข้าวพวง อินдикаจะมีเมล็ดยาว รูปร่างเรียวยาว พวงจาโปนิกาจะมีเมล็ดสั้น รูปร่างป้อม เป็นต้น โดยขนาดเมล็ด

จำแนกตามความยาวของเมล็ดได้คือ ยาวมากกว่า 7.5 มิลลิเมตร ยาว ระหว่าง 6.6 – 7.5 มิลลิเมตร ปานกลาง 5.5 – 6.6 มิลลิเมตร สั้นน้อยกว่า 5.5 มิลลิเมตร และรูปร่างเมล็ดจำแนกโดยใช้สัดส่วน ความยาวและความกว้างได้คือ เรียวมากกว่า 3.0 มิลลิเมตร ปานกลางระหว่าง 2.0 – 3.0 มิลลิเมตร ป้อม น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร

3.5 ลักษณะท้องไข่ (Chalkiness) ในเมล็ดข้าว เกิดจากการจับตัวกันอย่างหลวม ๆ ของเม็ดแป้ง (Starch Granule) กับโปรตีน (Protein Body) ในส่วนที่เป็นแป้งของเมล็ด (Endosperm) มีลักษณะขุนขาว ข้าวท้องไข่มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ข้าวท้องปลาชิว ข้าวท้องขาว หรือข้าวจ๊กก็ เป็นต้น ลักษณะท้องไข่ในเมล็ดข้าวมี 3 ชนิด คือ

3.5.1 White Center หมายถึง ท้องไข่ที่เกิดขึ้นตรงกลางของส่วนที่เป็นแป้งในเมล็ด (Endosperm)

3.5.2 White Belly หมายถึง ท้องไข่ที่เกิดขึ้นทางด้านข้างหรือด้านท้องของเมล็ดด้านเดียวกับคัพภะ (Embryo)

3.5.3 White Back หมายถึง ท้องไข่ที่เกิดทางด้านหลังของเมล็ด ด้านตรงข้ามกับคัพภะ

ข้าวไทยส่วนใหญ่เป็นท้องไข่น้อย ยกเว้นข้าวขึ้นน้ำ และมักเป็นชนิด White Belly ส่วน White Center และ White Back มีน้อยหรือเกือบไม่มีเลย โดยลักษณะท้องไข่ในเมล็ดข้าวไม่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพการหุงต้มและรับประทานแต่เป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ ในวงการค้าข้าว เพราะเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดคุณภาพและราคาข้าวเนื่องจากข้าวที่เป็นท้องไข่มาก เมื่อนำไปสีจะมีข้าวหัก และได้ข้าวเต็มเมล็ดต้นข้าว้น้อย นอกจากนี้ข้าวที่เป็นท้องไข่มากยังไม่สามารถทำ เป็นข้าวมาตรฐานสูง ๆ เช่น ข้าวร้อยละ 100 หรือ 5 ได้ เนื่องจากมีข้อกำหนดว่าข้าวมาตรฐานสูง ๆ นั้นยอมให้มีข้าวท้องไข่ปนได้ไม่เกินร้อยละ 3.0 หรือ 6.0 นั่นเอง

3.6 ความขาวของข้าวสาร (Milled Rice Whiteness) ข้าวที่ผ่านการขัดสีจนเป็นข้าวสารแล้ว จะมีสีขาวเสมอ เพราะเหลือเฉพาะส่วนที่เป็นแป้งของเมล็ด ความขาวของข้าวสารจะแตกต่างกัน ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระดับการสี องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว ระยะเวลาการเก็บรักษา ข้าวเปลือก เป็นต้น ความขาวของข้าวสารซึ่งจำแนกโดยระดับการสีจะเป็นตัวกำหนดชั้นของข้าว เช่น ข้าวร้อยละ 100 จะต้องมีระดับการสีเป็นสีดีพิเศษ ซึ่งหมายถึง การสีเอาสิ่งต่าง ๆ ออกหมดไม่มี

ร้อยละ 45 มีชั้นของการสีเป็นสีธรรมชาติ หมายถึง การสีที่ไม่เต็มที สีขาวปานกลาง ส่วนสีข้างหนึ่ง ซึ่งมีตั้งแต่น้ำตาลอ่อนถึงเข้มนั้น เกิดจากกรรมวิธีและวัตถุดิบที่ใช้

3.7 ความใสขุ่นของข้าวสาร (Grain Translucency) หมายถึง ความทึบแสงหรือความใสของเนื้อข้าวสารทั้งเมล็ด สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างได้ในข้าวเจ้า ปัจจุบันยังไม่พบสาเหตุของความใสขุ่นของข้าวสาร แต่คาดว่าเนื่องจากทั้งพันธุ์ข้าวและสภาพพื้นที่ปลูก เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีเมล็ดใสมากกว่าข้าวที่ปลูกในภาคกลาง เป็นต้น

4. คุณภาพของข้าว

จากโครงสร้างระบบการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกของประเทศไทยในโซ่อุปทานดังแสดงในภาพที่ 14 สามารถแสดงให้เห็นถึงกลุ่มลูกค้าในระบบการซื้อขาย 2 กลุ่มคือ โรงสีข้าว และผู้บริโภค ดังนั้นคุณภาพข้าวจึงสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ตามที่สอดคล้องกับผู้เกี่ยวข้องคือ

4.1 คุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกเพื่อซื้อขายในการแปรรูป การประเมินคุณภาพข้าวในการซื้อขายสิ่งที่กำหนดราคาข้าวคือ

4.1.1 ความชื้น ข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม และนำมาลดความชื้นเหลือปริมาณร้อยละ 13 – 15 จะมีราคาสูงกว่าข้าวที่มีความชื้นสูง เนื่องจากข้าวแห้งที่มีความชื้นเหมาะสมสามารถทำการสีได้ทันทีโดยไม่ต้องนำมาลดความชื้นอีก แต่หากรับซื้อข้าวที่มีความชื้นสูงจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลดความชื้น ดังนั้นหากข้าวมีความชื้นเกินกว่าที่กำหนดจะถูกตัดราคา

4.1.2 ลักษณะทางกายภาพของข้าว โดยการกะเทาะและขัดสีเพื่อประเมินสีข้าวกล้อง ท้องไข่ ความใสขุ่นของเมล็ด และสิ่งเจือปนอื่น ๆ เช่น ข้าวแดง ข้าวเหลือง ข้าวเสีย หรือข้าวชนิดอื่นปน เป็นต้น ซึ่งลักษณะเหล่านี้ในปริมาณต่าง ๆ กัน จะเป็นตัวกำหนดราคาข้าว

4.1.3 คุณภาพการสี เพื่อประเมินผลของการแปรสภาพจากข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร ปริมาณข้าวรวม ข้าวเต็มเมล็ด ดันข้าว ข้าวหักขนาดต่าง ๆ และปลายข้าว ซึ่งผลได้จากการขัดสีของข้าวที่รับซื้อจะเป็นค่าที่โรงสีใช้ประเมินผลได้จากการแปรสภาพในโรงสีจริง โดยทั่วไปโรงสีจะตั้งเกณฑ์ขั้นต่ำของผลได้จากการขัดสีของข้าวที่รับซื้อ หากข้าวที่เกษตรกรนำมาจำหน่ายมีผลได้จากการขัดสีต่ำกว่าเกณฑ์จะถูกตัดราคา

4.1.4 ประเภทของข้าว ข้าวคุณภาพดีตามความต้องการของตลาดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มักมีราคาดีกว่าข้าวคุณภาพต่ำจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กำหนดราคาข้าวดังกล่าวแล้ว ในการซื้อขายยังมีการแบ่งชนิดของข้าวเป็นชั้นต่าง ๆ เช่น ข้าวร้อยละ 100 ข้าวร้อยละ 5 ข้าวร้อยละ 10 เป็นต้น ซึ่งข้าวในแต่ละชั้นนั้นจะมีมาตรฐานข้าวเป็นตัวกำหนดระดับชั้นดังกล่าว

4.2 คุณภาพเมล็ดข้าวที่ขัดสีเพื่อการบริโภค (Milling Quality) ประเมินได้จากปริมาณข้าวเต็มเมล็ด (Whole Grain) และต้นข้าว (Head Rice) ข้าวที่มีคุณภาพการสีดี เป็นข้าวที่เมื่อผ่านกระบวนการขัดสีแล้วได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดมีปริมาณต้นข้าวสูง และต้นข้าวหัก (Broken Rice) น้อย ดังนั้นการประเมินคุณภาพการสีของข้าวจึงเกี่ยวข้องกับการแปรสภาพข้าวหรือการสีข้าว (Rice Milling) ซึ่งหมายถึง การทำให้เปลือก รำ และคัพภะออกจากเมล็ดข้าว การสีประกอบด้วยขั้นตอนพื้นฐาน 4 ขั้นตอน ได้แก่

4.2.1 การทำความสะอาด (Cleaning) เพื่อกำจัดระแง่ ใบข้าว เมล็ดลีบ เมล็ดวัชพืช และสิ่งเจือปนอื่น ๆ ออกจากข้าวเปลือก

4.2.2 การกะเทาะ (Shelling หรือ Hulling) เป็นการทำให้เปลือกข้าวหลุดออกจากเมล็ด สิ่งที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ แกลบและข้าวกล้อง

4.2.3 การขัดขาว (Whitening) เพื่อให้รำหลุดจากเมล็ดข้าวกล้อง สิ่งที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ รำและข้าวสาร

4.2.4 การคัดแยก (Grading) เพื่อแยกข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว และข้าวหัก ขนาดต่าง ๆ ออกจากกัน

จากขั้นตอนการสีข้าวดังกล่าว สิ่งที่ได้จากการสีข้าว ได้แก่ แกลบ (Hull หรือ Husk) เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวเป็นส่วนผสมของเปลือกเมล็ด กลีบเลี้ยง ฟาง และข้าวเมล็ด ประมาณร้อยละ 20 - 24 ของข้าวเปลือก องค์ประกอบส่วนใหญ่ของแกลบได้แก่ เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ประมาณร้อยละ 68 ลิกนินร้อยละ 19.2 - 24.5 เถ้าร้อยละ 13.2 - 29.0 (ประกอบด้วยซิลิการ้อยละ 86.9 - 97.3) รำ (Bran) เป็นส่วนผสมของเยื่อหุ้มผล (Pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (Tegmen) เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด (Aleurone Layer) คัพภะ (Embryo) และฝัวนอก ๆ ของข้าวสารประมาณร้อยละ 8 - 10 ของข้าวเปลือกรำมีคุณค่าทางอาหารสูง เพราะมีสารที่เป็นประโยชน์มาก เช่น โปรตีนร้อยละ 10.6 - 13.4 ไขมันร้อยละ 10.1 - 22.4 ไนโตรเจนอิสระร้อยละ 38.7 - 44.3 และวิตามินบีร้อยละ 0.544 และ

ข้าวสาร (Milled Rice) ประมาณร้อยละ 68 – 70 ของข้าวเปลือก ประกอบด้วยแป้งประมาณร้อยละ 90 มีโปรตีนบ้างเล็กน้อย ข้าวสารที่ได้จากการขัดขาวจะถูกนำไปคัดแยกเป็นข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว และข้าวหักในปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับคุณภาพข้าวเปลือกก่อนสีหากข้าวเปลือกมีคุณภาพดีก็จะให้ข้าวเต็มเมล็ดต้นข้าวสูง และข้าวหักน้อย

นอกจากนี้แล้วปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพการสีของข้าวและทำให้เกิดการแปรปรวนมากหรือน้อยขึ้นกับพันธุ์ (Rice Variety) เช่น พันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดยาวมาก ที่ท้องไข่มาก จะให้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวดำหรือพันธุ์ข้าวที่มีเปลือกสีอ่อน เปลือกบาง เมื่อนำไปสีจะให้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวสูง เป็นต้น การปฏิบัติดูแลก่อนเก็บเกี่ยว ควรระบายน้ำออกจากแปลงนาก่อนเก็บเกี่ยว 7 – 10 วัน เพื่อให้เมล็ดข้าวสุกอย่างสม่ำเสมอ พื้นนาไม่แฉะขณะเก็บเกี่ยวทำให้การเก็บเกี่ยวและการตากสะดวกได้ข้าวแห้งสม่ำเสมอ เมื่อนำไปสีจะได้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวสูง ระยะเวลาและวิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การเก็บเกี่ยวข้าวเร็วหรือช้าเกินไปจะทำให้ข้าวมีปริมาณและคุณภาพการสีต่ำ กล่าวคือ ข้าวที่เก็บเกี่ยวในขณะที่เมล็ดยังเขียวการสร้างแป้งยังไม่เต็มเมล็ด เมื่อกากแห้งแล้วนำไปสี ข้าวเมล็ดเขียวหรือเมล็ดอ่อนเหล่านี้จะหักปนไปรวมอยู่กับส่วนรำ แกลบ และข้าวหัก ทำให้ได้เนื้อของข้าวสาร ข้าวเต็มเมล็ด และต้นข้าวน้อย ในทำนองเดียวกัน หลังจากเมล็ดแก่และแห้งแล้ว หากปล่อยทิ้งไว้ในนา เมล็ดจะถูกแดดในตอนกลางวัน และได้รับสภาพชื้นจากจากน้ำค้างในตอนกลางคืนสลับกันเป็นเวลานาน ๆ ทำให้เกิดรอยร้าวขึ้นในเมล็ด เมื่อนำไปสีข้าวจะหักมากได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวน้อย การเก็บเกี่ยวข้าวควรกระทำหลังจากข้าวออกดอกแล้วประมาณ 30 – 35 วัน ขณะที่เมล็ดมีความชื้นประมาณร้อยละ 22 – 26 ลักษณะรวงข้าวจะโน้มลง เมล็ดในรวงมีสีฟางหรือเหลือง โคนรวงอาจมีเมล็ดเขียวบ้างเล็กน้อย ระยะเวลาดังกล่าวนี้ เมล็ดจะสุกแก่พอเหมาะการเก็บเกี่ยวในระยะนี้ จะได้น้ำหนักเมล็ดสูง ข้าวปริมาณมากและมีคุณภาพการสีดี การตากข้าวเป็นการลดความชื้นในเมล็ดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เมื่อนำไปสีจะทำให้ข้าวมีคุณภาพ การสีสูงและเก็บรักษาไว้ได้นาน เสื่อมคุณภาพช้า การตากข้าวกระทำได้ทั้งก่อนและหลังการนวด แต่ควรคำนึงถึงคุณภาพของข้าวที่ตากคือ ต้องทำให้ข้าวแห้งอย่างสม่ำเสมอ ความชื้นในเมล็ดร้อยละ 12 – 14 สะอาด ไม่มีสิ่งเจือปน แต่ไม่ควรตากนานเกินไป การนวดข้าวเป็นการทำให้เมล็ดข้าวหลุดจากรวง ในแต่ละท้องถิ่นมีวิธีการปฏิบัติแตกต่างกัน เช่น นวดโดยการฟาด ใช้สัตว์ย่ำนวดโดยรถไถ และนวดด้วยเครื่องจักร เป็นต้น การนวดนี้อาจทำให้เกิดรอยร้าวในเมล็ดข้าวซึ่งมีผลต่อคุณภาพการสี ข้าวหักมากขึ้น การเก็บรักษาเป็นขั้นตอนปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว นวด และตาก เกษตรกรจะเก็บรักษาข้าวไว้เพื่อรอให้ราคาดีจึงจะขาย หรือเก็บไว้บริโภค การเสื่อมคุณภาพในระยะนี้สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการทำลายของเชื้อรา การเกิดข้าวเมล็ดเหลืองหรือเมล็ดเสีย ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพการสีทำให้ได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวน้อยลง

และกระบวนการขัดสี โดยขั้นตอนสำคัญในการสีข้าวที่มีผลต่อคุณภาพการสีคือ การกะเทาะเปลือก และการขัดขาว ซึ่งใน 2 ขั้นตอนนี้ ข้าวจะหักมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับที่ตั้งระยะห่างระหว่างลูกยาง หรือหินกากเพชรในเครื่องกะเทาะ และระหว่างหินกากเพชรกับแท่นยางหรือแท่งเหล็กในเครื่องขัดขาว ถ้าตั้งชิดเกินไปจะทำให้ข้าวหักมากขึ้น อัตราการหมุนของลูกยางหรือหินกากเพชร ถ้าหมุนเร็วมากข้าวจะหักมาก อัตราการไหลของข้าวสู่เครื่องกะเทาะหรือเครื่องขัด ถ้าสูงข้าวจะหักมาก และระยะเวลาในการขัดสี ถ้าขัดนานข้าวจะหักมาก แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพการสีของข้าวยังขึ้นกับจำนวนหน่วยขัดสีด้วย หากมีหลายหน่วยและแต่ละหน่วยขัดเบา ๆ จะทำให้คุณภาพการสีดีขึ้น

จากที่กล่าวมาถึงคุณภาพของข้าวในข้างต้นดังข้อ 4.1 และ 4.2 สามารถแสดงให้เห็นว่าคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกเพื่อการซื้อขายในการแปรรูปมีความสำคัญต่อการขัดสีเพื่อการบริโภคเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในด้านความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก ลักษณะทางกายภาพของข้าว และคุณภาพการสี ดังนั้นการที่จะได้คุณภาพเมล็ดข้าวที่ขัดสีเพื่อการบริโภคที่ดีได้นั้นจะต้องคำนึงถึงคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือกเพื่อการซื้อขายในการแปรรูปเป็นหลัก โดยงานวิจัยนี้ได้คำนึงถึงความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก ณ จุดรับซื้อ เป็นหลัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างของความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก ณ จุดรับซื้อ ก่อนทำการขัดสี ถ้าหากคุณภาพเมล็ดข้าวเปลือก ณ จุดรับซื้อ มีคุณภาพที่ดีแล้วนั้นจะส่งผลให้คุณภาพการขัดสีมีคุณภาพที่ดีตามไปด้วย

5. มาตรฐานสินค้าข้าว

ข้าวแต่ละประเภทแบ่งระดับคุณภาพต่าง ๆ จากการพิจารณาคุณภาพข้าวในด้านการค้าและการส่งออก โดยในแต่ละประเทศจะกำหนดมาตรฐานสำหรับการซื้อขายขึ้น โดยแบ่งชนิดคุณภาพหรือเกรดต่าง ๆ ไว้สำหรับประเทศไทยการแบ่งชนิดคุณภาพข้าวเป็นไปตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงพาณิชย์ซึ่งออกเป็นพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าขาออก ตั้งแต่ พ.ศ. 2503 และแก้ไขเพิ่มเติมเป็นฉบับที่ 2 เมื่อ พ.ศ. 2522 ต่อมาในปี พ.ศ. 2540 จึงปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพิ่มความเหมาะสมต่อสภาวะการผลิต และการค้าข้าวในปัจจุบันมากขึ้น คือ “ประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่องมาตรฐานสินค้าข้าว พ.ศ. 2540” และจัดทำเป็นคู่มือมาตรฐานข้าวไทย พ.ศ. 2540 ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานสำคัญ โดยเฉพาะการส่งออกและใช้อยู่ในปัจจุบัน (กาญจณี, 2551)

ตามมาตรฐานดังกล่าว งามชื่น (2545) พิจารณาชนิดคุณภาพข้าวซึ่งยึดถือคุณภาพและองค์ประกอบทางกายภาพที่สามารถตรวจสอบด้วยตาเป็นหลัก ดังต่อไปนี้

5.1 พื้นข้าว คือ ปริมาณของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหัก ขนาดต่าง ๆ ที่ผสมรวมอยู่ ข้าวเต็มเมล็ดเหล่านี้แบ่งตามความยาวของเมล็ดออกเป็น 4 ขนาด ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การแบ่งชั้นของข้าวเต็มเมล็ดตามความยาวของเมล็ด

ชั้นของข้าวเต็มเมล็ด	ความยาวของเมล็ด
เมล็ดยาว ชั้น 1	ยาวมากกว่า 7.0 มิลลิเมตร
เมล็ดยาว ชั้น 2	6.6 – 7.0 มิลลิเมตร
เมล็ดยาว ชั้น 3	6.2 – 6.6 มิลลิเมตร
เมล็ดสั้น	สั้นกว่า 6.2 มิลลิเมตร

ที่มา: งามชื่น (2545)

5.2 ส่วนผสม คือ อัตราส่วนของข้าวเต็มเมล็ด (ที่มีความยาวตั้งแต่ 9/10 ของเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหัก) ต้นข้าว ข้าวหักขนาดต่าง ๆ ทั้งนี้ ต้นข้าวและข้าวหักยังมีขนาดแตกต่างกันตามเกรดของข้าว หากแบ่งความยาวของเมล็ดข้าวเต็มเมล็ดออกเป็น 10 ส่วน ขนาดของต้นข้าวและข้าวหักของข้าวเกรดต่าง ๆ มีขนาดแสดงได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ขนาดของต้นข้าวและข้าวหักของข้าวเกรดต่าง ๆ

ชนิดของข้าวขาว	ต้นข้าว (ส่วน)	ข้าวหัก (ส่วน)
ข้าว 100 % ชั้น 1, 2, 3	มากกว่าหรือเท่ากับ 8	5 – 8
ข้าว 5 %	มากกว่าหรือเท่ากับ 7.5	3.5 – 7.5
ข้าว 10 %	มากกว่าหรือเท่ากับ 7	3.5 – 7
ข้าว 15 %	มากกว่าหรือเท่ากับ 6.5	3 – 6.5

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

นอกจากนี้แล้วส่วนผสมของข้าวสามารถแบ่งได้ตามร้อยละของการตรวจ ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้

5.2.1 ข้าวเต็มเมล็ด (Whole Kernel) หมายถึง เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหักและให้รวมถึงเมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 9 ส่วนขึ้นไป

5.2.2 ต้นข้าว (Head Rice) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีความยาวมากกว่าข้าวหักของแต่ละชั้นคุณภาพแต่ไม่ถึงความยาวของข้าวเต็มเมล็ด และให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของเมล็ดขึ้นไป

5.2.3 ข้าวหัก (Broken) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว และให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ไม่ถึงร้อยละ 80 ของเมล็ด

5.2.4 ปลายข้าวชิว้น (Small Broken C1) หมายถึง เมล็ดข้าวหักขนาดเล็กที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 7 (ตะแกรงโลหะรูปกลม หน้า 0.79 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางรู 1.75 มิลลิเมตร)

5.3 ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้ ประกอบด้วย

5.3.1 เมล็ดแดงและเมล็ดสีดำกว่ามาตรฐานการกำหนดในข้าวแต่ละเกรด (Red Kernel and Under Milled Kernel) เมล็ดข้าวกล้องที่มีเชื้อราสีแสดหุ้มอยู่ทั้งเมล็ดหรือข้าวที่สีแล้วมีเชื้อราสีแสดติดอยู่เป็นบางส่วนของเมล็ด ทั้งนี้รวมถึงเมล็ดข้าวที่มีเชื้อราสีอื่นตามธรรมชาติ

5.3.2 ข้าวเมล็ดเหลือง (Yellow Kernel) หมายถึง เมล็ดข้าวที่มีบางส่วนของเมล็ดกลายเป็นสีเหลืองอย่างชัดเจนซึ่งอาจเกิดจากการเก็บข้าวไว้นาน หรือข้าวหนึ่งที่เป็นสีน้ำตาลอ่อนบางส่วนหรือทั้งเมล็ด

5.3.3 ข้าวเมล็ดทอ้งไข (Chalky Kernel) คือ เมล็ดข้าวเจ้าที่มีสีขุ่นขาวคล้ายชอล์ก ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปของเนื้อที่เมล็ดข้าว

5.3.4 ข้าวเมล็ดเสีย (Damaged Kernel) คือเมล็ดข้าวที่เสียอย่างชัดเจนที่เกิดจากความชื้น ความร้อน เชื้อรา แมลงและอื่น ๆ

5.3.5 ข้าวเหนียว – ข้าวเจ้า (Glutinous – White Rice) มีการกำหนดขนาดปริมาณการปนของเมล็ดข้าวเหนียวในมาตรฐานข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวสาร

5.3.6 ข้าวเมล็ดลีบ (Undeveloped or Poorly Developed Kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่ไม่เจริญเติบโตตามปกติที่ควรเป็น เช่น ข้าวเปลือกมีลักษณะแฟบแบน เป็นต้น

5.3.7 ข้าวเมล็ดอ่อน (Immature Kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่ยังสุกแก่ไม่เต็มที่ หรือข้าวกล้องมีสีเขียวอ่อนและมีขนาดเล็กกว่าปกติ

5.3.8 วัตถุอื่น (Foreign Matter) หมายถึง สิ่งอื่น ๆ ที่มีในเมล็ดข้าว รวมทั้งแกลบและรำที่หลุดจากเมล็ดข้าว

5.3.9 ข้าวเปลือก (Paddy) การกำหนดปริมาณข้าวเปลือกในข้าวขาว ข้าวกล้อง และข้าวเหนียวขาว จะจำกัดเป็นจำนวนเมล็ดต่อน้ำหนักข้าว 1 กิโลกรัม สำหรับในข้าวกล้องจะกำหนดเป็นร้อยละ

5.4 ระดับการสี (Milling Degree) กำหนดระดับการสี 4 ระดับคือ สีดีพิเศษ สีดี สีดีปานกลาง และสีธรรมดา

5.5 ความชื้น ข้าวเปลือกมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ยกเว้นในกรณีข้าวเปลือกสดที่มีความชื้นมากกว่าร้อยละ 15 ควรนำไปผ่านกระบวนการลดความชื้นที่เหมาะสมให้ได้ไม่เกินร้อยละ 15 ทั้งนี้ และสำหรับข้าวที่ผ่านกระบวนการสีแล้วจะต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14

6. ประเภทและชนิดของข้าว

ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 4004 – 2555 เรื่อง ข้าว (2555) ได้แบ่งประเภทและชนิดของข้าว ตามลักษณะการสีข้าว ได้ดังนี้

6.1 ข้าวเปลือก แบ่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ ข้าวเปลือก ชั้น 1 ข้าวเปลือก ชั้น 2 และข้าวเปลือก ชั้น 3

6.2 ข้าวกล้อง แบ่งเป็น 4 ชั้นคุณภาพ คือ ข้าวกล้อง 100 % ข้าวกล้อง 5 % ข้าวกล้อง 10 % และข้าวกล้อง 15 %

6.3 ข้าวขาวหรือข้าวสาร แบ่งเป็น 6 ชั้นคุณภาพ คือ ข้าวขาว 100 % ข้าวขาว 5 % ข้าวขาว 10 % ข้าวขาว 15 % ข้าวขาวหักเอวันเลิศพิเศษ และข้าวขาวหักเอวันเลิศ

จากมาตรฐานสินค้าข้าว ประเภทและชนิดของข้าวดังกล่าวไว้ในข้อ 5 และ 6 สามารถสรุปชั้นคุณภาพของข้าว และองค์ประกอบทางกายภาพโดยแบ่งประเภทและชนิดของข้าว ตามลักษณะการสีข้าว คือ ข้าวเปลือกแสดงได้ดังตารางที่ 7, 8 และ 9 ข้าวกล้องแสดงได้ดังภาพที่ 1 และข้าวขาวหรือข้าวสารและข้าวหักแสดงได้ดังภาพที่ 2 และ 3

ตารางที่ 7 การแบ่งชั้นคุณภาพข้าวเปลือก (ทั้งสดและแห้ง) ตามความยาวของข้าวกล้อง

ชั้นคุณภาพของข้าว	ความยาวเมล็ดข้าวกล้อง ¹ (มิลลิเมตร)			
	$\geq 7.2 \text{ mm}$	$6.8 - 7.2 \text{ mm}$	$< 6.8 - 6.4 \text{ mm}$	$< 6.4 \text{ mm}$
ข้าวเปลือก ชั้น 1	$\geq 75\%$		$\leq 5\%$	$\leq 5\%$
ข้าวเปลือก ชั้น 2	$\geq 20\%$			$\leq 10\%$
ข้าวเปลือก ชั้น 3				$\leq 50\%$

หมายเหตุ ¹ การตรวจสอบพิจารณาเฉพาะข้าวเต็มเมล็ด ไม่รวมข้าวหัก

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

ตารางที่ 8 ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกสด

ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้	ร้อยละโดยน้ำหนัก
ข้าวเมล็ดแดง	2.0
ข้าวเมล็ดสีบรววัตถุอื่น	2.0
ข้าวเมล็ดอ่อน	6.0

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

ตารางที่ 9 ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้ในข้าวเปลือกแห้ง

ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้	ร้อยละโดยน้ำหนัก	
	ข้าวเปลือกเจ้า	ข้าวเปลือกเหนียว
ข้าวเมล็ดแดง ¹	2.0	2.0
ข้าวเมล็ดเหลือง ³	1.0	1.0
ข้าวเมล็ดเสีย ¹	1.0	1.0
ข้าวเมล็ดสีบรววัตถุอื่น ²	2.0	2.0
ข้าวเมล็ดอ่อน ²	6.0	6.0
ข้าวเมล็ดท้องไข ¹	6.0	-
ข้าวเหนียวปนในข้าวเจ้า ¹	1.5	-
ข้าวเจ้าปนในข้าวเหนียว ¹	-	15.0

หมายเหตุ ¹พิจารณาจากข้าวกล้อง

²พิจารณาจากข้าวกล้องและข้าวเปลือก

³พิจารณาจากข้าวขาวหรือข้าวสาร

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

ภาพที่ 1 การแบ่งชั้นคุณภาพข้าวกล้องตามองค์ประกอบทางกายภาพ

ชั้น คุณภาพ ข้าว กล้อง (%)	พื้นข้าว			ส่วนผสม (%)			ส่วน ของ ต้น ข้าว	ส่วนของ ข้าวหัก	ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้ไม่เกิน (%)							ความ ชื้น
	เมล็ดยาว		เมล็ดสั้น (ไม่เกิน 6.2 mm)	ข้าวเต็ม เมล็ด	ต้นข้าว	ข้าวหัก			เมล็ด แดง (%)	เมล็ด เหลือง (%)	ท้อง ไข่ (%)	เมล็ด เสีย (%)	ข้าว เหนียว ขาว (%)	เมล็ดสี อ่อน วัตถุดิบ (%)	ข้าว เปลือก (%)	
	ชั้น1 (เกิน 7.0 mm)	ชั้น 2 และ 3 (เกิน 6.2 – 7.0 mm)														
100	≥55.0	-	≤ 6.0	≥ 80.0	-	≤ 4.5	≥8.0	≥ 5.0 – < 8.0	1.5	0.75	6.0	0.75	1.5	5.0	1.0	14
5	≥30.0	-	≤ 10.0	≥ 75.0	-	≤ 7.0	≥7.5	≥ 3.5 – < 7.5	2.0	1.0	6.0	1.0	1.5	6.0	1.0	14
10	≥20.0	-	≤ 15.0	≥ 70.0	-	≤ 12.0	≥7.0	≥3.5 – < 7.0	2.0	1.0	7.0	1.0	1.5	7.0	2.0	14
15	≥10.0	-	≤ 35.0	≥ 65.0	-	≤ 17.0	≥6.5	≥3.0 – < 6.5	5.0	1.0	7.0	1.5	2.5	8.0	2.0	14

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

ภาพที่ 2 การแบ่งชั้นคุณภาพข้าวขาวหรือข้าวสารตามองค์ประกอบทางกายภาพ

ชั้นคุณภาพ (%)	พื้นข้าว				ส่วนผสม (%)					ส่วน ของ ต้น ข้าว	ส่วน ของ ข้าวหัก	ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้ไม่เกิน (%)								ระดับ การสี	ความ ชื้น (%)
	เมล็ดขาว			เมล็ด สั้น (≤6.2 mm)	ข้าว เต็ม เมล็ด	ต้น ข้าว	ข้าวหักและปลายข้าว C1					เมล็ดแดง และ/หรือ เมล็ดสีดำ กว่า มาตรฐาน (%)	เมล็ด เหลือง (%)	ท้อง ไข (%)	เมล็ด เสีย (%)	ข้าว เหนียว ขาว (%)	เมล็ด ลีบ เมล็ด อ่อน วัตถุ อื่น (%)	ข้าว เปลือก (เมล็ด/ กก.) (%)			
	ชั้น1 (>7.0 mm)	ชั้น 2 (6.6 – 7.0 mm)	ชั้น 3 (6.2 – 6.6 mm)				รวม	ข้าวหักที่มี ต่ำกว่า กำหนด และไม่ ผ่าน ตะแกรง No. 7	ปลายข้าว C1												
100%	≥55.0	-	≤ 6.0		≥ 80.0	-				≥8.0	≥ 5.0 ถึง < 8.0	1.5	0.75	6.0	0.75	1.5	5.0	1.0	สีดีพิเศษ	14	
5%	≥30.0	-	≤ 10.0		≥ 75.0	-				≥7.5	≥ 3.5 ถึง < 7.5	2.0	1.0	6.0	1.0	1.5	6.0	1.0	สีดี	14	
10%	≥20.0	-	≤ 15.0		≥ 70.0	-				≥7.0	≥3.5 ถึง < 7.0	2.0	1.0	7.0	1.0	1.5	7.0	2.0	สีดี	14	

ที่มา: คัดแปลงจากสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

ภาพที่ 3 การแบ่งชั้นคุณภาพข้าวหักตามองค์ประกอบทางกายภาพ

ชั้นคุณภาพข้าวหัก	พื้นที่ข้าวที่ได้จากการสีข้าวขาว (%)	ส่วนผสม (%)						ข้าวและวัตถุดิบที่อาจมีปนได้ไม่เกิน (%)			ความชื้น
		ข้าวเต็มเมล็ด	ข้าวเต็มเมล็ดรวมกับข้าวหักที่มีความยาว ≥ 6.5 ส่วน	ข้าวหักที่มีความยาว ≥ 5.0 ส่วน	ข้าวหักที่มีความยาว < 6.5 ส่วนและไม่ผ่านตะแกรง No. 7	ข้าวหักที่มีความยาว < 5.0 ส่วนและไม่ผ่านตะแกรง No. 7	ปลายข้าว C1	ข้าวเหนียวขาว		วัตถุดิบ	
								ทั้งหมด (รวมปลายข้าว C1)	ปลายข้าว C1		
A1 เลิศพิเศษ	100	≤ 15	-	≥ 74.0	-	≤ 10.0	≤ 1.0	1.5	0.5	0.5	14
A1 เลิศ	100, 5, 10	-	≤ 15	-	≥ 80.0	-	≤ 5.0	1.5	0.5	0.5	14

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2555)

7. ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก

ความชื้นของข้าวเปลือกถือเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการซื้อขายข้าวเปลือกในตลาด เนื่องจากโรงสีหรือพ่อค้าจะประเมินราคาโดยการวัดความชื้นข้าวเปลือก เพื่อหักลดน้ำหนัก เปรียบเทียบน้ำหนักข้าวเปลือกที่ความชื้นร้อยละ 15 ในข้าวเปลือก 1 ตัน ถ้ามีความชื้นเกินกว่าร้อยละ 15 จะถูกหักลดน้ำหนัก 15 กิโลกรัมต่อร้อยละ 1 ของความชื้นที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ข้าวเปลือกมีปริมาณสิ่งเจือปน (ได้แก่ เศษฟาง วัชพืชต่างๆ ข้าวเมล็ดลีบ ฯลฯ) ไม่เกินร้อยละ 2 ส่วนการใช้ปริมาณข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวเพื่อประเมินราคาข้าวเปลือกชั้่นนั้น ไม่สามารถปฏิบัติได้เนื่องจากข้าวที่มีความชื้นไม่สามารถจัดสีเป็นข้าวสารได้ผู้ประกอบการโรงสีจึงใช้การประเมินจากข้าวกล้อง ซึ่งวิธีการประเมินดังกล่าวนี้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เฉพาะของแต่ละบุคคลไม่สามารถใช้เป็นมาตรฐานในการกำหนดราคาได้ (สุพัตรา และคณะ, 2554) ทั้งนี้การที่จะได้ข้าวเปลือกที่มีคุณภาพดี นั้นจึงควรคำนึงถึงการปฏิบัติก่อนการเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยวข้าว เพราะถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ที่ควรคำนึงถึงเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ และสามารถซื้อขายได้ในราคาที่ดี โดยสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (2550) ได้อธิบายการปฏิบัติไว้ดังนี้

7.1 การปฏิบัติก่อนการเก็บเกี่ยว

7.1.1 ตรวจแปลงนาในระยะข้าวเริ่มออกรวง หากพบว่ามึรวงข้าวโผล่ขึ้นจากตามใบธง ประมาณ 80% ของแปลง ให้กำหนดเป็นวันออกดอก

7.1.2 หลังจากวันออกดอก 21 วัน ให้ระบายน้ำออกจากแปลงนา

7.1.3 หลังจากวันออกดอก 28 - 30 วัน ให้กำหนดเป็นวันเก็บเกี่ยว นั่นคือ ให้ทำการระบายน้ำออกจากแปลงก่อนการเก็บเกี่ยวข้าว 7 - 10 วัน นั้นเอง

7.2 การเก็บเกี่ยว

7.2.1 ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว ระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมคือ 28 - 30 วัน หลังวันออกดอก หากเก็บเกี่ยวเร็วเกินไปจะมีผลทำให้เมล็ดข้าวน้ำหนักเบา การสะสมแป้งไม่เต็มที่ เมล็ดยังเขียวอ่อน คุณภาพการขัดสีต่ำ เมล็ดหักปน ในทางตรงกันข้ามหากเก็บเกี่ยวช้าเกินไป จะมีผลทำให้เมล็ดข้าวร่วงหล่นในนาเพราะข้าวแห้งกรอบ คุณภาพการสีไม่ดีเพราะเมล็ดแตกร้าวรวมทั้งเกิดการเข้า

ทำลายของนก หนู แมลง และอาจเกิดการงอกของเมล็ดได้ การเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสมจะทำให้ได้ข้าวที่มีคุณภาพการขัดสีดี

7.2.2 วิธีการเก็บเกี่ยว วิธีเก็บเกี่ยวข้าวมี 2 วิธีหลัก ได้แก่ การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน ซึ่งจะใช้เวลาและปัจจุบันค่าจ้างแรงงานจะค่อนข้างแพง เกษตรกรจึงหันมาทำการเก็บเกี่ยวโดยเครื่องเกี่ยวข้าวกันมากขึ้นซึ่งเป็นวิธีที่รวดเร็วแต่ข้าวจะมีความชื้นสูง

7.2.3 การลดความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก การลดความชื้นข้าวเปลือกหลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้ว ปัจจุบันนิยมปฏิบัติอยู่ 2 วิธี ได้แก่ การใช้แสงอาทิตย์ และการใช้เครื่องอบ

ก. การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อน โดยมีการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นตัวช่วยพาความชื้นออกจากเมล็ดทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลง เป็นวิธีการที่ประหยัด ไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อเสียคือ ใช้แรงงานและพื้นที่ในการตาก และไม่สามารถควบคุมคุณภาพข้าวได้ มีการดำเนินการอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่

1) การตากข้าวในนา ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งน้ำหนักและคุณภาพข้าว โดยน้ำหนักร่วงจะลดลง เพราะถูกนกหรือหนูทำลายขณะตาก เกิดการร่วงหล่นขณะตาก และขนย้าย ส่วนการสูญเสียคุณภาพเพราะการตากข้าวทิ้งไว้ในนา ในตอนกลางวันข้าวได้รับอุณหภูมิสูงจากแสงแดดความชื้นของเมล็ดลดลง ข้าวแห้ง ขณะที่ช่วงกลางคืน อุณหภูมิลดต่ำลง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงขึ้น ข้าวจึงดูดความชื้นกลับเข้าไปอีกครั้ง การเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในเมล็ดข้าวแห้งและชื้นสลับกัน ทำให้เกิดการร้าวในเมล็ด เมื่อนำข้าวไปนวดหรือสีจึงเกิดการแตกหัก คุณภาพการสีลดลง นอกจากนี้ยังได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อม เช่น ข้าวเปียกน้ำค้างในเวลากลางคืน หรือเปียกฝนในระหว่างการตาก

2) การตากลาน ปัจจุบันการใช้รถเกี่ยวนวด ทำให้เกษตรกรขายข้าวสด (ชื้น) ให้พ่อค้าทันที ดังนั้นภาระในการลดความชื้นจึงอยู่ที่พ่อค้าหรือโรงสี แต่เกษตรกรบางกลุ่มยังคงตากข้าวลดความชื้นเองหรือเพื่อเก็บไว้ทำเมล็ดพันธุ์ ซึ่งการตากข้าวบนลานมีข้อควรปฏิบัติ คือ บริเวณลานตากควรมีการทำความสะอาดและมีวัสดุสะอาดและแห้งรองรับเมล็ด เช่น ผ้าใบหรือเสื่อที่สานด้วยไม้ไผ่ ฯลฯ ไม่ควรตากกับพื้นซีเมนต์หรือถนนโดยตรงเพราะเมล็ดอาจได้รับความร้อนสูงเกินไป ความหนาของกองข้าวที่ตากควรหนาประมาณ 5 – 10 เซนติเมตร การตากหนาเกินไปจะทำให้การระบายอากาศไม่ดี ข้าวแห้งช้า การตากบางเกินไป ทำให้อุณหภูมิข้าวสูงมีผลต่อความงอกของข้าวได้

ระหว่างการตากควรหมั่นกลับกองข้าวทุก ๆ 2 ชั่วโมงหรือวันละ 4 ครั้ง เพื่อให้ลดความชื้นได้อย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอ ควรมีวัสดุคลุมกองข้าวเพื่อป้องกันน้ำค้างหรือฝน ไม่ควรตากข้าวนานเกินไป ระยะเวลาในการตากข้าวขึ้นอยู่กับความชื้นเริ่มต้น ความหนาบางของข้าวขณะตาก และความบ่อยครั้งในการกลับ ตลอดจนระดับความชื้นที่ต้องการ โดยทั่วไปหากความชื้นลดลงเหลือประมาณร้อยละ 12 – 14 จึงหยุดตาก

ข. การใช้เครื่องอบ วิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถปฏิบัติได้ในทุกสภาวะอากาศ แม้ว่าฝนจะตกหรือมีแสงแดดน้อย ใช้พื้นที่น้อย สามารถควบคุมการลดความชื้นให้อยู่ในระดับตามต้องการ สามารถควบคุมป้องกันความเสียหายต่อคุณภาพข้าวได้ แต่มีข้อเสีย คือ ค่าใช้จ่ายสูง และการปฏิบัติยุ่งยาก

7.3 การเก็บรักษาข้าว หลังจากที่ข้าวผ่านการเก็บเกี่ยวและลดความชื้นแล้ว ชาวนาหรือโรงสีจะเก็บข้าวไว้ในยุ้งฉางหรือโรงเก็บก่อนนำมาแปรสภาพเป็นข้าวสารต่อไป โดยมีเป้าหมายหลัก คือ ต้องมีการสูญเสียของข้าวในขณะเก็บรักษาน้อยที่สุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ โดยปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพข้าวในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และปัจจัยทางชีวภาพ เช่น มอด แมลง เป็นต้น หลักการเก็บรักษาโดยทั่วไป คือ ควรเก็บรักษาข้าวไว้ในสภาพหรือ โรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศต่ำ (ในที่แห้งและเย็น) โดยทั่วไปวิธีการเก็บรักษาข้าวมี 4 วิธี ได้แก่

7.3.1 การเก็บในสภาพปกติ คือ การเก็บข้าวไว้ในโรงเก็บปกติที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเก็บ เป็นวิธีที่นิยมใช้อยู่เป็นส่วนใหญ่เพราะมีการลงทุนน้อยและเสียค่าใช้จ่ายต่ำ แต่โอกาสที่จะเกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษามีสูง เช่น การเก็บในยุ้งฉางของเกษตรกรหรือโรงเก็บของโรงสีหรือโกดังส่งออกข้าวขนาดใหญ่ ๆ โดยอาจจัดเก็บไว้ในกระสอบ/ถุง (Jumbo Bag) หรือเทกองลงบนพื้นในอาคาร

7.3.2 การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว เช่น การเก็บข้าวไว้ในตู้แช่ ตู้เย็นหรือไนโซโลเก็บข้าวที่มีการเป่าลมเย็น เป็นต้น

7.3.3 การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ได้แก่ การเก็บข้าวไว้ในภาชนะเก็บที่มิดชิด สามารถป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านเข้าออกของอากาศได้ เช่น การเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในปีปสังกะสี หรือถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน (Polyethylene: PE) เป็นต้น การเก็บข้าวใน

สภาพปิดเช่นนี้ความชื้นของข้าวจะเป็นตัวกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในภาชนะที่เก็บ ถ้าความชื้นของข้าวต่ำความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะต่ำข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายน้อย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของข้าวสูงความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุก็จะสูงข้าวที่เก็บจะเกิดความเสียหายสูง ดังนั้นการเก็บรักษาข้าวด้วยวิธีนี้ ข้าวควรมีความชื้นก่อนเก็บต่ำ ทั้งนี้ขึ้นกับระยะเวลาที่ต้องการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปความชื้นไม่ควรเกินร้อยละ 10 วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลดีและมีค่าใช้จ่ายต่ำ

7.3.4 การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดสามารถป้องกันและลดความเสียหายของข้าวได้ดี เก็บรักษาข้าวให้คงคุณภาพได้เป็นเวลานาน แต่มีการลงทุนและเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลสูง เช่น การเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวในธนาคารเชื้อพันธุ์ นอกจากนี้ในโรงสีขนาดใหญ่ก็มีการเก็บวัตถุดิบ โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิในลักษณะดังกล่าวนี้เช่นกัน ซึ่งจะสามารถควบคุมความหอมทำให้ข้าวคงความใหม่หรือเก่าช้าลง และรักษาความสดใหม่ได้เป็นอย่างดีนั่นเอง

7.4 แมลงศัตรูในโรงเก็บและการป้องกันกำจัด แมลงศัตรูในโรงเก็บของข้าวที่มักพบ ได้แก่

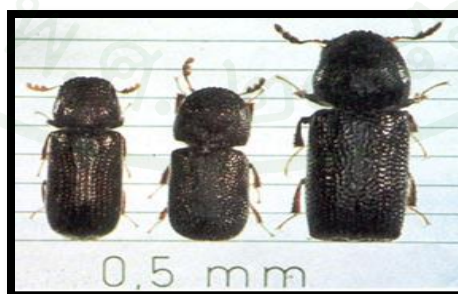
7.4.1 ผีเสื้อข้าวเปลือก (*Sitotroga cerealella* Olivier) ผีเสื้อข้าวเปลือก (Angoumois Grain moth: *Sitotroga cerealella* Olivier) ดังภาพที่ 4 เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญที่สุดของข้าวเปลือก เข้าทำลายโดยการวางไข่ที่เมล็ดข้าวเปลือกตั้งแต่ยังอยู่ในนา ตัวอ่อนจะอาศัยและกัดกินภายในเมล็ดจนเหลือแต่เปลือก เมื่อเข้าไปในยุ้งฉางหรือโรงสีจะเห็นผีเสื้อข้าวเปลือกบินหรือเกาะอยู่บนกองข้าว ดังนั้นการทำลายจึงมักจะมีเฉพาะส่วนบนของกองข้าวเท่านั้น การเก็บเกี่ยวล่าช้าจะก่อให้เกิดการทำลายของผีเสื้อข้าวเปลือกสูง โดยตัวเต็มวัยจะเป็นผีเสื้อที่มีขนาดเล็กมาก สีน้ำตาลอ่อน เมื่อกางปีกออกยาวประมาณ 12 มิลลิเมตร ปีกหลังมีสีออกเทา ตามปีกมีขนยาว ๆ เป็นแผงซึ่งมีความยาวมากกว่าความกว้างของปีก ปลายปีกจะโค้งแหลมยื่นออกไป เมื่อเกาะอยู่ปีกจะหุบขนานกับลำตัว ไข่มีสีขาวรูปยาวรีและจะฟักภายใน 4 - 6 วัน ตัวอ่อนจะเจาะเข้าไปอาศัยในเมล็ด ประมาณ 26 - 35 วัน ก็จะเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ 3 - 6 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยจะเจาะผิวเมล็ดออกมา ทำให้เมล็ดเป็นรู และมีชีวิตอยู่ได้เพียง 3 - 7 วัน วงจรชีวิตใช้เวลา 36 - 42 วัน



ภาพที่ 4 ผีเสื้อข้าวเปลือก (*Sitotroga cerealella* Olivier)

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (2550)

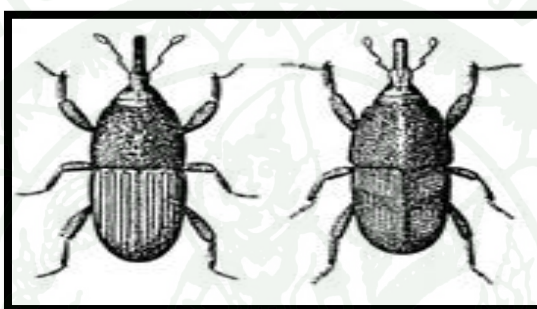
7.4.2 มอดข้าวเปลือก (*Rhyzopertha dominica* F.) มอดข้าวเปลือก (Lesser Grain Borer: *Rhyzopertha dominica* F.) ดังภาพที่ 5 เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของข้าวเปลือกทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย โดยตัวอ่อนจะอาศัยและกัดกินอยู่ภายในเมล็ดจนกลายเป็นตัวจึงจะออกมาจากเมล็ดทำให้เมล็ดเหลือแต่เปลือก ส่วนตัวเต็มวัยจะแทะเล็มเมล็ดให้เป็นรอยหรือเป็นรูและสามารถบินได้ไกล จึงทำให้ระบาดไปยัง โรงเก็บอื่น ๆ ได้ง่าย ตัวเต็มวัยจะมีรูปร่างทรงกระบอกสีน้ำตาลเข้มปนแดง มีความยาว 2.5 - 3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวสั้นและงุ้มซ่อนอยู่ใต้อกปล้องแรก เมื่อมองดูด้านบนจะเห็นส่วนของอกเป็นหัว จึงทำให้มีชื่อว่า มอดหัวป้อม ไข่เมื่อฟักเป็นตัวหนอนมีลักษณะขาวขุ่น ระยะตัวอ่อน 21 - 28 วัน และเข้าดักแด้ภายในเมล็ด 6 - 8 วัน แล้วจึงจะออกมาเมื่อเป็นตัวเต็มวัย วงจรชีวิตใช้เวลา 1 เดือนขึ้นไป ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่มากกว่าหรือประมาณ 5 เดือน



ภาพที่ 5 มอดข้าวเปลือก (*Rhyzopertha dominica* F.)

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (2550)

7.4.3 ตัวงวงข้าวหรือมอดข้าวสาร (*Sitophilus* spp.) ตัวงวงดังภาพที่ 6 เป็นแมลงที่พบทำลายทั้งข้าวเปลือกและข้าวสาร ตัวเต็มวัยของตัวงวงมีสีน้ำตาลดำยาวประมาณ 2.0 - 3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวจะยื่นออกมาเป็นงวง สามารถบินออกไปทำลายเมล็ดพืชตั้งแต่ยังอยู่ในไร่นา ตัวเมียวางไข่บนเมล็ดขณะที่เมล็ดเริ่มสุกแก่ ไข่จะฟักในระยะ 3 - 6 วัน ตัวอ่อนสีขาว ลำตัวสั้นป้อม และอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ดระยะตัวอ่อน 20 - 30 วัน จึงเข้าดักแด้ นาน 3 - 7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัย จะเจาะผิวเมล็ดออกมาทำให้เมล็ดเป็นรู วงจรชีวิตใช้เวลา 30 - 40 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้มากกว่าหรือประมาณ 1 - 2 เดือน



ภาพที่ 6 ตัวงวงข้าวหรือมอดข้าวสาร (*Sitophilus* spp.)

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (2550)

7.4.4 ผีเสื้อข้าวสาร (*Corcyra cephalonica* Stainton) ผีเสื้อข้าวสาร (Rice moth: *Corcyra cephalonica* Stainton) ดังภาพที่ 9 เป็นแมลงศัตรูพืชของข้าวสาร โดยเฉพาะข้าวสารที่เก็บไว้เป็นเวลานาน ทำให้ข้าวสารเสื่อมคุณภาพจนไม่สามารถบริโภคได้ เกิดจากตัวอ่อนของผีเสื้อข้าวสารไปชักใยอยู่ระหว่างเมล็ดข้าว ทำให้ข้าวสารติดกันเป็นกลุ่ม และตัวอ่อนจะอาศัยเพาะเล็มข้าวสารอยู่ภายในใยนั้น นอกจากนี้ยังขับถ่ายของเสียออกมาเป็นเม็ดเล็ก ๆ กระจ่ายอยู่เต็มกองข้าว ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อขนาดเล็กกลางสีน้ำตาลอ่อน ไข่จะฟักใน 4 - 5 วัน เป็นตัวอ่อนสีขาวปนเทา ตัวอ่อนจะสร้างใยปกคลุมตัวเองไว้ ระยะตัวอ่อน 28 - 41 วัน จึงเข้าดักแด้ในปลอกที่สร้างขึ้นภายหลัง ระยะดักแด้ 6 - 13 วัน จึงเป็นตัวเต็มวัย วงจรชีวิต ใช้เวลา 30 - 40 วัน



ภาพที่ 7 ผีเสื้อข้าวสาร (*Corcyra cephalonica* Stainton)

ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว (2550)

7.5 การป้องกันและกำจัดมอดแมลงศัตรูข้าว มี 2 วิธี คือ

7.5.1 การป้องกันกำจัดโดยไม่ใช้สารเคมี มีข้อควรปฏิบัติ คือ

ก. การรักษาความสะอาดและการจัดการโรงเก็บ ควรเตรียมความพร้อมของสภาพโรงเก็บ ทำความสะอาดพื้นและส่วนต่าง ๆ ของโรงเก็บ ทั้งภายในและภายนอก ก่อนที่จะนำข้าวเข้าเก็บรักษา และต้องดูแลทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาจะทำให้การแพร่ระบาดทำลายของแมลงน้อยลง

ข. การลดความชื้นในเมล็ด ก่อนนำเข้าเก็บรักษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากช่วยป้องกันการเข้าทำลายของแมลงแล้วยังทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น การลดความชื้นเมล็ดลงเหลือร้อยละ 10 จะพบแมลงทำลายน้อย หากลดความชื้นในเมล็ดต่ำกว่าร้อยละ 8 มักไม่พบแมลงทำลาย

ค. การควบคุมโดยใช้อุณหภูมิความร้อน การใช้อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ติดต่อกันจะทำให้แมลงบางชนิดหยุดการเจริญเติบโตและตายได้ และหากใช้อุณหภูมิระหว่าง 55 - 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรืออุณหภูมิระหว่าง 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที จะทำให้แมลงทุกชนิดตายหมด ในส่วนของความเย็นการเก็บเมล็ดข้าวที่อุณหภูมิต่ำกว่า

12 องศาเซลเซียส จะทำให้แมลงหยุดการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ และแมลงจะตายหมดที่อุณหภูมิ -2 ถึง -5 องศาเซลเซียส

ง. การเก็บรักษาในสภาพสุญญากาศ หรือภาชนะที่ปิดมิดชิด แมลงต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจ เมื่ออยู่ในที่ไม่มีอากาศผ่านก็ทำให้แมลงตายได้

จ. การใช้สารหรือวัสดุบางอย่างคลุกกับเมล็ด เช่น ปูนขาว จีเถ้า แกลบ ทราบ หรือส่วนของพืช เช่น เมล็ดสะเดา พริกไทย และเปลือกส้ม สามารถลดการทำลายของแมลงบางชนิดได้

7.5.2 การป้องกันและกำจัดโดยใช้สารเคมี เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติเพราะเป็นการป้องกันและกำจัดที่ได้ผลและรวดเร็วแต่ต้องคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ของเมล็ดพืช ถ้าใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ก็อาจใช้สารเคมีที่ออกฤทธิ์นานและอัตราสูงได้ แต่ถ้าใช้ในเมล็ดเพื่อการบริโภคต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยใช้สารที่สลายตัวได้ในเวลาที่กำหนด และควรใช้ในตามคำแนะนำ สารฆ่าแมลงที่ใช้สำหรับผลิตผลในโรงเก็บ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

ก. สารฆ่าแมลง มีทั้งชนิดของเหลวและผง มีคุณสมบัติในการฆ่าแมลงทั้งถูกตัวตาย กินแล้วตายหรือไต่กลิ้งหรือไอระเหยตาย สารฆ่าแมลงที่มีความเป็นพิษต่ำ ในกลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส ได้แก่ Fenitrothion (ชื่อการค้า Sumithion) Chlorpyrifos methyl (ชื่อการค้า Reldan) Methacrifos (ชื่อการค้า Damfin) และ Dichlorvos ในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ ได้แก่ Permethrin, Cypermethrin (ชื่อการค้า K-orthene), Deltamethrin (ชื่อการค้า Ripcord) และ Betacyfluthrin เป็นต้น

ข. สารรม เป็นสารเคมีที่เป็นพิษในรูปของไอหรือควัน มีลักษณะเป็นเม็ดของเหลว หรือก๊าซ สารพิษจะออกฤทธิ์ในรูปก๊าซ มีผลทำให้แมลงตาย สารที่สำคัญและนิยมใช้ คือ

1) การพ่นภายในและภายนอกโรงเก็บ เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีแมลงรอดชีวิตอยู่ ควรกระทำหลังทำความสะอาดโรงเก็บ ก่อนที่จะนำผลิตผลเข้าเก็บ โดยใช้สารฆ่าแมลง เช่น Phoxim, Fenitrothion และ Chlorpyrifos methyl ในอัตรา 0.5–2.0 gal/m² พ่นตามพื้นและฝาโรงเก็บให้ทั่ว

2) การพ่นแบบหมอกควัน โดยใช้เครื่องพ่นหมอกควัน พ่นไปบนกองเมล็ดพืชที่เก็บไว้ในยุ้งฉาง โรงเก็บ หรือห้องที่มีสภาพปิดได้มิดชิด วิธีนี้สามารถกำจัดผีเสื้อข้าวเปลือกได้เป็นอย่างดี สารฆ่าแมลงที่ใช้คือ Fenitrothion ในอัตราส่วน 20 มิลลิลิตร หรือ Esbioallethrin deltamethrin (DeltacideR) อัตราส่วน 5 มิลลิลิตร ผสมน้ำมันโซล่า 100 มิลลิลิตร ต่อข้าวเปลือก 6 ตัน

ระบบการวัดในการประกันคุณภาพ

1. ความสำคัญของระบบการวัดในการประกันคุณภาพ

ภายในกระบวนการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร มีระบบการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตและควบคุมคุณภาพสินค้า รวมถึงมีการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้า ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าวพบว่าการวัดแทรกอยู่ในกระบวนการด้วยเสมอ ผลการวัด จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการตัดสินใจเพื่อสรุปคุณภาพการผลิตและคุณภาพสินค้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดำเนินการควบคุมและประกันคุณภาพในแต่ละกระบวนการที่เกิดขึ้นในการวัด เพื่อให้มั่นใจว่า ผลการวัดที่ได้มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ และส่งผลต่อความมั่นใจในการสรุประดับคุณภาพของสินค้าได้

2. นิยามของระบบการวัด

นิยามของการวัดนี้ ได้มีนักวิชาการจำนวนมากให้คำจำกัดความเอาไว้ แต่นิยามที่ได้รับการอ้างอิงถึงค่อนข้างมากจะเป็นนิยามของ Farnum N.R. อ้างถึงนิยามของ Eisenhart (1963) ว่า การกำหนดค่าตัวเลขให้แก่วัตถุเพื่อแสดงความสัมพันธ์ที่เป็นจริงของวัตถุดังกล่าวด้วยคุณสมบัติเฉพาะ โดยคุณสมบัติเฉพาะที่กล่าวถึงนี้อาจจะเป็นลักษณะทางกายภาพ เคมี หรือจุลชีววิทยา เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังมี ISO 10012-1 ได้ให้คำจำกัดความของการวัดไว้ว่า ชุดของการปฏิบัติการที่มีจุดประสงค์เพื่อพิจารณาถึงค่าของปริมาณหนึ่ง โดยจะเรียกปริมาณใดก็ตามที่ได้รับ การนำมาวัดนี้ว่า สิ่งที่ได้จากการวัด (Measurand) ดังนั้นนิยามของระบบการวัด (Measurement system) หมายถึง กระบวนการ หรือขั้นตอนที่ประกอบด้วยมาตรฐาน การปฏิบัติงาน วิธีการ อุปกรณ์ บุคลากร สิ่งแวดล้อม และข้อสมมติฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดปริมาณหน่วยของสิ่งที่ทำการวัดหรือประเมินคุณลักษณะของสิ่งที่ได้รับการวัด (กิตติศักดิ์, 2553)

3. คุณสมบัติของระบบการวัด

ภายใต้ระบบการวัดที่ดีนั้น ค่าวัดที่ได้จะมีความผันแปรเสมอ โดยค่าความผันแปรเหล่านี้ควรจะมีความคงที่ของสิ่งที่ได้รับการวัด ซึ่งเป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่าและมีจุดประสงค์ที่จะกำหนดค่าตัวเลขให้ และในทางทฤษฎีจะเรียกค่านี้ว่า ค่าจริง (True Value) ซึ่งหากต้องการออกแบบระบบการวัดให้ตัวของระบบมีคุณสมบัติที่มีความเหมาะสมแล้ว ควรออกแบบระบบการวัดโดยมีคุณสมบัติขั้นพื้นฐาน 4 ประการดังนี้

3.1 มีความไว (Sensitivity) และสามารถแยกความแตกต่างของค่าที่วัดได้อย่างพอเพียง กล่าวคือ ส่วนเพิ่มของค่าวัดควรมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความผันแปรของกระบวนการ (ในกรณีที่ใช้ระบบการวัดในการควบคุมกระบวนการ) หรือขนาดความคลาดเคลื่อนอนุโลมของข้อกำหนดเฉพาะ (ในกรณีที่ใช้ระบบการวัดในการตรวจสอบคุณภาพงาน)

3.2 ระบบการวัดจะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ คือ ทำให้ความผันแปรของค่าวัดเป็นไปตามสาเหตุโดยธรรมชาติซึ่งจะทำให้ระบบการวัดมีคุณสมบัติที่ดีด้านความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability)

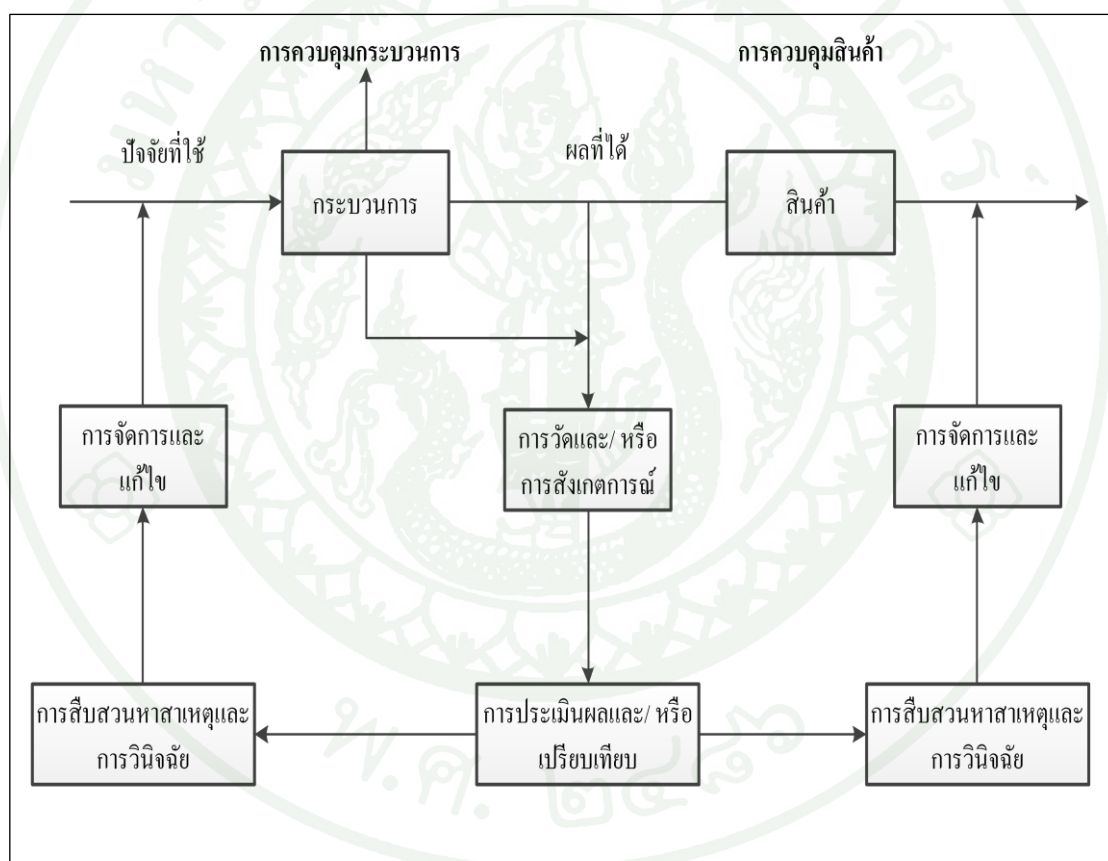
3.3 ในการควบคุมผลิตภัณฑ์ ความผันแปรของระบบการวัดจะต้องมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับความคลาดเคลื่อนยินยอมของข้อกำหนดเฉพาะ

3.4 ในการควบคุมกระบวนการ ความผันแปรของระบบการวัดจะต้องมีคุณสมบัติที่แยกความแตกต่าง (Resolution) ของชิ้นงานได้และต้องมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับความผันแปรของกระบวนการผลิต

4. บทบาทของระบบการวัดต่อการประกันคุณภาพ

ในกระบวนการตรวจสอบเพื่อการควบคุมคุณภาพจะมีระบบการวัดเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการตรวจจับความผิดปกติของกระบวนการ ตลอดจนความบกพร่องของสินค้า ข้อมูลที่ได้จากระบบการวัดจึงมีโอกาสดึงดูดความผิดพลาดในการตัดสินใจทั้งการควบคุมสินค้าและการควบคุมกระบวนการ ซึ่งการดำเนินการตัดสินใจเพื่อการประกันคุณภาพ ใช้การควบคุมสินค้าซึ่งบ่งประสิทธิภาพการดำเนินการของการควบคุมกระบวนการ โดยการควบคุมสินค้านำการรายงานผลระดับคุณภาพของกระบวนการที่ได้จากการตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ จากนั้นนำมา

ประเมินผลและเปรียบเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะเพื่อชี้บ่งข้อบกพร่อง แล้วดำเนินการจัดการกับสินค้าบกพร่องตามความเหมาะสม อาทิเช่น การนำกลับมาผลิตใหม่ การทำลาย การจัดเกรดให้ต่ำลง เป็นต้น แล้วดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องของสินค้า เนื่องจากกระบวนการและดำเนินการปฏิบัติเพื่อการแก้ไข (Corrective Action) กับสาเหตุที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่องเพื่อป้องกันการเกิดซ้ำ รวมถึงการดำเนินการปฏิบัติการป้องกัน (Potential Cause) เพื่อป้องกันการเกิดข้อบกพร่อง สำหรับการควบคุมกระบวนการจะเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุผิดปกติที่ทำให้เกิดภาวะออกนอกการควบคุม แล้วกำหนดให้อยู่ในรูปของแผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดภาวะออกนอกการควบคุม (Out of control Corrective Action Plan; OCAP) (กิตติศักดิ์, 2549) ดังแสดงในภาพที่ 8

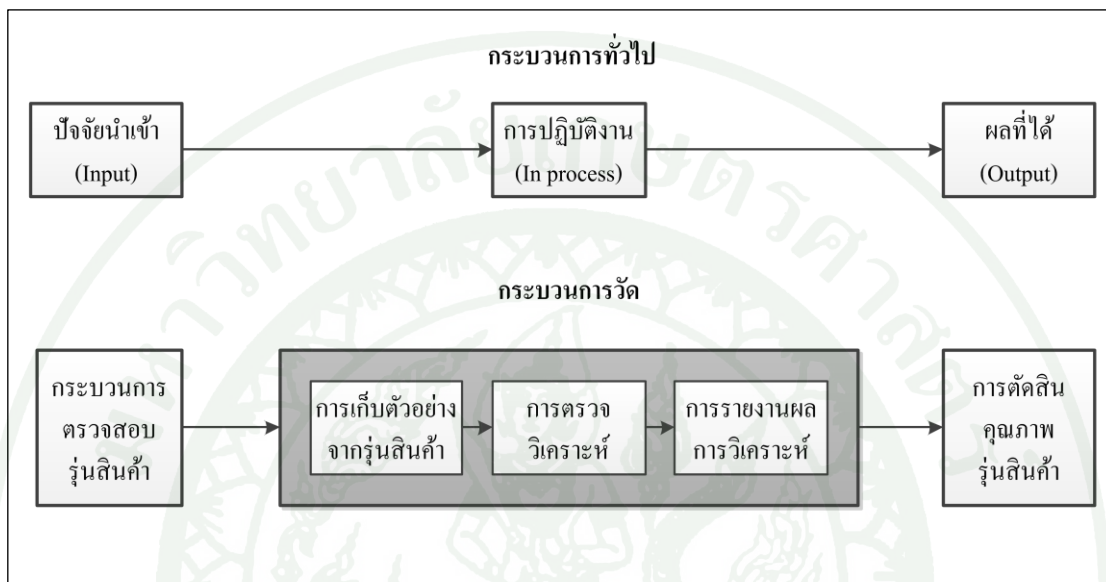


ภาพที่ 8 บทบาทของการวัดต่อการควบคุมกระบวนการและการควบคุมสินค้า

ที่มา: กิตติศักดิ์ (2549)

จากภาพที่ 8 การควบคุมกระบวนการและสินค้า ต้องอาศัยการตัดสินใจจากข้อมูลที่ได้จากการวัดผ่านกิจกรรมการตรวจสอบ (Inspection) คือ การใช้เครื่องมือวัดในการกำหนดค่าของสินค้า

ขั้นสำเร็จรูป ส่วนประกอบของสินค้าระหว่างการผลิตรวมถึงวัตถุดิบ เพื่อพิจารณาข้อมูลที่ได้ว่ามีผลเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ดังนั้นอาจพิจารณาการวัดนี้ให้อยู่ในรูปของกระบวนการตรวจสอบสินค้า เหมือนกับกระบวนการทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แสดงกระบวนการวัดในรูปของกระบวนการตรวจสอบรุ่นสินค้า

ที่มา: อรุษา (2553)

จากภาพที่ 9 พบว่าการสรุปผลการตัดสินใจคุณภาพรุ่นสินค้าโดยอาศัยข้อมูลที่วัดได้ จากกระบวนการตรวจสอบรุ่นสินค้า สามารถสรุปได้ 3 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างจากรุ่นสินค้า ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง และขั้นตอนการรายงานผลการวิเคราะห์ โดยแต่ละขั้นตอนนั้นอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้เสมอ ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเคลื่อนไหวในกระบวนการวัด และนำไปสู่ความเชื่อมั่นของการตัดสินใจคุณภาพรุ่นสินค้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมกระบวนการวัด โดยคำนึงถึงปัจจัยความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการวัด ได้แก่ ปัจจัยการเก็บตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้า ปัจจัยคุณภาพวิธีการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการทดสอบ และปัจจัยคุณภาพของผลการวิเคราะห์ ซึ่งการพิจารณาถึงปัจจัยดังกล่าวนี้ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพของกระบวนการเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่างต่อไป

5. การควบคุมคุณภาพของกระบวนการวัด

การตัดสินใจเพื่อสรุปคุณภาพรุ่นสินค้า ต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัด ซึ่งอาจจะมีการตัดสินใจผิดพลาดโดยมีสาเหตุมาจากความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการวัด จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพของกระบวนการวัดขึ้น โดยแบ่งลักษณะการควบคุมคุณภาพได้เป็น 2 ส่วน คือ

5.1 การควบคุมคุณภาพของกระบวนการชักตัวอย่าง (Sampling Quality Control) เป็นการควบคุมในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการชักตัวอย่าง เพื่อให้ได้ตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้าและสามารถนำไปวัดค่า โดยทำการทดสอบความใช้ได้ของกระบวนการชักตัวอย่างที่กำหนดขึ้นมาใช้งานภายในหน่วยงาน (Validation within a Single Organize) เพื่อระบุความเหมาะสมของกระบวนการกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และการควบคุมคุณภาพของกระบวนการชักตัวอย่าง (Sampling Quality Control) เพื่อตรวจสอบคุณภาพความสม่ำเสมอของกระบวนการ เมื่อระยะเวลาเปลี่ยนแปลงไป หรือเมื่อเปลี่ยนชนิดสินค้า

5.2 การควบคุมคุณภาพของกระบวนการวิเคราะห์ (Analytical Quality Control) เป็นการควบคุมคุณภาพวิธีการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการทดสอบ เพื่อให้ได้ผลวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือ ซึ่งต้องดำเนินการควบคุมคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วย การควบคุมความสม่ำเสมอของการเตรียมและการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยการตรวจสอบเบลงค์ (Blank Check) การวิเคราะห์การกลับคืนของสารที่ทราบปริมาณ (Recovery of Know Addition) การวิเคราะห์สารมาตรฐานสำหรับตรวจสอบกราฟมาตรฐาน (Calibration Check Standard) การวิเคราะห์ซ้ำ (Duplicates) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) และการควบคุมคุณภาพภายนอกเพื่อหาคุณภาพของข้อมูลจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ

การควบคุมคุณภาพของกระบวนการชักตัวอย่างและการวิเคราะห์ สามารถแสดงได้ด้วยการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง (Sampling Uncertainty) และค่าความไม่แน่นอนจากการวิเคราะห์ (Analysis Uncertainty) ด้วยการใช้หลักการคำนวณทางสถิติ คือ ค่าสถิติพิสัย (Statistic Range) โดยค่าความไม่แน่นอนที่ประมาณได้นี้จะเป็นข้อมูลประกอบการรายงานค่าความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการวัด ซึ่งแสดงถึงความน่าเชื่อถือของการตัดสินใจสรุปคุณภาพรุ่นสินค้าด้วย

6. ความน่าเชื่อถือของการตัดสินคุณภาพรุ่นสินค้า

ความน่าเชื่อถือของการตัดสินคุณภาพรุ่นสินค้า จากผลการตรวจวิเคราะห์ แสดงด้วยข้อมูลตัวเลขความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเพื่อใช้ในการตัดสินคุณภาพรุ่นสินค้า ซึ่งกำหนดให้รายงานผลการตรวจสอบรุ่นสินค้า โดยแสดงค่าจริงที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างกับค่าความไม่แน่นอนรวมที่เกิดขึ้น (ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552)

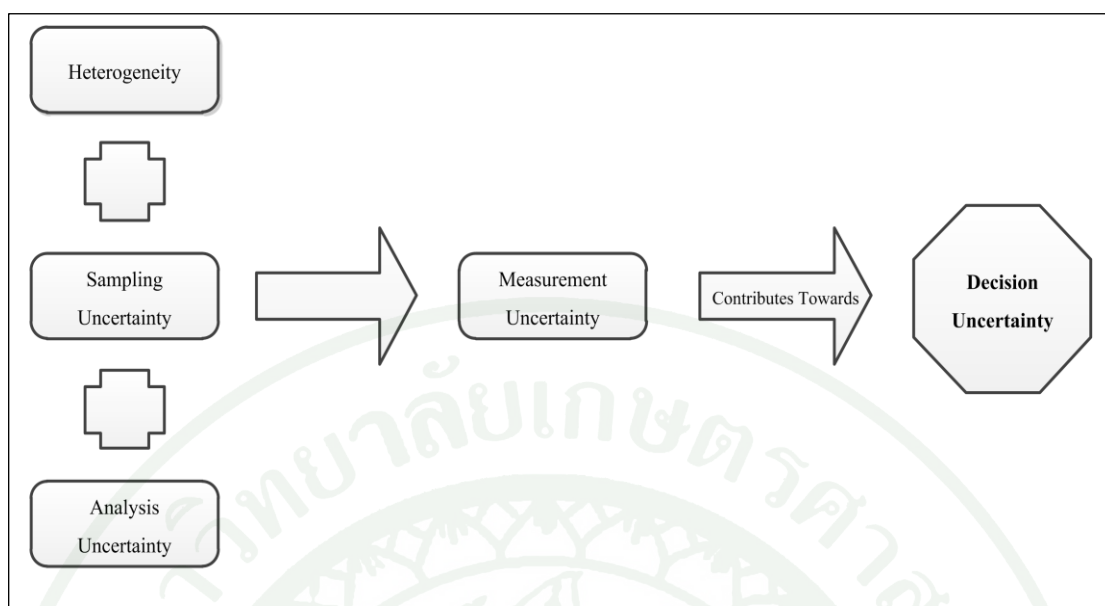
6.1 ความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty)

จุดประสงค์หลักของการวัด คือ การแสดงข้อมูลตัวเลขเพื่อใช้ในการตัดสินคุณภาพรุ่นสินค้า ความน่าเชื่อถือของผลการตัดสินคุณภาพรุ่นสินค้าขึ้นอยู่กับข้อมูลค่าความไม่แน่นอน ซึ่งการหาค่าความไม่แน่นอนของการวัด เป็นข้อกำหนดหนึ่งในระบบสากลของมาตรฐานห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ISO/IEC 17025 (EURACHEM, 2000) ที่กำหนดให้รายงานผลการทดสอบ โดยแสดงค่าจริงที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างกับค่าความไม่แน่นอนรวมที่เกิดขึ้น ดังสมการ

$$X = x \pm U \quad (1)$$

โดยที่ X คือ ผลการทดสอบตัวอย่าง (Result)
 x คือ ค่าที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง (Measurement Value)
 U คือ ค่าความไม่แน่นอนรวมของการวัด (Expanded Uncertainty)

ค่าความไม่แน่นอนรวมที่เกิดขึ้น หรือค่าคลาดเคลื่อนจากการวัด ($U_{\text{Measurement}}$) แสดงถึงความถูกต้องหรือความน่าเชื่อถือของการตัดสินใจคุณภาพสินค้า ซึ่งค่า U ขึ้นกับปัจจัยหลัก 3 เรื่อง คือ ความสม่ำเสมอของพารามิเตอร์ที่ต้องการวัดในกองสินค้า (Heterogeneity in the Bulk) กระบวนการชักตัวอย่าง (Sampling Procedure) แสดงถึงการได้มาซึ่งตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้าที่ตัดสิน และกระบวนการวิเคราะห์ (Analysis Procedure) แสดงถึงวิธีและความชำนาญของการตรวจวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว ซึ่งทั้ง 3 ปัจจัยจะส่งผลต่อการตัดสินใจรุ่นสินค้าผิดพลาด (Decision Uncertainty) โดยแสดงความสัมพันธ์ได้ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ของความไม่แน่นอนและขั้นตอนการตัดสินใจ

ที่มา: NT TECHNICAL REPORT 604 (2007)

6.2 การตัดสินใจความเหมาะสมของกระบวนการวัด (Fit of Use)

ความเชื่อมั่นในผลการวัด เพื่อใช้ในการตัดสินใจยอมรับคุณภาพรุ่นสินค้า ขึ้นอยู่กับขนาดค่าความไม่แน่นอนรวมที่เกิดขึ้นในกระบวนการวัดทั้งหมด การชี้แจงความเหมาะสมของกระบวนการวัดว่ามีความใช้ได้หรือไม่ โดยพิจารณาจาก 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยระดับของสินค้าในอุตสาหกรรมปัจจุบันรวมกับค่าความไม่แน่นอนของการวัด เทียบกับปัจจัยเกณฑ์ค่าควบคุมของสินค้า (Specification Limit)

โดยค่าความไม่แน่นอนรวมที่ประมาณได้ สามารถชี้แจงความเหมาะสมของกระบวนการวัดค่าที่ใช้ในปัจจุบันได้ ในกรณีที่พบค่าเฉลี่ยคุณภาพของสินค้า มีระดับใกล้เคียงกับเกณฑ์ค่าควบคุม เมื่อรวมค่าความไม่แน่นอนที่มีระดับสูง จะทำให้เกิดความไม่ชัดเจนในการตัดสินใจคุณภาพรุ่นสินค้า และอาจสรุปว่ากระบวนการวัดค่าดังกล่าวไม่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ซึ่งแนวทางการปรับลดค่าความไม่แน่นอนทำได้โดยการปรับปรุงระบบคุณภาพของกระบวนการวัด ตั้งแต่ปรับวิธีการชักตัวอย่าง เช่น การเพิ่มจำนวนเก็บตัวอย่าง การเพิ่มปริมาณตัวอย่างที่จะส่งให้ห้องปฏิบัติการ และการปรับปรุงระบบคุณภาพการวิเคราะห์ รวมถึงฝึกอบรมบุคลากรให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลวิเคราะห์ที่ถูกต้อง และนำไปสู่ความเชื่อมั่นในผลการตัดสินใจยอมรับคุณภาพรุ่นสินค้า

เมื่อพิจารณาความไม่แน่นอนจาก 2 ปัจจัย คือ ความไม่แน่นอนจากระบวนการชักตัวอย่าง และความไม่แน่นอนจากระบวนการวิเคราะห์ พบว่าในปัจจุบันประเด็นการวิเคราะห์มีระบบการควบคุมผลวิเคราะห์ด้วยการประกันคุณภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ เช่น การรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการทดสอบ และสอบเทียบตามระบบ ISO/IEC 17025 ซึ่งกำหนดให้มีการวัดความสามารถในการวัดซ้ำ และทำซ้ำ (Gage Repeatability and Reproducibility; GR&R) ของระบบการวัด โดยการทดสอบความชำนาญ (Proficiency Test; PT) ระหว่างห้องปฏิบัติการ ส่วนปัจจัยวิธีการชักตัวอย่าง รวมถึงคุณลักษณะของตัวสินค้า เป็นค่าที่แสดงความคลาดเคลื่อนในการสุ่มเก็บ การเตรียม การขนส่ง และการเก็บรักษาตัวอย่าง ยังไม่มีระบบกลไกการควบคุมใด ๆ ความไม่แน่นอนจากระบวนการชักตัวอย่างจึงเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ในค่าความไม่แน่นอนของกระบวนการวัด ดังนั้นการสั่งให้รายงานผลวิเคราะห์พร้อมค่าความไม่แน่นอนในการวัด จึงจำเป็นต้องทราบปริมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง เพื่อให้เกิดการควบคุมคุณภาพของงานการชักตัวอย่าง ในทำนองเดียวกันกับการควบคุมค่าความไม่แน่นอนจากการวิเคราะห์ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในผลวิเคราะห์และการตัดสินใจคุณภาพรุ่นสินค้า (อรอุษา, 2553)

หลักการประกันคุณภาพวิธีการชักตัวอย่าง

การประกันคุณภาพ (Quality Assurance: QA) คือ กระบวนการในการบ่งชี้ถึงกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า และทำให้ลูกค้ามีความมั่นใจในผลิตภัณฑ์นับตั้งแต่เวลาซื้อ และการใช้งาน ตลอดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจัดเป็นระบบที่มีความจำเป็นต่ออุตสาหกรรมสินค้าเกษตรและอาหาร เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นในสินค้าขององค์กรขึ้น ส่งผลให้ธุรกิจมีผลตอบแทนที่เพิ่มสูงขึ้นและดำรงอยู่รอดได้ โดยการประกันคุณภาพเป็นการดำเนินการที่มุ่งเน้นให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีคุณภาพตามที่มาตรฐานหรือข้อกำหนดระบุไว้ ซึ่งกิจกรรมหนึ่งตามหลักการประกันคุณภาพ คือ กระบวนการตรวจสอบและการตัดสินใจคุณภาพของสินค้า เนื่องจากกระบวนการดังกล่าว จะมีการวัดและวิเคราะห์แทรกอยู่ด้วยเสมอ จึงมีการทำประกันคุณภาพการวัดและวิเคราะห์ แต่ในการดำเนินการวิเคราะห์ต้องอาศัยตัวอย่างซึ่งมาจากการสุ่มเก็บตัวอย่างในรุ่นสินค้าที่จะนำไปวัดค่าที่ต้องการทราบ เพื่อให้ได้ตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้า จึงมีการนำแนวคิดของระบบประกันคุณภาพมาใช้ในกระบวนการชักตัวอย่าง เพื่อให้เป็นแนวทางเดียวกับการประกันคุณภาพการวัดและการวิเคราะห์ ด้วยความสำคัญของการชักตัวอย่างดังกล่าว จึงมีการเสนอแนวทางการสร้างวิธีการชักตัวอย่างตามหลักประกันคุณภาพ (อรอุษา, 2553) มีรายละเอียดดังนี้

1. นิยามของการประกันคุณภาพในการชักตัวอย่าง

การประกันคุณภาพในการชักตัวอย่าง (Quality Assurance in Sampling) หมายถึง การกำหนดและการควบคุมขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง เพื่อการได้มาซึ่งตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้าที่ต้องการตรวจวิเคราะห์ และนำไปสู่ความเชื่อมั่นในการสรุปคุณภาพสินค้าจากผลการสุ่มเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ (Acceptance Sampling)

2. ข้อกำหนดของการประกันคุณภาพในการชักตัวอย่าง

ในระบบ ISO/IEC 17025: 1999 ซึ่งเป็นข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ได้ระบุเงื่อนไขในเรื่องการชักตัวอย่าง และการจัดการเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีเนื้อความสำคัญ (อัจฉรา, 2548) ดังนี้

2.1 การชักตัวอย่าง (Sampling)

2.1.1 ห้องปฏิบัติการต้องมีแผนการชักตัวอย่างและวิธีการชักตัวอย่าง ซึ่งต้องจัดให้มีไว้ใช้ ณ สถานที่ซึ่งทำการชักตัวอย่าง กรณีที่ห้องปฏิบัติการดำเนินการกิจกรรมชักตัวอย่าง แผนการชักตัวอย่างควรใช้วิธีการทางสถิติที่เหมาะสม กระบวนการชักตัวอย่างต้องระบุปัจจัยที่ต้องควบคุมเพื่อให้มั่นใจว่าผลวิเคราะห์หรือสอบเทียบจะนำไปใช้ประโยชน์ได้

2.1.2 เมื่อลูกค้ามีความต้องการที่เพิ่มเติมหรือไม่ใช้วิธีการชักตัวอย่างตามเอกสารขั้นตอนการชักตัวอย่างของห้องปฏิบัติการที่กำหนด จะต้องมีการบันทึกไว้พร้อมข้อมูลเกี่ยวกับการชักตัวอย่าง ที่เหมาะสมและระบุข้อมูลดังกล่าว ในเอกสารที่แจ้งผลวิเคราะห์หรือสอบเทียบ รวมทั้งแจ้งผู้เกี่ยวข้องให้ทราบ

2.1.3 ห้องปฏิบัติการต้องมีเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน สำหรับบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการดำเนินการที่เกี่ยวกับการชักตัวอย่าง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบหรือสอบเทียบบันทึก จะต้องระบุวิธีการชักตัวอย่างที่ใช้ผู้ทำการชักตัวอย่าง สภาวะแวดล้อม แผนผังหรือวิธีการอื่น ซึ่งแสดงจุดหรือตำแหน่งที่ชักตัวอย่างถ้าจำเป็น

2.2 การจัดการกับตัวอย่าง (Handling of Test and Calibration Items)

2.2.1 ห้องปฏิบัติการต้องมีเอกสารขั้นตอนการขนส่ง การรับ การจัดเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ การจำหน่ายและทิ้งทำลายวัตถุตัวอย่าง รวมทั้งเงื่อนไขที่จำเป็น สำหรับการป้องกันการเสื่อมสภาพของวัตถุตัวอย่างและผลประโยชน์ของห้องปฏิบัติการและลูกค้า

2.2.2 ห้องปฏิบัติการต้องมีระบบการซ้บ่งวัตถุตัวอย่าง หลักฐานการซ้บ่งจะต้องติดอยู่กับวัตถุตัวอย่างตลอดระยะเวลาที่วัตถุตัวอย่างนั้น ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของห้องปฏิบัติการ ซึ่งระบบดังกล่าวต้องมีการออกแบบและดำเนินการเพื่อให้มั่นใจว่า วัตถุตัวอย่างจะไม่มี การสลับเปลี่ยนหรือสับสนกับตัวอย่างอื่นและการอ้างถึงในบันทึกผลหรือเอกสารที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ รวมทั้งระบบจะต้องช่วยในการจัดแบ่งประเภทและการเคลื่อนย้ายวัตถุตัวอย่างภายใน ห้องปฏิบัติการ หรือนำออกจากห้องปฏิบัติการ

2.2.3 ขณะรับวัตถุตัวอย่างเข้ายังห้องปฏิบัติการ ต้องทำการบันทึกสิ่งผิดปกติหรือสภาพ ที่ต่างจากปกติ หรือต่างจากที่ระบุในวิธีการวิเคราะห์หรือสอบเทียบ เมื่อสงสัยเกี่ยวกับความ เหมาะสมของวัตถุตัวอย่าง หรือกรณีที่วัตถุตัวอย่างไม่สอดคล้องกับลักษณะที่ระบุในการนำส่ง หรือมีการให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ห้องปฏิบัติการจะต้องปรึกษากับลูกค้าเพื่อขอคำแนะนำก่อนที่จะ ดำเนินการต่อไป และให้บันทึกการปรึกษาไว้ด้วย

2.2.4 ห้องปฏิบัติการจะต้องมีเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติ ทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ในการ ป้องกันการเสื่อมสภาพ การสูญหายหรือการเสียหายของวัตถุตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษา การ เคลื่อนย้ายวัตถุตัวอย่างจะต้องปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด เมื่อต้องมีการเก็บรักษาวัตถุตัวอย่างหรือ ปรับสภาพที่สภาวะแวดล้อมที่กำหนด ห้องปฏิบัติการจะต้องรักษาสภาพที่ระบุตรวจสอบความ ถูกต้องและบันทึกไว้เป็นหลักฐาน เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องรักษาความปลอดภัยของวัตถุตัวอย่าง ห้องปฏิบัติการจะต้องมีการจัดการสำหรับการเก็บรักษาและการรักษาความมั่นคงปลอดภัย ที่ สามารถป้องกันสภาพและความสมบูรณ์ของวัตถุตัวอย่างไว้ได้

3. องค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการประกันคุณภาพในการชักตัวอย่าง

จากข้อกำหนดในระบบ ISO/IEC 17025 การจัดการประกันคุณภาพในการชัก ตัวอย่าง ควรประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ

3.1 ความเชี่ยวชาญของผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานการชักตัวอย่าง (Competence Requirement) ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานการชักตัวอย่าง ต้องมีทักษะที่สำคัญสำหรับงานการชักตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ ความเข้าใจในคุณลักษณะของกระบวนการผลิตและตัวสินค้า ความเข้าใจทฤษฎีและความชำนาญด้านการใช้เครื่องมือและวิธีการสุ่มตัวอย่าง ความเข้าใจองค์ประกอบสินค้าที่มีผลต่อการวิเคราะห์ ความเข้าใจหลักการงานและการสอบเทียบของวิธีวิเคราะห์ และความเข้าใจวิธีการประมาณค่าคลาดเคลื่อนจากปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการชักตัวอย่าง

3.2 การประเมินคุณภาพของกระบวนการชักตัวอย่าง (Evaluation of Sampling) ในการประเมินคุณภาพของกระบวนการชักตัวอย่าง โดยการประมาณค่าความไม่แน่นอนที่เกิดในกระบวนการชักตัวอย่าง (Sampling Uncertainty) ซึ่งเป็นตัวเลขแสดงถึงระดับความสม่ำเสมอและคุณภาพของกระบวนการชักตัวอย่างที่ใช้อยู่เป็นประจำเป็นไปตามกำหนดเดิม และมีความเหมาะสมกับสถานการณ์การใช้งานหรือไม่ เมื่อใช้ตัวอย่างที่ได้ในการเป็นตัวแทนของรุ่นสินค้าเพื่อนำไปสู่การตัดสินคุณภาพรุ่นสินค้าว่ามีความน่าเชื่อถือหรือไม่ โดยเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของกระบวนการชักตัวอย่าง คือ

3.2.1 การทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่าง (Sampling Validation) โดยการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างตามแผนการทดลองที่กำหนดขึ้น

3.2.2 การควบคุมคุณภาพวิธีการชักตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Quality Control of Sampling) ซึ่งเป็นการสร้างแผนภูมิควบคุมค่าคลาดเคลื่อนของการวัด เพื่อเฝ้าพิทักษ์ความใช้ได้ของกระบวนการชักตัวอย่าง มักใช้ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนชนิดสินค้าเป้าหมาย แต่ยังคงใช้วิธีชักตัวอย่างเดิม ค่าคลาดเคลื่อนของวิธีชักตัวอย่างที่ประมาณได้ จากการทดสอบความใช้ได้ของวิธีชักตัวอย่าง ถูกนำมาใช้กำหนดเกณฑ์ค่าควบคุมในแผนภูมิควบคุมเมื่อเปลี่ยนชนิดสินค้า การสร้างแผนควบคุมค่าคลาดเคลื่อนของวิธีการชักตัวอย่างใช้แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R Chart)

3.3 การจัดทำเอกสารการรายงานกระบวนการชักตัวอย่าง (Documentation of Sampling) เอกสารในระบบคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการชักตัวอย่าง และการจัดการกับตัวอย่าง มีความจำเป็นเพื่อใช้เป็นข้อมูลแสดงทุกขั้นตอนของการดำเนินงาน และเป็นข้อมูลสำหรับการประเมินคุณภาพกระบวนการชักตัวอย่าง ซึ่งควรประกอบไปด้วยเอกสารอย่างน้อย 5 ฉบับ ดังนี้

3.3.1 เอกสารระบุหลักการชักตัวอย่าง (Sampling Method) โดยอธิบายหลักการทั่วไปของวิธีการชักตัวอย่างที่ใช้ เช่น ใช้ทฤษฎีสุ่มตัวอย่างแบบกระจายหรือสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม ซึ่งเอกสารส่วนนี้สามารถระบุวิธีการชักตัวอย่างมาตรฐาน (Standard Method) ได้อีกด้วย

3.3.2 เอกสารขั้นตอนการชักตัวอย่าง (Sampling Procedure) เป็นคู่มือสำหรับการใช้งานจริง โดยจะแสดงวิธีการชักตัวอย่าง ขั้นตอนการเตรียมและจัดเก็บตัวอย่าง รวมถึงการใช้เครื่องมือสำหรับการชักตัวอย่างโดยละเอียด เพื่อใช้เป็นคู่มือสำหรับการปฏิบัติงานจริงและการอ้างอิงของเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ

3.3.3 เอกสารรายงานสภาพตัวอย่าง (Sampling Field Report) เป็นเอกสารระบุภาพการบรรยายลักษณะตัวอย่างที่พบ ณ สถานที่เก็บตัวอย่าง เพื่อแสดงปัจจัยแวดล้อมของสินค้าที่คาดว่าจะพบ เป็นที่มาของการพัฒนาวิธีการชักตัวอย่างที่ระบุในเอกสารขั้นตอนการชักตัวอย่าง

3.3.4 เอกสารรายงานจัดส่งตัวอย่าง (Chain and Custody Report) เอกสารระบุวิธีการจัดเก็บตัวอย่างและขั้นตอนการขนส่งตัวอย่างสู่ห้องปฏิบัติการ

3.3.5 เอกสารบันทึกกระบวนการชักตัวอย่าง (Sampling Report) เป็นเอกสารแสดงรูปแบบและรายละเอียดการบันทึกกระบวนการชักตัวอย่าง รวมถึงสภาพแวดล้อมและการประมาณค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการชักตัวอย่าง (Sampling Uncertainty) ค่าที่ประมาณได้นี้อาจนำไปพิจารณาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการระบุในรายงานการตรวจวิเคราะห์สินค้า (Measurement Report) ได้

4. กระบวนการชักตัวอย่าง

4.1 นิยามและคำศัพท์ที่ใช้ในการชักตัวอย่าง

4.1.1 วิธีการชักตัวอย่าง (Sampling Method) หมายถึง การระบุวิธีการเก็บตัวอย่างจากรุ่นสินค้า โดยระบุจำนวนตำแหน่งหรือจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องมือที่กำหนด เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของสิ่งที่ต้องการวัดค่าในรุ่นสินค้าและใช้ตัดสินระดับคุณภาพของรุ่นสินค้า

4.1.2 คำศัพท์ที่ใช้ในการชักตัวอย่าง อ้างอิงในเอกสาร International Organization for Standardization: ISO 24333 (2008) สามารถอธิบายได้ดังนี้

ก. รุ่นสินค้า (Lot) หมายถึง สินค้าที่ประกอบด้วยหน่วยสินค้าแบบเดียวกัน ระดับชั้นเดียวกัน ขนาดเท่ากัน และส่วนประกอบอย่างเดียวกัน ที่ผลิตขึ้นภายใต้สภาพการผลิตเดียวกันและในเวลาเดียวกัน โดยแต่ละรุ่นสินค้าจะมีขนาดของรุ่น (Lot Size) เท่ากันในหนึ่งรุ่นสินค้า

ข. สินค้าส่งมอบ (Consignment) หมายถึง ปริมาณสินค้าที่รับมอบตามระบุในใบสัญญาหรือเอกสารการขนส่ง อาจประกอบด้วยรุ่นสินค้ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 รุ่น

ค. การเก็บตัวอย่าง (Sampling) หมายถึง ขั้นตอนเก็บตัวอย่างสินค้าจากรุ่นสินค้าหนึ่งเพื่อการตรวจสอบและใช้เป็นตัวแทนสรุปคุณภาพของรุ่นสินค้านั้น

ง. ตัวอย่างย่อย (Increment) หมายถึง ปริมาณตัวอย่างที่เก็บจากตำแหน่งหนึ่งภายในรุ่นสินค้า ซึ่งปริมาณและจำนวนจุดที่เก็บนอกจากจะสอดคล้องกับความสม่ำเสมอของรุ่นสินค้าแล้ว ยังต้องให้ได้ปริมาณเพียงพอสำหรับลดขนาดและเตรียมเป็นตัวอย่างสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

จ. ตัวอย่างผสมรวม (Aggregate Sample) หมายถึง ตัวอย่างที่เกิดจากการผสมรวมของตัวอย่างย่อย (Increment) ทั้งหมดเพื่อความสม่ำเสมอ

ฉ. ตัวอย่างสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ (Laboratory Sample) หมายถึง ตัวอย่างที่เตรียมได้หลังการลดขนาดจากขนาดตัวอย่างผสมรวม (Aggregate Sample) และใช้ส่งไปยังห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ช. หน่วยบรรจุ (Packed Units) หมายถึง ปริมาณเมล็ดข้าวที่บรรจุในกระสอบ ถุง หรือถุงย่อยค้าปลีก

ซ. ความผิดพลาดของการเก็บตัวอย่าง (Sampling Error) หมายถึง ผลสรุปที่แตกต่างระหว่างลักษณะที่ได้จากตัวอย่างและสินค้าภายในรุ่น เนื่องจากความสม่ำเสมอของสินค้า ความผิดพลาดจากอุปกรณ์เก็บตัวอย่างหรือวิธีการเก็บตัวอย่าง

4.2 ข้อกำหนดพื้นฐานของกระบวนการชักตัวอย่าง อ้างอิงในเอกสาร International Organization for Standardization: ISO 24333 (2008) เพื่อให้เกิดความถูกต้องของกระบวนการชักตัวอย่างและกระบวนการเก็บตัวอย่างบรรลุวัตถุประสงค์ของการเป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้า ดังนั้นกระบวนการเก็บตัวอย่างจึงควรคำนึงถึงประเด็นดังนี้

4.2.1 กระบวนการเก็บตัวอย่าง (Sampling) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักคือ การระบุจำนวนตัวอย่างย่อยหรือตำแหน่งเก็บตัวอย่าง (Increments) การผสมรวมตัวอย่างขึ้นต้นให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Aggregate Sample) และขั้นตอนการลดขนาดตัวอย่างรวมเพื่อเตรียมตัวอย่างสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ (Laboratory Sample)

4.2.2 การระบุจำนวนจุดเก็บตัวอย่างย่อย (Increment) ควรให้มีเพียงพอและกระจายทั่วรุ่นสินค้า ทั้งด้านผิวและความลึกของกองสินค้า เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้า

4.2.3 ควรตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้สุ่มตัวอย่างว่าสะอาด แห้ง และปราศจากการปนเปื้อนฝุ่นเพื่อป้องกันการสรุปลักษณะตัวอย่างรุ่นสินค้าผิด อันเนื่องจากการปนเปื้อนจากอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

4.2.4 การขนส่งตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่างในถุง ควรอยู่ในช่วงเวลาจำกัดเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงตัวอย่างจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมขณะขนย้าย

4.2.5 ในทางปฏิบัติ การเก็บตัวอย่างควรเกิดขึ้นด้วยกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายหรือโดยหน่วยงานบุคคลที่สามที่ได้รับการแต่งตั้งร่วมกัน

4.2.6 ตัวอย่างเพื่อการตรวจวิเคราะห์ควรได้รับการดูแลภายใต้สภาวะเดียวกันตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บตลอดจนถึงขั้นตอนการเก็บ ตลอดจนขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

4.3 ขั้นตอนการชักตัวอย่าง (Sampling Procedure) อรอุษา (2552) ได้อธิบายไว้ว่าขั้นตอนสำคัญในกระบวนการชักตัวอย่างประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

4.3.1 ขั้นตอนการสุ่มเก็บตัวอย่าง (Sampling) เป็นกระบวนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากจุดเก็บตัวอย่าง (Sampling Target) ในรุ่นสินค้า (Lot) ให้ได้ปริมาณและน้ำหนักตามที่กำหนด เพื่อให้ได้ตัวอย่างขั้นต้น (Primary Sample) โดยการเลือกตัวอย่างส่วนใหญ่มักเป็นการเก็บตัวอย่างแบบสุ่ม (Random) ซึ่งเก็บตัวอย่างสินค้าจากจุดต่าง ๆ ให้กระจายทั่วทั้งรุ่น เพื่อให้ตัวอย่างนั้นเป็นตัวแทนของสินค้าทั้งหมดในแต่ละรุ่น รุ่นสินค้ามีลักษณะแตกต่างกันไป เช่น แบบเทกอง (Bulk) บรรจุถุงหรือกระสอบ (Package) บรรจุกล่อง (Carton) เป็นต้น

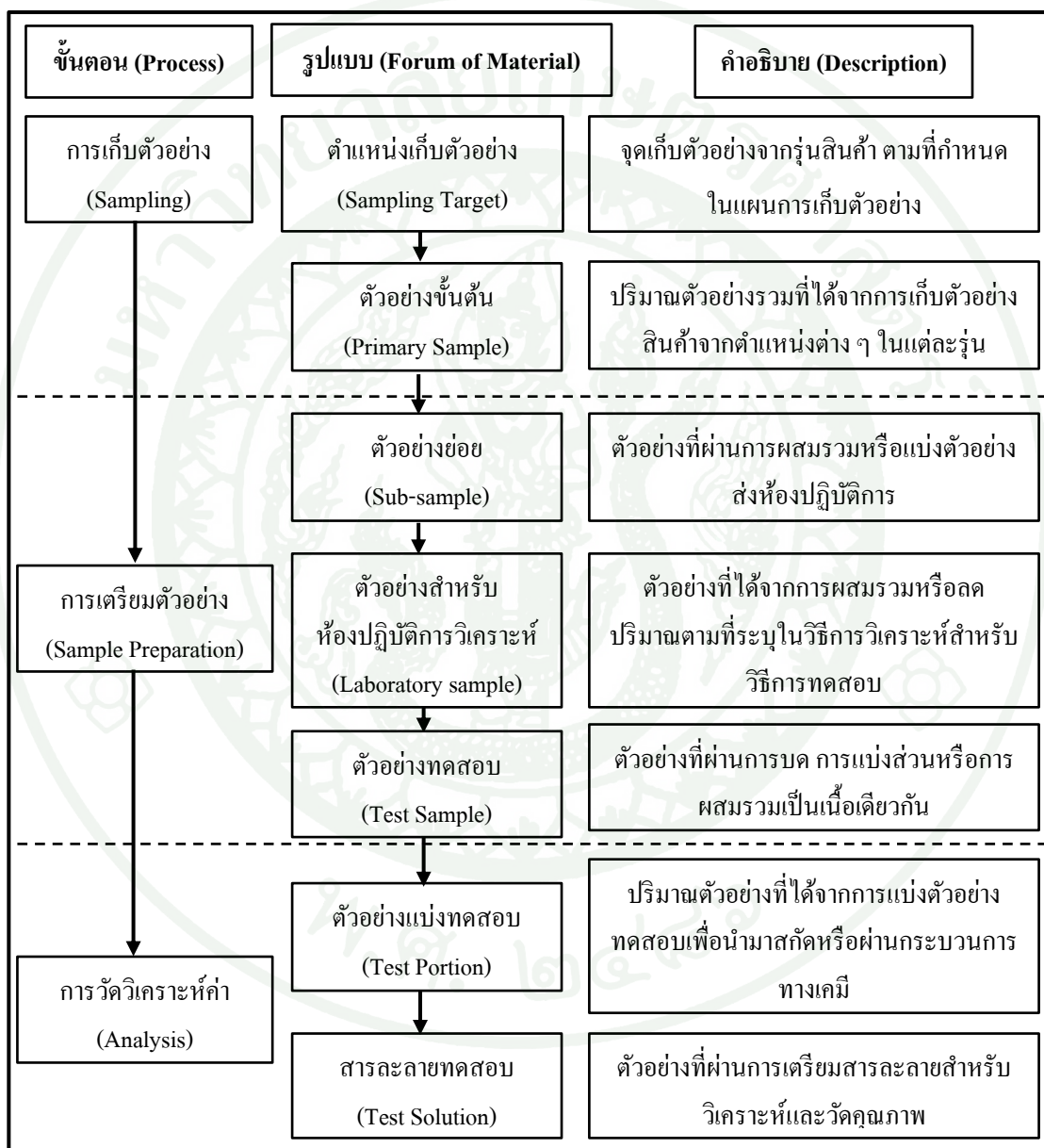
4.3.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง (Sample Preparation) เป็นกระบวนการเตรียมตัวอย่างเพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ ประการแรกเป็นการเตรียมตัวอย่างสำหรับนำส่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ โดยการผสมรวมตัวอย่าง (Composite Sample) จากการเก็บตัวอย่างที่จุดต่าง ๆ ในรุ่นสินค้าและแบ่งเพื่อลดขนาดตัวอย่างลง (Sub - Sample) ตลอดจนการจัดเก็บรักษาตัวอย่างและการขนส่งสู่ห้องปฏิบัติการ ประการที่สองเป็นการเตรียมตัวอย่างสำหรับห้องปฏิบัติการ (Laboratory Sample) โดยการบด (Milling) การแบ่ง (Splitting) และการผสมตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenization) เพื่อใช้เป็นตัวอย่างทดสอบ (Test Sample) ก่อนการวิเคราะห์

4.3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาค่า (Analysis) ตัวอย่างสำหรับการทดสอบจะถูกนำมาสกัดหรือผ่านกระบวนการทางเคมีก่อน แบ่งปริมาณตัวอย่างตามที่ระบุไว้ในวิธีวิเคราะห์เพื่อเป็นตัวอย่างแบ่งทดสอบ (Test Portion) และเตรียมสารละลายตัวอย่าง (Test Solution) สำหรับวิเคราะห์และวัดค่าคุณลักษณะทางคุณภาพของสินค้าในรุ่นนั้น ๆ

จากขั้นตอนการชักตัวอย่างสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 11 โดยขั้นตอนการชักตัวอย่างมีผลต่อคุณภาพของตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้า ซึ่งคุณภาพของตัวอย่างที่ดีนั้นขึ้นกับกระบวนการเก็บตัวอย่างขั้นต้นกระจายทั่วถึงในรุ่นสินค้า การเตรียมตัวอย่างจากการผสมรวมและลดขนาดตัวอย่าง การเก็บรักษา การขนส่ง และการกำหนดปริมาณสารทดสอบก่อนการวิเคราะห์ค่า

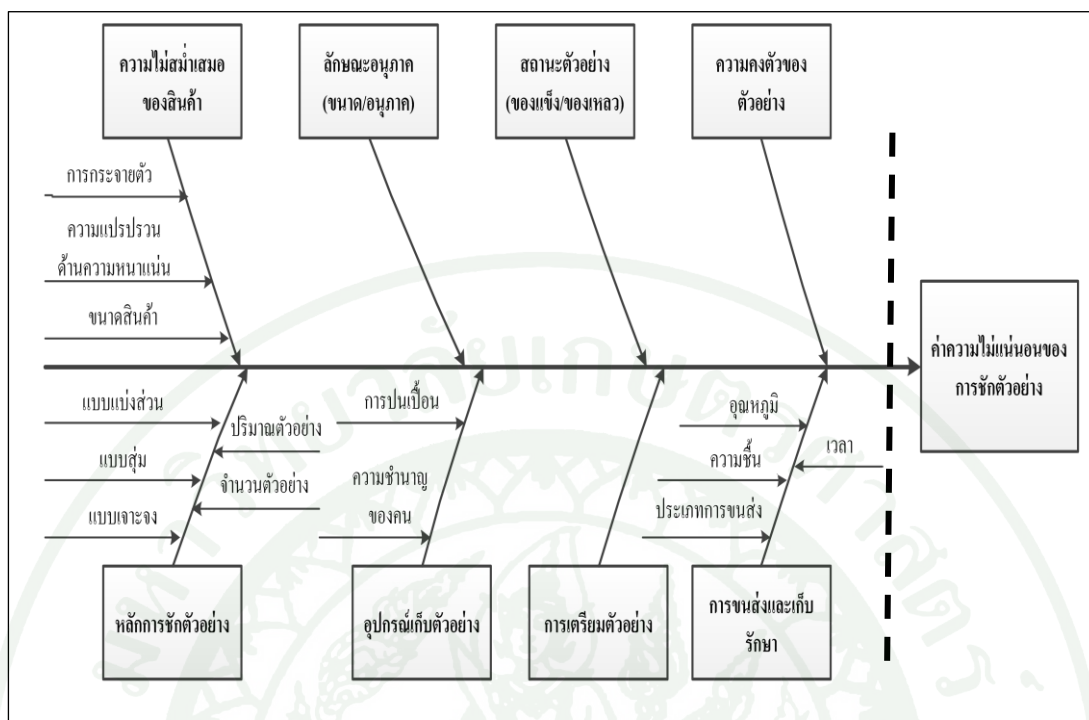
สำหรับการบ่งชี้ว่าวิธีชักตัวอย่างมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน (Fit of Use) หรือใช้ได้หรือไม่ สามารถแสดงด้วยค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง (Sampling Error) หรือผ่านกระบวนการประมาณค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากการชักตัวอย่าง (Sampling Uncertainty) ซึ่ง

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความไม่แน่นอนของกระบวนการชักตัวอย่าง สามารถสรุปเป็นแผนภาพสรุปปัจจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับขนาดค่าความไม่แน่นอนของกระบวนการชักตัวอย่างได้ดังภาพที่ 12 โดยประเด็นดังกล่าวนี้ควรพิจารณาควบคุมให้ได้ระหว่างการพัฒนาวิธีการชักตัวอย่างที่จะใช้สำหรับงานประกันคุณภาพ



ภาพที่ 11 แผนภาพแสดงขั้นตอนการชักตัวอย่าง (Sampling Procedure)

ที่มา: EURACHEM (2007)



ภาพที่ 12 แผนผังก้างปลา (Fish-bone Diagram) แสดงแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนของกระบวนการชักตัวอย่าง

ที่มา: NT TECHNICAL REPORT 604 (2007)

4.4 ขั้นตอนการพัฒนาวิธีการชักตัวอย่างตามหลักประกันคุณภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552) ได้อธิบายขั้นตอนการพัฒนาวิธีการชักตัวอย่างตามหลักประกันคุณภาพประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

4.4.1 การหาข้อมูลสรุปสถานการณ์ของระดับมาตรฐานสินค้า กระบวนการผลิต และระดับปัญหาด้านมาตรฐานของสินค้าที่กำลังพัฒนาวิธีการชักตัวอย่าง ซึ่งเป็นลักษณะการสร้างวิธีการ ชักตัวอย่างตามสถานการณ์ความเสี่ยงเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยและคุณภาพสินค้า

4.4.2 การกำหนดวิธีการชักตัวอย่าง ซึ่งระบุขั้นตอนตั้งแต่การสุ่มตัวอย่างขั้นต้น (Primary Sample) การเตรียมตัวอย่าง และการจัดส่งตัวอย่าง

4.4.3 การทดสอบความใช้ได้ทางวิธีการชักตัวอย่าง (Validation) โดยการประมาณค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากระบวนการชักตัวอย่าง (Sampling Uncertainty) เพื่อเทียบกับค่าคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้จากการวัดค่า (Measurement Uncertainty) และสรุปความเหมาะสมของวิธีการชักตัวอย่างที่พัฒนาขึ้น ในกรณีที่ค่าคลาดเคลื่อนมากเกินไป อาจพิจารณาหาแนวทางแก้ไขโดยการปรับวิธีการ ชักตัวอย่างไปในทิศทางลดค่าคลาดเคลื่อน หรือกรณีที่ค่าคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งยากแก่การ ลดปริมาณลงอาจพิจารณาแนวทางปรับเกณฑ์ควบคุมคุณภาพสินค้า

4.4.4 กรณีที่ค่าคลาดเคลื่อนที่ประมาณ ได้จากขั้นตอนตามการทดสอบการใช้ได้ ของวิธีเหมาะสมให้จัดทำเอกสารแสดงวิธีการชักตัวอย่าง (Sampling Procedure) เพื่อใช้อ้างอิงในการปฏิบัติงาน

4.4.5 การจัดทำแผนควบคุมค่าคลาดเคลื่อนจากการชักตัวอย่าง เพื่อพิจารณาว่าค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกรณีเปลี่ยนชนิดตัวอย่าง แต่ใช้วิธีการระบุในเอกสารแสดงวิธีการชักตัวอย่าง (Sampling Procedure) ค่าคลาดเคลื่อนยังอยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ตามแผนควบคุม กรณีที่ไม่อยู่ในเขตควบคุม อาจต้องพิจารณาปรับวิธีการชักตัวอย่างให้เหมาะสมกับสินค้า

การทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่าง

การทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่าง (Sampling Validation) เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันว่าวิธีการชักตัวอย่างเหมาะสมกับการใช้งาน (Fit of Use) หรือไม่ และเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือในกระบวนการชักตัวอย่าง ในกรณีที่ผ่านการทดสอบความใช้ได้แล้ว และมีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนในการชักตัวอย่าง หรือมีการชักตัวอย่างสินค้าในครั้งต่อไป จำเป็นต้องมีการทดสอบความใช้ได้ใหม่ เพื่อทบทวน หรือปรับแก้ไขวิธีการชักตัวอย่างให้เหมาะสม กับสถานการณ์ระดับคุณภาพของสินค้าในขณะนั้น ซึ่งการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างทำได้โดยการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง (Sampling Uncertainty) และใช้ขนาดของค่าความไม่แน่นอนที่ประมาณได้บ่งชี้ถึงความใช้ได้ของกระบวนการชักตัวอย่าง โดยเทียบกับค่าความไม่แน่นอนในการวัด (Measurement Uncertainty) ที่ยอมรับได้

1. ขั้นตอนของการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่าง

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2552) สรุปขั้นตอนการศึกษาความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างดังนี้

1.1 กำหนดค่าความไม่แน่นอนในกระบวนการทดสอบทั้งหมดที่ยอมรับให้มี (Allowable Measurement Uncertainty; $U_{\text{Measurement}}$) ซึ่งค่านี้ขึ้นกับเกณฑ์ค่าควบคุมที่กำหนดเทียบกับสถานการณ์ของระดับคุณภาพสินค้าที่มีในอุตสาหกรรมซึ่งต้องควบคุม และค่าความไม่แน่นอนในกระบวนการทดสอบนี้ต้องกำหนดจากแหล่งที่ทำให้เกิดความไม่แน่นอนหรือความคลาดเคลื่อน 2 แหล่ง คือ จากกระบวนการชักตัวอย่าง (Sampling Uncertainty; U_{Sampling}) และกระบวนการวิเคราะห์ (Analysis Uncertainty; U_{Analysis})

1.2 ศึกษากระบวนการทดสอบทั้งหมดตั้งแต่การชักตัวอย่าง กระบวนการเตรียมตัวอย่าง และการวิเคราะห์เพื่อหาจุดที่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง ซึ่งทั่วไปมักเกิดจากความไม่สม่ำเสมอของตัวสินค้าภายในรุ่น (Space) หรือความไม่สม่ำเสมอของตัวสินค้าในเวลาผลิตต่าง ๆ (Time) ในรุ่น

1.3 ทำการศึกษาความใช้ได้ (Validation Study) โดยคำนวณค่าคลาดเคลื่อนจากแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replication Design กับตัวอย่างเป้าหมายอย่างน้อย 8 คู่ตัวอย่าง ซึ่งกำหนดปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย คือ ความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งของรุ่นสินค้า (Validation in Space) หรืออิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบ (Validation in Time)

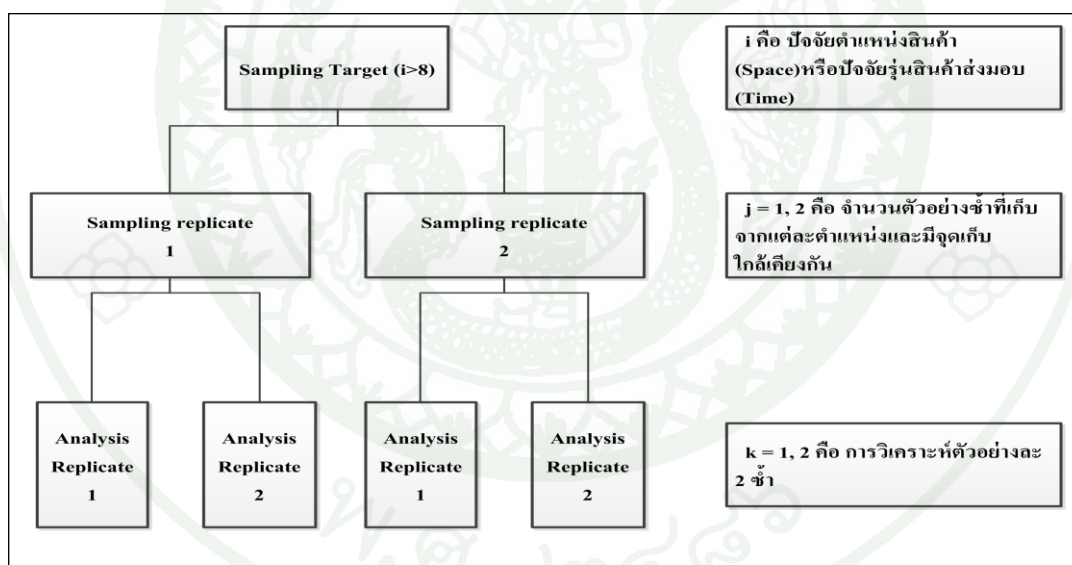
1.4 คำนวณค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้ค่าคลาดเคลื่อนจากการวัด ค่าคลาดเคลื่อนจากการชักตัวอย่าง และค่าคลาดเคลื่อนจากการวิเคราะห์ เพื่อประเมินความใช้ได้ของวิธีชักตัวอย่าง จากค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง (U_{Sampling}) ที่ประมาณได้

1.5 กรณีที่ค่าความไม่แน่นอนจากการวัด ($U_{\text{Measurement}}$) ที่คำนวณได้สูงเกินเป้าหมายให้วิเคราะห์แก้ไขจนได้ค่า $U_{\text{Measurement}}$ ตามกำหนด

1.6 พัฒนาแผนภูมิควบคุมค่าคลาดเคลื่อนของการชักตัวอย่างสำหรับใช้ควบคุมความสม่ำเสมอของกระบวนการชักตัวอย่าง เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้า

2. หลักการวางแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replication Design

เป็นวิธีประมาณค่าคลาดเคลื่อนจากการชักตัวอย่าง โดยกำหนดให้เก็บตัวอย่างอย่างน้อย 2 ซ้ำ บนสินค้านำเป้าหมาย (Sampling Target) อย่างน้อย 8 เป้าหมาย ซึ่งสินค้านำเป้าหมายอาจหมายถึงกรณีทำ Validation in Space ตำแหน่งต่าง ๆ บนรุ่นสินค้าเดียวกันอย่างน้อย 8 ตำแหน่ง หรือกรณีทำ Validation in Time รุ่นสินค้าชนิดหนึ่งที่ผลิตในเวลาต่างกันอย่างน้อย 8 รุ่นผลิต ซึ่งลักษณะการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากแผนการทดลองนี้ เป็นการอธิบายความคลาดเคลื่อนบนปัจจัยที่กำหนดขณะศึกษา ไม่ได้เป็นค่าคลาดเคลื่อนที่อธิบายทุกเหตุการณ์ ดังนั้นปัจจัยทุกส่วนที่เกี่ยวข้องขณะศึกษานี้ควรเป็นสิ่งที่เป็นตัวแทนของการปฏิบัติงานประจำของกระบวนการชักตัวอย่าง เพื่อการควบคุมมาตรฐานสินค้าขึ้น ๆ (ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552) โดยสามารถแสดงแผนภาพแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replication Design ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แผนภาพแสดงแผนการทดลองแบบ Two-split level Replication Design

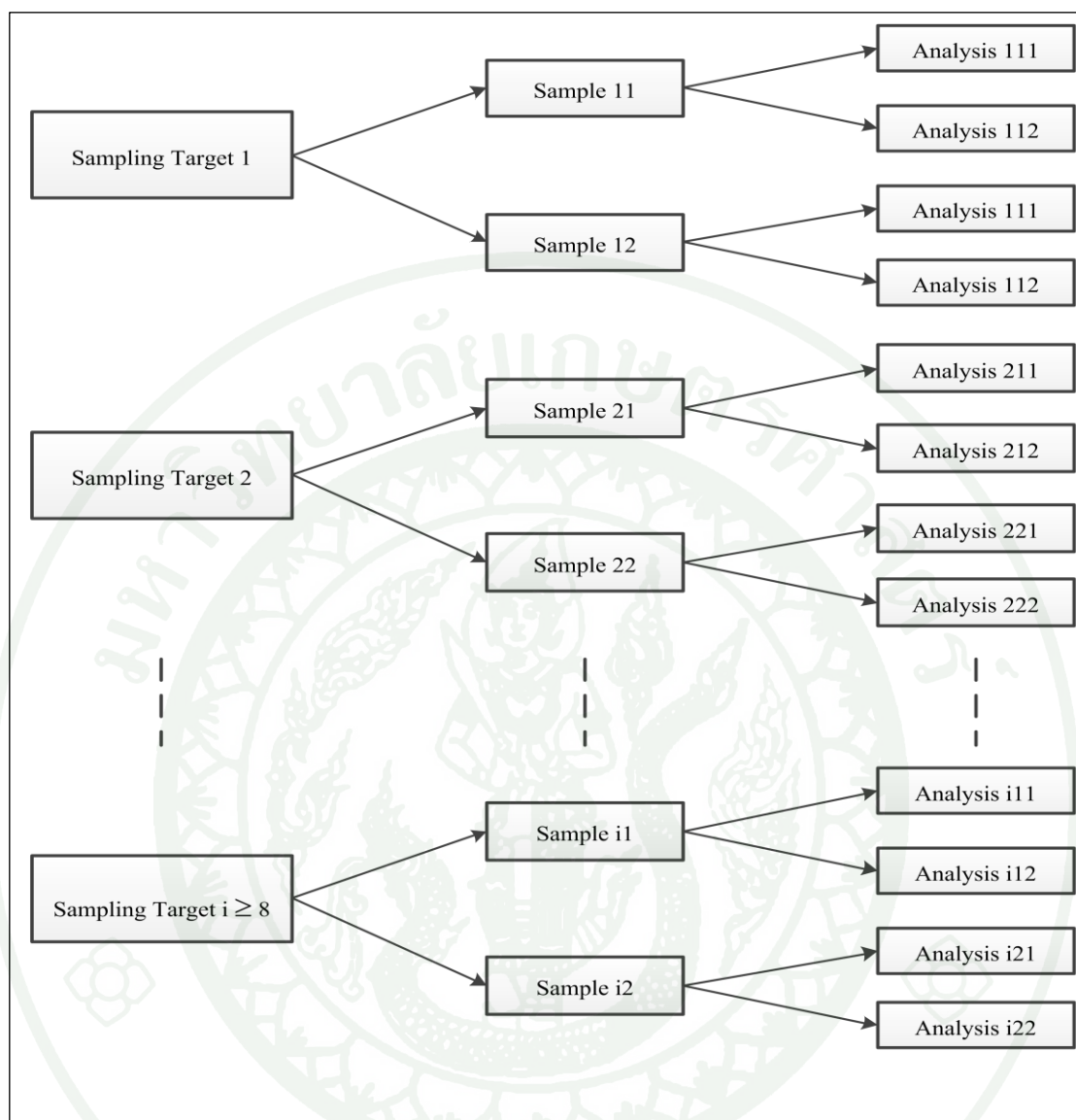
ที่มา: อรุษา (2553)

การวางแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replication Design เพื่อทำการทดสอบความใช้ได้ของการชักตัวอย่าง โดยการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างจากความแตกต่างของผลวิเคราะห์ที่ได้ จากการเก็บตัวอย่างซ้ำและการวิเคราะห์ซ้ำในสภาวะเดียวกัน ซึ่งมีวิธีการ

ชักตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเดียวกัน ทำให้ผลการวิเคราะห์ค่าที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นค่าความไม่แน่นอนที่ประมาณได้ จึงเป็นค่าที่อธิบายถึงความคลาดเคลื่อนบนปัจจัยที่กำหนด ขณะศึกษา ไม่ได้เป็นค่าคลาดเคลื่อนที่อธิบายในทุกสถานการณ์ โดยปัจจัยทุกส่วนที่เกี่ยวข้องขณะศึกษานี้จึงควรเป็น สิ่งที่เป็นตัวแทนของการปฏิบัติงานประจำของกระบวนการชักตัวอย่าง ซึ่งแบ่งการทดสอบขณะศึกษานี้ สามารถแบ่งการทดสอบปัจจัย สำหรับศึกษาความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างออกเป็น 2 กรณีได้แก่

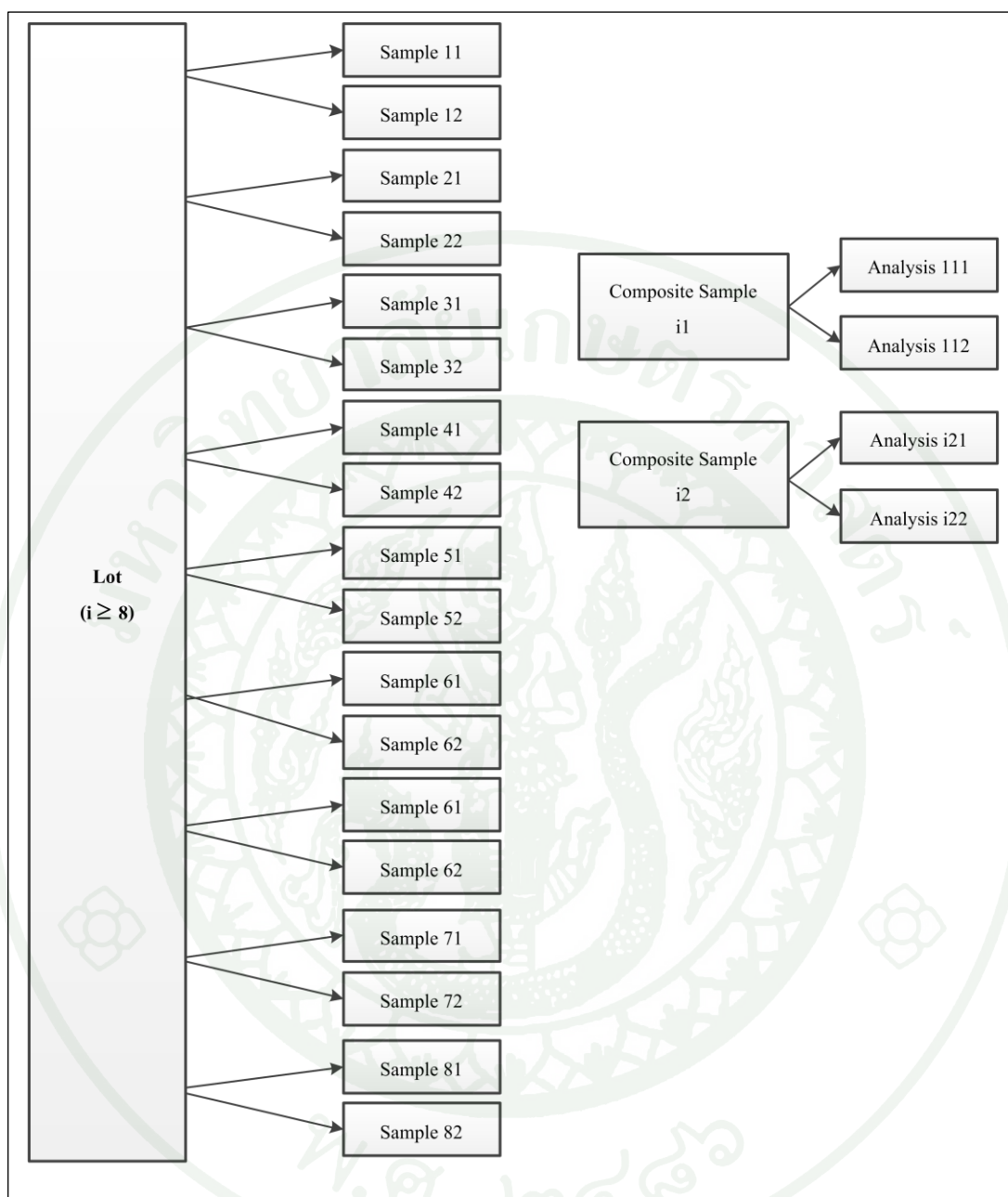
2.1 Validation in Space of Lot คือ การสุ่มเก็บตัวอย่างซ้ำจากตำแหน่งต่าง ๆ (Sampling Target) บนรุ่นสินค้าเดียวกันอย่างน้อย 8 ตำแหน่งต่อรุ่น ($i \geq 8$) แสดงได้ดังภาพที่ 14

2.2 Validation in Time คือ การสุ่มเก็บตัวอย่างซ้ำบนรุ่นสินค้าที่มีรุ่นสินค้าส่งมอบแตกต่างกันอย่างน้อย 8 รุ่น โดยตัวอย่างที่ได้เป็นตัวอย่างรวมกอง (Composite Sample) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างจากจุดต่าง ๆ ในรุ่นอย่างน้อย 8 จุดย่อย (Increment Sample) วิเคราะห์ค่าตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ แสดงได้ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 14 แผนภาพการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างกรณีศึกษา Validation in Space

ที่มา: อรุษา (2553)



ภาพที่ 15 แผนภาพการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างกรณีศึกษา Validation in Time

ที่มา: อรุยา (2553)

3. หลักสถิติเพื่อการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง

อรอุษา (2553) ได้อธิบายไว้ว่าการรายงานผลการทดสอบ ($X = x \pm U$) ที่ระบุค่าความไม่แน่นอน (Expanded Uncertainty; U) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าความไม่แน่นอน (U) ที่รายงานนี้ เป็นค่ารวมของผลกระทบทั้งหมดที่มีต่อผลการวิเคราะห์จากกระบวนการวัด มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน (Standard Uncertainty; u) ที่แสดงถึงการกระจายหรือความสม่ำเสมอของข้อมูลจากการวัด ค่าความไม่แน่นอน (U) มีค่าเท่ากับสองเท่าของค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน (u) เมื่อกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% แสดงความสัมพันธ์ได้ ดังสมการ

$$U = 2u \quad (1)$$

โดยที่ค่า U คือ ค่าความไม่แน่นอนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Expanded Uncertainty)
 u คือ ค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน (Standard Uncertainty)
 2 คือ Coverage factor (k) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ซึ่งค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน (u) สามารถคำนวณได้ในรูป ร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation; %RSD) คำนวณโดยการนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; s) เทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด (NT TECHNICAL REPORT, 2007) แสดงการคำนวณดังสมการ

$$u = RSD = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ค่า RSD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation) ในหน่วยร้อยละ
 s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
 $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด (Total Mean)

ค่าร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (RSD) มีประโยชน์ในการเปรียบเทียบข้อมูลตั้งแต่สองชุดขึ้นไปที่มีหน่วยของข้อมูลแต่ละชุดแตกต่างกัน ถ้า RSD มีค่ามาก หมายความว่าข้อมูลมีการกระจายตัวมาก ความสม่ำเสมอต่ำ ถ้า RSD มีค่าน้อย หมายความว่าข้อมูลมีการกระจาย

ตัวน้อย ความสม่ำเสมอสูง ในหลักการทางสถิติและทฤษฎีความน่าจะเป็น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ คือค่าที่ใช้วัดการกระจายสัมพัทธ์ของข้อมูลแต่ละชุดเพื่อเปรียบเทียบการกระจายกับข้อมูลชุดอื่น ๆ จะใช้วิธีการวัดการกระจายที่ชื่อว่า สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation; CV) โดยปกติมักจะแสดงในหน่วยร้อยละ (Dodge, 2003)

การคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; s) นั้นใช้หลักสถิติพิสัย (Range Statistics) โดยการหาค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean Range; $\bar{D}$) ซึ่งเป็นการเฉลี่ยค่าจากส่วนต่างของข้อมูลคู่ที่ศึกษาเทียบกับค่าคงที่ (Statistic Constant; d_2) เพื่อเปลี่ยนให้เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; s) โดยค่าคงที่นี้พิจารณาจากจำนวนซ้ำที่ใช้ในการวัด คำนวณได้ (NT TECHNICAL REPORT, 2007) ดังสมการ

$$s = \frac{\bar{D}}{d_2} \quad (3)$$

โดยที่ค่า s คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
 $\bar{D}$ คือ ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)
 d_2 คือ ค่าคงที่ (Statistic constant) ในการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 ซึ่งมีค่าขึ้นกับจำนวนข้อมูลที่ศึกษา เช่น $n = 2$; $d_2 = 1.128$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; s) คำนวณจากข้อมูลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ ในคู่ตัวอย่างบนสินค้าเป้าหมายเดียวกัน อย่างน้อย 8 เป้าหมาย โดยการวางแผนการทดลองแบบ Two-split level Replication Design ที่กำหนดปัจจัยให้สอดคล้องกับการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด การชักตัวอย่าง และการวิเคราะห์

4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด การชักตัวอย่าง และการวิเคราะห์

สมการรายงานผลการทดสอบ $X = x \pm U$ ค่าความไม่แน่นอน (U) คือ ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty; $U_{\text{Measurement}}$) แสดงถึงความถูกต้องหรือความน่าเชื่อถือของการตัดสินใจคุณภาพรุ่นสินค้าจากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่งขนาดของค่าความไม่แน่นอน (U หรือ $U_{\text{Measurement}}$) นี้ มีที่มาจาก 2 แหล่งหลัก คือ ความคลาดเคลื่อนจากกระบวนการชักตัวอย่าง และกระบวนการวิเคราะห์ ความคลาดเคลื่อนดังกล่าว อธิบายความสัมพันธ์ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กำลังสองหรือค่าความแปรปรวน (Variance; s^2) ซึ่งแสดงการกระจายหรือความสม่ำเสมอของข้อมูลที่ได้จากการวัด สามารถสรุปสมการแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัด ดังนี้

$$s_{\text{Measurement}}^2 = s_{\text{Sampling}}^2 + s_{\text{Analysis}}^2 \quad (4)$$

โดยที่ค่า $s_{\text{Measurement}}^2$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองของกระบวนการวัด
 s_{Sampling}^2 คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองของกระบวนการชักตัวอย่าง
 s_{Analysis}^2 คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสองของกระบวนการวิเคราะห์

จากสมการ (4) คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการวัด และกระบวนการวิเคราะห์จากการวางแผนการทดลองแบบ Two-split level Replication Design ได้ ดังนี้

4.1 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ (s_{Analysis}) เป็นค่าคลาดเคลื่อนจากการวัดซ้ำ คำนวณจากค่าพิสัยเฉลี่ยของตัวอย่างคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 เฉลี่ยจากจำนวนตำแหน่งเก็บตัวอย่างที่กำหนดในแผนการทดลอง อย่างน้อย 8 ตำแหน่ง ($i = 1, 2, \dots, 8$) ดังสมการ

$$\bar{D}_{\text{Analysis}} = \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2} \quad (5)$$

$$s_{\text{Analysis}} = \frac{\bar{D}_{\text{Analysis}}}{d_2} \quad (6)$$

โดยที่ค่า $\bar{D}_{i1}, \bar{D}_{i2}$ คือ ค่าพิสัยเฉลี่ยของตัวอย่างคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 เฉลี่ยจากจำนวนตำแหน่งที่กำหนดในแผนการทดลอง
 d_2 คือ ค่าคงที่ (Statistic Constant) เพื่อคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าขึ้นกับจำนวนข้อมูลที่ศึกษา เช่น $n = 2$; $d_2 = 1.128$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก จึงได้แบ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ส่วน คือ งานวิจัยที่ศึกษาถึงเรื่องการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก และงานวิจัยที่ศึกษาถึงการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากกระบวนการวัด (Measurement Uncertainty)

งานวิจัยที่ศึกษาถึงเรื่องการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกได้มีงานวิจัยของสุพัตรา (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาวิธีการประเมินคุณภาพข้าวเปลือกขึ้นภายใต้ระบบตรวจสอบคุณภาพ โดยประกอบด้วย 3 กิจกรรม คือ 1. การเปรียบเทียบความชื้นข้าวเปลือกที่มีสิ่งเจือปนระดับต่าง ๆ พบว่าข้าวเปลือกที่มีสิ่งเจือปนจะมีความชื้นมากกว่าไม่มีสิ่งเจือปน 2. การเปรียบเทียบอัตราการแปรสภาพข้าวกล้องและข้าวสารโดยการประเมินคุณภาพการสีจากข้าวกล้องสดเปรียบเทียบกับวิธีผึ่งลม พบว่าข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงมากกว่าร้อยละ 25 เมื่อนำไปกะเทาะเมล็ดข้าวจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกหักสูง ทำให้การประเมินด้วยวิธีข้าวกล้องสดมีความแปรปรวนสูงกว่าการผึ่งลม และ 3. การพัฒนาวิธีการตรวจสอบคุณภาพการสีอย่างรวดเร็วโดยนำตัวอย่างข้าวเปลือกที่มีและไม่มีสิ่งเจือปนมาทำการอบลดความชื้นด้วยไมโครเวฟกำลังไฟต่าง ๆ พบว่าวิธีการที่ดีที่สุด คือการอบฯ กำลังไฟ 360 วัตต์ 1 นาที เว้นระยะ 1 นาที อบต่ออีก 1 นาที และ 600 วัตต์ 1 นาที และงานวิจัยที่กล่าวถึงการแบ่งตัวอย่างของข้าว โดยมณฑา (2499) ได้ทำการศึกษาเรื่องเครื่องมือบางอย่างที่ใช้ในการคัดตรวจคุณภาพข้าว โดยเลือกทำการศึกษเปรียบเทียบเครื่องมือแบ่งตัวอย่างข้าวจากเครื่องมือแบ่งตัวอย่างที่เรียกว่า Bournier Divider ซึ่งเป็นเครื่องมือแบบทันสมัย มีความคลาดเคลื่อนน้อยมากและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่จากเครื่องมือชนิดนี้สามารถเตรียมตัวอย่างได้เพียงละข้าเดียว (Replication) เท่านั้น เทียบกับวิธีการแบ่งข้าวแบบธรรมดา (Quartering) โดยผลการศึกษาพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการแบ่งตัวอย่างด้วยเครื่องมือมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าการแบ่งตัวอย่างแบบธรรมดา แสดงให้เห็นว่าการแบ่งตัวอย่างด้วยเครื่อง Bournier Divider ให้ผลที่แน่นอนกว่าวิธีการแบ่งข้าวแบบธรรมดา (Quartering) นั้นเอง และมีงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แต่กล่าวถึงวิธีการลดความชื้นของข้าวเปลือก ได้แก่ การศึกษาทดลองและเปรียบเทียบการลดความชื้นของเมล็ดข้าวโดยแสงอาทิตย์ (ปรีชา, 2508) การศึกษาปัญหาและความเหมาะสมในการใช้เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกของกลุ่มเกษตรกร (กิตติ, 2545) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอก (สารภี, 2554) และการลดความชื้นและคุณภาพการสีของข้าวโดยใช้กระบวนการดูดซับ (จิราวุฒน์ และคณะ, 2553) นอกจากนั้นแล้วเคยมีการทดลองเปรียบเทียบความชื้นของข้าวในฉางแบบต่าง ๆ กัน เพราะสถานที่ในการเก็บรักษาของข้าวส่งผลต่อความชื้น

ของข้าว ถ้าความชื้นเข้าสู่ข้าวที่เก็บไว้มากก็จะเป็นเครื่องชักนำ และส่งเสริมให้ศัตรูในด้านจุลินทรีย์ จำพวกราและแบคทีเรียเจริญตัว ผลสุดท้ายก็ทำลายข้าวให้เกิดการบูดเสีย มีกลิ่นเหม็น มีสีที่ไม่น่าดู และเป็นที่ยังเกียจของตลาดข้าวทำให้ราคาข้าวตกต่ำ (ไพรัชช, 2500) จากงานวิจัยที่กล่าวมานั้น แสดงให้เห็นว่าความชื้นในสินค้าข้าวเปลือกมีความสำคัญอย่างยิ่ง ต่อกระบวนการซื้อขายในประเทศ แต่การศึกษาถึงวิธีการในการชักตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อวิเคราะห์ค่าความชื้นในประเทศไทยยังมีงานวิจัยไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงวิธีการลดความชื้นเป็นส่วนใหญ่

งานวิจัยที่ศึกษาถึงการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากกระบวนการวัด (Measurement Uncertainty) โดยส่วนใหญ่แล้วงานวิจัยในประเทศไทยมักเป็นการศึกษาการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ (Analysis Uncertainty) เป็นส่วนมาก ซึ่งมีงานวิจัยของมนวิภา และ นราพร (2550); เกศยา และคณะ (2550) กล่าวว่า แหล่งความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์มีผลกระทบน้อยมากต่อค่าความไม่แน่นอนรวมของการวัด เนื่องจากกระบวนการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทดสอบถูกควบคุมด้วยการประกันคุณภาพผลวิเคราะห์ จากข้อกำหนดในระบบ ISO/IEC 17025 ว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการในการดำเนินการทดสอบและสอบเทียบ ที่ให้มีการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ (Validation) และการสร้างแผนภูมิควบคุม (Control Chart) เพื่อประกันคุณภาพผลวิเคราะห์ และเกิดการปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอัจฉรา (2548) Ambrus (2009) และ Castanheira *et al.* (2009) ได้กล่าวไว้ว่า แหล่งที่มีผลต่อค่าความไม่แน่นอนของการวัดมากที่สุด และมีค่าความไม่แน่นอนสูงกว่า 2 ใน 3 ของความแน่นอนรวมทั้งหมดของการวัด คือ ความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง

งานวิจัยที่ศึกษาถึงการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง พบว่า มีงานวิจัยของ อรุษา (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประเมินวิธีชักตัวอย่างสินค้าเกษตรและอาหารของสินค้า 2 ชนิดคือ อาหารไก่บรรจุกระสอบและผลไม้รวมในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความใช้ได้ของวิธีชักตัวอย่างสินค้าเกษตรและอาหาร โดยวางแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replication Design เพื่อศึกษาปัจจัย 2 ตัวที่มีผลต่อค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง คือ ตำแหน่งสินค้า (Space) และเวลาผลิต (Time) ของรุ่นสินค้า และประมาณค่าความไม่แน่นอนจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ด้วยค่าสถิติพิสัย (Statistic Range) พบว่า วิธีการชักตัวอย่างอาหารสัตว์ในปัจจุบันตามที่กำหนด ให้ค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างประมาณร้อยละ 1-2 และมีระดับค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนในรุ่นสินค้าใกล้เคียงกับเกณฑ์ควบคุม สำหรับวิธีการชักตัวอย่างผลไม้รวมบรรจุกระป๋องที่ใช้ในปัจจุบัน ให้ค่าความ

ไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างค่อนข้างสูง ประมาณร้อยละ 6-10 แต่เนื่องจากระดับค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดที่วัดได้ ในรุ่นสินค้าต่ำกว่าเกณฑ์ควบคุมมาก ดังนั้นเพื่อพิจารณาค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากการชักตัวอย่าง ร่วมกับค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนหรือ ค่าความเป็นกรด เทียบกับเกณฑ์ควบคุมในสินค้าทั้งสองกลุ่ม วิธีการชักตัวอย่างที่ใช้ในสินค้าทั้งสองกลุ่มยังคงมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน (Fit of Use) และงานวิจัยของ Ambrus (2009) ซึ่งศึกษาการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง จากการวัดสารเคมีตกค้างในสินค้ากลุ่มพืช ผัก ผลไม้สด สุ่มเก็บตัวอย่าง 8 จุดในแปลงเพาะปลูกเดียวกัน และรวมตัวอย่างจากแต่ละจุดเก็บเป็นตัวอย่างรวมกอง (Composite Sample) จากนั้นวิเคราะห์ค่าสารเคมีตกค้างในตัวอย่าง และประมาณค่าความไม่แน่นอนตาม EURACHEM Guide (2007) ซึ่งมีแนวทางการศึกษาเช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Castanheira *et al.* (2009) ที่ได้ทำการศึกษาการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง โดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมในขนมปัง ซึ่งเลือกขนมปังที่คนนิยมบริโภค 10 ชนิด ผลการศึกษาพบว่าค่าปริมาณโซเดียมที่แตกต่างกันอยู่ระหว่าง 490 ± 21 ถึง $724 \pm 9/100$ กรัมของขนมปังขาว ซึ่งพบว่า ค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง มีสาเหตุจากลักษณะธรรมชาติของตัวอย่าง และขนาด หรือปริมาณของตัวอย่างที่เก็บ และการศึกษาการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างสามารถนำไปประเมินและปรับแผนการชักตัวอย่าง (Sampling Plan) ได้ ซึ่งจากงานวิจัยของ Whitaker *et al.* (2007) ได้ทำการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง Ackee Fruit ที่บรรจุในกระป๋อง เพื่อตรวจวิเคราะห์สาร Hypoglycin A (HGA) ซึ่งเป็นสารพิษตกค้างในเนื้อผล (Arils) และเมมเบรน (Membrane) ของ Ackee Fruit ที่ยังไม่สุก โดยผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ของค่าความไม่แน่นอนของการวัด การสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์ จะมีค่าสูงขึ้นตามค่าความเข้มข้นของสาร เมื่อประเมินประสิทธิภาพของแผนการสุ่มตัวอย่าง โดยใช้ OC Curve วัดประสิทธิภาพของแผนการสุ่มตัวอย่างรูปแบบต่าง ๆ และใช้ตัวชี้วัดคือความเสี่ยงของผู้ผลิตและความเสี่ยงของผู้บริโภค ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนตัวอย่างที่สุ่มเก็บในแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะและเชิงผันแปร จะช่วยลด ความเสี่ยงทั้งในผู้ผลิตและผู้บริโภคให้อยู่ในระดับสมมูลได้ และเมื่อเพิ่มระดับการยอมรับ/ปฏิเสธ (Ac/Re Limit) ในแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงผันแปร จะช่วยลดความเสี่ยงของผู้ผลิต แต่ทำให้ความเสี่ยงของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น ซึ่งแผนการสุ่มตัวอย่างที่ดีต้องจัดการความเสี่ยงให้เป็นที่ยอมรับได้ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค คือมีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่สมมูลกัน ซึ่งจากงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวไว้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการควบคุมและประกันคุณภาพวิธีการชักตัวอย่าง เพราะเมื่อรวมค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างและการวิเคราะห์เข้าด้วยกันจะส่งผลให้การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด สามารถสร้างความเชื่อมั่นในการตัดสินใจคุณภาพรุ่นสินค้า และบ่งชี้ความเหมาะสมของวิธีการชักตัวอย่างที่ใช้งานได้แม่นยำขึ้น แต่หากพบว่าค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างมี

ระดับสูง แล้วทำให้ระดับค่าเฉลี่ยของสินค้า มีแนวโน้มออกนอกขอบเขตค่าควบคุมหรือไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว โดยอัจฉรา (2548); Ramsey (1998); Ramsey and Thomson (2007) ได้กล่าวไว้ว่าควรมีการพิจารณาปรับวิธีการชักตัวอย่าง โดยการเพิ่มจำนวนตัวอย่าง หรือเพิ่มปริมาณตัวอย่างที่เก็บ เพื่อลดค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากการ ชักตัวอย่าง ซึ่งกรณีดังกล่าวนี้อาจต้องพิจารณาถึงข้อกำหนดในการลงทุนที่จะเพิ่มขึ้นจากการปรับวิธีการชักตัวอย่างด้วย



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal computer)
2. โปรแกรม Minitab Version 15.0 และ โปรแกรม Microsoft Excel 2010
3. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง (Sampling Equipment)

3.1 หลาวน้ำข้าว

3.2 ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene: PE) แบบมีซิปปิด ขนาด 7×10 นิ้ว สำหรับบรรจุตัวอย่าง

3.3 ถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้ว สำหรับรวบรวมถุงบรรจุตัวอย่าง

3.4 ปากกาเคมี (Permanent marker) สำหรับเขียนบันทึก

3.5 กระดาษปิดติดฉลากรหัสตัวอย่าง

วิธีการ

1. รวบรวมข้อมูลระบบการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกของประเทศไทยในโซ่อุปทาน

รวบรวมข้อมูล สถานการณ์ แนวโน้ม และทิศทางการผลิตข้าว โซ่อุปทานของข้าว (Rice Supply Chain) ศึกษารวบรวมและสรุปภาพรวมของมาตรฐานข้าวไทยในปัจจุบัน จากข้อมูลของ

ผู้ควบคุมมาตรฐานข้าว และสำรวจในพื้นที่การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่อุปทานข้าว ในส่วนของการซื้อขายข้าวเปลือก

2. รวบรวมวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่าง เพื่อการตรวจรับ และสรุปวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่าง ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

ศึกษารวบรวมวิธีการชักตัวอย่างตามมาตรฐานสากล จากเอกสารอ้างอิงขององค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International Organization for Standardization: ISO) จำนวน 4 ฉบับ คือ ISO 6644 การเก็บตัวอย่างธัญพืช แบ่งขณะเคลื่อนที่ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอัตโนมัติ, ISO 6639/2 การเก็บตัวอย่างธัญพืชเพื่อการตรวจนับแมลงศัตรูพืชแอบแฝง, ISO 13690 การเก็บตัวอย่างธัญพืช แบ่ง ในสภาวะอยู่นิ่ง และ ISO 24333 การเก็บตัวอย่างธัญพืชและสินค้า โดยใช้เอกสารทั้ง 4 ฉบับเป็นเอกสารอ้างอิงและรวมถึงวิธีการชักตัวอย่างข้าวของไทยที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อสรุปเป็นวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างต้นแบบ และนำไปใช้ต่อไปในข้อ 3

3. กำหนดแผนการทดลองเพื่อประมาณค่าความไม่แน่นอนในสินค้าข้าวเปลือก

3.1 สินค้าข้าวเปลือกที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

ข้าวเปลือก ณ จุดส่งมอบ สหกรณ์การเกษตรเกษตรวิสัย อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด โดยตัวอย่างเป็นข้าวนาปี ที่มีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว 8 – 9 เดือน จำนวน 4 คันรถ และข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว 1 – 2 เดือน จำนวน 4 คันรถ

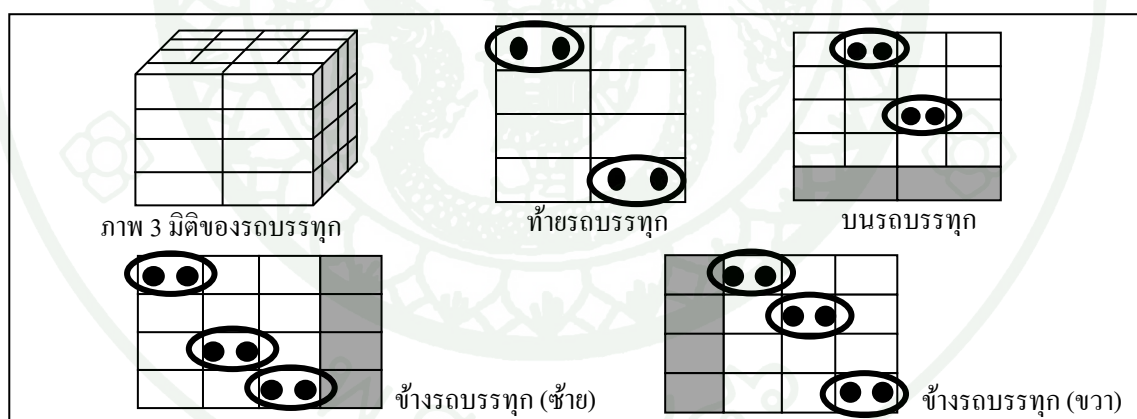
3.2 กำหนดแผนการทดลองของการชักตัวอย่างสินค้า

ทำการเก็บตัวอย่างตามผลสรุปวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างตามมาตรฐานสากลดังตารางที่ 13 โดยวางแผนการทดลองแบบ Two-split Level Replication Design ซึ่งเป็นการทำซ้ำ 2 ขั้นตอน คือ เก็บตัวอย่างซ้ำ (Sampling Replicate) โดยเก็บตัวอย่างจากแต่ละตำแหน่ง ตำแหน่งละ 2 ตัวอย่างเป็น S_1 และ S_2 ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน และการวิเคราะห์ซ้ำ (Analysis Replicate) ด้วยวิธี AOAC (2005) , 925.10

จากบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานตาม ISO/IEC 17025 เพื่อหาค่าความชื้นของแต่ละตัวอย่าง เป็น A_1 และ A_2 ตามลำดับ สำหรับปัจจัยที่ศึกษาความคลาดเคลื่อนของการวัดกำหนดไว้ 2 ชนิด คือ

3.2.1 ความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากตำแหน่งต่าง ๆ (Sampling Target) บนรูนสินค้าเดียวกัน 10 ตำแหน่งต่อ 1 รูน แต่ละตำแหน่งเก็บ 2 ตัวอย่าง และวิเคราะห์ค่าความชื้นตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง ซึ่งแสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างได้ดังภาพที่ 13

3.2.2 อิทธิพลของรูนสินค้าส่งมอบ (Validation in Time) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างบนรูนสินค้าที่ส่งมอบ 4 รูนของสินค้าข้าวเก่าและข้าวใหม่ ซึ่งตัวอย่างแต่ละตัวเป็นตัวอย่างรวมกอง (Composite Sample) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างจากตำแหน่ง 3 ตำแหน่งย่อย ที่หัว กลางและท้ายของรถขนส่งในรูน และตัวอย่างรวมกอง (Composite Sample) จากการสุ่มเก็บตัวอย่าง 10 ตำแหน่งย่อยในรูน และวิเคราะห์ค่าความชื้นตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง ในแต่ละตัวอย่าง



ภาพที่ 16 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างบนรถบรรทุก

3.3 การทดสอบความสม่ำเสมอ และความแปรปรวนของค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่าง

ทดสอบความแตกต่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากตำแหน่งต่าง ๆ ในรูนสินค้าแต่ละรูน จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) และค่าความชื้นเฉลี่ยจากรูนสินค้าส่งมอบด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างแบบรวมกอง 3 ตำแหน่ง และ 10

ตำแหน่ง จากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบ (Validation in Time) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance หรือ ANOVA) ด้วยโปรแกรม Minitab ซึ่งใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และกำหนดปัจจัยที่ศึกษาคือ

3.3.1 ทดสอบความแตกต่างค่าความชื้นเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากตำแหน่งต่าง ๆ ในรุ่นสินค้าแต่ละรุ่น จำนวน 10 ตำแหน่ง ซึ่งมีสมมติฐานทดสอบ ดังนี้

H_0 : ค่าความชื้นเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากตำแหน่งต่าง ๆ ในรุ่นสินค้าแต่ละรุ่น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

H_1 : ค่าเฉลี่ยความชื้นของตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากตำแหน่งต่าง ๆ ในรุ่นสินค้าแต่ละรุ่น มีความแตกต่างกันทางสถิติ

โดยข้อสมมติของการทดลองคือ ค่าความแปรปรวนมีค่าคงที่ทุก ๆ ตำแหน่ง และความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระต่อกัน

จากนั้นทำการทดสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบจำลอง คือ ตรวจสอบ The Normality Assumption The outlier The Independent Assumption และ The Constant Variance Assumption ต้องเป็นจริงทั้งหมด และสรุปผลการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ในกรณีที่มีการปฏิเสธสมมติฐานหลัก ให้เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าวิเคราะห์ด้วยวิธี Least Significant Difference

3.3.2 ทดสอบความแตกต่างค่าความชื้นเฉลี่ยจากรุ่นสินค้าส่งมอบด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างแบบรวมกอง 3 ตำแหน่ง และ 10 ตำแหน่ง จำนวน 4 รุ่นสินค้าในแต่ละวิธีการเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีสมมติฐานทดสอบ ดังนี้

H_0 : ค่าความชื้นเฉลี่ยจากรุ่นสินค้าส่งมอบในแต่ละรุ่นสินค้าที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

H_1 : ค่าความชื้นเฉลี่ยจากรุ่นสินค้าส่งมอบในแต่ละรุ่นสินค้าที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

โดยข้อสมมติของการทดลองคือ ค่าความแปรปรวนมีค่าคงที่ทุก ๆ รุ่นสินค้า และความคลาดเคลื่อนที่ได้รับการแจกแจงปกติและเป็นอิสระต่อกัน

จากนั้นทำการทดสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบจำลอง คือ ตรวจสอบ The Normality Assumption The outlier The Independent Assumption และ The Constant Variance Assumption ต้องเป็นจริงทั้งหมด และสรุปผลการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 ในกรณีที่มีการปฏิเสธสมมติฐานหลัก ให้เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าวิเคราะห์ด้วยวิธี Least Significant Difference (Fisher's LSD)

4. การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ การชักตัวอย่าง และการวัดค่าในตัวอย่าง

4.1 การเตรียมข้อมูลเพื่อประมาณค่าความไม่แน่นอน

4.4.1 ความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) จากผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นในตัวอย่าง (x_{ijk}) จากจำนวนตำแหน่งตัวอย่างที่เก็บบนรุ่นสินค้าเดียวกัน 10 ตำแหน่ง ($i = 1, 2, \dots, 10$) เก็บตัวอย่างตำแหน่งละ 2 ซ้ำ (S_1, S_2) และวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ (A_1, A_2) จะได้ข้อมูลดิบทั้งสิ้น $10 \times 2 \times 2 = 40$ ข้อมูลต่อแผนการทดลอง โดยสามารถแสดงรูปแบบการบันทึกข้อมูลตามแผนการทดลอง ดังตารางที่ 10

4.4.2 อิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบ (Validation in Time) จากผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นในตัวอย่าง (x_{ijk}) จากจำนวนรุ่นสินค้าที่แตกต่างกัน 4 หรือ 8 รุ่น ($i = 1, 2, \dots, 8$) เก็บตัวอย่างรวมกอง (Composite Sample) ที่เก็บจาก 3 จุดย่อย ที่หัว กลาง และท้าย ของรถขนส่งในรุ่นสินค้าในรุ่นสินค้าละ 2 ซ้ำ ($j = 1, 2$) และวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ($k = 1, 2$) จะได้ข้อมูลดิบทั้งสิ้น $8 \times 2 \times 2 = 32$ ข้อมูล และเก็บตัวอย่างรวมกอง (Composite Sample) จากแต่ละจุด 10 จุดในรุ่นสินค้าละ 2 ซ้ำ ($j = 1, 2$) และวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ($k = 1, 2$) จะได้ข้อมูลดิบทั้งสิ้น $8 \times 2 \times 2 = 32$ ข้อมูลต่อแผนการทดลอง โดยสามารถแสดงรูปแบบการบันทึกข้อมูลตามแผนการทดลอง ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ตารางบันทึกผลวิเคราะห์สำหรับประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง
กรณีการทำ Validation in Space

Rep# (Point)	Sample 1 (S ₁)			Mea n 1	Sample 1 (S ₂)			Mea n 2	Range of Measurement
	A ₁	A ₂	Range of analysis		A ₁	A ₂	Range of analysis		
1	x ₁₁₁	x ₁₁₂	D ₁₁ = x ₁₁₁ - x ₁₁₂	$\bar{x}_{11}$	x ₁₂₁	x ₁₂₂	D ₁₂ = x ₁₂₁ - x ₁₂₂	$\bar{x}_{12}$	D ₁ = $\bar{x}_{11}$ - $\bar{x}_{12}$
2	x ₂₁₁	x ₂₁₂	D ₂₁ = x ₂₁₁ - x ₂₁₂	$\bar{x}_{21}$	x ₂₂₁	x ₂₂₂	D ₂₂ = x ₂₂₁ - x ₂₂₂	$\bar{x}_{22}$	D ₂ = $\bar{x}_{21}$ - $\bar{x}_{22}$
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
i (i=10)	X _{i11}	X _{i12}	D _{i1} = x _{i11} - x _{i12}	$\bar{x}_{i01}$	X _{i21}	X _{i22}	D _{i2} = x _{i21} - x _{i22}	$\bar{x}_{i2}$	D _i = $\bar{x}_{i1}$ - $\bar{x}_{i2}$
Average	$\bar{D}_{i1} = \frac{\sum D_{i1}}{n}$				$\bar{D}_{i2} = \frac{\sum D_{i2}}{n}$				$\bar{D} = \frac{\sum D_i}{n}$
Mean range of analysis ($\bar{D}_A$) =	$\frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$				Standard deviation of analysis S =				$\frac{\bar{D}}{1.128}$

หมายเหตุ ผลการวิเคราะห์ค่าในตัวอย่าง ใช้สัญลักษณ์ x_{ijk}

โดยที่ i คือ จำนวนตำแหน่งตัวอย่างที่เก็บบนรุ่นสินค้าเดียวกัน ซึ่ง i = 1, 2, ..., 10

j คือ จำนวนตัวอย่างซ้ำที่มีจุดเก็บใกล้เคียงกัน ซึ่ง j = 1, 2

k คือ จำนวนการวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่ง k = 1, 2

ตารางที่ 11 ตารางบันทึกผลวิเคราะห์สำหรับประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง
กรณีการทำ Validation in Time

Rep# (Lot)	Sample 1 (S ₁)			Mea n 1	Sample 1 (S ₂)			Mea n 2	Range of Measurement
	A ₁	A ₂	Range of analysis		A ₁	A ₂	Range of analysis		
1	x ₁₁₁	x ₁₁₂	D ₁₁ = x ₁₁₁ - x ₁₁₂	$\bar{x}_{11}$	x ₁₂₁	x ₁₂₂	D ₁₂ = x ₁₂₁ - x ₁₂₂	$\bar{x}_{12}$	D ₁ = $\bar{x}_{11}$ - $\bar{x}_{12}$
2	x ₂₁₁	x ₂₁₂	D ₂₁ = x ₂₁₁ - x ₂₁₂	$\bar{x}_{21}$	x ₂₂₁	x ₂₂₂	D ₂₂ = x ₂₂₁ - x ₂₂₂	$\bar{x}_{22}$	D ₂ = $\bar{x}_{21}$ - $\bar{x}_{22}$
.			.				.		.
.			.				.		.
.			.				.		.
i (i=10)	X _{i11}	X _{i12}	D _{i1} = x _{i11} - x _{i12}	$\bar{x}_{i01}$	X _{i21}	X _{i22}	D _{i2} = x _{i21} - x _{i22}	$\bar{x}_{i2}$	D _i = $\bar{x}_{i1}$ - $\bar{x}_{i2}$
Average	$\bar{D}_{i1} = \frac{\sum D_{i1}}{n}$				$\bar{D}_{i2} = \frac{\sum D_{i2}}{n}$				$\bar{D} = \frac{\sum D_i}{n}$
Mean range of analysis ($\bar{D}_A$) = $\frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$					Standard deviation of analysis S = $\frac{\bar{D}}{1.128}$				

หมายเหตุ ผลการวิเคราะห์ค่าในตัวอย่าง ใช้สัญลักษณ์ x_{ijk}

โดยที่ i คือ จำนวนรุ่นสินค้าที่แตกต่างกัน ซึ่ง i = 1, 2, ..., 8

j คือ ตัวอย่างรวมกอง (Composite Sample) ที่เก็บจาก 3 จุด และ 10 จุดในรุ่น

สินค้า ซึ่ง j = 1, 2

k คือ จำนวนการวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่ง k = 1, 2

4.2 การประมาณค่าความไม่แน่นอนในตัวอย่าง

ทำการประมาณค่าความไม่แน่นอนในตัวอย่าง โดยใช้หลักสถิติพิสัย (Range Statistics) เพื่อคำนวณค่าเบี่ยงมาตรฐานมาตรฐาน (Standard Deviation; S) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation; RSD) ของข้อมูลที่ได้จากแผนการทดลองที่กำหนด ซึ่งค่าความไม่แน่นอนที่ประมาณได้จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ที่วัดได้ในตัวอย่าง โดยมีวิธีการ

คำนวณตามคู่มือ Nordtest Handbook (2007) ซึ่งสามารถแสดงการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ การชักตัวอย่างและการวัดในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่าและใหม่ดังภาคผนวก ค

5. การบ่งชี้ความเหมาะสมของวิธีการชักตัวอย่างที่ใช้งาน (Fit of Use) บนสินค้าในปัจจุบัน

ศึกษาเกณฑ์ค่าควบคุม (Specification Limit) ของสินค้ากรณีศึกษา และสรุปค่าความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจริงจากการเก็บตัวอย่าง โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ที่วัดได้ในตัวอย่าง รวมกับค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) ที่ เทียบกับเกณฑ์ค่าควบคุมของสินค้า เพื่อสรุปความเหมาะสมของวิธีการชักตัวอย่าง

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สามารถรายงานผลการศึกษาโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลระบบการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกของประเทศไทยในโซ่อุปทาน และสรุปกระบวนการชักตัวอย่างเพื่อการตรวจรับสินค้าข้าวเปลือกที่ใช้ในปัจจุบัน

โซ่อุปทานของข้าวเป็นโครงสร้างที่อธิบายเส้นทางการไหลของข้าวตั้งแต่เริ่มปลูก จนกระทั่งผ่านการสีเป็นข้าวสาร จากการสัมภาษณ์พบว่าผู้ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ต้นจนกระทั่งสินค้าถึงมือผู้บริโภค ได้แก่ เกษตรกร โรงสีชุมชน โรงสี สหกรณ์การเกษตร พ่อค้าคนกลาง (หยัง) ตลาดกลาง ผู้ค้าปลีก ผู้ค้าส่ง ผู้ส่งออก และผู้บริโภค ซึ่งโซ่อุปทานของข้าวสามารถแบ่งตามชนิดผลผลิตเป็น 3 ส่วน คือ โซ่อุปทานข้าวเปลือก ข้าวสาร และผลพลอยได้จากการสีข้าว ดังแสดงในภาพที่ 17 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 โซ่อุปทานการค้าข้าวเปลือกมีผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทาน คือ

1.1.1 เกษตรกรผู้ปลูกข้าว ประกอบด้วยเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปี และนาปรัง ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกข้าวทุกรายต้องมีการขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่สำนักงานเกษตรอำเภอ เพื่อให้เป็นหลักฐานประกอบการช่วยเหลือจากรัฐบาลทำให้ภาครัฐทราบจำนวนเกษตรกรที่ทำนาพื้นที่ปลูกข้าว ปริมาณผลผลิตช่วงผลผลิตออกสู่ตลาด และป้องกันมิให้มีการสวมสิทธิ์ของเกษตรกรในการรับการช่วยเหลือจากโครงการของรัฐ โดยช่องทางการจำหน่ายข้าวเปลือกของเกษตรกรมีหลากหลายคือ โรงสีชุมชน โรงสีเอกชน สหกรณ์การเกษตร พ่อค้าคนกลาง รวมถึงนำไปขายที่ตลาดกลางในท้องถิ่นที่ห่างไกล และเกษตรกรรายย่อยที่ไม่มีพาหนะเป็นของตนเองนั้นก็จะนิยมนำข้าวเปลือกผ่านพ่อค้า คนกลาง ส่วนวิธีการขนส่งข้าวเปลือกมีหลายวิธีได้แก่ การขนส่งไปเองโดยพาหนะของตนเอง การขายผ่านพ่อค้าคนกลางที่จะนำรถเข้ามารับซื้อถึงที่นา หรือเกษตรกรเช่ารถหกล้อเพื่อขนส่งไปขาย จากการสัมภาษณ์เกษตรกรหลายรายพบว่า การส่งมอบสินค้าส่วนใหญ่ของเกษตรกรต้องทราบข้อมูลราคาซื้อขายจากผู้ซื้อหลายรายเปรียบเทียบกัน ซึ่งเกษตรกรนิยมนำข้าวไปขายที่โรงสีหรือตลาดกลางเอง เพราะมีพาหนะเป็นของตนเอง ส่วนเกษตรกรรายย่อยที่ไม่มีพาหนะเป็นของตนเองนั้น มักจะขายให้พ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อถึงที่นาหรือจะจ้างรถเหมาไปขายที่โรงสีหรือตลาดกลาง นอกจากนี้แล้วยังมีทางเลือกให้เกษตรกรได้มีช่องทางการตลาดเพิ่มขึ้นจากโครงการรับจำนำข้าวเปลือก โดยจากกรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์, 2555 ได้กล่าวว่า เกษตรจะมีสิทธิ์จำนำข้าวเปลือกได้ปีละไม่เกิน 2 ครั้ง/แปลง/ราย โดยจะขายข้าวเปลือกให้กับตลาดกลาง ธ.ก.ส. ในกรณีที่เกษตรกรเป็นสมาชิกเท่านั้น และขายให้กับโรงสีเอกชนที่เข้าร่วมโครงการที่อยู่ภายในจังหวัดที่เกษตรกรเพาะปลูกเท่านั้น

1.1.2 โรงสีข้าว ผู้ที่ขายข้าวเปลือกให้แก่โรงสีได้แก่ เกษตรกร สหกรณ์การเกษตร พ่อค้าคนกลางและตลาดกลาง โดยโรงสีขนาดใหญ่รับซื้อข้าวเปลือกจากพ่อค้าคนกลางในสัดส่วนที่มากที่สุด เนื่องจากสามารถตกลงส่งมอบข้าวเปลือกในปริมาณมากได้ในคราวเดียว ทำให้มีข้าวเปลือกมากพอ ซึ่งดีกว่าการรับซื้อข้าวเปลือกปริมาณน้อยจากเกษตรกรจำนวนหลายราย เพราะต้องมีขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพหลายขั้นตอน ทั้งนี้พ่อค้าคนกลางจะมีการตรวจสอบคุณภาพข้าวมาระดับหนึ่งแล้ว ทำให้สามารถเชื่อถือคุณภาพได้มากกว่า โรงสีจะมีรายชื่อผู้ขายข้าวเปลือกที่เชื่อถือได้จากการประเมินคุณภาพในอดีต เพราะคุณภาพข้าวมีความสำคัญมากในการส่งมอบสินค้า จึงต้องการประเมินความน่าเชื่อถือของผู้ขาย และเกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่ไม่มีรถในการขนส่งทำให้จำเป็นต้องขายผ่านพ่อค้าคนกลางด้วย

1.1.3 สหกรณ์การเกษตร ในแต่ละชุมชนหรือหมู่บ้านจะมีการจัดตั้งสหกรณ์การเกษตรขึ้นเพื่อประโยชน์ของสมาชิก เช่น การรวมกันซื้อปัจจัยการผลิตในราคาที่ถูกลงและรวมกันขายผลผลิตให้แก่พ่อค้าคนกลางหรือโรงสีในราคาที่สูงจากอำนาจการต่อรองที่สูงขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบคือสหกรณ์การเกษตรที่ไม่มีโรงสีข้าวของตนเองจะขายข้าวเปลือกให้แก่โรงสีข้าว และสหกรณ์การเกษตรที่มีโรงสีข้าวของตนเองจะขายข้าวสารให้แก่สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย

1.1.4 พ่อค้าคนกลางหรือผู้รวบรวมท้องถิ่น (หยง) ซึ่งอยู่ในท้องถิ่นจะมารับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกรถึงที่นา โดยเฉพาะที่นาห่างไกล แล้วนำไปขายต่อที่โรงสีข้าวหรือตลาดกลาง เนื่องจากเกษตรกรไม่มีพาหนะไม่สามารถขนส่งข้าวเปลือกไปยังท่าข้าวหรือที่โรงสีข้าวได้เองจึงต้องอาศัยพ่อค้าคนกลางเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้การส่งมอบผ่านพ่อค้าคนกลางถือว่าสะดวกสำหรับเกษตรกรเพราะไม่ต้องไปหาตลาด หาข้อมูลการส่งมอบสินค้า และไม่ต้องรับผิดชอบด้านการขนส่ง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเกษตรกรในบางชุมชนเริ่มมีการรวมตัวกันเพื่อต่อรองกับผู้ซื้อมากขึ้น

1.1.5 ตลาดกลาง ซึ่งอยู่ในจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศเป็นสถานที่ที่ทำให้ผู้ซื้อและผู้ขายได้มาพบปะและตกลงราคาซื้อขาย โดยมีบริการตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกเบื้องต้น การชั่งน้ำหนัก การเทกอง การจัดเก็บข้าวเปลือก ซึ่งผู้ขายได้แก่ เกษตรกร และพ่อค้าคนกลาง และผู้ซื้อได้แก่ พ่อค้าคนกลางและตัวแทนจากโรงสีข้าวเพื่อนำข้าวเปลือกไปขายแก่โรงสีข้าวต่อไป

1.1.6 โรงสีชุมชน เกิดขึ้นจากการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว เพื่อแก้ไขปัญหา ราคาข้าวเปลือกตกต่ำ การถูกกดราคาและการโกงน้ำหนักข้าว ส่วนใหญ่เป็นโรงสีขนาดเล็กและเป็นโรงสีที่สีข้าวเฉพาะเช่น ข้าวหอมมะลิ ข้าวกล้อง ข้าวสาง หรือข้าวหอมมะลินิรภัยจากการเก็บข้อมูลโรงสีจำนวน 32 โรงใน 6 จังหวัดพบว่า 5 จังหวัดคือ สุรินทร์ ยโสธร อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด และศรีสะเกษ มีโรงสีที่แยกรับข้าวซื้อข้าวหอมมะลินิรภัยจากข้าวหอมมะลิทั่วไปจำนวน 15 โรง ซึ่งเป็นโรงสีของกลุ่มเกษตรกรหรือโรงสีชุมชน 9 โรง (นพมาศและคณะ, 2550)

1.2 โซ่อุปทานการค้าข้าวสาร ซึ่งมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโซ่อุปทานของข้าว คือ

1.2.1 โรงปรับปรุงคุณภาพ ปัจจุบันพบโรงสีข้าวขนาดใหญ่และสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจะมีโรงปรับปรุงคุณภาพด้วย โดยข้าวเปลือกที่ผ่านโรงสีข้าวจนกลายเป็นข้าวกล้องหรือข้าวสารที่ยังมีคุณภาพไม่ดีพอ การทำให้ข้าวมีคุณภาพดีขึ้นเพื่อให้ขายได้ราคาสูงขึ้นและ

เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า โรงสีข้าวจึงนำข้าวสารไปขัดสีและขัดมันที่โรงปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้ข้าวสารที่ได้มีคุณลักษณะที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีการรับซื้อข้าวสารที่ผ่านการสีข้าวแล้วมาจากโรงสีอื่น เพื่อเพิ่มมูลค่าของข้าวทำให้สามารถขายข้าวในราคาที่สูงขึ้นเนื่องจากคุณภาพข้าวดีขึ้น

1.2.2 หยง/นายหน้าค้าข้าว/พ่อค้าคนกลาง คือ ผู้ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการซื้อขายข้าวสารระหว่างโรงสีข้าวที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วกับผู้ค้าส่ง ค้าปลีกภายในประเทศและผู้ส่งออก โดยหยงจะรับคำสั่งซื้อข้าวมาจากผู้ค้าส่งและผู้ส่งออกก่อน แล้วจึงติดต่อโรงสีข้าวในการต่อรองราคาและคุณภาพสินค้า ก่อนที่จะให้ทางโรงสีข้าวทำการจัดส่งข้าวไปยังผู้ค้าส่งและผู้ส่งออก

ในปัจจุบัน บทบาทความสำคัญของหยงนั้นเริ่มลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากทางโรงสีได้มีการติดต่อกับผู้ค้าปลีก และผู้ค้าส่งโดยตรงมากขึ้น ยกเว้นการส่งมอบสินค้าในเขตภูมิภาค เช่น ภาคใต้ที่ต้องอาศัยหยงในท้องถิ่นในการกระจายสินค้า โรงสีไม่สามารถกระจายสินค้าได้เอง หรือแม้แต่ในตลาดส่งออกเอง ผู้ประกอบการโรงสีข้าวก็ได้เริ่มทำการจดทะเบียนการค้าเป็นผู้ส่งออกเองโดยตรง ทำให้ไม่ต้องมีการติดต่อผ่านหยงเหมือนในอดีต

1.2.3 ผู้ค้าส่ง จะซื้อข้าวสารจากโรงสีข้าวหรือหยง โดยติดต่อกับโรงสีข้าวโดยตรงหรือติดต่อผ่านหยง เป็นจำนวนมากก่อนที่จะทำการบรรจุเป็นข้าวสารถุงเล็ก (ในกรณีที่ทางโรงสีข้าวส่งมาเป็นกระสอบใหญ่) แต่ปัจจุบันโรงสีข้าวขนาดใหญ่ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวบรรจุถุงโดยมีตราสินค้าของตนเอง และมีการบรรจุใส่ถุงขนาดใหญ่และเล็กตามความต้องการของตลาด หลังจากนั้นจึงขายส่งผ่านให้กับผู้ค้าส่งเช่น บรรจุเป็นถุง 5 กิโลกรัม ให้ผู้ค้าส่งขายให้กับผู้ค้าปลีกเพื่อวางขายตามท้องตลาดทั่วไปได้ง่ายขึ้น

1.2.4 ผู้ค้าปลีก คือ ผู้ที่รับซื้อข้าวสารมาเพื่อค้าปลีกให้กับผู้บริโภค โดยอาจรับซื้อจากโรงสี หยง หรือผู้ค้าส่งโดยมีการตกลงการซื้อขายกันล่วงหน้า เพื่อจำหน่ายข้าวสารให้ผู้บริโภคภายในประเทศ

1.2.5 ผู้ส่งออก จะรับคำสั่งซื้อจากผู้นำเข้าข้าวในต่างประเทศ และติดต่อซื้อข้าวสารจากโรงสีข้าวหรือหยง ในปัจจุบันโรงสีข้าว โรงปรับปรุงคุณภาพและผู้ส่งออกอาจรวมกันเป็นนิติบุคคลเดียวกันเพื่อส่งออกข้าวเองเป็นการลดขนาดในโซ่อุปทานทำให้ไม่ต้องเสียค่าส่วนต่างในการซื้อขาย

1.3 โซ่อุปทานการค้าผลพลอยได้จากการสีข้าว เนื่องจากการสีข้าวเปลือกนั้นมีผลพลอยได้ ได้แก่ ข้าวหัก รำข้าว และแกลบ ซึ่งมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโซ่อุปทานของข้าว คือ

1.3.1 โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าว จะรับซื้อข้าวหัก เพื่อนำไปแปรรูปเป็น ผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น โรงงานแปรรูปแป้ง โรงงานเส้นหมี่ ก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน และโรงงานแปรรูป อาหารที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบ

1.3.2 โรงงานอาหารสัตว์ จะรับซื้อรำอ่อน เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหาร สัตว์

1.3.3 พ่อค้าคนกลาง จะมารับซื้อรำหยาบจากโรงสีเพื่อนำไปจำหน่ายให้กับเกษตรกรผู้ เลี้ยงเป็ด

1.3.4 โรงงานผลิตไฟฟ้า จะรับซื้อแกลบ นำไปเป็นแหล่งเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ต่อไป

จากภาพที่ 17 โซ่อุปทานของข้าว แสดงให้เห็นว่ามีจุดตรวจคุณภาพเพื่อการส่งออกและจุด ตรวจคุณภาพเพื่อการรับซื้อจำนวนมากและมีวิธีการตรวจรับที่หลากหลาย โดยขั้นตอนการ ตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในโรงสีขนาดใหญ่ โรงสีชุมชน โรงสีขนาดกลางและขนาดเล็ก และตลาดกลาง สามารถอธิบายได้ดังนี้

1.4 วิธีการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกในโรงสีขนาดใหญ่ ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของ ข้าวเปลือกในโรงสีข้าว ที่ได้จากการสัมภาษณ์โรงสีขนาดใหญ่ในจังหวัดนครราชสีมา ขอนแก่น และอุบลราชธานีโดยผู้ประกอบการโรงสีขนาดใหญ่จะมีการรวมกลุ่มกัน เนื่องจากมีการ สอบถามสถานการณ์การผลิตและราคาระหว่างกัน ทำให้มีการดำเนินงานในลักษณะใกล้เคียงกัน โดยแสดงในภาพที่ 18 ซึ่งอธิบายรายละเอียดกระบวนการส่งมอบและตรวจสอบคุณภาพในการซื้อ ขายข้าวเปลือกได้ดังนี้

1.4.1 การส่งมอบข้าวเปลือก ได้แก่ เกษตรกร สหกรณ์การเกษตร และพ่อค้าคนกลาง จะติดต่อโรงสีข้าวเพื่อสอบถามราคารับซื้อ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้การโทรศัพท์เพื่อสอบถามโรงสีหลาย

แห่ง จากนั้นจึงนำข้าวเปลือกมาขายให้ที่โรงสีที่ให้ราคาดีที่สุด โดยอาจจ้างรถหกล้อสิบล้อ หรือใช้รถของตนเองในการขนส่งข้าวเปลือก

1.4.2 การตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อของโรงสี สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกตรวจคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 1 เมื่อรถบรรทุกข้าวเปลือกจากผู้ขายมาส่ง จากการสัมภาษณ์พบว่าโรงสีทั่วไปนิยมสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกให้ทั่วโดยแบ่งเป็นตำแหน่งของรถ 3 ตำแหน่งคือ ส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนท้ายรถ ดังภาพที่ 19 โดยใช้หลาวสำหรับโรงสีขนาดเล็ก หรือเครื่องสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกสำหรับโรงสีขนาดใหญ่เพื่อแทงข้าวเปลือกประมาณ 1 กิโลกรัมในแต่ละตำแหน่ง โดยการตรวจสอบข้าวเปลือกนั้นแบ่งเป็นข้าวนาปีซึ่งเป็นข้าวเปลือกหอมมะลิ และข้าวเปลือกนาปรัง ซึ่งมีวิธีปฏิบัติในการตรวจสอบเป็นของทางโรงสีเองไม่ได้อ้างอิงจากมาตรฐานอื่น ๆ มีรายละเอียดดังนี้

ก) การตรวจสอบข้าวเปลือกนาปรัง นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่สุ่มจากรถมาชั่งน้ำหนัก 100 กรัมจำนวน 3 ตัวอย่าง มีการตรวจสอบด้านความสมบูรณ์ของเมล็ดและความชื้น แสดงรายละเอียดดังนี้

1) ชั่งข้าวเปลือก 100 กรัม นำไปเข้าเครื่องกะเทาะเปลือกและเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ประมาณ 20 วินาที หลังจากนั้นนำเข้าตะแกรงกลมเพื่อคัดแยกต้นข้าว นำต้นข้าวไปชั่งน้ำหนัก ควรมีต้นข้าวมากกว่า 30 กรัม ดังภาพที่ 20 และ 21

2) ชั่งข้าวเปลือก 100 กรัม นำไปกรองฝุ่นโดยตะแกรงเบอร์ 5.5 หลังจากนั้นนำข้าวเปลือกไปชั่ง ต้องมีฝุ่นไม่เกิน 3% ดังภาพที่ 22

3) ชั่งข้าวเปลือก 100 กรัมนำไปเข้าเครื่องกะเทาะเปลือกและเครื่องบดข้าวกล้อง นำข้าวที่ได้ไปชั่ง ต้องมีน้ำหนักข้าวมากกว่า 75 กรัม

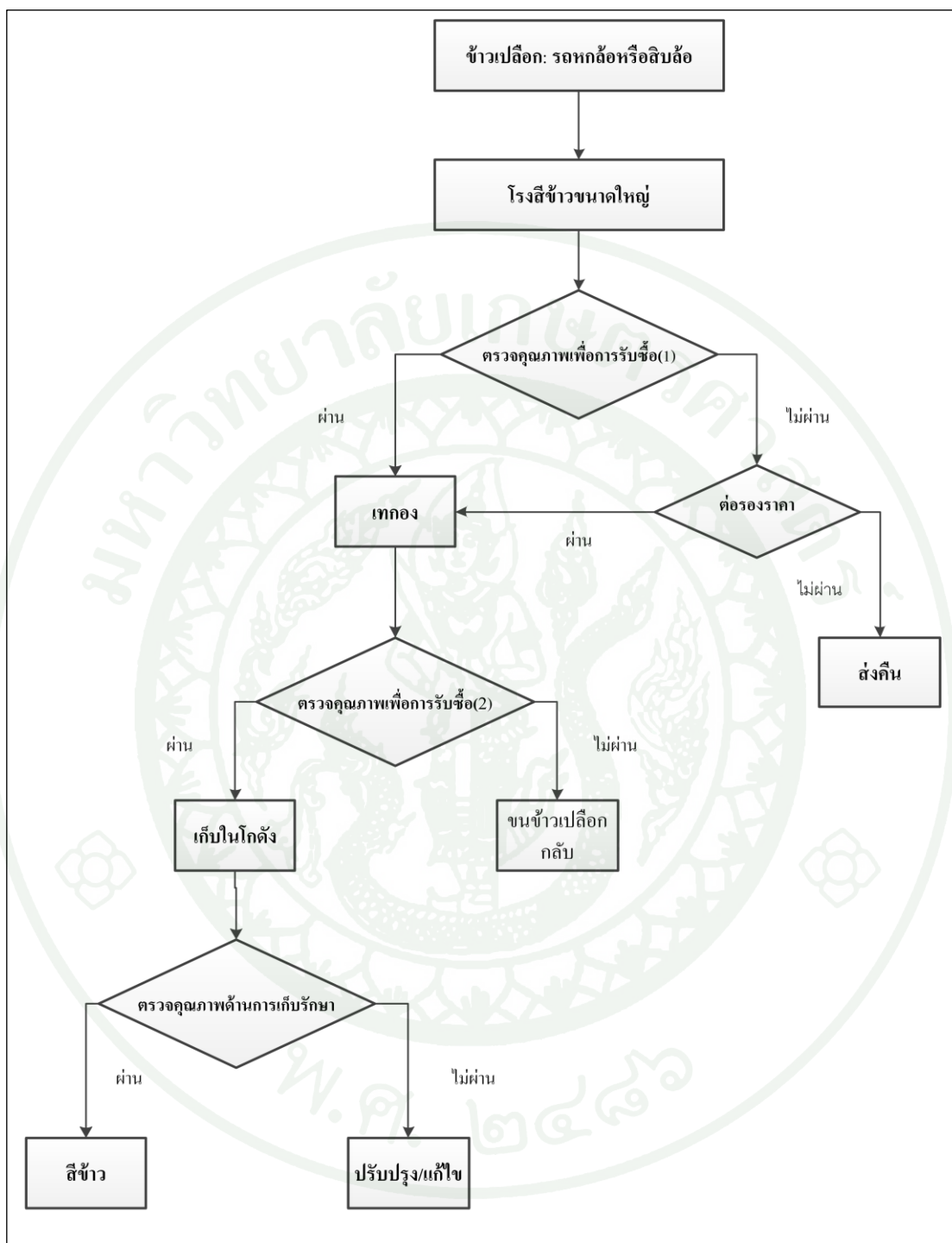
4) ความชื้น โดยมีเครื่องวัดความชื้น

5) ปริมาณการแตกหักของข้าว โดยวัดจากน้ำหนักของปริมาณข้าวที่แตกหัก ดังภาพที่ 22

ข) การตรวจสอบข้าวเปลือกนาปี ซึ่งเป็นข้าวหอมมะลิ นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่สุ่มจากระดับน้ำหนักรวม 100 กรัมจำนวน 3 ตัวอย่าง มีการตรวจสอบเช่นเดียวกับข้าวเปลือกนาปรัง ด้านความสมบูรณ์เมล็ดและความชื้น และมีการตรวจสอบด้านการปลอมปนเพิ่มเติมดังนี้

1) ในกรณีของข้าวเปลือกหอมมะลิจะเพิ่มการตรวจสอบว่าเป็นข้าวหอมมะลิแท้หรือไม่ โดยตรวจ DNA ซึ่งใช้เวลา 1 สัปดาห์ หรือนำข้าวเปลือกไปสี และนำไปต้มในน้ำร้อน 16 นาที หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวจำนวน 100 เมล็ด มาวางบนแผ่นกระจกแล้วนำแผ่นกระจกอีกแผ่น ปิดทับ ดังภาพที่ 23 หากพบว่าเมล็ดข้าวมีไตเกิดขึ้นเกิน 3 เมล็ด แสดงว่าเป็นข้าวผสมไม่ใช่ข้าวหอมมะลิแท้ โรงสีจะไม่รับข้าวผสมและจะส่งคืนผู้ขาย

2) วัดร้อยละของ Amylose ต้องไม่เกินร้อยละ 20



ภาพที่ 18 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในโรงสีข้าวขนาดใหญ่



ภาพที่ 19 การเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกบนรถบรรทุก 3 ตำแหน่ง: หัว กลาง และท้าย



ภาพที่ 20 เครื่องกะเทาะเปลือกและเครื่องสีข้าว



ภาพที่ 21 การสีข้าวในเครื่องกะเทาะเปลือกและเครื่องสีข้าว



ภาพที่ 22 การชั่งน้ำหนักเพื่อตรวจสอบสัดส่วนของฟ่อน ต้นข้าว ข้าวกล้อง และความแตกหัก (ร้อยละ)



ภาพที่ 23 เครื่องมือในการตรวจสอบการปลอมปนข้าวหอมมะลิ

1.4.3 การเทกอง ในกรณีที่การตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 1 ผ่าน โรงสีจะนำข้าวเปลือกไปเทกองรวมกันเพื่อสุ่มตรวจตัวอย่างอีกรอบเพื่อป้องกันการสุ่มตัวอย่างผิดพลาดจากครั้งที่ 1 ในกรณีที่ตรวจสอบคุณภาพไม่ผ่าน ต้องผ่านการต่อรองราคา ซึ่งเมื่อต่อรองราคาผ่านแล้ว จะนำไปเทกองโดยแยกกองจากส่วนที่ตรวจสอบคุณภาพผ่านก่อนในเบื้องต้น ดังภาพที่ 24

การตรวจคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 2 จากการเทกอง เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวข้า โดยโรงสีจะสุ่มตัวอย่างจากกองข้าวเปลือกโดยให้รถตักฟากกลางกอง แล้วสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกจาก 3 ตำแหน่งคือ ส่วนหัว ส่วนกลางและส่วนท้ายกอง โดยใช้ถังขนาดเล็ก ตักข้าวเปลือกในแต่ละตำแหน่งประมาณ 500 กรัม เพื่อให้มั่นใจว่าได้สุ่มข้าวเปลือกที่เป็นตัวแทนที่ดีของข้าวเปลือกทั้งกอง ดังภาพที่ 25 หลังจากนั้นจึงตรวจสอบคุณภาพข้าวด้วยวิธีเดียวกัน ข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 2 นั้นมี 2 สาเหตุหลักคือ 1) มีการปลอมปนข้าวหอมมะลิกับข้าวนาปรัง โรงสีจะไม่รับซื้อข้าวที่ปลอมปนเด็ดขาด และจะบันทึกชื่อผู้ขายไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการไม่รับซื้อครั้งต่อไป 2) คุณภาพข้าวไม่ได้ตามกำหนด เช่น มีปริมาณข้าวต้นดำ หรือมีสีเหลือง โรงสีจะใช้มาตรการการต่อรองราคาถ้าต่อรองแล้วไม่เป็นที่ยอมรับก็จะส่งคืนผู้ขาย



ภาพที่ 24 การเทกองเพื่อการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวในการรับซื้อ (ครั้งที่ 2)



ภาพที่ 25 การเก็บตัวอย่างจากการเทกอง

1.4.4 การเก็บรักษาข้าวเปลือกในคลังสินค้าหรือโกดัง เมื่อการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 2 ผ่าน ข้าวเปลือกจะถูกนำไปจัดเก็บแบบเทกองไว้ในโกดังเพื่อรอการสี โดยกรณีที่เป็นข้าวเปลือกใหม่จะถูกเก็บไว้นาน 5 เดือน โดยการเก็บข้าวเปลือกในโกดังจะใช้ระบบ First-in First-out คือ ข้าวเปลือกที่มีอายุมากกว่าจะถูกนำไปสีก่อน และจัดเก็บข้าวเปลือกในพื้นที่แบ่งแยกตามผู้ขายด้วย ในกรณีที่เกิดปัญหาใด ๆ จะทำให้โรงสีสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ และข้าวเปลือกที่ไม่ผ่านในการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 2 จะถูกนำไปขายต่อให้กับโรงสีอื่น

1.4.5 การตรวจสอบคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา โดยสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก เพื่อดูแลคุณภาพเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บข้าวเปลือกในโกดัง โดยมีการตรวจสอบคุณภาพ 3 ด้าน ดังนี้

ก) สุ่มตรวจอุณหภูมิของข้าวเปลือกทุก 15 วัน สำหรับพื้นที่ขนาด 48 เมตร x 24 เมตร จะแบ่งพื้นที่เป็น 12 ส่วน แล้วจึงวัดอุณหภูมิโดยใช้แท่งเหล็กยาวที่มีเทอร์โมมิเตอร์สอดลงไปตรงกลางกองข้าวเปลือกของแต่ละส่วน

ข) สุ่มตรวจสอบปริมาณต้นข้าวทุกเดือน

ค) สุ่มตรวจสีของข้าวเปลือก เนื่องจากการเก็บข้าวเปลือกแบบเทกองจะทำให้ข้าวเป็นสีเหลืองก่อนนำไปขัด

1.4.6 การสีข้าว เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพด้านการเก็บรักษาในระหว่างการจัดเก็บข้าวเปลือกในโกดังผ่านแล้วจะนำข้าวเปลือกที่ได้มาสีข้าวโดยใช้ระบบ First-in First-out ซึ่งระหว่างการสีข้าวสารจะสุ่มตรวจตัวอย่างข้าวทุก 1 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบความขาวของข้าว โดยข้าวที่ผ่านการสีออกมาจะเป็นข้าวรวม ต้องผ่านการคัดเกรดข้าว โดยผ่านตะแกรงกลมและตะแกรงเหลี่ยม ในการคัดเกรดตามลำดับ ดังภาพที่ 26



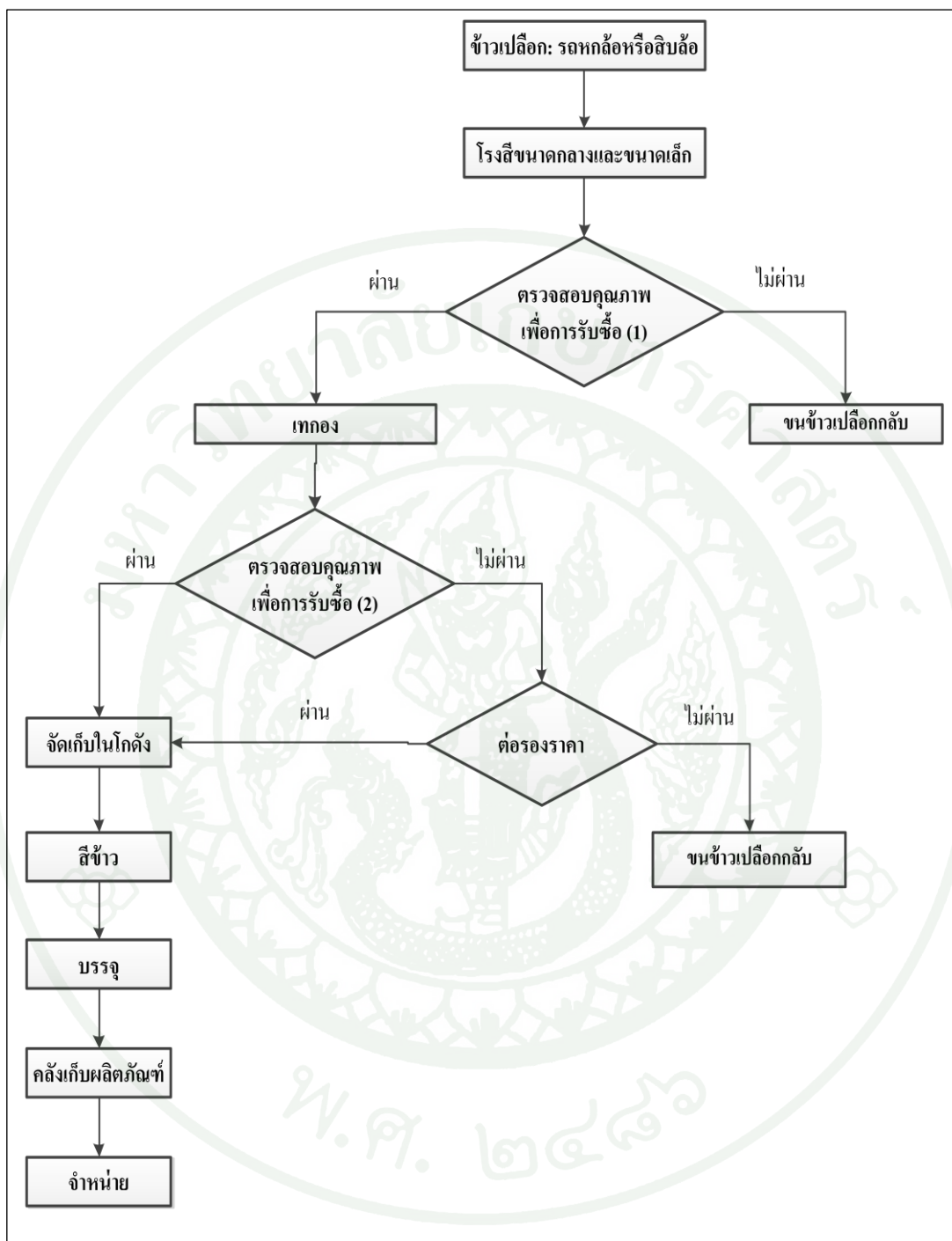
ภาพที่ 26 การสีข้าว

1.5 วิธีการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกในโรงสีขนาดกลางและขนาดเล็ก ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในโรงสีข้าว ที่ได้จากการสัมภาษณ์โรงสีขนาดกลางและขนาดเล็กในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ากระบวนการส่งมอบข้าวเปลือกให้กับโรงสีขนาดกลางและเล็กคล้ายกับการส่งมอบข้าวเปลือกในโรงสีขนาดใหญ่คือ ประกอบด้วยขั้นตอนการส่งมอบข้าวเปลือก การตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อของโรงสี การเทกอง การเก็บรักษาข้าวเปลือกในคลังสินค้าหรือโกดัง การตรวจสอบคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา และการสีข้าว โดยแสดงในภาพที่ 27 หากแต่เพียงรายละเอียดของการตรวจสอบคุณภาพแตกต่างกันคือ

1.5.1 การตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อของโรงสี ทำการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 1 โดยใช้หลาวแทงประมาณ 3-4 จูครอบคันรถ โดยแบ่งเป็นด้านข้างและด้านหลังรถให้ได้ข้าวเปลือกประมาณ 2 กิโลกรัมต่อกัน เพื่อนำไปตรวจสอบชนิดข้าว ความสมบูรณ์ของเมล็ด สี การเจือปนความชื้นไม่เกิน 15% ถ้าเป็นรถที่บรรจุข้าวเปลือกแบบเทกอง จะใช้หลาวยาวในการสุ่มตรวจสอบ หากบรรจุข้าวเปลือกในกระสอบ จะใช้หลาวเล็กสุ่ม โดยตัวอย่างที่สุ่มได้จะนำไปตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อเช่นเดียวกับโรงสีขนาดใหญ่ หากคุณภาพไม่ผ่านจะคืนผู้ขาย

1.5.2 การเทกอง เมื่อการตรวจคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 1 ผ่านแล้ว จะนำข้าวเปลือกไปเทกองและทำการตรวจคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 2 ระหว่างการเทกองลงจากรถขนส่ง โดยพนักงานลงข้าวจะเป็นผู้ทำการสุมโดยใช้ถังขนาดเล็กตักประมาณ 2 กิโลกรัมต่อกัน ซึ่งจะทำการค่อย ๆ เทกองลงจากรถทีละนิด โดยปล่อยให้ข้าวเปลือกไหลลงท้ายรถ และตรวจสอบสีข้าวเปลือกหากพบว่าข้าวเปลือกมีสีคล้ำก็จะทำการหยุดรถและขับรถเดินหน้าอีกครั้งเพื่อเทข้าวลงสุมตรวจสอบสีข้าวเปลือกอีกครั้ง โดยสุมตัวอย่างในลักษณะนี้ซ้ำประมาณ 2-3 ครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าข้าวเปลือกมีคุณภาพที่ต้องการและเป็นการสุมให้ทั่วเพื่อป้องกันผู้ขายปนข้าวเปลือกคุณภาพดีและไม่ดีหากตรวจสอบแล้วไม่ผ่านจะมีการต่อรองราคากับผู้ขาย

1.5.3 เมื่อตรวจสอบคุณภาพผ่านจึงนำข้าวเปลือกไปเก็บในโกดัง และทำการสีข้าวบรรจุข้าวในถุง และเก็บรักษาข้าวถุงในคลังเก็บผลิตภัณฑ์เพื่อรอจำหน่าย



ภาพที่ 27 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในโรงสีขนาดกลางและขนาดเล็ก

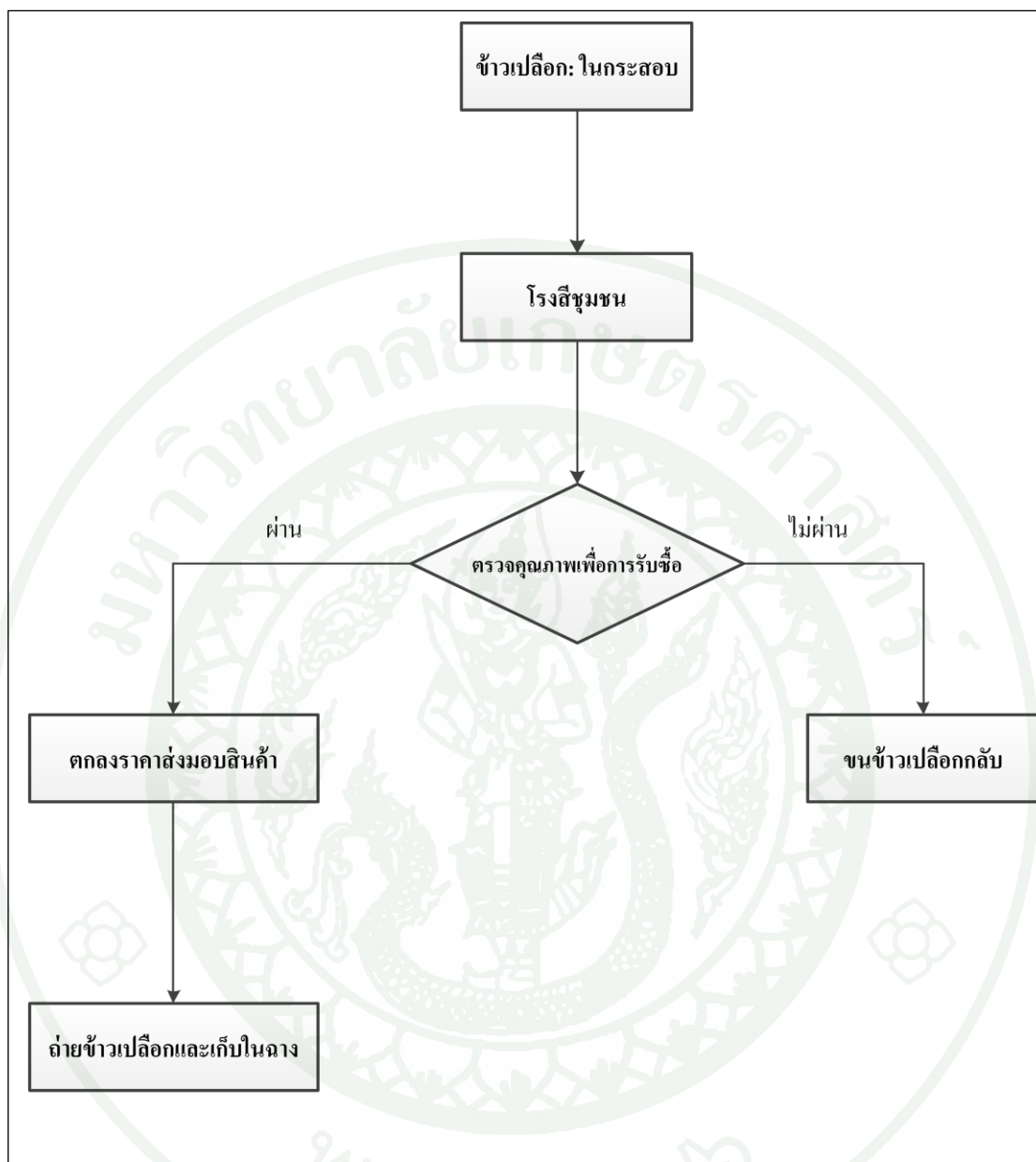
1.6 วิธีการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกในโรงสีชุมชน ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในโรงสีข้าว ที่ได้จากการสัมภาษณ์โรงสีชุมชนในจังหวัดขอนแก่น พบว่ากระบวนการส่งมอบข้าวเปลือกให้กับโรงสีชุมชนคล้ายกับการส่งมอบข้าวเปลือกในโรงสีขนาดใหญ่ ขนาดกลาง

และขนาดเล็กคือ ประกอบด้วยขั้นตอนการส่งมอบข้าวเปลือก การตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อของโรงสี การเก็บรักษาข้าวเปลือกในคลังสินค้าหรือโกดัง และการสีข้าว โดยแสดงในภาพที่ 28 หากแต่เพียงรายละเอียดของการตรวจสอบคุณภาพแตกต่างกันคือ

1.6.1 การส่งมอบข้าวเปลือก ผู้ขายทำการติดต่อสอบถามข้อมูลราคาจากโรงสี และโรงสีสอบถามข้อมูลวิธีการปลูก และการเก็บเกี่ยวข้าวจากผู้ขาย เพื่อประกอบการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกก่อนการรับซื้อ จากนั้นทำการรับซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกรที่นำข้าวเปลือกมาขายที่ศูนย์วิสาหกิจชุมชน เพราะได้ราคาสูงกว่าตลาด เจ้าหน้าที่จะดูว่าเป็นสมาชิกกลุ่มไหม หากเป็นสมาชิกจะตรวจสอบเล็กน้อย หากไม่เป็นสมาชิกจะตรวจสอบเคร่งครัดยิ่งขึ้น

1.6.2 การตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อของโรงสี โดยตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวเปลือกมีลักษณะอย่างไร เรียวยาวสวยหรือไม่ การเก็บเกี่ยวนั้นใช้มือหรือใช้รถ การเพาะปลูกใช้วิธีนาดำหรือนาหว่าน เพราะหากเป็นการทำนาดำ เมล็ดข้าวจะสวยและไม่มีสิ่งเจือปน แต่หากเป็นการทำนาหว่าน เมล็ดข้าวจะไม่สวย นอกจากนั้นจะตรวจดูสิ่งเจือปน เช่น เมล็ดหญ้า ฟาง โดยเปิดปากกระสอบตรวจดูด้วยสายตาประมาณ 2-3 กระสอบ เมื่อตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นผ่านแล้วจึงตกลงราคาส่งมอบสินค้า

1.6.3 การเก็บรักษาข้าวเปลือกในคลังสินค้าหรือโกดัง และการสีข้าว ข้าวเปลือกของผู้ขายจะบรรจุในกระสอบ กระสอบละ 30-35 กิโลกรัม โดยจะนำไปเก็บเข้าฉางไว้ และทำการสีข้าวเปลือกตามคำสั่งซื้อ ซึ่งการสีข้าวนั้นจะสีแบบขัดขาว และสีแบบกะเทาะเปลือกด้วย



ภาพที่ 28 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในโรงสีชุมชน

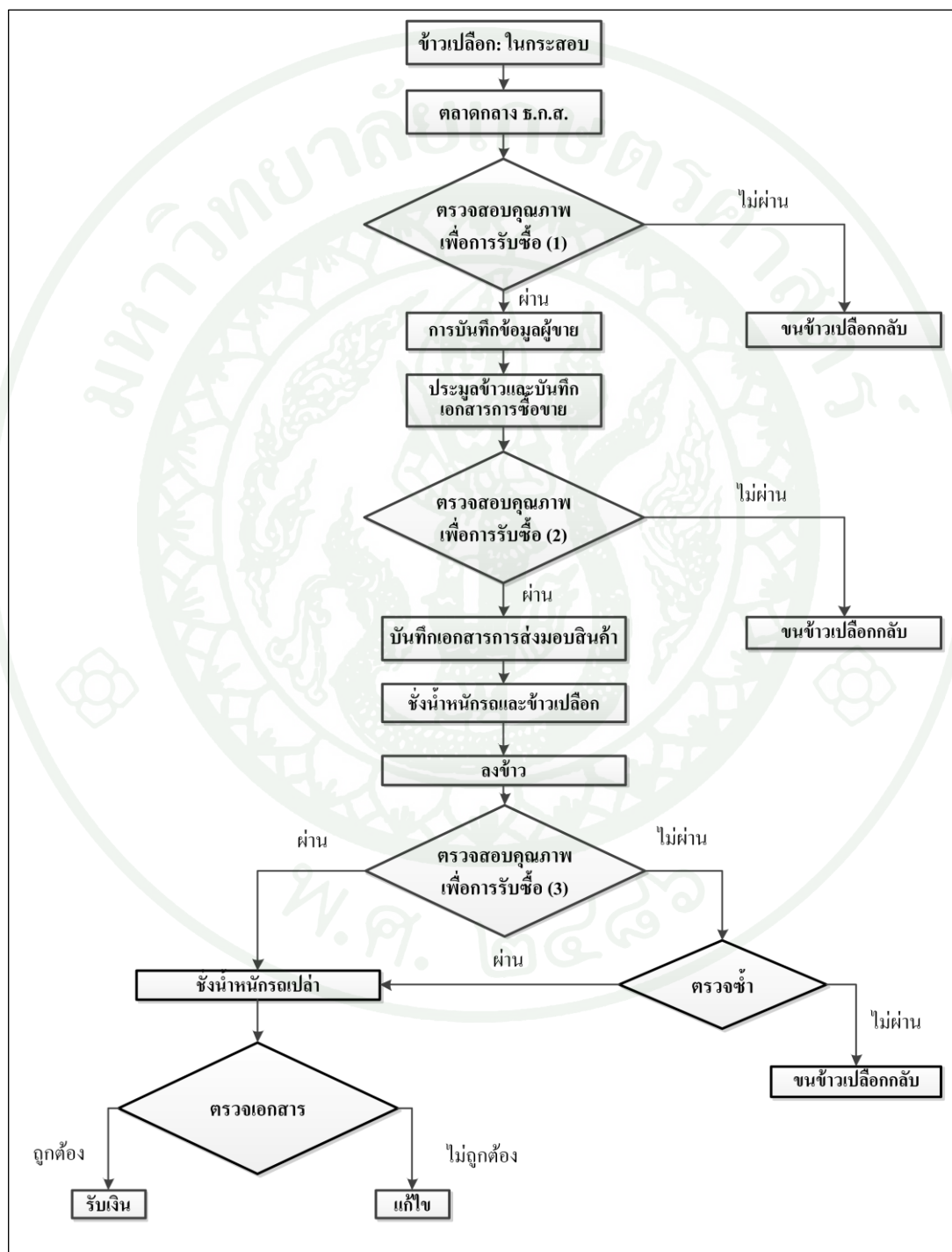
1.7 วิธีการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกในตลาดกลาง ธ.ก.ส. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในตลาดกลางที่ได้จากการสัมภาษณ์ในจังหวัดขอนแก่น พบว่ากระบวนการส่งมอบข้าวเปลือกให้กับตลาดกลางคล้ายกับการส่งมอบข้าวเปลือกในโรงสีขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก และโรงสีชุมชนคือ ประกอบด้วยขั้นตอนการส่งมอบข้าวเปลือก การตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อของโรงสี การเก็บรักษาข้าวเปลือกในคลังสินค้าหรือโกดัง และการสีข้าว โดยแสดงในภาพที่ 29 หากแต่เพียงรายละเอียดของการตรวจสอบคุณภาพแตกต่างกันคือ

1.7.1 การส่งมอบและการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 1 เจ้าหน้าที่จะสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 1 โดยเดินไปรอบรอบและใช้หลาวแทงข้าวเปลือกที่บรรจุในกระสอบ ไล่ในถังขนาดเล็กประมาณครึ่งถัง ดังภาพที่ 30 จากนั้นนำตัวอย่างข้าวเปลือกที่สุ่มได้มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพโดยนำข้าวเปลือกตัวอย่างละ 100 กรัมไปใส่ผ่านเครื่องกะเทาะเปลือกและเครื่องสีขนาดเล็ก สำหรับข้าวเจ้าจะตรวจข้าวเปลือก ข้าวกล้อง และข้าวขาว สำหรับข้าวเหนียวจะตรวจข้าวเปลือกและข้าวขาวดังภาพที่ 31 เมื่อการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 1 ผ่าน จะบันทึกข้อมูลผู้ขาย ได้แก่ วันที่ ชื่อผู้ขาย ที่อยู่ รหัสผลิตภัณฑ์ หมายเลขทะเบียนรถ พันธุ์ข้าวที่นำมาขาย ปริมาณข้าว (กระสอบปุย หรือกระสอบป่าน) ดังภาพที่ 32 หากการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 1 ไม่ผ่าน ผู้ขายจะขนข้าวเปลือกกลับไปเพื่อขายในแหล่งอื่น

1.7.2 การตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 2 ในขั้นตอนนี้เจ้าหน้าที่จะทำการประมูลข้าวโดยตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 2 คือ นำตัวอย่างใส่ในถาดข้าวที่จะตรวจสอบคุณภาพมาตรฐานคุณลักษณะเมล็ดข้าวว่าเป็นข้าวชนิดใด ลักษณะเมล็ดเป็นอย่างไร เช่น เมล็ดมีสีเหลือง ฟันหนู ความใส ข้าวเปลือกมีการขึ้นราหรือไม่ และอื่น ๆ และนำเอกสารข้อมูลผู้ขายเข้ามายังห้องประมูลราคาข้าว ซึ่งจะมีคณะกรรมการของตลาดกลางฯ และผู้ซื้อทำการส่งมอบสินค้า โดยคณะกรรมการจะบันทึกคุณภาพข้าวเปลือกลงใบนำส่งผลิตภัณฑ์และตกลงการส่งมอบสินค้า จากนั้นนำไปให้ผู้ซื้อพิจารณา และผู้ซื้อก็จะพิจารณาตรวจสอบคุณภาพภายนอกและประเมินราคา สำหรับการประมูลราคานั้นผู้ซื้อแต่ละคนจะเสนอราคาที่ตนเองสามารถซื้อได้ลงในกระดาชขนาดเล็ก และพับกระดาชให้มิดชิดส่งให้คณะกรรมการ จากนั้นคณะกรรมการจะนำกระดาชเสนอราคาจากผู้ซื้อมาเปิดและพิจารณา โดยผู้ซื้อที่เสนอราคาสูงที่สุดเป็นผู้ประมูลได้ ดังภาพที่ 33 จากนั้นผู้ขายจึงมาพิจารณาว่าสามารถยอมรับราคาที่ประมูลได้หรือไม่ หากยอมรับได้จึงเกิดการซื้อขายสินค้าขึ้น คณะกรรมการจะลงชื่อผู้ซื้อในเอกสาร และสถานที่ลงข้าวในใบนำส่งหากตกลงราคาไม่ได้ผู้ขายจะขนข้าวเปลือกกลับไปเพื่อขายในแหล่งอื่น

1.7.3 การเก็บรักษาข้าวเปลือกในคลังสินค้าหรือโกดัง ทำการชั่งน้ำหนักรถและข้าวเปลือก เมื่อมีการตกลงราคากันแล้วผู้ขายจะนำรถที่ขนข้าวเปลือกมาชั่งน้ำหนักยังบริเวณชั่งน้ำหนักซึ่งพนักงานจะลงบันทึกยังใบนำส่งดังภาพที่ 34 จากนั้นเทกองข้าว โดยขนถ่ายข้าวเปลือกลงจากรถในตำแหน่งที่บันทึกในใบนำส่ง โดยในขณะที่กองนี้มีการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อครั้งที่ 3 ว่าตรงกับที่แจ้งในเอกสารหรือไม่ ซึ่งจำนวนและวิธีการเก็บยังไม่มีความมาตรฐานที่แน่นอน หากไม่ตรงต้องมีการแก้ไขโดยตรวจสอบอีกครั้ง หากคุณภาพข้าวเปลือกไม่ผ่านจะส่งคืนผู้ขาย จากนั้นชั่งน้ำหนักรถเปล่าเมื่อผู้ขายนำรถมาลงข้าวยังบริเวณที่ผู้ซื้อแจ้งแล้วก็จะนำรถเปล่ามาชั่งน้ำหนักอีก

ครั้งโดยจะต้องนำรถมาซังที่เครื่องซังเดียวกันกับที่ซังน้ำหนักข้าวเปลือกด้วยดังภาพที่ 35 และเจ้าหน้าที่ตรวจสอบเอกสาร หากเอกสารถูกต้องผู้ขายจึงรับเงินได้ หากไม่ถูกต้องจะต้องนำเอกสารไปแก้ไขก่อนจึงรับเงิน



ภาพที่ 29 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในตลาดกลาง ธ.ก.ส.



ภาพที่ 30 การสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพ



ภาพที่ 31 ถาดข้าวที่จะตรวจสอบคุณภาพ (ซ้าย) เครื่องสีข้าว (ขวา)



ภาพที่ 32 การบันทึกข้อมูลผู้ขาย



ภาพที่ 33 การประมวลข้าวและบันทึกเอกสารการซื้อขาย

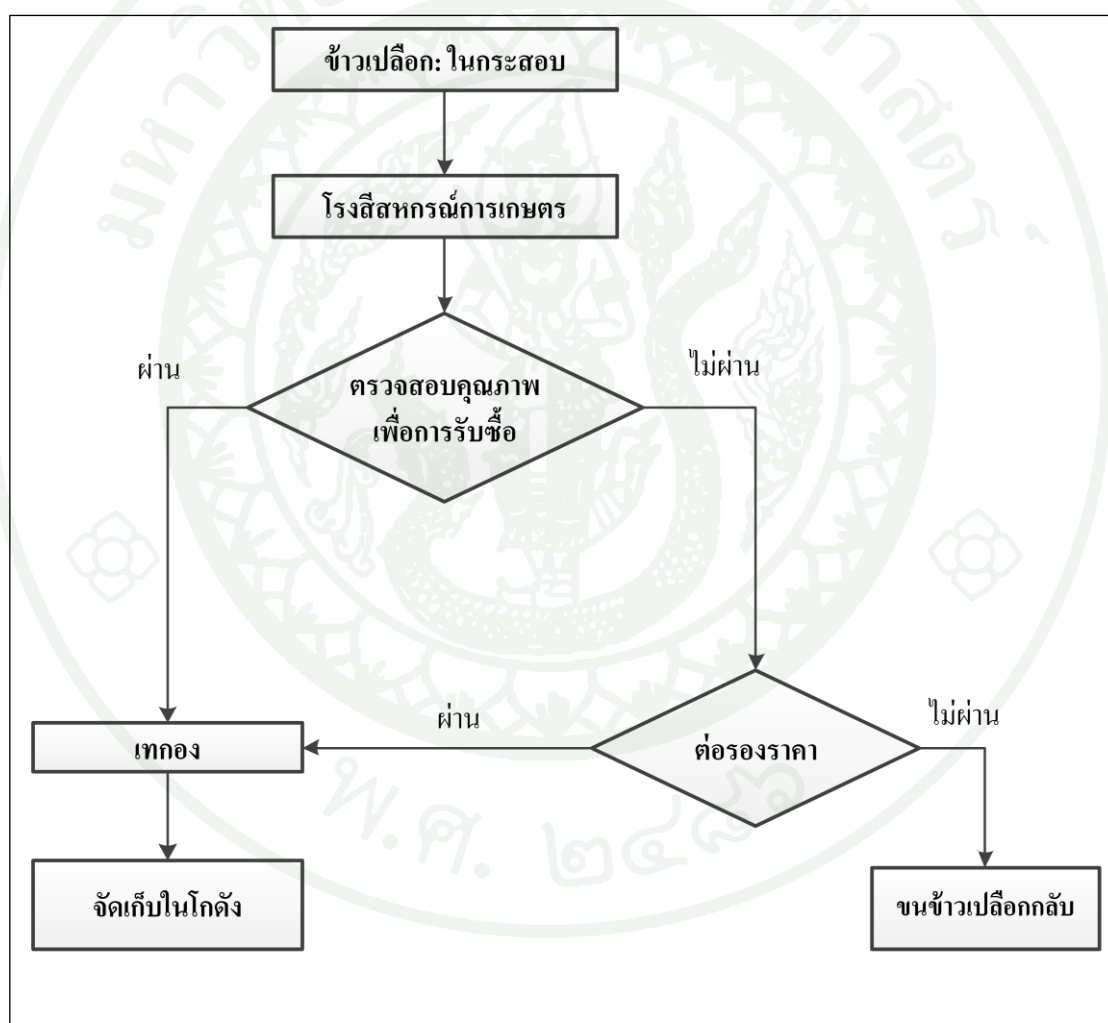


ภาพที่ 34 การชั่งน้ำหนักรถพร้อมข้าวเปลือก



ภาพที่ 35 การชั่งน้ำหนักรถเปล่า

1.8 วิธีการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกในสหกรณ์การเกษตร ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในสหกรณ์การเกษตรที่ได้จากการสัมภาษณ์ในจังหวัดร้อยเอ็ด พบว่ากระบวนการส่งมอบข้าวเปลือกให้กับสหกรณ์การเกษตรคล้ายกับการส่งมอบข้าวเปลือกในโรงสีขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก โรงสีชุมชน และตลาดกลาง คือ ประกอบด้วยขั้นตอนการส่งมอบข้าวเปลือก การตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อของโรงสี การเก็บรักษาข้าวเปลือกในคลังสินค้าหรือโกดัง และการสีข้าว โดยแสดงในภาพที่ 36 หากแต่เพียงรายละเอียดของการตรวจสอบคุณภาพแตกต่างกันคือ



ภาพที่ 36 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของข้าวเปลือกในสหกรณ์การเกษตร

1.8.1 การส่งมอบ และการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อ ผู้ขายจะขนส่งข้าวเปลือกไปยังจุดตรวจคุณภาพเพื่อการรับซื้อ โดยมีเจ้าหน้าที่มาสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกโดยใช้หลาวแทงข้าวเปลือกที่บรรจุในกระสอบประมาณ 2-3 กระสอบ ใส่รวมกันในถาดข้าวประมาณ 500 กรัม ดังภาพที่ 37 จากนั้นเจ้าหน้าที่จะนำตัวอย่างข้าวเปลือกที่สุ่มได้ มาตรวจคุณภาพทางกายภาพโดยดูการปลอมปนของข้าวด้วยเครื่องกะเทาะเปลือกเพื่อตรวจดูความขาวของเมล็ดข้าว ดังภาพที่ 38 และตรวจวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น ดังภาพที่ 39 จากนั้นนำข้าวเปลือกมาชั่งน้ำหนัก 100 กรัม ไปสีผ่านเครื่องสีขนาดเล็กและนำมาผ่านเครื่องร่อนข้าว ดังภาพที่ 40 และนำข้าวสารที่ได้มา คำนวณหาสัดส่วนข้าวเต็มเมล็ดหลังการสี



ภาพที่ 37 การสุ่มตัวอย่างบนรถกระบะ



ภาพที่ 38 เครื่องกะเทาะเปลือก



ภาพที่ 39 เครื่องวัดความชื้น



ภาพที่ 40 เครื่องสีข้าว (ซ้าย) และเครื่องร่อนข้าว (ขวา)

1.8.2 การเก็บรักษาข้าวเปลือกในคลังสินค้าหรือโกดัง ในกรณีที่การตรวจคุณภาพผ่านแล้วจะทำการรับซื้อ หากการตรวจคุณภาพไม่ผ่านจะทำการตกลงราคารับซื้อกับผู้ขายโดยหักราคารับซื้อ หากผู้ขายยอมรับในราคารับซื้อนั้นก็ทำการซื้อต่อไป แต่ถ้าผู้ขายไม่ยอมรับราคารับซื้อ ผู้ขายจะขนข้าวเปลือกกลับไปเพื่อขายในแหล่งอื่น เมื่อมีการตกลงราคากันแล้วผู้ขายจะนำรถที่ขนข้าวเปลือกมาซึ่งน้ำหนักยังบริเวณซึ่งน้ำหนักซึ่งจะพนักงานลงบันทึกไว้ จากนั้นจะขนถ่ายข้าวเปลือกลงจากรถโดยเทลงในโกดัง และเมื่อผู้ขายนำรถมาลงข้าวยังบริเวณที่ผู้ซื้อแจ้งแล้วจะนำรถเปล่ามาซึ่งน้ำหนักอีกครั้งโดยจะต้องนำรถมาซึ่งที่เครื่องชั่งเดียวกันกับที่ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกด้วย

1.9 สรุปกระบวนการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการซื้อขายข้าวเปลือกที่ใช้ในปัจจุบัน

จากวิธีการซื้อขายสินค้าข้าวเปลือกของโรงสีขนาดใหญ่ กลาง เล็ก โรงสีชุมชน ตลาดกลาง และสหกรณ์การเกษตร พบว่ากระบวนการส่งมอบข้าวเปลือกมีความคล้ายคลึงกัน แต่ในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อ มีความแตกต่างกันทั้งวิธีการชักตัวอย่างมีการใช้มือเปล่า ทับพี และหลาวดำในการชักตัวอย่าง การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างตั้งแต่ 3 – 10 จุด จำนวนซ้ำของตัวอย่างตั้งแต่ไม่มีซ้ำ ถึง 3 ซ้ำ และปริมาณตัวอย่างจุดละ 300-1,000 กรัม โดยจุดตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อสามารถแสดงให้เห็นได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สรุปจุดเก็บตัวอย่างในการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อ

สถานที่	จุดเก็บตัวอย่างในการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อ		
	จุดที่ประมูลข้าว	บนรถบรรทุก*	หลังจากเทกอง*
โรงสีขนาดใหญ่	-	x	x
โรงสีขนาดเล็กและกลาง	-	x	x
โรงสีชุมชน	-	x	-
สหกรณ์การเกษตร	-	x	-
ตลาดกลาง ธ.ก.ส.	x	x	x

หมายเหตุ * พบวิธีการชักตัวอย่างข้าวเปลือกแตกต่างกัน

จากตารางที่ 12 พบว่าโรงสีขนาดใหญ่มีการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อ 2 ครั้งคือบนรถบรรทุก หลังจากเทกอง และแต่ละครั้งสุ่มตรวจสอบประมาณ 3 ซ้ำ เพื่อให้มั่นใจว่าข้าวเปลือกมีคุณภาพดีก่อนการสี สำหรับโรงสีขนาดกลางและเล็กมีการตรวจสอบข้าวเปลือก 2 ครั้ง คือ บนรถบรรทุก หลังจากเทกอง และแต่ละครั้งสุ่มตรวจสอบประมาณ 3 ซ้ำ ในขณะที่โรงสีชุมชนและสหกรณ์การเกษตรมีการตรวจสอบข้าวเปลือก 1 ครั้งคือบนรถบรรทุก และสำหรับวิธีการซื้อขายข้าวเปลือกของตลาดกลางมีการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อ 3 ครั้ง คือ บนรถบรรทุกซึ่งตรวจโดยพนักงานที่ตลาดกลาง จุดที่ประมูลข้าวซึ่งตรวจโดยพนักงานที่ตลาดกลางและผู้ซื้อ และหลังจากเทกองซึ่งตรวจโดยผู้ซื้อ และแต่ละครั้งสุ่มตรวจสอบ 1 ซ้ำโดยเน้นตรวจสอบด้วยสายตาเป็นหลัก

ทั้งนี้เนื่องจากตลาดกลางทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการซื้อขายเท่านั้น ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพข้าวเปลือกจึงเป็นการตรวจสอบขั้นพื้นฐานไม่เข้มงวดเท่ากับโรงสี จึงแสดงให้เห็นว่าโรงสีขนาดใหญ่มีการตรวจสอบมากที่สุดและเข้มงวดที่สุด

2. รวบรวมวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่าง เพื่อการตรวจรับและสรุปวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

จากการรวบรวมวิธีการชักตัวอย่างตามมาตรฐานสากลจากเอกสารอ้างอิงขององค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International Organization for Standardization: ISO) จำนวน 4 ฉบับ คือ ISO 6644 การเก็บตัวอย่างธัญพืช แป้งขณะเคลื่อนที่ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอัตโนมัติ, ISO 6639/2 การเก็บตัวอย่างธัญพืชเพื่อการตรวจนับแมลงศัตรูพืชแอบแฝง, ISO 13690 การเก็บตัวอย่างธัญพืช แป้ง ในสถานะอยู่นิ่ง และ ISO 24333 การเก็บตัวอย่างธัญพืชและสินค้า สามารถสรุปวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 วิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างตาม
มาตรฐาน ISO 6644, ISO 6639/2, ISO 13690 และ ISO 24333

ลักษณะ ผลิตภัณฑ์	วิธีการชักตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่าง	กระบวนการเตรียมตัวอย่าง
ข้าวเปลือก ณ จุดส่งมอบ	- ใช้หลาวนำตัวอย่าง ข้าวเปลือกบน รถบรรทุก - กำหนดจุดเก็บ ตัวอย่าง 3 – 10 จุด ตามปริมาณข้าวที่ บรรทุกตั้งแต่ 15 ถึง 45 ตัน	300 – 400 กรัมต่อจุด	- นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่เก็บ จาก 3 -10 จุดมาผสมรวมกัน ในถัง - ทำการลดขนาดตัวอย่างโดย เทตัวอย่างข้าวเปลือกลงบน ถาด จากนั้นทำการแบ่ง 4 ส่วน และเลือกเก็บตัวอย่าง 2 ส่วน - ทำการผสมตัวอย่างส่วนที่ เก็บไว้และลดขนาดตัวอย่าง ทีละครึ่งซ้ำ จนเหลือขนาด ตัวอย่าง 300 – 400 กรัม - บรรจุตัวอย่างลงในถุงที่ปิด สนิทและติดฉลาก

จากตารางที่ 13 แสดงได้เห็นว่า การจะได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้า นั้น ต้องคำนึงถึงวิธีการชักตัวอย่างโดยอุปกรณ์ที่ใช้ต้องสะอาด แห้ง และปราศจากการปนเปื้อนฝุ่นเพื่อป้องกันการสูญคุณภาพตัวอย่างรุ่นสินค้าจากการปนเปื้อน การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างควรให้มีเพียงพอและกระจายทั้งรุ่นสินค้าทั้งด้านผิวและความลึกของกองสินค้า ขนาดของตัวอย่างควรให้เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ และกระบวนการเตรียมตัวอย่างโดยการผสมรวมและลดขนาดตัวอย่าง เพื่อให้ตัวอย่างมีความสม่ำเสมอมากขึ้น และการลดขนาดตัวอย่าง เพื่อให้ตัวอย่างมีความเหมาะสมต่อการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งการเก็บรักษาตัวอย่างที่ได้ อย่างมีจิตคิดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนต่าง ๆ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้า โดยประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างเพื่อประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่าง (Sampling Validation) และชี้แจงความเหมาะสมของวิธีการชักตัวอย่าง (Fit of Use)

3. ประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก เพื่อประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่าง (Sampling Validation) และชี้แจงความเหมาะสมของวิธีการชักตัวอย่าง (Fit of Use) ที่ใช้ในการกำกับเป็นมาตรฐานสินค้าในสถานการณ์ปัจจุบัน

การทดสอบความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่าง (Sampling Validation) โดยทำการทดสอบความสม่ำเสมอของค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่าง และการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง (Sampling Uncertainty) จากความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time) โดยแสดงผลการทดสอบดังนี้

3.1 ผลการทดสอบความสม่ำเสมอของค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่าง

กำหนดปัจจัยทดสอบคือ ปัจจัยความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) และปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time) โดยหาค่าเฉลี่ยของค่าความชื้นในข้าวเปลือก (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance หรือ ANOVA) ได้ดังต่อไปนี้

3.1.1 ปัจจัยความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) สรุปผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นเฉลี่ยและการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของค่าความชื้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่าและข้าวเปลือกใหม่ ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 14 และข้อมูลของค่าความชื้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่าและข้าวเปลือกใหม่ แสดงได้ดังตารางภาคผนวกที่ ก1 และ ก2 ตามลำดับ

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นเฉลี่ยและการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของค่าความชื้นในข้าวเปลือกจากปัจจัยทดสอบความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space)

ชนิดสินค้า	รุ่นสินค้า	ค่าความชื้นเฉลี่ย (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	P-Value
1. ข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บ รักษาหลังการเก็บเกี่ยว 8 – 9 เดือน	รถคันที่ 1*	11.04	0.527	0.903
	รถคันที่ 2	10.58	0.656	0.403
	รถคันที่ 3	10.94	0.585	0.661
	รถคันที่ 4	10.50	0.758	0.699
2. ข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บ รักษาหลังการเก็บเกี่ยว 1 – 2 เดือน	รถคันที่ 1	14.32	0.470	0.473
	รถคันที่ 2	12.71	0.294	0.000
	รถคันที่ 3	13.30	0.260	0.177
	รถคันที่ 4	12.96	0.298	0.329

หมายเหตุ * เนื่องจากสินค้ามีการขนส่งปริมาณ 7 กระสอบ จึงทำการเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกจำนวน 7 ตำแหน่ง หรือร้อยละ 100

จากตารางที่ 14 ข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บรักษา 8 – 9 เดือน มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 10.50-11.04 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.527-0.758 และข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บรักษา 1 – 2 เดือน มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 12.96-14.32 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.260 - 0.470

สำหรับผลการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่างข้าวเปลือก จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) พบว่าข้าวเก่าอายุ 8 – 9 เดือน มีค่า P-Value ในรุ่นสินค้าจากทุกคันรถไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นในตัวอย่างทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันภายในตำแหน่งต่าง ๆ ของรุ่นสินค้า และข้าวใหม่อายุ 1 – 2 เดือน มีค่า P-Value ของรุ่นสินค้านรถคันที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ

0.473, 0.000, 0.177 และ 0.329 ตามลำดับ ซึ่งมีรุ่นสินค้ารถคันที่ 1, 3 และ 4 ที่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่างทั้ง 3 คันรถนี้ ไม่มีความแตกต่างกันภายในตำแหน่งต่าง ๆ ของรุ่นสินค้า แต่รุ่นสินค้ารถคันที่ 2 มีค่า P-Value แตกต่าง แสดงว่าตำแหน่งต่าง ๆ ของรถคันที่ 2 มีความแตกต่างกัน จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความชื้นเฉลี่ยของตำแหน่ง 10 ตำแหน่ง ด้วยวิธี The Fisher Least Significant Difference (LSD) ได้ผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความชื้นเฉลี่ยของตำแหน่ง 10 ตำแหน่ง ของรุ่นสินค้า รถคันที่ 2

ตำแหน่งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่าความชื้นเฉลี่ย	13.88a	13.24a	13.80a	13.72a	13.54a	11.73b	11.62b	11.62b	12.09b	11.84b

จากตารางที่ 15 แสดงว่าค่าความชื้นเฉลี่ยในตำแหน่งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และตำแหน่งที่ 6, 7, 8, 9 และ 10 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ตำแหน่งที่ 1 - 5 อยู่บริเวณข้างรถบรรทุก (ซ้าย) และท้ายรถบรรทุก และตำแหน่งที่ 6 - 10 อยู่บริเวณข้างรถบรรทุก (ขวา) และบนรถบรรทุก ดังภาพที่ 16 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเกษตรกร 2 ราย ทำการขนส่งมาบนรถบรรทุกคันเดียวกัน และเกษตรกร 2 ราย ไม่ได้เก็บเกี่ยวและลดความชื้นภายในเวลาเดียวกัน จึงทำให้ข้าวเปลือกที่ขนส่งมานั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งต่าง ๆ ของรุ่นสินค้า

3.1.2 จากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นเฉลี่ยและการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของค่าความชื้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่าและข้าวเปลือกใหม่ ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 16 และข้อมูลของค่าความชื้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่าและข้าวเปลือกใหม่ แสดงได้ดังตารางภาคผนวกที่ ก3 และ ก4 ตามลำดับ

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นเฉลี่ย และการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของค่าความชื้นในข้าวเปลือก จากปัจจัยทดสอบอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)

ชนิดสินค้า	เก็บตัวอย่างรวม กอง (ตำแหน่ง)	ค่าความชื้นเฉลี่ย (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	P-Value
1. ข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บ รักษาหลังการเก็บเกี่ยว 8 – 9 เดือน	3 ตำแหน่ง	10.80	0.288	0.079
	10 ตำแหน่ง	10.84	0.357	0.111
2. ข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บ รักษาหลังการเก็บเกี่ยว 1 – 2 เดือน	3 ตำแหน่ง	13.00	0.293	0.002
	10 ตำแหน่ง	13.24	0.219	0.005

จากตารางที่ 16 ข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บรักษา 8 – 9 เดือน มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่เท่ากับร้อยละ 10.80 และ 10.84 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่เท่ากับ 0.288 และ 0.111 และข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บรักษา 1 – 2 เดือน มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่เท่ากับร้อยละ 13.00 และ 13.24 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่เท่ากับ 0.293 และ 0.219

สำหรับผลการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่างข้าวเปลือก จากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบ (Validation in Time) พบว่าข้าวเก่าอายุ 8 – 9 เดือน มีค่า P-Value ของตัวอย่างรวมกอง 3 ตำแหน่ง และ 10 ตำแหน่งเท่ากับ 0.079 และ 0.111 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าค่าความชื้นเฉลี่ยของแต่ละรุ่นสินค้าไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละรุ่นสินค้า และข้าวใหม่อายุ 1 – 2 เดือน มีค่า P-Value ของตัวอย่างรวมกอง 3 ตำแหน่ง และ 10 ตำแหน่ง เท่ากับ 0.002 และ 0.005 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกัน แสดงว่าค่าความชื้นเฉลี่ยของแต่ละรุ่นสินค้ามีความแตกต่างกันในแต่ละรุ่นสินค้า จึงได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความชื้นเฉลี่ยแต่ละรุ่นสินค้า ด้วยวิธี The Fisher Least Significant Difference (LSD) ได้ผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความชื้นเฉลี่ยข้าวเปลือกของแต่ละรุ่นสินค้า
ส่งมอบจากตัวอย่างรวมกอง 3 ตำแหน่ง และ 10 ตำแหน่ง ของข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บ
รักษาหลังการเก็บเกี่ยว 1 – 2 เดือน

ตัวอย่างรวมกอง	ค่าความชื้นเฉลี่ยจากรุ่นสินค้าส่งมอบ			
	1	2	3	4
3 ตำแหน่ง	14.71a	11.93b	12.90c	12.47bc
10 ตำแหน่ง	14.42a	12.20b	13.34c	13.00bc

จากตารางที่ 17 แสดงว่าค่าความชื้นเฉลี่ยจากตัวอย่างรวมกอง 3 ตำแหน่ง และ 10 ตำแหน่ง ของรถคันที่ 2 กับ 4 และ 3 กับ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และรถคันที่ 1 กับ 2, 3, 4 และ 2 กับ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากข้าวเปลือกในแต่ละรุ่นสินค้าส่งมอบมาจากแหล่งผลิตที่แตกต่างกัน จึงทำให้ค่าความชื้นเฉลี่ยข้าวเปลือกที่ได้มีความแตกต่างกัน

3.2 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ การชักตัวอย่าง และการวัด

การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ การชักตัวอย่าง และการวัด โดยคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ด้วยค่าสถิติพิสัย (Statistic Range) ตามแผนการทดลอง ได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่า และใหม่ สามารถสรุปผลการประมาณค่าได้ดังตารางที่ 18 ซึ่งแสดงรายละเอียดการคำนวณค่าความไม่แน่นอนการชักตัวอย่างในตารางภาคผนวกที่ ข1 และ ข2 ตามลำดับ

ตารางที่ 18 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า และใหม่ จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space)

ชนิดสินค้า	เกณฑ์ค่า ควบคุม (%)	รุ่นสินค้า	ค่าความชื้น เฉลี่ย (% โดย น้ำหนัก)	U_{Sampling} (%ของค่า ความชื้น เฉลี่ย)	ช่วงของค่า ความชื้นเฉลี่ย (% โดย น้ำหนัก)
1. ข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บ รักษาหลังการเก็บเกี่ยว 8 – 9 เดือน	≤ 15	รถคันที่ 1*	11.04	9.54	[9.99, 12.09]
		รถคันที่ 2	10.58	12.40	[9.27, 11.89]
		รถคันที่ 3	10.94	10.69	[9.77, 12.11]
		รถคันที่ 4	10.50	14.44	[8.99, 12.01]
2. ข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บ รักษาหลังการเก็บเกี่ยว 1 – 2 เดือน	≤ 15	รถคันที่ 1	14.32	6.56	[13.38, 15.26]
		รถคันที่ 2	12.71	4.63	[12.12, 13.30]
		รถคันที่ 3	13.30	3.91	[12.78, 13.82]
		รถคันที่ 4	12.96	4.60	[12.36, 13.56]

หมายเหตุ * เนื่องจากสินค้ามีการขนส่งปริมาณ 7 กระสอบ จึงทำการเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกจำนวน 7 ตำแหน่ง หรือร้อยละ 100

จากตารางที่ 18 การวิเคราะห์ค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่างข้าวเปลือกเก่า และใหม่ ชนิดละ 4 รุ่นสินค้า จากปัจจัยทดสอบความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) พบค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง (U_{Sampling}) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 9.54 - 14.44 และ 3.91 – 6.56 ตามลำดับ

3.2.2 จากปัจจัยทดสอบอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time) ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่า และใหม่ สามารถสรุปผลการประมาณค่าได้ดังตารางที่ 19 ซึ่งแสดงรายละเอียดการคำนวณค่าความไม่แน่นอนการชักตัวอย่างในตารางภาคผนวกที่ ข3 และ ข4 ตามลำดับ

ตารางที่ 19 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า และใหม่ จากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)

ชนิดสินค้า	เกณฑ์ค่าควบคุม (%)	เก็บตัวอย่างรวมกอง (ตำแหน่ง)	ค่าความชื้นเฉลี่ย (% โดยน้ำหนัก)	U _{Sampling} (%ของค่าความชื้นเฉลี่ย)	ช่วงของค่าความชื้นเฉลี่ย (% โดยน้ำหนัก)
1. ข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว 8 – 9 เดือน	≤ 15	3 ตำแหน่ง	10.80	5.34	[10.22,11.38]
		10 ตำแหน่ง	10.84	6.59	[10.13,11.55]
2. ข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว 1 – 2 เดือน	≤ 15	3 ตำแหน่ง	13.00	4.50	[12.41,13.59]
		10 ตำแหน่ง	13.24	3.31	[12.80,13.68]

จากตารางที่ 19 การวิเคราะห์ค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่างข้าวเปลือกเก่า และใหม่ ในชนิดละ 4 รุ่นสินค้าที่ทำการเก็บตัวอย่างรวมกอง 3 และ 10 จุด จากปัจจัยทดสอบอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time) พบค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง (U_{Sampling}) มีค่าอยู่ร้อยละ 5.34, 6.59, 4.50 และ 3.31 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า สำหรับข้าวเก่าเมื่อมีการเก็บตัวอย่างรวมกอง (ตำแหน่ง) เพิ่มมากขึ้นค่าความไม่แน่นอนจะมีค่าเพิ่มขึ้น และสำหรับข้าวใหม่การเก็บตัวอย่างรวมกอง (ตำแหน่ง) เพิ่มมากขึ้นค่าความไม่แน่นอนจะมีค่าลดลง

จากการศึกษาปัจจัยทดสอบความใช้ได้สอนค่าข้าวเปลือกเก่าและใหม่ พบว่า ปัจจัยทดสอบอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน ให้ค่าความไม่แน่นอนต่ำกว่าปัจจัยทดสอบความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง เนื่องจากการวิเคราะห์ค่าจากการเก็บตัวอย่างรวมกอง ซึ่งได้จากตัวอย่างย่อยที่นำมาจาก 3 และ 10 ตำแหน่งในรุ่น จึงทำให้ได้ค่าความไม่แน่นอนต่ำ เมื่อเทียบกับปัจจัยทดสอบความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง แต่ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่างสูง การเก็บตัวอย่างรวมกองควรมาจากตำแหน่งที่มากขึ้น เช่น เดิม 3 ตำแหน่ง อาจต้องเพิ่มเป็น 8 – 10 ตำแหน่ง

การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง จากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า และใหม่ แสดงดังตารางที่ 19 และ 20 ตามลำดับ แหล่งที่มีผลต่อความไม่แน่นอนของการวัดมากที่สุด คือ ความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง เนื่องจากค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ เป็นค่าที่สามารถกำหนดปัจจัยควบคุมความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ได้ ซึ่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ส่วนใหญ่มีระบบควบคุมภายใน (Internal Quality) วิธีการควบคุมคุณภาพของขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์ การทดสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น (Validity and Reliability) การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าวิเคราะห์ (Control Chart for Quality Control of Analysis) และการควบคุมคุณภาพภายนอก (External Quality Control) โดยการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ (Proficiency Test) ในขณะที่ความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่าง เป็นความคลาดเคลื่อนจากความสม่ำเสมอของตัวอย่างที่ต้องการวัดในกองสินค้า (Heterogeneity in the Bulk) และกระบวนการชักตัวอย่าง (Sampling Procedure) ที่แสดงถึงการได้มาซึ่งตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของรุ่นสินค้า เช่นการผสมรวมตัวอย่างที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน การแบ่งลดปริมาณตัวอย่าง และธรรมชาติของตัวอย่าง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ยากต่อการควบคุม แต่อย่างไรก็ตามการลดระดับค่าความไม่แน่นอนของการชักตัวอย่างนั้น สามารถทำได้ด้วยการปรับวิธีการชักตัวอย่าง เช่นการเพิ่มจำนวนตัวอย่าง หรือเพิ่มปริมาณตัวอย่างที่เก็บ เป็นต้น

3.3 การบ่งชี้ความเหมาะสมของวิธีการชักตัวอย่างที่ใช้งาน (Fit of Use) บนสินค้าในปัจจุบัน

การตัดสินใจได้ว่าวิธีการชักตัวอย่างข้าวเปลือกมีความเหมาะสมต่อการใช้งานหรือไม่ จากค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง (U_{Sampling}) ในสินค้าข้าวเปลือกทั้ง 2 ชนิดคือ ข้าวเก่าและใหม่ พบว่าค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง ในสินค้าข้าวเปลือกเก่า มีค่าความไม่แน่นอน ที่ประมาณได้ของการชักตัวอย่างจากปัจจัยความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง จากสินค้า 4 รุ่นอยู่ที่ประมาณร้อยละ 9.54-14.44 ของค่าความชื้นเฉลี่ย และจากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบแตกต่างกัน อยู่ที่ประมาณร้อยละ 5.34-6.59 ของค่าความชื้นเฉลี่ย ซึ่งเมื่อหาช่วงของค่าความชื้นเฉลี่ย (ร้อยละ โดยน้ำหนัก) พบว่าค่าที่ได้ยังอยู่ในช่วงเกณฑ์ควบคุม และจากการหาค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างในสินค้าข้าวเปลือกใหม่ พบว่ามีค่าความไม่แน่นอนที่ประมาณได้ของการชักตัวอย่าง จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง จากสินค้า 4 รุ่น อยู่ที่ประมาณร้อยละ 3.91 - 6.56 ของค่าความชื้นเฉลี่ย และจากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าแตกต่างกัน อยู่ที่ประมาณร้อยละ 3.31-4.50 ของค่าความชื้นเฉลี่ย ซึ่งเมื่อหาช่วงของค่าความชื้นเฉลี่ย (ร้อยละ โดยน้ำหนัก) พบว่าค่าที่ได้ยังอยู่ในช่วงเกณฑ์ควบคุม สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า และใหม่ จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนในตำแหน่ง ตัวอย่าง (Validation in Space) และอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)

ชนิดสินค้า	ปัจจัยที่ศึกษา	เกณฑ์ ค่า ควบคุม (%)	รุ่นสินค้า	ค่าความชื้น เฉลี่ย (% โดย น้ำหนัก)	U _{Sampling} (% ของค่า ความชื้น เฉลี่ย)	ช่วงของค่า ความชื้นเฉลี่ย (% โดยน้ำหนัก)
1. ข้าวเก่าที่มี อายุการเก็บ รักษาหลังการ เก็บเกี่ยว 8 – 9 เดือน	ความคลาด เคลื่อนตำแหน่ง ตัวอย่าง	≤ 15	รถคันที่ 1*	11.04	9.54	[9.99, 12.09]
			รถคันที่ 2	10.58	12.40	[9.27, 11.89]
			รถคันที่ 3	10.94	10.69	[9.77, 12.11]
			รถคันที่ 4	10.50	14.44	[8.99, 12.01]
	อิทธิพลของรุ่น สินค้าส่งมอบที่ แตกต่างกัน	≤ 15	รวมกอง 3 ตำแหน่ง	10.80	5.34	[10.22, 11.38]
			รวมกอง 10 ตำแหน่ง	10.84	6.59	[10.13, 11.55]
2. ข้าวใหม่ที่มี อายุการเก็บ รักษาหลังการ เก็บเกี่ยว 1 – 2 เดือน	ความคลาด เคลื่อนตำแหน่ง ตัวอย่าง	≤ 15	รถคันที่ 1	14.32	6.56	[13.38, 15.26]
			รถคันที่ 2	12.71	4.63	[12.12, 13.30]
			รถคันที่ 3	13.30	3.91	[12.78, 13.82]
			รถคันที่ 4	12.96	4.60	[12.36, 13.56]
	อิทธิพลของรุ่น สินค้าส่งมอบที่ แตกต่างกัน	≤ 15	รวมกอง 3 ตำแหน่ง	13.00	4.50	[12.41, 13.59]
			รวมกอง 10 ตำแหน่ง	13.24	3.31	[12.80, 13.68]

ดังนั้นการใช้วิธีการชักตัวอย่างตามที่กำหนดมีความเหมาะสมกับการใช้งาน (Fit of use) แต่เมื่อข้าวที่รับซื้อเป็นข้าวใหม่มากค่าความชื้นเฉลี่ยสูง และมีค่าความชื้นเฉลี่ยใกล้เคียงกับเกณฑ์ควบคุม ค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละตำแหน่งตัวอย่างซึ่งแสดงด้วยค่าความไม่แน่นอนจากการ

ชักตัวอย่างมีโอกาสมีค่าสูง ซึ่งเกิดขึ้นจากกรณีสินค้าข้าวเปลือกใหม่ รถคันที่ 1 ที่มีค่าความชื้นเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 14.32 ของค่าความชื้นเฉลี่ย ค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่าง (U_{Sampling}) มีค่าเท่ากับร้อยละ 6.56 ดังนั้นในกรณีนี้ควรเพิ่มตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างสินค้า เช่น จากเดิมทำการเก็บตัวอย่าง 3 ตำแหน่ง อาจจะพิจารณาเพิ่มเป็น 8 – 10 ตำแหน่งแทน



สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาการประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก 2 ชนิด คือ สินค้าข้าวเปลือกเก่า และสินค้าข้าวเปลือกใหม่ พบจุดเก็บตัวอย่างในการตรวจสอบคุณภาพเพื่อการรับซื้อที่เหมือนกันในแต่ละโรงสีคือ จุดที่ประมูลข้าว บนรถบรรทุก และหลังจากเทกอง แต่มีความแตกต่างกันที่จำนวนของตำแหน่งที่สุ่มตัวอย่าง จำนวนซ้ำของตัวอย่าง ปริมาณตัวอย่างและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ซึ่งจากการรวบรวมวิธีการชักตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง และกระบวนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการตรวจรับตามมาตรฐานสากลแล้ว สามารถสรุปได้ว่า การชักตัวอย่างข้าวเปลือกในรถบรรทุกขนาดตั้งแต่ 15 ถึง 45 ตัน จะกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 3 – 10 จุด โดยกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้คือหลาวดำในการเก็บตัวอย่างรอบคันรถ ปริมาณตัวอย่าง 300 – 400 กรัมต่อตำแหน่ง และมีกระบวนการเตรียมตัวอย่างสำหรับตัวอย่างรวมกอง โดยนำตัวอย่างข้าวเปลือกที่เก็บจาก 3 -10 ตำแหน่ง มาผสมรวมกันในถัง จากนั้นทำการลดขนาดตัวอย่างโดยเทตัวอย่างข้าวเปลือกลงบนผาด ทำการแบ่ง 4 ส่วน และเลือกเก็บตัวอย่างไว้ 2 ส่วน ทำการผสมตัวอย่างและลดขนาดตัวอย่างซ้ำ จนได้ขนาดตัวอย่าง 300 – 400 กรัม และบรรจุตัวอย่างลงในถุงซิปปิดสนิทและติดฉลาก

จากการสรุปวิธีการชักตัวอย่างที่ได้และนำมาประเมินความใช้ได้ของวิธีการชักตัวอย่าง พบว่าการทดสอบความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของค่าความชื้นเฉลี่ยในตัวอย่างข้าวเปลือก จากปัจจัยทดสอบความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งตัวอย่าง (Validation in Space) และจากปัจจัยทดสอบอิทธิพลรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in time) สินค้าข้าวเปลือกเก่ามีความสม่ำเสมอมากกว่าสินค้าข้าวเปลือกใหม่ ค่าความชื้นเฉลี่ยของแต่ละคันรถในสินค้าตัวอย่างข้าวเปลือกเก่ามีค่าน้อยกว่าสินค้าตัวอย่างข้าวเปลือกใหม่ การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างรวมกอง 3 ตำแหน่งกับตัวอย่างรวมกอง 10 ตำแหน่ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อสังเกตค่าความไม่แน่นอนจากการ ชักตัวอย่าง (U_{Sampling}) พบว่าข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว 8 – 9 เดือน ที่ตัวอย่างรวมกอง 3 ตำแหน่ง มีค่าน้อยกว่าตัวอย่างรวมกอง 10 ตำแหน่ง และข้าวใหม่ที่มีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว 1 – 2 เดือน ที่ตัวอย่างรวมกอง 3 ตำแหน่ง มีค่ามากกว่าตัวอย่างรวมกอง 10 ตำแหน่ง แสดงว่าเมื่อสินค้าข้าวที่รับซื้อเป็นข้าวใหม่ การตรวจรับในการซื้อขายควรใช้จำนวนของตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง 8 - 10 ตำแหน่ง และเมื่อสินค้าข้าวที่รับซื้อเป็นข้าวเก่า การตรวจรับในการซื้อขายควรลดลงโดยใช้จำนวนของตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง 3 ตำแหน่ง เนื่องจาก

ข้าวเปลือกเก่ามีค่าความชื้นที่ลดลงและมีความสม่ำเสมอมากกว่าข้าวเปลือกใหม่ที่มีความชื้นของข้าวสูงอยู่เพราะเพิ่งทำการเก็บเกี่ยว

ข้อเสนอแนะ

ควรมีหน่วยงานที่เข้าไปดูแลกำกับมาตรฐานสินค้า และทำการทดสอบเป็นประจำเพื่อตรวจสอบและบ่งชี้ความเหมาะสมของวิธีการชักตัวอย่างที่ใช้งาน (Fit of Use) ของการชักตัวอย่าง เพื่อให้การชักตัวอย่างบรรลุวัตถุประสงค์การเป็นตัวแทนที่ดีของรุ่น และเพื่อให้สินค้ามีมาตรฐานสอดคล้องกันในการตรวจสอบคุณภาพของผู้บริโภคต่าง ๆ ตลอดโซ่อุปทาน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. ข้าวและธัญพืช. แหล่งที่มา:

http://www.doae.go.th/library/html/rice_all.html, 17 กันยายน 2555.

กาญจณี นุ่มนวล. 2551. สถานการณ์และการพยากรณ์แนวโน้มการผลิตและการตลาดของข้าวหอมมะลิของไทย. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กิตติ เหมือนจันทร์แจ่ม. 2545. การศึกษา ปัญหาและความเหมาะสมในการใช้เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกของกลุ่มเกษตรกร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2553. การวิเคราะห์ระบบการวัด MSA ประมวลผลด้วย Minitab 15. พิมพ์ครั้งที่ 7. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

เกศยา ศรีอาไพ, สุนีย์ คณาพิพัฒน์ และ สุพจน์ จุลหนองใหญ่. 2548. การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในอาหารสัตว์. ผลงานวิชาการด้านอาหารสัตว์ กลุ่มตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th/qcontrol/organizdata/research/feed-4.pdf>, 10 มกราคม 2556.

จิราวัฒน์ สัตนาโคม, ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์, สุพรรณ ยั่งยืน และเอกลักษณ์ พันธุ์กาพลินธุ์. 2553. การลดความชื้นและคุณภาพการสีของข้าวโดยใช้กระบวนการดูดซับ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41 (พิเศษ) : 465-468.

งามชื่น คงเสรี. 2545. คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย. บริษัท จีรวัฒน์ เอ็กซ์เพรส จำกัด, กรุงเทพฯ.

นพมาศ นามแดง, นันทิยา หุตาวัตร และสุวัฒน์ ชีรพงษ์ธนากร. 2550. ศักยภาพทางเศรษฐกิจการผลิตข้าวหอมมะลินิพันธ์ในจังหวัดอุบลราชธานี. แก่นเกษตร 35 (พิเศษ) : 1-8.

ปรีชา วงศ์สกุล. 2508. การศึกษา ทดลองและเปรียบเทียบการลดความชื้นของเมล็ดข้าวโดย
แสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพรัช เล่าหะพันธุ์. 2500. การเปรียบเทียบความชื้นของข้าวในฉางแบบต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

2552. คู่มือหลักการพัฒนานิธีการชักตัวอย่าง ม.ค. 52 – ธ.ค. 52. 82 หน้า

มนวิภา จารุตามระ และนราพร เกิดวัดเกาะ. 2550. การพิสูจน์การยอมรับวิธีเตรียมตัวอย่างอาหาร
สัตว์เพื่อตรวจวิเคราะห์. ผลงานวิชาการด้านอาหารสัตว์ กลุ่มตรวจสอบคุณภาพอาหาร
สัตว์ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา:
<http://www.dld.go.th/region1/knowledge%20Center/.../3.../main2.doc>, 10 มกราคม 2556.

มณฑา ควรสมาคม. 2499. การศึกษาเครื่องมือบางอย่างที่ใช้ในการคัดตรวจคุณภาพข้าว. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. พันธุ์ข้าวหน้าปี: เนื้อที่เพาะปลูก
เนื้อที่เกี่ยวเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th>, 17 กันยายน
2555.

สารทิ สุจริต. 2554. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งข้าวกล้องงอกและข้าวเปลือกงอก.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพัตรา สุวรรณธาดา, กัญญา เชื้อพันธุ์ และ สอวาง ไชยรินทร์. 2554. การพัฒนานิธีการประเมิน
คุณภาพข้าวเปลือกขึ้นภายใต้ระบบตรวจสอบคุณภาพ, น. 309-326. ใน รายงานการ
สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง 14-16
กุมภาพันธ์ 2554. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว,แพร่.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555.

มาตรฐานสินค้าเกษตร. มกษ. 4004-2555 เล่ม 129 ตอนพิเศษ 173 ง.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2550. องค์ความรู้เรื่องข้าว. แหล่งที่มา:

<http://www.ricethailand.go.th/rkb/index.html>, 24 กันยายน 2554.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

อรอุษา บุญประสม. 2553. การประเมินวิธีชักตัวอย่างสินค้าเกษตรและอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัจฉรา พุ่มนัฏ. 2548. การประกันคุณภาพผลวิเคราะห์: การชักตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 48 (154): 32-35.

Ambrus, Á. 2009. Estimation of sampling uncertainty for determination of pesticide residues in plant commodities. **Journal of Environmental Science and Health Part B**. 44 (7): 627-639.

Castanheira, I., C. Figueiredo, C. Andre, I. Coelho, A.T. Silva, S. Santiago, T. Fontes, C. Mota, and M.A. Calhau. 2009. Sampling of bread for added sodium as determined by flame photometry. **Food Chemistry**. 113: 621-628.

Dodge, Y. 2003. **Relative Standard Deviation**. Wikipedia, the free encyclopedia. Available Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Relative_standard_deviation, June 16, 2012.

EURACHEM/CITAC Guide. 2007. **Measurement Uncertainty Arising from Sampling: A Guide to methods and approaches**. First edition. Available Source: http://www.eurachem.org/guides/UfS_2007.pdf, June 16, 2012.

International Organization for Standardization. 2008. **Cereal and Cereal Products – Sampling** ISO 24333.

NT TECHNICAL REPORT 604. 2007. **Uncertainty from sampling - A NORDTEST**

Handbook for sampling planners on sampling quality assurance and uncertainty estimation. Available Source: <http://www.nordicinnovation.net/nordtestfiler/tr604.pdf>, May 2, 2012.

Ramsey, M.H. 1998. Sampling as a source of measurement uncertainty: techniques for quantification and comparison with analytical sources. **Journal of Analytical Atomic Spectrometry**. 13: 97-104.

Ramsey, M.H., and Thompson M. 2007. Uncertainty from sampling, in the context of fitness for purpose. **Accred Aual Assur**. 12: 503-513.

Sarah P., S. Widjaja, A. Wallbridge and R. Cooke. 1988. Rice yellowing during post-harvest drying by aeration and during storage. **Journal of Stored Products Research**. 24(3): 173-181.

Wistaker, T.B., J.J. Slatsman, G.M. Ware and A.B. Slate. 2007. Evaluating the performance of sampling plans to detect hypoglycin A in Ackee fruit shipments imported into the Unites States. **Jornal of AOAC International**. 90(4): 1060-1072.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ข้อมูลผลการวิเคราะห์เบื้องต้นของตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่าและข้าวเปลือกใหม่

ตารางผนวกที่ ก1 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่า วางแผนการทดลอง
แบบ Two-split level replicate design เพื่อศึกษา Validation in Space

Validation in Space										
Lot	Rep#	Sample 1 (S_1)				Sample 2 (S_2)				
No.	(space)	x_{i11}	x_{i12}	D_{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x_{i21}	x_{i22}	D_{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D_i
1	1	10.62	10.62	0.00	10.62	11.71	11.71	0	11.71	1.09
	2	11.02	11.02	0.00	11.02	11.05	11.05	0	11.05	0.03
	3	10.64	10.64	0.00	10.64	10.57	10.57	0	10.57	0.07
	4	10.87	10.87	0.00	10.87	10.87	10.87	0	10.87	0
	5	11.56	11.56	0.00	11.56	10.70	10.70	0	10.70	0.86
	6	11.47	11.47	0.00	11.47	10.97	10.97	0	10.97	0.5
	7	12.09	12.09	0.00	12.09	10.48	10.48	0	10.48	1.61
Average				0.00	11.18			0.00	10.91	0.59
Mean range of analysis				11.04	Standard deviation of analysis					0.527
2	1	10.08	10.08	0.00	10.08	11.16	11.16	0	11.16	1.08
	2	10.69	10.69	0.00	10.69	11.30	11.30	0	11.30	0.61
	3	10.89	10.89	0.00	10.89	10.06	10.06	0	10.06	0.83
	4	10.14	10.14	0.00	10.14	11.04	11.04	0	11.04	0.9
	5	10.04	10.04	0.00	10.04	10.75	10.75	0	10.75	0.71
	6	9.46	9.46	0.00	9.46	9.87	9.87	0	9.87	0.41
	7	10.71	10.71	0.00	10.71	11.19	11.19	0	11.19	0.48
	8	10.00	10.00	0.00	10.00	10.62	10.62	0	10.62	0.62
	9	11.13	11.13	0.00	11.13	10.26	10.26	0	10.26	0.87
	10	11.54	11.54	0.00	11.54	10.65	10.65	0	10.65	0.89
Average				0.00	10.47			0.00	10.69	0.74
Mean range of analysis				10.58	Standard deviation of analysis					0.656

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

Validation in Space										
Lot	Rep#	Sample 1 (S_1)					Sample 2 (S_2)			
No.	(space)	x_{i11}	x_{i12}	D_{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x_{i21}	x_{i22}	D_{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D_i
3	1	10.31	10.31	0.00	10.31	11.64	11.64	0	11.64	1.33
	2	10.55	10.55	0.00	10.55	11.08	11.08	0	11.08	0.53
	3	10.42	10.42	0.00	10.42	11.37	11.37	0	11.37	0.95
	4	10.86	10.86	0.00	10.86	10.79	10.79	0	10.79	0.07
	5	11.84	11.84	0.00	11.84	10.61	10.61	0	10.61	1.23
	6	10.44	10.44	0.00	10.44	10.36	10.36	0	10.36	0.08
	7	10.78	10.78	0.00	10.78	11.60	11.60	0	11.60	0.82
	8	10.45	10.45	0.00	10.45	10.48	10.48	0	10.48	0.03
	9	11.63	11.63	0.00	11.63	10.48	10.48	0	10.48	1.15
	10	11.38	11.38	0.00	11.38	11.79	11.79	0	11.79	0.41
Average				0.00	10.87			0.00	11.02	0.66
Mean range of analysis				10.94	Standard deviation of analysis				0.585	
4	1	10.46	10.46	0.00	10.46	10.68	10.68	0	10.68	0.22
	2	10.81	10.81	0.00	10.81	10.37	10.37	0	10.37	0.44
	3	10.27	10.27	0.00	10.27	9.86	9.86	0	9.86	0.41
	4	12.02	12.02	0.00	12.02	10.17	10.17	0	10.17	1.85
	5	11.15	11.15	0.00	11.15	10.40	10.40	0	10.40	0.75
	6	9.34	9.34	0.00	9.34	10.91	10.91	0	10.91	1.57
	7	10.34	10.34	0.00	10.34	12.23	12.23	0	12.23	1.89
	8	10.24	10.24	0.00	10.24	9.88	9.88	0	9.88	0.36
	9	10.06	10.06	0.00	10.06	10.43	10.43	0	10.43	0.37
	10	9.82	9.82	0.00	9.82	10.51	10.51	0	10.51	0.69
Average				0.00	10.45			0.00	10.54	0.86
Mean range of analysis				10.50	Standard deviation of analysis				0.758	

ตารางผนวกที่ ก2 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกใหม่ วางแผนการทดลอง
แบบ Two-split Level Replicate Design เพื่อศึกษา Validation in Space

Validation in Space										
Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)					Sample 2 (S ₂)			
No.	(space)	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
1	1	14.94	14.94	0.00	14.94	14.18	14.18	0	14.18	0.76
	2	14.41	14.41	0.00	14.41	14.73	14.73	0	14.73	0.32
	3	14.49	14.49	0.00	14.49	13.80	13.80	0	13.80	0.69
	4	14.62	14.62	0.00	14.62	12.81	12.81	0	12.81	1.81
	5	14.11	14.11	0.00	14.11	13.35	13.35	0	13.35	0.76
	6	14.02	14.02	0.00	14.02	14.02	14.02	0	14.02	0
	7	14.62	14.62	0.00	14.62	14.62	14.62	0	14.62	0
	8	14.58	14.58	0.00	14.58	14.52	14.52	0	14.52	0.06
	9	14.87	14.87	0.00	14.87	14.05	14.05	0	14.05	0.82
	10	14.74	14.74	0.00	14.74	14.82	14.82	0	14.82	0.08
Average				0.00	14.54			0.00	14.09	0.53
Mean range of analysis				14.32	Standard deviation of analysis				0.470	
2	1	14.07	14.07	0.00	14.07	13.69	13.69	0	13.69	0.38
	2	12.96	12.96	0.00	12.96	13.52	13.52	0	13.52	0.56
	3	13.77	13.77	0.00	13.77	13.83	13.83	0	13.83	0.06
	4	13.52	13.52	0.00	13.52	13.93	13.93	0	13.93	0.41
	5	13.18	13.18	0.00	13.18	13.91	13.91	0	13.91	0.73
	6	11.48	11.48	0.00	11.48	11.98	11.98	0	11.98	0.5
	7	11.41	11.41	0.00	11.41	11.84	11.84	0	11.84	0.43
	8	11.54	11.54	0.00	11.54	11.69	11.69	0	11.69	0.15
	9	12.05	12.05	0.00	12.05	12.14	12.14	0	12.14	0.09
	10	11.84	11.84	0.00	11.84	11.83	11.83	0	11.83	0.01
Average				0.00	12.58			0.00	12.84	0.33
Mean range of analysis				12.71	Standard deviation of analysis				0.294	

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

Validation in Space										
Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
No.	(space)	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
3	1	13.37	13.37	0.00	13.37	12.88	12.88	0	12.88	0.49
	2	12.99	12.99	0.00	12.99	13.44	13.44	0	13.44	0.45
	3	13.38	13.38	0.00	13.38	13.49	13.49	0	13.49	0.11
	4	13.67	13.67	0.00	13.67	13.69	13.69	0	13.69	0.02
	5	13.38	13.38	0.00	13.38	13.55	13.55	0	13.55	0.17
	6	13.60	13.60	0.00	13.60	13.46	13.46	0	13.46	0.14
	7	13.54	13.54	0.00	13.54	13.16	13.16	0	13.16	0.38
	8	13.06	13.06	0.00	13.06	13.26	13.26	0	13.26	0.2
	9	13.28	13.28	0.00	13.28	12.72	12.72	0	12.72	0.56
	10	12.79	12.79	0.00	12.79	13.20	13.20	0	13.20	0.41
Average				0.00	13.31			0.00	13.29	0.29
Mean range of analysis				13.30	Standard deviation of analysis					0.260
4	1	13.13	13.13	0.00	13.13	12.98	12.98	0	12.98	0.15
	2	13.05	13.05	0.00	13.05	13.29	13.29	0	13.29	0.24
	3	12.88	12.88	0.00	12.88	13.38	13.38	0	13.38	0.5
	4	12.90	12.90	0.00	12.90	13.19	13.19	0	13.19	0.29
	5	13.08	13.08	0.00	13.08	12.88	12.88	0	12.88	0.2
	6	12.93	12.93	0.00	12.93	12.81	12.81	0	12.81	0.12
	7	12.76	12.76	0.00	12.76	13.16	13.16	0	13.16	0.4
	8	11.59	11.59	0.00	11.59	12.87	12.87	0	12.87	1.28
	9	12.98	12.98	0.00	12.98	12.88	12.88	0	12.88	0.1
	10	13.15	13.15	0.00	13.15	13.23	13.23	0	13.23	0.08
Average				0.00	12.85			0.00	13.07	0.34
Mean range of analysis				12.96	Standard deviation of analysis					0.298

ตารางผนวกที่ ก3 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกเก่า วางแผนการทดลอง
แบบ Two-split Level Replicate Design เพื่อศึกษา Validation in Time

Validation in Time										
Composite	Rep#	Sample 1 (S_1)				Sample 2 (S_2)				
Sample	(Lot)	x_{i11}	x_{i12}	D_{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x_{i21}	x_{i22}	D_{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D_i
3	1	11.21	11.21	0.00	11.21	11.16	11.16	0	11.16	0.05
	2	11.25	11.25	0.00	11.25	10.94	10.94	0	10.94	0.31
	3	10.13	10.13	0.00	10.13	10.54	10.54	0	10.54	0.41
	4	10.83	10.83	0.00	10.83	10.30	10.30	0	10.30	0.53
Average				0.00	10.86			0.00	10.74	0.33
Mean range of analysis				10.80		Standard deviation of analysis				0.288
10	1	10.68	10.68	0.00	10.68	10.78	10.78	0	10.78	0.1
	2	11.21	11.21	0.00	11.21	11.26	11.26	0	11.26	0.05
	3	10.78	10.78	0.00	10.78	11.74	11.74	0	11.74	0.96
	4	10.37	10.37	0.00	10.37	9.87	9.87	0	9.87	0.5
Average				0.00	10.76			0.00	10.91	0.40
Mean range of analysis				10.84		Standard deviation of analysis				0.357

ตารางผนวกที่ ก4 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นในตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือกใหม่ วางแผนการทดลอง
แบบ Two-split Level Replicate Design เพื่อศึกษา Validation in Time

Validation in Time										
Composite	Rep#	Sample 1 (S_1)				Sample 2 (S_2)				
Sample	(Lot)	x_{i11}	x_{i12}	D_{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x_{i21}	x_{i22}	D_{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D_i
3	1	14.69	14.69	0.00	14.69	14.73	14.73	0	14.73	0.04
	2	12.08	12.08	0.00	12.08	11.78	11.78	0	11.78	0.3
	3	13.16	13.16	0.00	13.16	12.64	12.64	0	12.64	0.52
	4	12.70	12.70	0.00	12.70	12.24	12.24	0	12.24	0.46
Average				0.00	13.16			0.00	12.85	0.33
Mean range of analysis				13.00		Standard deviation of analysis				0.293
10	1	14.42	14.42	0.00	14.42	14.43	14.43	0.00	14.43	0.01
	2	12.32	12.32	0.00	12.32	12.08	12.08	0.00	12.08	0.24
	3	13.32	13.32	0.00	13.32	13.36	13.36	0.00	13.36	0.04
	4	12.65	12.65	0.00	12.65	13.35	13.35	0.00	13.35	0.7
Average				0.00	13.18			0.00	13.31	0.25
Mean range of analysis				13.24		Standard deviation of analysis				0.219



ตารางผนวกที่ ข1 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง
(Validation in Space)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า										
กรณีทำ Validation in space										
Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
	space	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
1	1	10.62	10.62	0.00	10.62	11.71	11.71	0	11.71	1.09
	2	11.02	11.02	0.00	11.02	11.05	11.05	0	11.05	0.03
	3	10.64	10.64	0.00	10.64	10.57	10.57	0	10.57	0.07
	4	10.87	10.87	0.00	10.87	10.87	10.87	0	10.87	0
	5	11.56	11.56	0.00	11.56	10.70	10.70	0	10.70	0.86
	6	11.47	11.47	0.00	11.47	10.97	10.97	0	10.97	0.5
	7	12.09	12.09	0.00	12.09	10.48	10.48	0	10.48	1.61
ค่าเฉลี่ย 7 ตำแหน่ง				0.00	11.18			0.00	10.91	0.59
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)		$= \frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2}$		$=$		Converting factor for standard deviation (n=2)		$=$		
		$= \frac{11.02}{2}$		11.04				1.128		
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{analysis}$)		$= \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$		$= 0$		ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 7 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{measurement}$)		$= \frac{\sum D_i}{n}$		
		$= \frac{0}{2}$						$= \frac{0.594}{7}$		
								0.085		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ ($S_{analysis}$)		$= \frac{\bar{D}_{analysis}}{1.128}$		$=$		0				
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด ($S_{measurement}$)		$= \frac{\bar{D}_{measurement}}{1.128}$		$=$		0.527				
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง ($S_{sampling}$)		$= \sqrt{(S_{measurement})^2 - \left(\frac{S_{analysis}}{\sqrt{2}}\right)^2}$		$=$		0.527				
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์ (%RSD _{analysis})		$= \frac{S_{analysis}}{\bar{x}} \times 100\%$		$=$		0				

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า										
กรณีทำ Validation in space										
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง (%RSD _{sampling})		$= \frac{S_{\text{sampling}}}{\bar{x}} \times 100\%$				$= 4.770$				
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด (%RSD _{measurement})		$= \frac{S_{\text{measurement}}}{\bar{x}} \times 100\%$				$= 4.770$				
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD										
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์ (%U _{analysis})		$= 0$								
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง (%U _{sampling})		$= 9.541$								
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด (%U _{measurement})		$= 9.541$								
Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
	space	x _{i1}	x _{i2}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
2	1	10.08	10.08	0.00	10.08	11.16	11.16	0	11.16	1.08
	2	10.69	10.69	0.00	10.69	11.30	11.30	0	11.30	0.61
	3	10.89	10.89	0.00	10.89	10.06	10.06	0	10.06	0.83
	4	10.14	10.14	0.00	10.14	11.04	11.04	0	11.04	0.9
	5	10.04	10.04	0.00	10.04	10.75	10.75	0	10.75	0.71
	6	9.46	9.46	0.00	9.46	9.87	9.87	0	9.87	0.41
	7	10.71	10.71	0.00	10.71	11.19	11.19	0	11.19	0.48
	8	10.00	10.00	0.00	10.00	10.62	10.62	0	10.62	0.62
	9	11.13	11.13	0.00	11.13	10.26	10.26	0	10.26	0.87
	10	11.54	11.54	0.00	11.54	10.65	10.65	0	10.65	0.89
ค่าเฉลี่ย 10 ตำแหน่ง				0.00	10.47			0.00	10.69	0.74
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)		$= \frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2}$		$= 10.58$		Converting factor for standard deviation (n=2)			$= 1.128$	
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{\text{analysis}}$)		$= \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$		$= 0$		ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 10 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{\text{measurement}}$)			$= \frac{\sum D_i}{n}$	
									$= 0.740$	

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า				
กรณีทำ Validation in Space				
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)				
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์	(S_{analysis})	$= \frac{\bar{D}_{\text{analysis}}}{1.128}$	$=$	0
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด	$(S_{\text{measurement}})$	$= \frac{\bar{D}_{\text{measurement}}}{1.128}$	$=$	0.656
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง	(S_{sampling})	$= \sqrt{(S_{\text{measurement}})^2 - \left(\frac{S_{\text{analysis}}}{\sqrt{2}}\right)^2}$	$=$	0.656
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)				
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์	$(\%RSD_{\text{analysis}})$	$= \frac{S_{\text{analysis}}}{\bar{x}} \times 100\%$	$=$	0
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง	$(\%RSD_{\text{sampling}})$	$= \frac{S_{\text{sampling}}}{\bar{x}} \times 100\%$	$=$	6.201
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด	$(\%RSD_{\text{measurement}})$	$= \frac{S_{\text{measurement}}}{\bar{x}} \times 100\%$	$=$	6.201
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD				
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์	$(\%U_{\text{analysis}})$	$=$		0
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง	$(\%U_{\text{sampling}})$	$=$		12.402
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด	$(\%U_{\text{measurement}})$	$=$		12.402

Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
	space	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
3	1	10.31	10.31	0.00	10.31	11.64	11.64	0	11.64	1.33
	2	10.55	10.55	0.00	10.55	11.08	11.08	0	11.08	0.53
	3	10.42	10.42	0.00	10.42	11.37	11.37	0	11.37	0.95
	4	10.86	10.86	0.00	10.86	10.79	10.79	0	10.79	0.07
	5	11.84	11.84	0.00	11.84	10.61	10.61	0	10.61	1.23

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า										
กรณีทำ Validation in Space										
Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
	space	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
	6	10.44	10.44	0.00	10.44	10.36	10.36	0	10.36	0.08
	7	10.78	10.78	0.00	10.78	11.60	11.60	0	11.60	0.82
	8	10.45	10.45	0.00	10.45	10.48	10.48	0	10.48	0.03
	9	11.63	11.63	0.00	11.63	10.48	10.48	0	10.48	1.15
	10	11.38	11.38	0.00	11.38	11.79	11.79	0	11.79	0.41
ค่าเฉลี่ย 10 ตำแหน่ง				0.00	10.87			0.00	11.02	0.66
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)		$= \frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2}$		=	Converting factor for standard deviation (n=2)					=
				10.94						1.128
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{analysis}$)		$= \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$		= 0	ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 10 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{measurement}$)					$= \frac{\sum D_i}{n}$
										0.660
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ ($S_{analysis}$)		$= \frac{\bar{D}_{analysis}}{1.128}$		=	0					
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด ($S_{measurement}$)		$= \frac{\bar{D}_{measurement}}{1.128}$		=	0.585					
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง ($S_{sampling}$)		$= \sqrt{(S_{measurement})^2 - \left(\frac{S_{analysis}}{\sqrt{2}}\right)^2}$		=	0.585					
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์ (%RSD _{analysis})		$= \frac{S_{analysis}}{\bar{x}} \times 100\%$		=	0					
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง (%RSD _{sampling})		$= \frac{S_{sampling}}{\bar{x}} \times 100\%$		=	5.347					
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด (%RSD _{measurement})		$= \frac{S_{measurement}}{\bar{x}} \times 100\%$		=	5.347					

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า										
กรณีทำ Validation in Space										
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD										
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์					$(\%U_{\text{analysis}})$		=	0		
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง					$(\%U_{\text{sampling}})$		=	10.694		
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด					$(\%U_{\text{measurement}})$		=	10.694		

Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
	space	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
4	1	10.46	10.46	0.00	10.46	10.68	10.68	0	10.68	0.22
	2	10.81	10.81	0.00	10.81	10.37	10.37	0	10.37	0.44
	3	10.27	10.27	0.00	10.27	9.86	9.86	0	9.86	0.41
	4	12.02	12.02	0.00	12.02	10.17	10.17	0	10.17	1.85
	5	11.15	11.15	0.00	11.15	10.40	10.40	0	10.40	0.75
	6	9.34	9.34	0.00	9.34	10.91	10.91	0	10.91	1.57
	7	10.34	10.34	0.00	10.34	12.23	12.23	0	12.23	1.89
	8	10.24	10.24	0.00	10.24	9.88	9.88	0	9.88	0.36
	9	10.06	10.06	0.00	10.06	10.43	10.43	0	10.43	0.37
	10	9.82	9.82	0.00	9.82	10.51	10.51	0	10.51	0.69
ค่าเฉลี่ย 10 ตำแหน่ง			0.00	10.45				0.00	10.54	0.86

ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)				
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)	$= \frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2}$	=	Converting factor for standard deviation (n=2)	
	10.50		1.128	
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{\text{analysis}}$)	$= \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$	= 0	ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 10 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{\text{measurement}}$)	$= \frac{\sum D_i}{n}$
				0.855

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)				
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ (S_{analysis})	$= \frac{\bar{D}_{\text{analysis}}}{1.128}$	=	0	
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด ($S_{\text{measurement}}$)	$= \frac{\bar{D}_{\text{measurement}}}{1.128}$	=	0.758	

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า		
กรณีทำ Validation in space		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)		
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง (S_{sampling})	$= \sqrt{(S_{\text{measurement}})^2 - \left(\frac{S_{\text{analysis}}}{\sqrt{2}}\right)^2}$	= 0.758
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)		
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์ (%RSD _{analysis})	$= \frac{S_{\text{analysis}}}{\bar{x}} \times 100\%$	= 0
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง (%RSD _{sampling})	$= \frac{S_{\text{sampling}}}{\bar{x}} \times 100\%$	= 7.221
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด (%RSD _{measurement})	$= \frac{S_{\text{measurement}}}{\bar{x}} \times 100\%$	= 7.221
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD		
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์ (%U _{analysis})		= 0
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง (%U _{sampling})		= 14.441
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด (%U _{measurement})		= 14.441

ตารางผนวกที่ ข2 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่ จากปัจจัยความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งตัวอย่าง
(Validation in Space)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่										
กรณีทำValidation in Space										
Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
	space	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
1	1	14.94	14.94	0.00	14.94	14.18	14.18	0	14.18	0.76
	2	14.41	14.41	0.00	14.41	14.73	14.73	0	14.73	0.32
	3	14.49	14.49	0.00	14.49	13.80	13.80	0	13.80	0.69
	4	14.62	14.62	0.00	14.62	12.81	12.81	0	12.81	1.81
	5	14.11	14.11	0.00	14.11	13.35	13.35	0	13.35	0.76
	6	14.02	14.02	0.00	14.02	14.02	14.02	0	14.02	0
	7	14.62	14.62	0.00	14.62	14.62	14.62	0	14.62	0
	8	14.58	14.58	0.00	14.58	14.52	14.52	0	14.52	0.06
	9	14.87	14.87	0.00	14.87	14.05	14.05	0	14.05	0.82
	10	14.74	14.74	0.00	14.74	14.82	14.82	0	14.82	0.08
ค่าเฉลี่ย 10 ตำแหน่ง				0.00	14.54			0.00	14.09	0.53
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)		$= \frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2}$		=		Converting factor for standard deviation (n=2)		=		
		14.32						1.128		
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{analysis}$)		$= \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$		= 0		ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 7 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{measurement}$)		$= \frac{\sum D_i}{n}$		=
								0.530		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ ($S_{analysis}$)		$= \frac{\bar{D}_{analysis}}{1.128}$		=		0				
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด ($S_{measurement}$)		$= \frac{\bar{D}_{measurement}}{1.128}$		=		0.470				
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง ($S_{sampling}$)		$= \sqrt{(S_{measurement})^2 - \left(\frac{S_{analysis}}{\sqrt{2}}\right)^2}$		=		0.470				

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่										
กรณีทำValidation in Space										
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์ (%RSD _{analysis})		$= \frac{S_{analysis}}{\bar{x}} \times 100\%$						= 0		
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง (%RSD _{sampling})		$= \frac{S_{sampling}}{\bar{x}} \times 100\%$						= 3.282		
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด (%RSD _{measurement})		$= \frac{S_{measurement}}{\bar{x}} \times 100\%$						= 3.282		
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD										
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์ (%U _{analysis})								= 0		
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง (%U _{sampling})								= 6.565		
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด (%U _{measurement})								= 6.565		
Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
	space	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
2	1	14.07	14.07	0.00	14.07	13.69	13.69	0	13.69	0.38
	2	12.96	12.96	0.00	12.96	13.52	13.52	0	13.52	0.56
	3	13.77	13.77	0.00	13.77	13.83	13.83	0	13.83	0.06
	4	13.52	13.52	0.00	13.52	13.93	13.93	0	13.93	0.41
	5	13.18	13.18	0.00	13.18	13.91	13.91	0	13.91	0.73
	6	11.48	11.48	0.00	11.48	11.98	11.98	0	11.98	0.5
	7	11.41	11.41	0.00	11.41	11.84	11.84	0	11.84	0.43
	8	11.54	11.54	0.00	11.54	11.69	11.69	0	11.69	0.15
	9	12.05	12.05	0.00	12.05	12.14	12.14	0	12.14	0.09
	10	11.84	11.84	0.00	11.84	11.83	11.83	0	11.83	0.01
ค่าเฉลี่ย 10 ตำแหน่ง				0.00	12.58			0.00	12.84	0.33

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่				
กรณีทำ Validation in space				
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)				
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)	$= \frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2}$	= 12.71	Converting factor for standard deviation (n=2)	= 1.128
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S_1 และ S_2 ($\bar{D}_{analysis}$)	$= \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$	= 0	ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S_1 และ S_2 เฉลี่ยจาก 10 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{measurement}$)	$= \frac{\sum D_i}{n} = 0.332$
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)				
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ ($S_{analysis}$)	$= \frac{\bar{D}_{analysis}}{1.128}$	= 0		
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด ($S_{measurement}$)	$= \frac{\bar{D}_{measurement}}{1.128}$	= 0.294		
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง ($S_{sampling}$)	$= \sqrt{(S_{measurement})^2 - \left(\frac{S_{analysis}}{\sqrt{2}}\right)^2}$	= 0.294		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)				
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์ (%RSD _{analysis})	$= \frac{S_{analysis}}{\bar{x}} \times 100\%$	= 0		
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง (%RSD _{sampling})	$= \frac{S_{sampling}}{\bar{x}} \times 100\%$	= 2.316		
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด (%RSD _{measurement})	$= \frac{S_{measurement}}{\bar{x}} \times 100\%$	= 2.316		
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD				
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์ (%U _{analysis})	$= 0$			
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง (%U _{sampling})	$= 4.632$			
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด (%U _{measurement})	$= 4.632$			

Lot	Rep# space	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
		x_{i11}	x_{i12}	D_{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x_{i21}	x_{i22}	D_{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D_i
3	1	13.37	13.37	0.00	13.37	12.88	12.88	0	12.88	0.49

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่										
กรณีทำ Validation in space										
Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
	space	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
	2	12.99	12.99	0.00	12.99	13.44	13.44	0	13.44	0.45
	3	13.38	13.38	0.00	13.38	13.49	13.49	0	13.49	0.11
	4	13.67	13.67	0.00	13.67	13.69	13.69	0	13.69	0.02
	5	13.38	13.38	0.00	13.38	13.55	13.55	0	13.55	0.17
	6	13.60	13.60	0.00	13.60	13.46	13.46	0	13.46	0.14
	7	13.54	13.54	0.00	13.54	13.16	13.16	0	13.16	0.38
	8	13.06	13.06	0.00	13.06	13.26	13.26	0	13.26	0.2
	9	13.28	13.28	0.00	13.28	12.72	12.72	0	12.72	0.56
	10	12.79	12.79	0.00	12.79	13.20	13.20	0	13.20	0.41
ค่าเฉลี่ย 10 ตำแหน่ง				0.00	13.31			0.00	13.29	0.29
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)		$= \frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2}$		$=$		Converting factor for standard deviation (n=2)		$=$		
		$= \frac{12.99 + 13.31}{2}$		$= 13.30$				$= 1.128$		
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{analysis}$)		$= \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$		$= 0$		ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 10 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{measurement}$)		$= \frac{\sum D_i}{n}$		$= 0.293$
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ ($S_{analysis}$)		$= \frac{\bar{D}_{analysis}}{1.128}$		$=$		0				
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด ($S_{measurement}$)		$= \frac{\bar{D}_{measurement}}{1.128}$		$=$		0.260				
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง ($S_{sampling}$)		$= \sqrt{(S_{measurement})^2 - \left(\frac{S_{analysis}}{\sqrt{2}}\right)^2}$		$=$		0.260				
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์ (%RSD _{analysis})		$= \frac{S_{analysis}}{\bar{x}} \times 100\%$		$=$		0				

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่										
กรณีทำValidation in Space										
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง (%RSD _{sampling})		$= \frac{S_{\text{sampling}}}{\bar{x}} \times 100\% = 1.954$								
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด (%RSD _{measurement})		$= \frac{S_{\text{measurement}}}{\bar{x}} \times 100\% = 1.954$								
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD										
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์ (%U _{analysis})		= 0								
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง (%U _{sampling})		= 3.907								
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด (%U _{measurement})		= 3.907								
Lot	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
	space	x ₁₁₁	x ₁₁₂	D ₁₁	$\bar{x}_{11}$	x ₁₂₁	x ₁₂₂	D ₁₂	$\bar{x}_{12}$	D _i
4	1	13.13	13.13	0.00	13.13	12.98	12.98	0	12.98	0.15
	2	13.05	13.05	0.00	13.05	13.29	13.29	0	13.29	0.24
	3	12.88	12.88	0.00	12.88	13.38	13.38	0	13.38	0.5
	4	12.90	12.90	0.00	12.90	13.19	13.19	0	13.19	0.29
	5	13.08	13.08	0.00	13.08	12.88	12.88	0	12.88	0.2
	6	12.93	12.93	0.00	12.93	12.81	12.81	0	12.81	0.12
	7	12.76	12.76	0.00	12.76	13.16	13.16	0	13.16	0.4
	8	11.59	11.59	0.00	11.59	12.87	12.87	0	12.87	1.28
	9	12.98	12.98	0.00	12.98	12.88	12.88	0	12.88	0.1
	10	13.15	13.15	0.00	13.15	13.23	13.23	0	13.23	0.08
ค่าเฉลี่ย 10 ตำแหน่ง				0.00	12.85			0.00	13.07	0.34
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)		$= \frac{\bar{x}_{11} + \bar{x}_{12}}{2} = 12.96$				Converting factor for standard deviation (n=2)				
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{\text{analysis}}$)		$= \frac{\bar{D}_{11} + \bar{D}_{12}}{2} = 0$				ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 10 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{\text{measurement}}$) $= \frac{\sum D_i}{n} = 0.336$				

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่			
กรณีทำ Validation in Space			
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)			
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ (S_{analysis})	$= \frac{\bar{D}_{\text{analysis}}}{1.128}$	$=$	0
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด ($S_{\text{measurement}}$)	$= \frac{\bar{D}_{\text{measurement}}}{1.128}$	$=$	0.298
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง (S_{sampling})	$= \sqrt{(S_{\text{measurement}})^2 - \left(\frac{S_{\text{analysis}}}{\sqrt{2}}\right)^2}$	$=$	0.298
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)			
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์ (%RSD _{analysis})	$= \frac{S_{\text{analysis}}}{\bar{x}} \times 100\%$	$=$	0
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง (%RSD _{sampling})	$= \frac{S_{\text{sampling}}}{\bar{x}} \times 100\%$	$=$	2.299
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด (%RSD _{measurement})	$= \frac{S_{\text{measurement}}}{\bar{x}} \times 100\%$	$=$	2.299
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD			
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์ (%U _{analysis})	$=$	$=$	0
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง (%U _{sampling})	$=$	$=$	4.598
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด (%U _{measurement})	$=$	$=$	4.598

ตารางผนวกที่ ข3 ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่าชนิดละ 4 รุ่นสินค้า จากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า										
กรณีทำValidation in Time										
Composite	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
Sample	lot	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
3	1	11.21	11.21	0.00	11.21	11.16	11.16	0	11.16	0.05
	2	11.25	11.25	0.00	11.25	10.94	10.94	0	10.94	0.31
	3	10.13	10.13	0.00	10.13	10.54	10.54	0	10.54	0.41
	4	10.83	10.83	0.00	10.83	10.30	10.30	0	10.30	0.53
ค่าเฉลี่ย 4 lot				0.00	10.86			0.00	10.74	0.33
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)		$\frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2}$		=	Converting factor for standard deviation (n=2)					=
		= $\frac{10.80}{2}$		10.80						1.128
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{analysis}$)		$\frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$		= 0	ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 7 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{measurement}$)					$= \frac{\sum D_i}{n} = 0.325$
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ ($S_{analysis}$)		$= \frac{\bar{D}_{analysis}}{1.128}$		=	0					
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด ($S_{measurement}$)		$= \frac{\bar{D}_{measurement}}{1.128}$		=	0.288					
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง ($S_{sampling}$)		$= \sqrt{(S_{measurement})^2 - \left(\frac{S_{analysis}}{\sqrt{2}}\right)^2}$		=	0.288					
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์ (%RSD _{analysis})		$= \frac{S_{analysis}}{\bar{x}} \times 100\%$		=	0					
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง (%RSD _{sampling})		$= \frac{S_{sampling}}{\bar{x}} \times 100\%$		=	2.669					

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า										
กรณีทำValidation in Time										
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด (%RSD _{measurement})		$= \frac{S_{\text{measurement}}}{\bar{x}} \times 100\% = 2.669$								
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD										
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์ (%U _{analysis})		= 0								
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง (%U _{sampling})		= 5.338								
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด (%U _{measurement})		= 5.338								
Composite	Rep#	Sample 1 (S ₁)				Sample 2 (S ₂)				
Sample	lot	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
10	1	10.68	10.68	0.00	10.68	10.78	10.78	0	10.78	0.1
	2	11.21	11.21	0.00	11.21	11.26	11.26	0	11.26	0.05
	3	10.78	10.78	0.00	10.78	11.74	11.74	0	11.74	0.96
	4	10.37	10.37	0.00	10.37	9.87	9.87	0	9.87	0.5
	ค่าเฉลี่ย 4 lot			0.00	10.76			0.00	10.91	0.40
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)		$= \frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2} = 10.84$				Converting factor for standard deviation (n=2) = 1.128				
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{\text{analysis}}$)		$= \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2} = 0$				ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 7 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{\text{measurement}}$) = $\frac{\sum D_i}{n} = 0.40$				
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ (S _{analysis})		$= \frac{\bar{D}_{\text{analysis}}}{1.128} = 0$								
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด (S _{measurement})		$= \frac{\bar{D}_{\text{measurement}}}{1.128} = 0.357$								
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง (S _{sampling})		$= \sqrt{(S_{\text{measurement}})^2 - \left(\frac{S_{\text{analysis}}}{\sqrt{2}}\right)^2} = 0.357$								

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกเก่า				
กรณีทำ Validation in Time				
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)				
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์	$(\%RSD_{analysis})$	$= \frac{S_{analysis}}{\bar{x}} \times 100\%$	=	0
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง	$(\%RSD_{sampling})$	$= \frac{S_{sampling}}{\bar{x}} \times 100\%$	=	3.293
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด	$(\%RSD_{measurement})$	$= \frac{S_{measurement}}{\bar{x}} \times 100\%$	=	3.293
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD				
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์	$(\%U_{analysis})$	=		0
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง	$(\%U_{sampling})$	=		6.586
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด	$(\%U_{measurement})$	=		6.586

ตารางผนวกที่ ๔ ผลการประมาณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างของค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่ชนิดละ 4 รุ่นสินค้า จากปัจจัยอิทธิพลของรุ่นสินค้าส่งมอบที่แตกต่างกัน (Validation in Time)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่										
กรณีทำ Validation in Time										
Composite	Rep#	Sample 1 (S ₁)					Sample 2 (S ₂)			
Sample	lot	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
3	1	14.69	14.69	0.00	14.69	14.73	14.73	0	14.73	0.04
	2	12.08	12.08	0.00	12.08	11.78	11.78	0	11.78	0.3
	3	13.16	13.16	0.00	13.16	12.64	12.64	0	12.64	0.52
	4	12.70	12.70	0.00	12.70	12.24	12.24	0	12.24	0.46
	ค่าเฉลี่ย 4 lot			0.00	13.16			0.00	12.85	0.33
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม	($\bar{x}$)	$\frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2}$		=	Converting factor for standard deviation				=	
		13.00			(n=2)					1.128
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂	($\bar{D}_{analysis}$)	$\frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2}$		= 0	ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 4 lot ($\bar{D}_{measurement}$)				$= \frac{\sum D_i}{n} = 0.33$	
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์	($S_{analysis}$)	$= \frac{\bar{D}_{analysis}}{1.128}$		=	0					
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด	($S_{measurement}$)	$= \frac{\bar{D}_{measurement}}{1.128}$		=	0.293					
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง	($S_{sampling}$)	$= \sqrt{(S_{measurement})^2 - \left(\frac{S_{analysis}}{\sqrt{2}}\right)^2}$		=	0.293					
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์	(%RSD _{analysis})	$= \frac{S_{analysis}}{\bar{x}} \times 100\%$		=	0					
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง	(%RSD _{sampling})	$= \frac{S_{sampling}}{\bar{x}} \times 100\%$		=	2.250					

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่										
กรณีทำValidation in Time										
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด (%RSD _{measurement})		$= \frac{S_{\text{measurement}}}{\bar{x}} \times 100\% = 2.250$								
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD										
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์ (%U _{analysis})		= 0								
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง (%U _{sampling})		= 4.500								
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด (%U _{measurement})		= 4.500								
Composite	Rep#	Sample 1 (S ₁)					Sample 2 (S ₂)			
Sample	lot	x _{i11}	x _{i12}	D _{i1}	$\bar{x}_{i1}$	x _{i21}	x _{i22}	D _{i2}	$\bar{x}_{i2}$	D _i
10	1	14.42	14.42	0.00	14.42	14.43	14.43	0.00	14.43	0.01
	2	12.32	12.32	0.00	12.32	12.08	12.08	0.00	12.08	0.24
	3	13.32	13.32	0.00	13.32	13.36	13.36	0.00	13.36	0.04
	4	12.65	12.65	0.00	12.65	13.35	13.35	0.00	13.35	0.7
	ค่าเฉลี่ย 4 lot			0.00	13.18			0.00	13.31	0.25
ค่าพิสัยเฉลี่ย (Mean range)										
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}$)		$= \frac{\bar{x}_{i1} + \bar{x}_{i2}}{2} = 13.24$				Converting factor for standard deviation (n=2) = 1.128				
ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ ($\bar{D}_{\text{analysis}}$)		$= \frac{\bar{D}_{i1} + \bar{D}_{i2}}{2} = 0$				ค่าพิสัยเฉลี่ยจาก S ₁ และ S ₂ เฉลี่ยจาก 7 ตำแหน่ง ($\bar{D}_{\text{measurement}}$) = $\frac{\sum D_i}{n} = 0.248$				
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s)										
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ (S _{analysis})		$= \frac{\bar{D}_{\text{analysis}}}{1.128} = 0$								
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัด (S _{measurement})		$= \frac{\bar{D}_{\text{measurement}}}{1.128} = 0.219$								
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการชักตัวอย่าง (S _{sampling})		$= \sqrt{(S_{\text{measurement}})^2 - \left(\frac{S_{\text{analysis}}}{\sqrt{2}}\right)^2} = 0.219$								

ตารางผนวกที่ ๔ (ต่อ)

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากการชักตัวอย่างค่าความชื้นเฉลี่ยในข้าวเปลือกใหม่กรณีทำ Validation in Time			
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation: %RSD)			
1) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์	$(\%RSD_{analysis}) = \frac{S_{analysis}}{\bar{x}} \times 100\%$	=	0
2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการชักตัวอย่าง	$(\%RSD_{sampling}) = \frac{S_{sampling}}{\bar{x}} \times 100\%$	=	1.657
3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวัด	$(\%RSD_{measurement}) = \frac{S_{measurement}}{\bar{x}} \times 100\%$	=	1.657
ค่าความไม่แน่นอนขยาย (Expanded Uncertainty: %U) เท่ากับ 2 เท่าของค่า RSD			
1) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวิเคราะห์	$(\%U_{analysis})$	=	0
2) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการชักตัวอย่าง	$(\%U_{sampling})$	=	3.314
3) ค่าความไม่แน่นอนขยายของการวัด	$(\%U_{measurement})$	=	3.314

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวศิริวรรณ ปทุมมาศ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 28 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2529
สถานที่เกิด	จังหวัดนนทบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เทคโนโลยีทางกระบวนการเคมีและฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	เคยทำงานที่บริษัท กรุงไทยอาหารสัตว์ จำกัด(มหาชน) ตำแหน่งพนักงานประกันคุณภาพ ระยะเวลา 1 ปี
การเสนอผลงานทางวิชาการ	ศิริวรรณ ปทุมมาศ และ ชุติมา ไวศรายุทธ. 2556. การศึกษาวิธีการชักตัวอย่างสินค้าข้าวเปลือก. ใน รายงาน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 (สาขาอุตสาหกรรมเกษตร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนผู้ช่วยนักวิจัยจากสำนักงานมาตรฐานสินค้า เกษตรและอาหาร (มกอช.) ในการจัดทำโครงการการ จัดทำแนวทางปฏิบัติสำหรับกระบวนการชักตัวอย่าง ข้าวเพื่อการควบคุมมาตรฐานสินค้าของไทยเพื่อเป็นส่วน หนึ่งของงานการกำหนดมาตรฐานสินค้าและระบบ คุณภาพ ปี 2554