หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 การคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม

5.1.1 ปริมาณความชื้น ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของวัตถุดิบ

พันธุ์ข้าว	ปริมาณความชื้น (%) *
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	11.91 ± 0.10^{ab}
ข้าวกข 23	11.50 ± 0.15^{a}
ข้าวเหลืองประทิว 123	12.21 ± 0.03^{b}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นเริ่มต้นของวัตถุดิบ

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = พันธุ์ข้าว	9.55	12.50^{s}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวมีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าว กข 23 มีปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับข้าวเหลืองประทิว 123 มีปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

5.1.2 ปริมาณโปรตีน ปริมาณโปรตีนมีผลต่อการดูดซึมของน้ำเข้าภายในเมล็ด

โดยขัดขวางการดูดซึมของน้ำ ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณโปรตีนของวัตถุดิบ

พันธุ์ข้าว	ปริมาณโปรตีน (% ต่อน้ำหนักแห้ง) *
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	6.91±0.11 [a]
ข้าว กข 23	7.72±0.01 [b]
ข้าวเหลืองประทิว 123	7.97±0.11 [b]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโปรตีนของวัตถุดิบ

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = พันธุ์ข้าว	9.55	30.50 [s]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวมีผลต่อปริมาณโปรตีนอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณโปรตีนที่แตกต่างจากข้าว กข 23 และข้าวเหลืองประทิว 123 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนข้าว กข 23 และข้าวเหลืองประทิว 123 มีปริมาณโปรตีนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

5.1.3 <u>ปริมาณอะไมโลส</u> ปริมาณอะไมโลสมีผลต่อความแข็งหรืออ่อนนุ่ม และความเหนียวหรือร่วนของข้าวสุก ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ปริมาณอะไมโลสของวัตถุดิบ

พันธุ์ข้าว	ปริมาณอะไมโลส (% ต่อน้ำหนักแห้ง) *
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	17.22±0.17 [a]
ข้าว กข 23	27.02±0.86 [b]
ข้าวเหลืองประทิว 123	30.68±0.14 [c]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอะไมโลสของวัตถุดิบ

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = พันธุ์ข้าว	9.55	186.29 [s]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวมีผลต่อปริมาณอะไมโลสอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีปริมาณอะไมโลสที่แตกต่างกันหมดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

5.1.4 อุณหภูมิแป้งสุก

5.1.4.1 โดยวิธีตรวจสอบค่าการกระจายตัวในด่าง ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 อุณหภูมิแป้งสุกของวัตถุดิบโดยตรวจสอบค่าการกระจายตัวในด่าง

พันธุ์ข้าว	คะแนน *	อุณหภูมิแป้งสุก (องศาเซลเซียส)	การสุก
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	6.0±0.0 [a]	55-69.5	เร็ว
ข้าว กข 23	2.0±0.0 [b]	>74	ช้า
ข้าวเหลืองประทิว 123	4.5±0.5 [c]	70-74	ปานกลาง

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

โดยมีคะแนนตามลักษณะข้าวดังนี้

1 เมล็ดข้าวปกติ

2 เมล็ดข้าวเริ่มบวม ยังคงเมล็ด แต่มีขอบเป็นผงเล็กน้อย

3 เมล็ดข้าวบวม ยังคงเมล็ด มีขอบแต่แคบและไม่สมบูรณ์ ขอบขุ่น

4 เมล็ดข้าวบวมมาก ยังคงเห็นเป็นเมล็ด ขอบกว้างและสมบูรณ์ ขอบขุ่น

5 เมล็ดข้าวแยกเป็นส่วนๆ ขอบกว้างชัดเจน ขอบกำลังจะใส

6 ไม่คงลักษณะของเมล็ดข้าว แป้งกระจายออก ตรงกลางขุ่นเป็นกลุ่มกระจายออกไปขอบใส

7 ไม่คงลักษณะของเมล็ดข้าว แป้งกระจายออกอย่างสมบูรณ์ ทั้งตรงกลางและขอบใส

คะแนน 1-3 หมายถึง อุณหภูมิแป้งสุก มากกว่า 74 องศาเซลเซียส ข้าวสุกช้า

คะแนน 4-5 หมายถึง อุณหภูมิแป้งสุก 70-74 องศาเซลเซียส ข้าวสุกเร็วปานกลาง

คะแนน 6-7 หมายถึง อุณหภูมิแป้งสุก 55-69.5 หรือ น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ข้าวสุกเร็ว

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอุณหภูมิแป้งสุกของวัตถุดิบโดยตรวจสอบค่าการกระจายตัวในด่าง

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = พันธุ์ข้าว	9.55	48.00 [a]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวมีผลต่อค่าการกระจายตัวในด่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่ข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีค่าการกระจายตัวในด่างที่แตกต่างกันหมดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อนำมาแปลงผลเป็นอุณหภูมิแป้งสุกจะได้ผลดังนี้คือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำสุดคือ 55-69.5 องศาเซลเซียส ส่วนข้าวเหลืองประทิว 123 ให้อุณหภูมิแป้งสุกปานกลางคือ 70-74 องศาเซลเซียส และข้าว กข 23 ให้อุณหภูมิแป้งสุกสูงสุดคือ มากกว่า 74 องศาเซลเซียส

5.1.4.2 <u>โดยใช้ Brabender amylograph curve</u> เป็นวิธีหาอุณหภูมิแป้งสุกที่แน่นอน แต่ใช้เวลาทดลองนานกว่าวิธีแรก แต่เนื่องจากต้องหาค่า amylograph breakdown เพื่อพิจารณาการติดกันของข้าวสุก จึงต้องใช้ Brabender amylograph curve ด้วย ผลการทดลองของค่าอุณหภูมิแป้งสุกแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 อุณหภูมิแป้งสุกของวัตถุดิบโดยใช้ Brabender amylograph curve

พันธุ์ข้าว	อุณหภูมิแป้งสุก (องศาเซลเซียส) *
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	68.0±0.3 [a]
ข้าว กข 23	77.0±0.0 [b]
ข้าวเหลืองประทิว 123	74.0±0.0 [c]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอุณหภูมิแป้งสุกของวัตถุดิบโดยใช้ Brabender amylograph curve

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = พันธุ์ข้าว	9.55	247.06 **

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวมีผลต่ออุณหภูมิแป้งสุกอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ค่าอุณหภูมิแป้งสุกต่ำสุดคือ 68 องศาเซลเซียส ข้าวเหลืองประทิว 123 ให้ค่าอุณหภูมิแป้งสุกที่ 74 องศาเซลเซียส ส่วนข้าว กข 23 ให้ค่าอุณหภูมิแป้งสุกสูงสุดคือ 77 องศาเซลเซียส โดยที่ข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีอุณหภูมิแป้งสุกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

5.1.5 <u>ค่า amylograph breakdown</u> มีความสัมพันธ์กับการติดกันของเมล็ดเมื่อสุก ถ้าค่า amylograph breakdown มาก เมล็ดข้าวจะติดกันมาก ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่า amylograph breakdown ของวัตถุดิบ

พันธุ์ข้าว	ค่า amylograph breakdown (BU) *
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	400 ± 20 a
ข้าว กข 23	465 ± 5 a
ข้าวเหลืองประทิว 123	315 ± 15 b

BU หมายถึง Brabender unit

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า amylograph breakdown ของวัตถุดิบ

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = พันธุ์ข้าว	9.55	26.00 ^{s}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวมีผลต่อค่า amylograph breakdown อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) โดยที่ข้าวเหลืองประทิว 123 ให้ค่า amylograph breakdown ต่ำกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าว กข 23 และข้าวเหลืองประทิว 123 มีค่า amylograph breakdown แตกต่างจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าว กข 23 อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ส่วนข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าว กข 23 มีค่า amylograph breakdown ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$)

5.1.6 <u>ค่าความคงตัวของแป้งสุก</u> ใช้บอกถึงความอ่อนนุ่มหรือแข็งกระด้างของข้าวสุก ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่าความคงตัวของแป้งสุกของวัตถุดิบ

พันธุ์ข้าว	ระยะทางที่น้ำแป้งสุกเคลื่อนที่ (มิลลิเมตร)	ลักษณะของข้าวสุก
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	93.0$\pm$3.0	อ่อนนุ่ม
ข้าว กข 23	95.0$\pm$5.0	อ่อนนุ่ม
ข้าวเหลืองประทิว 123	97.5$\pm$2.5	อ่อนนุ่ม

โดยมีเกณฑ์ดังนี้

ความคงตัว	ระยะทางที่แป้งเคลื่อนที่ (มิลลิเมตร)	ลักษณะข้าวสุก
สูง	27-35	แข็ง
ปานกลาง	36-49	แข็งปานกลาง
ต่ำ	50 และมากกว่า	อ่อนนุ่ม

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความคงตัวของแป้งสุกของวัตถุดิบ

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = พันธุ์ข้าว	9.55	0.39 ^{ns}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ข้าวไม่มีผลต่อค่าความคงตัวของแป้งสุกอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถนำมาสรุปแสดงไว้ในตารางที่ 19 ดังนี้

ตารางที่ 19 สรุปสมบัติข้าวแต่ละพันธุ์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

พันธุ์ข้าว	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	อะไมโลส (%)	อุณหภูมิแป้งสุก (องศาเซลเซียส)	ค่า breakdown (BU)	ค่าความคงตัวของแป้งสุก
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	11.91^{ab}	6.91^{a}	17.22^{a}	68^{a}	400^{a}	ต่ำ^{a}
ข้าว กข 23	11.50^{a}	7.72^{b}	27.02^{b}	77^{b}	465^{a}	ต่ำ^{a}
ข้าวเหลืองประทิว 123	12.21^{b}	7.97^{b}	30.68^{c}	74^{c}	315^{b}	ต่ำ^{a}

เมื่อพิจารณาสมบัติทั้งหมดของข้าวแต่ละพันธุ์แล้วสรุปได้ว่า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความเหมาะสมในการทำเป็นข้าวหุงสุกเร็วมากที่สุด เพราะมีปริมาณโปรตีนและอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ ส่วนข้าวเหลืองประทิว 123 มีความเหมาะสมรองลงมา เพราะมีค่า amylograph breakdown ต่ำ สำหรับข้าว กข 23 ไม่เหมาะสม เพราะมีอุณหภูมิแป้งสุกสูง ทำให้ต้องใช้เวลาในการทำให้สุกนาน ดังนั้นในการวิจัยนี้จะเลือกข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหลืองประทิว 123 เป็นวัตถุดิบเพื่อทำการศึกษาต่อไป

5.2 <u>การศึกษาสภาวะการให้ความร้อนขั้นต้น</u>

การประเมินผลพิจารณาลักษณะทางกายภาพด้านสี ปริมาณความชื้นหลังการแช่น้ำและปริมาณเมล็ดหักหลังการแช่น้ำ ผลการทดลองเป็นดังนี้

ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ตารางที่ 20 ลักษณะทางกายภาพด้านสีของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้น

อุณหภูมิในการให้ความร้อนขั้นต้น (องศาเซลเซียส)	ลักษณะทางกายภาพด้านสี		
	เวลา (นาที)		
	5	10	15
50	ขาว	ขาว	ขาว
100	ขาว	ขาว	ขาว
150	ขาว	ขาว	ขาว
200	ขาว	เหลือง	เหลือง

จากตารางที่ 20 พบว่าที่อุณหภูมิ 50 100 และ 150 องศาเซลเซียส เวลา 5 10 และ 15 นาที ข้าวยังคงเป็นสีขาว สำหรับที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 นาที ข้าวยังคงเป็นสีขาว แต่ที่เวลา 10 และ 15 นาที ข้าวเริ่มเป็นสีเหลือง

ตารางที่ 21 ปริมาณความชื้นหลังการแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง 20 นาทีของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการให้ความร้อนชั้นต้น

อุณหภูมิในการให้ความร้อนชั้นต้น (°C)	ปริมาณความชื้น (%) *		
	เวลา (นาที)		
	5	10	15
50	35.77±0.14 ^{a}	36.89±0.33 ^{a}	35.95±0.16 ^{a}
100	41.42±0.10 ^{bc}	40.21±0.28 ^{b}	41.19±0.01 ^{bc}
150	40.80±0.64 ^{b}	43.05±1.56 ^{c}	45.64±0.54 ^{d}
200	41.22±1.31 ^{bc}	42.20±0.14 ^{bc}	40.73±0.44 ^{b}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวหรือในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นหลังการแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการให้ความร้อนชั้นต้น

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	3.49	60.41 ^{s}
B = เวลา	3.89	2.84 ^{ns}
AB	3.00	4.52 ^{s}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการให้ความร้อนชั้นต้น และอิทธิพลร่วม

ของอุณหภูมิและเวลามีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนเวลาในการให้ความร้อนไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ที่สภาวะการให้ความร้อนขั้นต้น ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 5 10 และ 15 นาที ปริมาณความชื้นของข้าวเมื่อแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) อีกกลุ่มหนึ่งซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) คือที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 5 10 และ 15 นาที 200 องศาเซลเซียส 5 10 และ 15 นาที และที่ 150 องศาเซลเซียส 5 นาที ส่วนกลุ่มสุดท้ายซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) คือที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 5 และ 15 นาที 150 องศาเซลเซียส 10 นาที และ 200 องศาเซลเซียส 5 และ 10 นาที ส่วนที่ 150 องศาเซลเซียส 15 นาที แตกต่างจากทุกสภาวะอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 23 ปริมาณเมล็ดหักหลังการแช่น้ำของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้น

อุณหภูมิในการให้ความร้อนขั้นต้น (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมล็ดหัก (%)		
	เวลา (นาที)		
	5	10	15
50	6.3±0.3	7.3±0.3	8.5±3.5
100	8.8±5.8	10.0±1.0	12.0±0.0
150	12.0±3.0	14.0±1.0	14.5±3.5
200	11.3±2.3	10.0±0.0	10.1±0.5

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณเมล็ดหักของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้น

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	3.49	3.09 ^{ns}
B = เวลา	3.89	0.46 ^{ns}
AB	3.00	0.18 ^{ns}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการให้ความร้อนขั้นต้น เวลา และอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลา ไม่มีผลต่อปริมาณเมล็ดหักอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 20-24 พบว่า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อใช้อุณหภูมิในการให้ความร้อนขั้นต้นที่ 200 องศาเซลเซียส เวลา 10 และ 15 นาที ข้าวสารเริ่มเป็นสีเหลือง จึงควรเลือกสภาวะที่อุณหภูมิ 50 100 และ 150 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 10 และ 15 นาที รวมทั้งที่ 200 องศาเซลเซียส 5 นาที เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นซึ่งควรอยู่ในช่วง 35-40% พบว่าสภาวะที่ใช้ได้คือที่ 50 องศาเซลเซียส 5 10 และ 15 นาที ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาปริมาณเมล็ดหักหลังการแช่น้ำพบว่าสามารถใช้ได้ทุกสภาวะให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นจากข้อมูลทั้งหมดจึงเลือกสภาวะการให้ความร้อนขั้นต้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ 50 องศาเซลเซียส 5 นาที เพราะเป็นเวลาที่สั้นที่สุด

I10311452.

ข้าวเหลืองประทิว 123

ตารางที่ 25 ลักษณะทางกายภาพด้านสีของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้น

อุณหภูมิในการให้ความร้อนขั้นต้น (องศาเซลเซียส)	ลักษณะทางกายภาพด้านสี		
	เวลา (นาที)		
	5	10	15
50	ขาว	ขาว	ขาว
100	ขาว	ขาว	เหลือง
150	เหลือง	เหลือง	เหลือง
200	เหลือง	เหลือง	เหลือง

จากตารางที่ 25 พบว่า ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 5 10 และ 15 นาที และที่ 100 องศาเซลเซียส 5 และ 10 นาที ข้าวยังคงเป็นสีขาว สำหรับที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 15 นาที 150 และ 200 องศาเซลเซียส ที่ 5 10 และ 15 นาที เมล็ดข้าวเริ่มเป็นสีเหลือง

ตารางที่ 26 ปริมาณความชื้นหลังการแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง 60 นาที ของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการให้ความร้อนชั้นต้น

อุณหภูมิในการให้ความร้อนชั้นต้น (°C)	ปริมาณความชื้น (%) *		
	เวลา (นาที)		
	5	10	15
50	34.87±0.39 ^{a}	35.13±0.54 ^{a}	35.02±0.85 ^{a}
100	35.47±0.21 ^{ab}	36.33±0.62 ^{ab}	36.91±0.08 ^{bc}
150	37.94±0.57 ^{cd}	39.03±0.36 ^{d}	40.00±0.46 ^{e}
200	38.79±0.05 ^{d}	38.26±0.47 ^{cd}	37.92±0.28 ^{cd}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวหรือในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นหลังการแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง 60 นาที ของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการให้ความร้อนชั้นต้น

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	3.49	65.82 ^{s}
B = เวลา	3.89	5.48 ^{s}
AB	3.00	2.47 ^{ns}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนชั้นต้นมีผลต่อ

ปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลา ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 5 10 และ 15 นาที 100 องศาเซลเซียส 5 และ 10 นาที มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 5 10 และ 15 นาที มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 15 นาที 150 องศาเซลเซียส 5 นาที และ 200 องศาเซลเซียส 10 และ 15 นาที มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส 5 และ 10 นาที ที่ 200 องศาเซลเซียส 5 10 และ 15 นาที มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และที่ 150 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นที่แตกต่างจากทุกสภาวะอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 28 ปริมาณเมล็ดหักหลังจากการแช่น้ำของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้น

อุณหภูมิในการให้ความร้อนขั้นต้น (°C)	ปริมาณเมล็ดหัก (%)		
	เวลา (นาที)		
	5	10	15
50	1.3±0.3 ^{a}	2.0±1.5 ^{a}	5.5±1.5 ^{ab}
100	3.0±1.0 ^{a}	3.0±1.0 ^{a}	1.5±0.0 ^{a}
150	8.0±3.0 ^{bc}	6.0±3.0 ^{abc}	10.5±1.0 ^{c}
200	1.3±0.3 ^{a}	1.0±0.5 ^{a}	1.5±0.0 ^{a}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณเมล็ดหักของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้น

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	3.49	13.02 ^{s}
B = เวลา	3.89	1.58 ^{ns}
AB	3.00	1.18 ^{ns}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการทำแห้งขั้นต้นมีผลต่อปริมาณเมล็ดหักหลังการแช่น้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ส่วนเวลาและอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลา ไม่มีผลต่อปริมาณเมล็ดหักหลังการแช่น้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) โดยที่ปริมาณเมล็ดหักที่อุณหภูมิ 50 100 และ 200 องศาเซลเซียส 5 10 และ 15 นาที และที่ 150 องศาเซลเซียส 10 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) และที่ 50 องศาเซลเซียส 15 นาที 150 องศาเซลเซียส 5 และ 10 นาที มีปริมาณเมล็ดหักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) และที่ 150 องศาเซลเซียส ที่ 5 10 และ 15 นาที มีปริมาณเมล็ดหักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$)

จากตารางที่ 25-29 พบว่าข้าวเหลืองประทิว 123 เมื่อใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 5 10 และ 15 นาที และที่ 100 องศาเซลเซียส 5 และ 10 นาที ข้าวสารยังคงเป็นสีขาว เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นของสภาวะที่เมล็ดข้าวยังคงเป็นสีขาวพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ส่วนสมบัติด้านเมล็ดหักหลังการแช่น้ำพบว่าที่อุณหภูมิ 50 100 และ 200 องศาเซลเซียส ที่ 5 10 และ 15 นาที และที่ 150 องศาเซลเซียส 10 นาที ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการทดลองทั้งหมดจึงเลือกสภาวะการให้ความร้อนขั้นต้นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ 50 องศาเซลเซียส 5 นาที เพราะเป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดและเป็นเวลาที่สั้นที่สุด

5.3 <u>การศึกษาสภาวะการแช่</u>

การประเมินผลพิจารณาปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 35-40% และปริมาณเมล็ดหัก ผลการทดลองเป็นดังนี้

ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ตารางที่ 30 ปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการแช่

อุณหภูมิในการแช่ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (%) *	
	เวลา (นาที)	
	30	60
ห้อง (ประมาณ 30 °C)	37.83±0.10 [a]	38.92±0.39 [a]
45	37.71±0.22 [a]	37.98±0.22 [a]
60	44.89±0.56 [b]	46.08±1.76 [b]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวหรือในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการแช่

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	5.14	58.69 [s]
B = เวลา	5.99	1.76 [ns]
AB	5.14	0.20 [ns]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิแช่มีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนเวลาและอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลา ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัย

สำคัญ ($P<0.05$) โดยที่อุณหภูมิห้อง และ 45 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30 และ 60 นาที ให้ปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และที่ 60 องศาเซลเซียส 30 และ 60 นาที ให้ปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 32 ปริมาณเมล็ดหักของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการแช่

อุณหภูมิการแช่ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมล็ดหัก (%) *	
	เวลา (นาที)	
	30	60
ห้อง (ประมาณ 30 °C)	11.0±1.0 ^{a}	11.5±0.5 ^{a}
45	7.5±0.5 ^{bc}	7.0±1.0 ^{c}
60	10.0±1.0 ^{ab}	11.0±0.5 ^{a}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวหรือในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเมล็ดหักของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการแช่

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	5.14	15.40 ^{s}
B = เวลา	5.99	0.83 ^{ns}
AB	5.14	0.00 ^{ns}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิแช่มีผลต่อปริมาณเมล็ดหักอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) เวลาแช่และอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลา ไม่มีผลต่อปริมาณเมล็ดหักอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) โดยที่อุณหภูมิห้องและ 60 องศาเซลเซียส เวลา 30 และ 60 นาที มีปริมาณเมล็ดหักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 30 นาที และที่ 60 องศาเซลเซียส 30 นาที มีปริมาณเมล็ดหักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) และที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 30 และ 60 นาที มีปริมาณเมล็ดหักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$)

จากตารางที่ 30-33 สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นสภาวะที่ใช้ได้คือการแช่ที่อุณหภูมิห้อง 30 และ 60 นาที และที่ 45 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30 และ 60 นาที ซึ่งให้ค่าปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ส่วนที่ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30 และ 60 นาที ค่าความชื้นเกิน 40% เมื่อพิจารณาปริมาณเมล็ดหักพบว่าสภาวะที่ใช้ได้คือ 45 องศาเซลเซียส 30 และ 60 นาที ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ดังนั้นสำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 จึงเลือกการแช่ที่ 45 องศาเซลเซียส 30 นาที ได้ความชื้น 37.71%

ข้าวเหลืองประทิว 123

ตารางที่ 34 ปริมาณความชื้นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการแช่

อุณหภูมิในการแช่ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณความชื้น (%) *	
	เวลา (นาที)	
	30	60
ห้อง (ประมาณ 30 °C)	35.47±0.40 ^{ab}	36.12±0.50 ^{b}
45	33.47±0.52 ^{c}	34.37±0.35 ^{ac}
60	36.55±0.15 ^{b}	36.46±0.60 ^{b}
65	38.60±0.39 ^{d}	41.19±0.91 ^{e}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวหรือในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการแช่

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	4.07	47.83 ^{s}
B = เวลา	5.32	7.87 ^{s}
AB	4.07	2.48 ^{ns}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิแช่และเวลามีผลต่อปริมาณความชื้นอย่าง

มีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลา ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และ 45 องศาเซลเซียส 60 นาที ให้ปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่อุณหภูมิห้อง และ 60 องศาเซลเซียส 30 และ 60 นาที ให้ปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 30 และ 60 นาที มีปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 30 และ 60 นาที มีปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันและแตกต่างจากสภาวะอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 36 ปริมาณเมล็ดหักของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการแช่

อุณหภูมิในการแช่ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมล็ดหัก (%) *	
	เวลาแช่ (นาที)	
	30	60
ห้อง (ประมาณ 30 °C)	1.5±0.5 [a]	5.0±1.0 [b]
45	2.0±1.0 [a]	6.5±1.5 [b]
60	6.5±0.5 [b]	6.0±0.0 [b]
65	10.0±1.0 [c]	10.5±0.5 [c]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวหรือในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณเมล็ดหักของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการแช่

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	4.67	25.5 ^{s}
B = เวลา	5.32	10.7 ^{s}
AB	4.07	3.8 ^{ns}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิแช่และเวลามีผลต่อปริมาณเมล็ดหักอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ส่วนอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลา ไม่มีผลต่อปริมาณเมล็ดหักอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) โดยที่อุณหภูมิห้องและ 45 องศาเซลเซียส 30 นาที มีปริมาณเมล็ดหักไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ที่อุณหภูมิห้องและ 45 องศาเซลเซียส 60 นาที ที่ 60 องศาเซลเซียส เวลา 30 และ 60 นาที มีปริมาณเมล็ดหักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) และที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 30 และ 60 นาที มีปริมาณเมล็ดหักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$)

จากตารางที่ 34-37 สำหรับข้าวเหลืองประทิว 123 เมื่อพิจารณาจากค่าปริมาณความชื้น พบว่าสภาวะที่ใช้ได้คือ ให้ความชื้นสูงสุดแต่ไม่เกิน 40 % ควรจะเป็น 65 องศาเซลเซียส 30 นาที แต่เมื่อพิจารณาจากปริมาณเมล็ดหักจะพบว่าที่สภาวะนี้มีปริมาณเมล็ดหักมาก ดังนั้นสภาวะที่ควรเลือกคือ การแช่ที่อุณหภูมิห้อง 30 และ 60 นาที และที่ 60 องศาเซลเซียส 30 และ 60 นาที ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ส่วนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30 และ 60 นาที มีความชื้นไม่ถึง 35% เมื่อพิจารณาปริมาณเมล็ดหักพบว่าใช้ได้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และ 45 องศาเซลเซียส 30 นาที ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ดังนั้นจากผลการทดลองทั้งหมดควรเลือกการแช่ที่ อุณหภูมิห้อง 30 นาที ได้ความชื้น 35.47%

5.4 <u>การศึกษาสภาวะการให้ความร้อน</u>

5.4.1 <u>การทำให้สุกบางส่วน</u> โดยการต้มในน้ำเดือด การประเมินผลพิจารณาลักษณะทางกายภาพด้านการติดกันของเมล็ด ปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 50–75% โดยที่ควรใกล้ 75% มากที่สุดและร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นไม่เกิน 80% โดยที่ควรใกล้ 80% มากที่สุด

<u>ข้าวขาวดอกมะลิ 105</u>

ตารางที่ 38 ลักษณะทางกายภาพด้านการติดกันของเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

เวลา (นาที)	ลักษณะการติดกันของเมล็ด
1	ไม่ติดกัน
2	ไม่ติดกัน
3	เป็นก้อน
4	เป็นก้อน
5	เป็นก้อน

จากตารางที่ 38 พบว่าที่เวลา 1 และ 2 นาที เมล็ดไม่ติดกัน ส่วนที่เวลา 3 4 และ 5 นาที เมล็ดติดกันเป็นก้อน

ตารางที่ 39 ปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

อุณหภูมิ (นาที)	ปริมาณความชื้น (%) *
1	54.77±0.23 [a]
2	61.96±0.88 [b]
3	69.79±1.05 [c]
4	77.91±1.05 [d]
5	79.60±0.95 [d]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = เวลา	5.19	141.48 [s]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าเวลาในการต้มมีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่เวลา 1 นาทีให้ปริมาณความชื้นน้อยที่สุด และเพิ่มขึ้นเมื่อเวลามากขึ้น ที่เวลา 4 และ 5 นาที ให้ปริมาณความชื้นสูงสุด

ตารางที่ 41 ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

เวลา (นาที)	ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่น *
1	60.3±0.8 [a]
2	67.3±0.8 [a]
3	78.0±1.0 [b]
4	84.3±4.3 [bc]
5	92.5±4.0 [c]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = เวลา	5.19	23.03 [s]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าเวลาในการต้มมีผลต่อร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่เวลา 1 และ 2 นาที ให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นต่ำสุด และเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น และที่เวลา 4 และ 5 นาที ให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นสูงสุด

จากตารางที่ 38-42 สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพด้านการติดกันของเมล็ดพบว่าที่เวลาต้ม 1 และ 2 นาที ข้าวจะไม่ติดกันเป็นก้อน แต่ถ้าเวลาตั้งแต่ 3 นาทีเป็นต้นไปข้าวจะติดกันเป็นก้อน สำหรับค่าปริมาณความชื้นสภาวะที่

ใช้ได้คือ การต้มที่ 1 2 และ 3 นาที ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สำหรับที่เวลา 4 และ 5 นาทีความชื้นเกิน 75% เมื่อพิจารณาร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นพบว่าสภาวะที่ใช้ได้คือที่เวลา 1 2 และ 3 นาที เนื่องจากที่ 4 และ 5 นาทีให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นเกิน 80

จากผลการทดลองทั้งหมดจึงอาจจะเลือกการทำให้สุกบางส่วนที่ 1 หรือ 2 นาที แต่เนื่องจากว่าปริมาณความชื้นที่ 1 นาทีต่ำกว่า จึงควรเลือกที่เวลาต้ม 2 นาที เพราะให้ปริมาณความชื้นใกล้กับ 75% ซึ่งเป็นที่ต้องการมากกว่า

ข้าวเหลืองประทิว 123

ตารางที่ 43 ลักษณะทางกายภาพด้านการติดกันของเมล็ดของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

เวลา (นาที)	ลักษณะการติดกันของเมล็ด
1	ไม่ติดกัน
2	ไม่ติดกัน
3	เป็นก้อน
4	เป็นก้อน
5	เป็นก้อน

จากตารางที่ 43 พบว่าที่เวลา 1 และ 2 นาที เมล็ดข้าวไม่ติดกัน ส่วนที่เวลา 3 4 และ 5 นาที เมล็ดข้าวติดกันเป็นก้อน

ตารางที่ 44 ปริมาณความชื้นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

เวลา (นาที)	ปริมาณความชื้น (%) *
1	52.18±0.71 [a]
2	58.78±1.05 [b]
3	65.33±1.24 [c]
4	71.22±0.05 [d]
5	76.28±0.73 [e]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = เวลา	5.19	126.23 [s]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าเวลาต้มมีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่เวลา 1 นาที ให้ปริมาณความชื้นน้อยที่สุด และเพิ่มขึ้นเมื่อเวลามากขึ้น ที่เวลา 5 นาที ให้ปริมาณความชื้นมากที่สุด

ตารางที่ 46 ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

เวลา (นาที)	ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่น *
1	49.5±0.5 [a]
2	58.8±1.3 [b]
3	60.8±0.3 [b]
4	83.3±1.8 [c]
5	80.0±4.0 [c]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = เวลา	5.19	50.18 [s]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าเวลาต้มมีผลต่อร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่เวลา 1 นาที ให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นน้อยที่สุด และเพิ่มขึ้นจนถึงที่เวลา 4 และ 5 นาที ให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นสูงสุด

จากตารางที่ 43-47 สำหรับข้าวเหลืองประทิว 123 เมื่อต้มเกิน 2 นาที ข้าวจะติดกันเป็นก้อน เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นพบว่าสภาวะที่ใช้ได้คือต้ม 1 2 3 และ 4 นาที ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนที่ 5 นาที ความชื้นเกิน 75% เมื่อ

พิจารณาร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นพบว่าใช้ได้ที่เวลาต้ม 1 2 3 และ 5 นาที จากผลการทดลองทั้งหมดควรเลือกสภาวะการทำให้สุกบางส่วนที่ 2 นาที เนื่องจากที่เวลา 1 นาที ให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นและปริมาณความชื้นต่ำไป ซึ่งการต้มที่ 2 นาทีให้ความชื้น 58.78% ให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่น 58.8

5.4.2 <u>การทำให้สุกอย่างสมบูรณ์</u> โดยการนึ่งไอน้ำ การประเมินผลพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพด้านการติดกันของเมล็ด ปริมาณความชื้น 80% และร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นประมาณ 80

<u>ข้าวขาวดอกมะลิ 105</u>

ตารางที่ 48 ลักษณะทางกายภาพด้านการติดกันของเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

เวลา (นาที)	ลักษณะการติดกันของเมล็ด
1	ไม่ติดกัน
2.5	เป็นก้อน
5	เป็นก้อน
10	เป็นก้อน
15	เป็นก้อน

จากตารางที่ 48 พบว่า ที่เวลา 1 นาที ข้าวไม่ติดกัน ส่วนที่เวลา 2.5 5 10 และ 15 นาที ข้าวติดกันเป็นก้อน

ตารางที่ 49 ปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

เวลา (นาที)	ปริมาณความชื้น (%)
1	67.00±0.50
2.5	69.57±1.88
5	67.18±0.68
10	66.43±0.09
15	63.75±1.30

ตารางที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = เวลา	5.19	3.67 ^{ns}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการนึ่งไอน้ำ ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 51 ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

เวลา (นาที)	ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่น *
1	80.5±1.0 [a]
2.5	86.8±2.8 [b]
5	92.5±0.5 [c]
10	94.0±0.0 [c]
15	95.3±0.3 [c]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = เวลา	5.19	21.00 [s]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าเวลาในการนึ่งมีผลต่อร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นที่ 1 นาทีน้อยที่สุด และเพิ่มมากขึ้น โดยที่เวลา 5 10 และ 15 นาที ให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นสูงสุด

จากตารางที่ 48-52 พบว่าสำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อนึ่งเกิน 1 นาที ข้าวเริ่มติดกันเป็นก้อนเมื่อพิจารณาค่าปริมาณความชื้นพบว่าสามารถใช้ได้ทุกสภาวะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นพบว่า

สภาวะที่เหมาะสมคือที่เวลา 1 นาที เนื่องจากว่าที่ 2.5 5 10 และ 15 นาที ให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นเกิน 80 มาก ดังนั้นจึงเลือกสภาวะการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์ที่ 1 นาที ให้ความชื้น 67% ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่น 80.5

ข้าวเหลืองประทิว 123

ตารางที่ 53 ลักษณะทางกายภาพด้านการติดกันของเมล็ดของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

เวลา (นาที)	ลักษณะการติดกันของเมล็ด
1	ไม่ติดกัน
2.5	ไม่ติดกัน
5	เป็นก้อน
10	เป็นก้อน
15	เป็นก้อน

จากตารางที่ 53 พบว่าที่เวลา 1 และ 2.5 นาที ข้าวไม่ติดกัน ส่วนที่เวลา 5 10 และ 15 นาที ข้าวติดกันเป็นก้อน

ตารางที่ 54 ปริมาณความชื้นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

เวลา (นาที)	ปริมาณความชื้น (%) *
1	60.01±1.09 ^{ab}
2.5	64.94±2.25 ^{b}
5	65.62±2.15 ^{b}
10	57.16±0.56 ^{a}
15	56.80±1.83 ^{a}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = เวลา	5.19	6.05 ^{s}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าเวลานึ่งไอน้ำมีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ปริมาณความชื้นที่ 1 2.5 และ 5 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และที่ 1 10 และ 15 นาที ให้ปริมาณความชื้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 56 ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

เวลา (นาที)	ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่น *
1	59.5±0.5 [a]
2.5	80.0±0.0 [b]
5	89.0±1.5 [c]
10	91.0±0.5 [c]
15	94.8±1.3 [d]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 57 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = เวลา	5.19	229.66 [s]

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าเวลาในการนึ่งไอน้ำมีผลต่อร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นมีค่าต่ำสุดที่เวลา 1 นาที และเพิ่มขึ้นโดยมีค่าสูงสุดที่เวลา 15 นาที

จากตารางที่ 55-57 พบว่า สำหรับข้าวเหลืองประทิว 123 เมื่อเวลาในการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์เท่ากับหรือสูงกว่า 5 นาที ข้าวเริ่มเป็นก้อน เมื่อพิจารณาจากค่าปริมาณความชื้น พบว่าความชื้นที่เวลา 1 2.5 และ 5 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และ สูงกว่าสภาวะอื่น เมื่อพิจารณาร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่นพบว่า

ใช้ได้ที่เวลา 2.5 นาที จากผลการทดลองทั้งหมดจึงควรเลือกสภาวะการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์ที่ 2.5 นาที ให้ความชื้น 64.94% ให้ร้อยละของการเกิดเจลลาทีไนเซชั่น 80

5.5 การศึกษาสภาวะการทำแห้ง

แบ่งการศึกษาเป็น 2 ช่วงคือ การทำแห้งขั้นแรกจะใช้อุณหภูมิสูงและการทำแห้งขั้นสุดท้ายจะใช้อุณหภูมิต่ำ ผลการทดลองเป็นดังนี้

5.5.1 การทำแห้งขั้นแรก การประเมินผลพิจารณาลักษณะทางกายภาพด้านสี กลิ่น การเกาะตัว ลักษณะผิวนอกของเมล็ด การหดตัวของเมล็ด

ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ตารางที่ 58 ลักษณะทางกายภาพด้านสี กลิ่น การเกาะตัว ลักษณะผิวนอกของเมล็ด และการหดตัวของเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำแห้งขั้นแรก

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	สี	กลิ่น	การเกาะตัว	ลักษณะผิวนอกของเมล็ด	หดตัว
200	1	ขาว	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	เปียก	ไม่หดตัว
	3	ขาว	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	หดตัว
	5	ครีม	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	หดตัว
250	1	ขาว	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	ไม่หด
	3	ครีม	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	หดตัว
	5	เทา-เหลือง	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	หดตัว

จากตารางที่ 58 พบว่าที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา 1 และ 3 นาที เมล็ดยังคงเป็นสีขาว ส่วนที่ 5 นาที เมล็ดเป็นสีครีม ที่เวลา 1 3 และ 5 นาที ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม และเมล็ดแยกเป็นบางส่วน ที่เวลา 1 นาที ข้าวไม่แห้ง ส่วนที่ 3 และ 5 นาที ข้าวแห้ง ที่เวลา 1 นาทีเมล็ดไม่หดตัว แต่ที่ 3 และ 5 นาที เมล็ดหดตัว ส่วนที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที เมล็ดยังคงเป็นสีขาว ที่เวลา 3 นาที เมล็ดเป็นสีครีม ที่เวลา 5 นาที เมล็ดเป็นสีเทา-เหลือง ที่เวลา 1 3 และ 5 นาที ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม

เมล็ดแยกเป็นบางส่วน ข้าวแห้ง ที่เวลา 1 นาที เมล็ดไม่หดตัว แต่ที่ 3 และ 5 นาที เมล็ดหดตัว

ข้าวเหลืองประทิว 123

ตารางที่ 59 ลักษณะทางกายภาพด้านสี กลิ่น การเกาะตัว ลักษณะผิวนอกของเมล็ด และการหดตัวของเมล็ดของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำแห้งชั้นแรก

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	สี	กลิ่น	การเกาะตัว	ลักษณะผิวนอกของเมล็ด	หดตัว
200	1	ขาว	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	ไม่หดตัว
	3	ครีม	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	ไม่หดตัว
	5	ครีม	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	หดตัว
250	1	ครีม	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	ไม่หด
	3	เทา-เหลือง	ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	หดตัว
	5	น้ำตาลอ่อน	มีกลิ่นไหม้	เมล็ดแยกบางส่วน	แห้ง	หดตัว

จากตารางที่ 59 พบว่า ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที เมล็ดเป็นสีขาว ส่วนที่ 3 และ 5 นาที เมล็ดเป็นสีครีม ที่เวลา 1 3 และ 5 นาที ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม เมล็ดแยกบางส่วน ผิวนอกของเมล็ดแห้งแห้ง ที่ 1 และ 3 นาที เมล็ดไม่หดตัว ที่ 5 นาที เมล็ดหดตัว ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที เมล็ดเป็นสีครีม ที่ 3 นาที เมล็ดเป็นสีเทา-เหลือง ที่ 5 นาที เมล็ดเป็นสีน้ำตาลอ่อน ที่ 1 และ 3 นาที ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม ที่ 5 นาที มีกลิ่นไหม้ ที่ 1 3 และ 5 นาที เมล็ดแยกบางส่วน ผิวนอกของเมล็ดแห้ง ที่ 1 นาที เมล็ดไม่หด ที่ 3 และ 5 นาทีเมล็ดหด

5.5.2 <u>การทำแห้งขั้นสุดท้าย</u> การประเมินผลพิจารณาลักษณะทางกายภาพด้านสีและการเกาะตัวของเมล็ด และปริมาณความชื้นควรอยู่ในช่วง 7-14%

<u>ข้าวขาวดอกมะลิ 105</u>

ตารางที่ 60 ลักษณะทางกายภาพด้านสีและการเกาะตัวของเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำแห้งขั้นสุดท้าย

อุณหภูมิ (°C)	เวลา(ชั่วโมง)	ลักษณะทางกายภาพด้านสี	การเกาะตัวของเมล็ด
60	2	ขาว	ติดกัน
	3	ขาว	เมล็ดแยกบางส่วน
	4	ขาว	เมล็ดแยกบางส่วน
80	2	ขาว	เมล็ดแยกบางส่วน
	3	ครีม	เมล็ดแยกบางส่วน
	4	ครีม	เมล็ดแยกบางส่วน
100	2	ครีม	เมล็ดแยกบางส่วน
	3	เหลืองอ่อน	เมล็ดแยกบางส่วน
	4	เหลืองอ่อน	เมล็ดแยกบางส่วน

จากตารางที่ 60 พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมง ข้าวยังคงเป็นสีขาว ที่ 2 ชั่วโมง เมล็ดติดกัน แต่ที่ 3 และ 4 ชั่วโมงเมล็ดแยกเป็นบางส่วน ส่วนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง เมล็ดยังคงเป็นสีขาว ที่ 3 และ 4 ชั่วโมง เมล็ดเป็นสีครีม ทั้งที่เวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมง เมล็ดแยกเป็นบางส่วน ส่วนที่ 100 องศาเซลเซียส ที่เวลา 2 ชั่วโมง เมล็ดเป็นสีครีม ที่ 3 และ 4 ชั่วโมง เมล็ดเป็นสีเหลืองอ่อน ทั้งที่ 2 3 และ 4 ชั่วโมง เมล็ดแยกเป็นบางส่วน

ตารางที่ 61 ปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำแห้งขั้นสุดท้าย

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณความชื้น (%) *		
	เวลา (ชั่วโมง)		
	2	3	4
60	8.17 ± 0.38^{a}	7.63 ± 0.44^{a}	5.52 ± 0.02^{b}
80	5.69 ± 0.36^{b}	4.67 ± 0.10^{c}	3.77 ± 0.03^{d}
100	3.61 ± 0.08^{d}	2.56 ± 0.06^{e}	1.51 ± 0.06^{f}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันและในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$)

ตารางที่ 62 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการทำแห้งขั้นสุดท้าย

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	4.26	282.00 *
B = เวลา	4.26	68.45 *
AB	3.63	2.00 ns

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและเวลามีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ส่วนอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลาไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) โดยที่ปริมาณความชื้นที่ 60 องศาเซลเซียส 2 และ 3 ชั่วโมง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) ที่ 60 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง และ 80 องศา

เซลเซียส 2 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง และ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนที่ 80 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง 100 องศาเซลเซียส 3 และ 4 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นแตกต่างกันและแตกต่างจากสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ข้าวเหลืองประทิว 123

ตารางที่ 63 ลักษณะทางกายภาพด้านสีและการเกาะตัวของเมล็ดของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำแห้งขั้นสุดท้าย

อุณหภูมิ(°C)	เวลา(ชั่วโมง)	ลักษณะทางกายภาพด้านสี	การเกาะตัวของเมล็ด
60	2	ขาว	เมล็ดแยกบางส่วน
	3	ครีม	เมล็ดแยกบางส่วน
	4	เหลืองอ่อน	เมล็ดแยกบางส่วน
80	2	ครีม	เมล็ดแยกบางส่วน
	3	เหลืองอ่อน	เมล็ดแยกบางส่วน
	4	เหลืองอ่อน	เมล็ดแยกบางส่วน
100	2	เหลืองอ่อน	เมล็ดแยกบางส่วน
	3	เหลืองอ่อน	เมล็ดแยกบางส่วน
	4	เหลืองอ่อน	เมล็ดแยกบางส่วน

จากตารางที่ 63 พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมงเมล็ดข้าวยังคงเป็นสีขาว ที่ 3 ชั่วโมงเป็นสีครีม และที่ 4 ชั่วโมงเป็นสีเหลืองอ่อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่เวลา 2 ชั่วโมงเมล็ดข้าวเป็นสีครีม ที่ 3 และ 4 ชั่วโมงเป็นสีเหลืองอ่อน สำหรับที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่ 2 3 และ 4 ชั่วโมงเมล็ดเป็นสีเหลืองอ่อน ส่วนการเกาะตัวของเมล็ดพบว่าที่ทุกสภาวะเมล็ดแยกเป็นบางส่วน

ตารางที่ 64 ปริมาณความชื้นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำแห้งขั้นสุดท้าย

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณความชื้น (%) *		
	เวลาอบ (ชั่วโมง)		
	2	3	4
60	8.29±0.61^{a}	7.00±0.45^{b}	5.71±0.01^{c}
80	4.76±0.07^{d}	4.99±0.08^{c}	3.57±0.10^{e}
100	3.38±0.20^{e}	2.57±0.10^{f}	2.15±0.09^{f}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวและในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 65 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ผ่านการทำแห้งขั้นสุดท้าย

SOV	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
A = อุณหภูมิ	4.26	199.79^{s}
B = เวลา	4.26	28.36^{s}
AB	3.63	3.64^{s}

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิ เวลาและอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลามีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยที่ปริมาณความชื้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง และ 80 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง และ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง

มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และที่ 100 องศาเซลเซียส 3 และ 4 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สำหรับที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 2 และ 3 ชั่งโมง ที่ 80 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง มีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

5.6 การประเมินคุณภาพข้าวหุงสุกเร็ว

สมบัติที่ศึกษาคือ

5.6.1 ก่อนคืนรูป

1. ค่า bulk density แสดงถึงความพรุนของเมล็ด ซึ่งถ้าค่า bulk density ต่ำกว่า แสดงว่าเมล็ดมีความพรุนมากกว่า

ตารางที่ 66 ค่า bulk density ของผลิตภัณฑ์ก่อนคืนรูป

พันธุ์ข้าว	ค่า bulk density (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) *	
	ข้าวสาร	ผลิตภัณฑ์ก่อนคืนรูป
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	1.0556±0.0564[a]	0.9551±0.0455[a]
ข้าวเหลืองประทิว 123	1.0008±0.0002[a]	0.9654±0.0364[a]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวหรือในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 66 พบว่าค่า bulk density ของผลิตภัณฑ์ก่อนคืนรูปของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหลืองประทิว 123 และข้าวสารของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

2. สมบัติทางประสาทสัมผัสด้านสีและรูปร่าง

ตารางที่ 67 สมบัติทางประสาทสัมผัสด้านสีและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ก่อนคืนรูป

พันธุ์ข้าว	คะแนน*				การยอมรับรวม (%)
	สี	รูปร่าง			
		แตกบาน	สมบูรณ์	เกาะตัว	
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	7.3	8.3	8.1	7.1	100.00
ข้าวเหลืองประทิว 123	5.8	7.9	7.9	7.4	90.00

* รายละเอียดของแบบสอบถามอยู่ในภาคผนวก ช

จากตารางที่ 67 พบว่าผลิตภัณฑ์ก่อนคืนรูปของข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีลักษณะดังนี้คือ มีสีเป็นสีครีม มีเมล็ดที่แตกบาน 12.5% ของทั้งหมด มีเมล็ดหัก 12.5% ของทั้งหมด และเมล็ดแยกกันเป็นบางส่วน ส่วนการยอมรับรวมได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบทั้งหมด สำหรับข้าวเหลืองประทิว 123 มีลักษณะดังนี้คือ มีสีครีมค่อนข้างเหลือง มีเมล็ดแตกบาน 12.5% ของทั้งหมด มีเมล็ดหัก 12.5% ของทั้งหมด เมล็ดแยกกันดี ได้รับการยอมรับรวมจากผู้ทดสอบร้อยละ 90 ของผู้ทดสอบทั้งหมด

5.6.2 หลังคืนรูป

1. สมบัติทางประสาทสัมผัสด้านสี รูปร่าง กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส

ข้าวขาวดอกมะลิ 105

ตารางที่ 68 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติทางประสาทสัมผัสของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อคืนรูปที่เวลาต่างกัน

สมบัติทางประสาทสัมผัส	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
สี	3.35	2.05^{ns}
รูปร่าง		
- การแตกบานของเมล็ด	3.35	2.07^{ns}
- ความสมบูรณ์ของเมล็ด	3.35	0.05^{ns}
- การเกาะตัวของเมล็ด	3.35	1.78^{ns}
กลิ่น	3.35	0.59^{ns}
รสชาติ	3.35	0.96^{ns}
เนื้อสัมผัส		
- ความนิ่มของเมล็ด	3.35	8.15^{s}
- ความเหนียวของเมล็ด	3.35	0.04^{ns}

จากตารางที่ 68 พบว่าสำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 เวลาที่ใช้ในการคืนรูปมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความนิ่มของเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และเวลาที่ใช้ในการคืนรูปไม่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพด้านสี การแตกบานของเมล็ด ความสมบูรณ์ของเมล็ด กลิ่น รสชาติ และความเหนียวของเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ดังนั้นจึงแสดงข้อมูลการวิเคราะห์ Duncan's New Multiple Range Test ของความนิ่มของเมล็ดข้าวเมื่ออยู่ในปากที่เวลาคืนรูปต่าง ๆ กันในตารางที่ 69

ตารางที่ 69 คะแนนความนิ่มของเมล็ดข้าวที่อยู่ในปากที่เวลาคืนรูปต่าง ๆ กัน

	เวลาคืนรูป (นาที)		
	5	7	9
คะแนน *	6.2[a]	8.3[b]	8.3[b]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันหมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 69 พบว่าที่เวลาคืนรูป 7 และ 9 นาที ให้เมล็ดข้าวที่มีความนิ่มมากกว่าที่ 5 นาที โดยที่ 5 นาที มีคะแนนเป็น 6.2 หมายถึง ข้าวแข็งเล็กน้อย และที่ 7 และ 9 นาที มีความนิ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ 7 และ 9 นาที มีคะแนนเป็น 8.3 หมายถึง นิ่มจนเกือบนิ่มมาก

เมื่อพิจารณาสมบัติทางประสาทสัมผัสทั้งหมดจึงควรเลือกเวลาในการคืนรูปของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ 7 นาที

ข้าวเหลืองประทิว 123

ตารางที่ 70 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติทางประสาทสัมผัสของข้าวเหลืองประทิว 123 เมื่อคืนรูปที่เวลาต่าง ๆ กัน

สมบัติทางประสาทสัมผัส	F จากตาราง	F จากการคำนวณ
สี	3.55	0.05^{ns}
รูปร่าง		
- การแตกบานของเมล็ด	3.55	0.18^{ns}
- ความสมบูรณ์ของเมล็ด	3.55	0.07^{ns}
- การเกาะตัวของเมล็ด	3.55	3.84^{s}
กลิ่น	3.55	0.34^{ns}
รสชาติ	3.55	0.50^{ns}
เนื้อสัมผัส		
- ความนิ่มของเมล็ด	3.55	7.55^{s}
- ความเหนียวของเมล็ด	3.55	0.26^{ns}

จากตารางที่ 70 พบว่าเวลาที่ใช้ในการคืนรูปมีผลต่อการเกาะตัวและความนิ่มอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และเวลาในการคืนรูปไม่มีผลต่อสี การแตกบานของเมล็ด ความสมบูรณ์ของเมล็ด กลิ่น รสชาติ และความเหนียวของเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ดังนั้นจะแสดงข้อมูลและผลการวิเคราะห์ Duncan's New Multiple Range Test ของการเกาะตัวของเมล็ดและความนิ่มของเมล็ดข้าวเมื่ออยู่ในปาก ในตารางที่ 71 และ 72 ตามลำดับ

ตารางที่ 71 คะแนนการเกาะตัวของเมล็ดข้าวที่เวลาคืนรูปต่าง ๆ กัน

	เวลาคืนรูป (นาที)		
	5	7	9
คะแนน*	7.8[a]	8.8[b]	8.6[b]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 71 พบว่าที่เวลาคืนรูป 7 และ 9 นาที ให้เมล็ดข้าวที่มีการเกาะตัวน้อยกว่าการคืนรูปที่ 5 นาที และที่ 7 และ 9 นาที มีการเกาะตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ 5 นาทีมีคะแนนเป็น 7.8 หมายถึง เมล็ดแยกกันเป็นบางส่วนถึงเมล็ดแยกกันดี ส่วนที่ 7 และ 9 นาทีมีคะแนนเป็น 8.8 และ 8.6 หมายถึง เมล็ดส่วนมากแยกกันดี

ตารางที่ 72 คะแนนความนิ่มของเมล็ดข้าวที่อยู่ในปากที่เวลาคืนรูปต่าง ๆ กัน

	เวลาคืนรูป (นาที)		
	5	7	9
คะแนน *	4.1[a]	4.9[a]	6.5[b]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 72 พบว่าที่เวลาคืนรูป 5 และ 7 นาทีให้เมล็ดข้าวที่มีความนิ่มต่ำกว่าที่ 9 นาที ที่เวลาคืนรูป 5 และ 7 นาที ให้เมล็ดข้าวที่มีความนิ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเป็น 4.1 และ 4.9 หมายถึงแข็งเล็กน้อยถึงแข็ง

ปานกลาง ส่วนที่ 9 นาทีให้เมล็ดข้าวที่มีความนิ่มแตกต่างจากที่ 5 และ 7 นาทีอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยมีคะแนนเป็น 6.5 หมายถึง แข็งเล็กน้อยเกือบนิ่ม

เมื่อพิจารณาสมบัติทางประสาทสัมผัสทั้งหมดจึงควรเลือกเวลาในการคืนรูปของข้าวเหลืองประทิว 123 ที่ 9 นาที

ตารางที่ 73 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี รูปร่าง กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหลืองประทิว 123 หลังคืนรูป

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนน	
	ข้าวขาวดอกมะลิ 105	ข้าวเหลืองประทิว 123
สี	8.9	6.1
รูปร่าง		
- การแตกบานของเมล็ด	8.2	8.3
- ความสมบูรณ์ของเมล็ด	8.1	7.9
- การเกาะตัวของเมล็ด	8.1	6.2
กลิ่น	8.9	8.9
รสชาติ	5.1	4.9
เนื้อสัมผัส		
- ความนิ่มของเมล็ด	8.2	6.3
- ความเหนียวของเมล็ด	6.1	4.2

2. <u>ค่า bulk volume</u> เพื่อพิจารณาปริมาตรที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์แห้ง

ตารางที่ 74 ค่า bulk volume ของผลิตภัณฑ์คืนรูป

พันธุ์ข้าว	ค่า bulk volume (ลูกบาศก์เซนติเมตร)*		
	ผลิตภัณฑ์ก่อนคืนรูป	ผลิตภัณฑ์คืนรูป	จำนวนเท่า
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	10.6±0.1[a]	31.5±1.5[a]	2.97
ข้าวเหลืองประทิว 123	10.4±0.0[a]	37.5±0.5[a]	3.61

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวหรือในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 74 พบว่าข้าวเหลืองประทิว 123 มีค่า bulk volume เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่ามากกว่าเมื่อเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105

3. ค่า rehydration ratio บอกถึงความพรุนของเมล็ด ถ้าค่า rehydration ratio มาก แสดงว่าเมล็ดพรุนมาก คืนรูปได้เร็ว

ตารางที่ 75 ค่า rehydration ratio ของผลิตภัณฑ์คืนรูป

พันธุ์ข้าว	ค่า rehydration ratio*
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	3.48±0.03[a]
ข้าวเหลืองประทิว 123	3.22±0.18[a]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 75 พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหลืองประทิว 123 มีค่า rehydration ratio ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

4. ค่า hardness บอกถึงความแข็งของเมล็ดข้าวเพื่อใช้เป็นเกณฑ์

เปรียบเทียบกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 76 ค่า hardness ของผลิตภัณฑ์คืนรูป

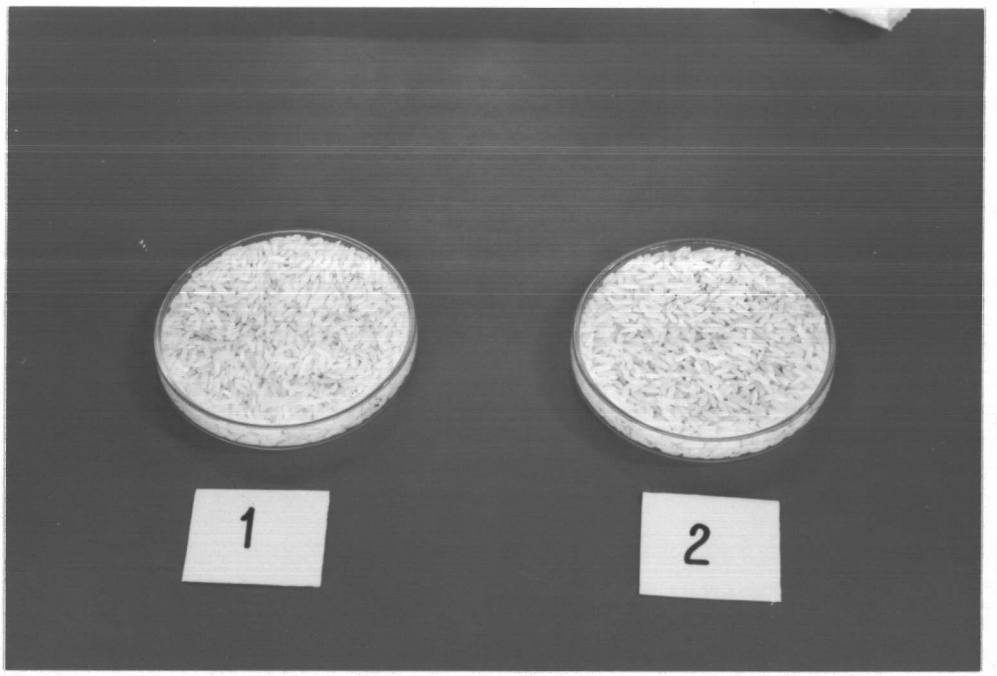
พันธุ์ข้าว	ค่า hardness (นิวตัน)*
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	4.4 ± 0.4^{a}
ข้าวเหลืองประทิว 123	4.8 ± 0.0^{a}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

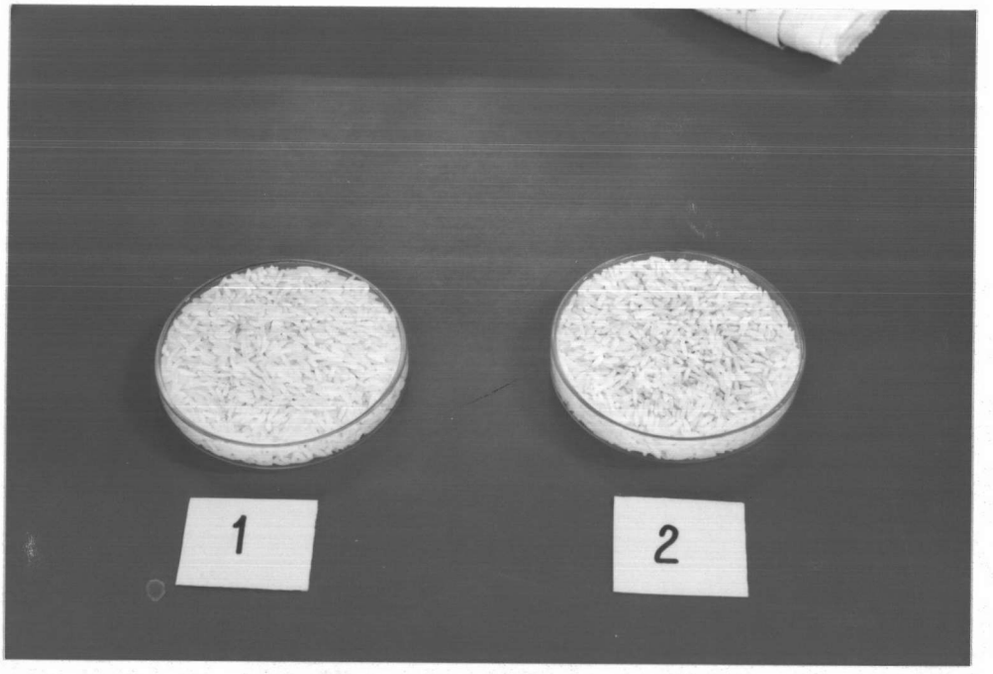
จากตารางที่ 76 พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ ข้าวเหลืองประทิว 123 มีความนิ่มของเมล็ดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$)

1. ข้าวขาวดอกมะลิ 105

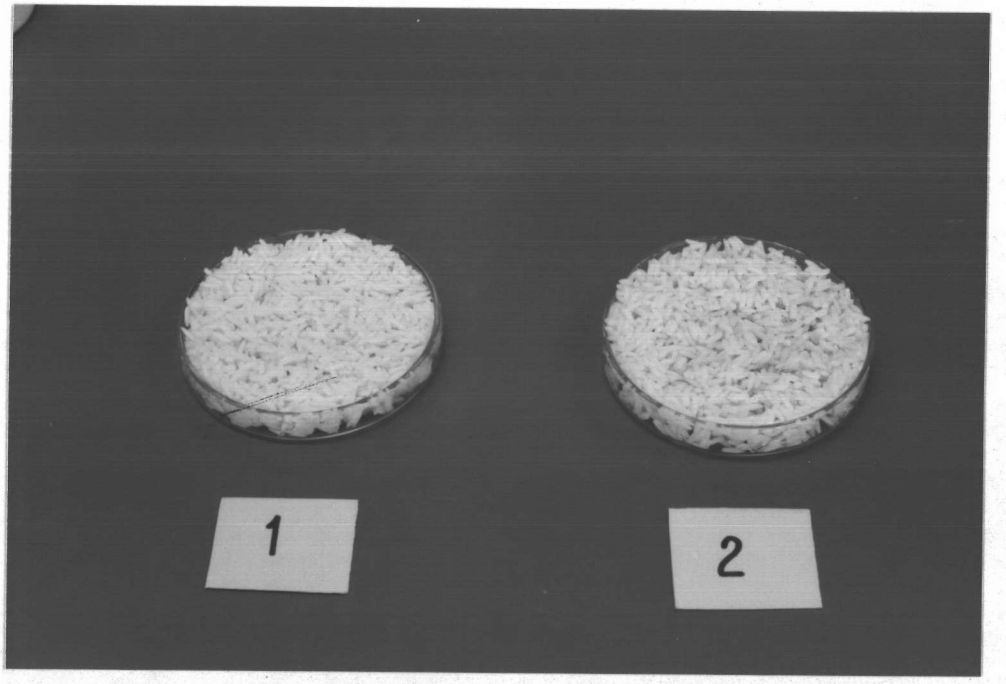
2. ข้าวเหลืองประทิว 123



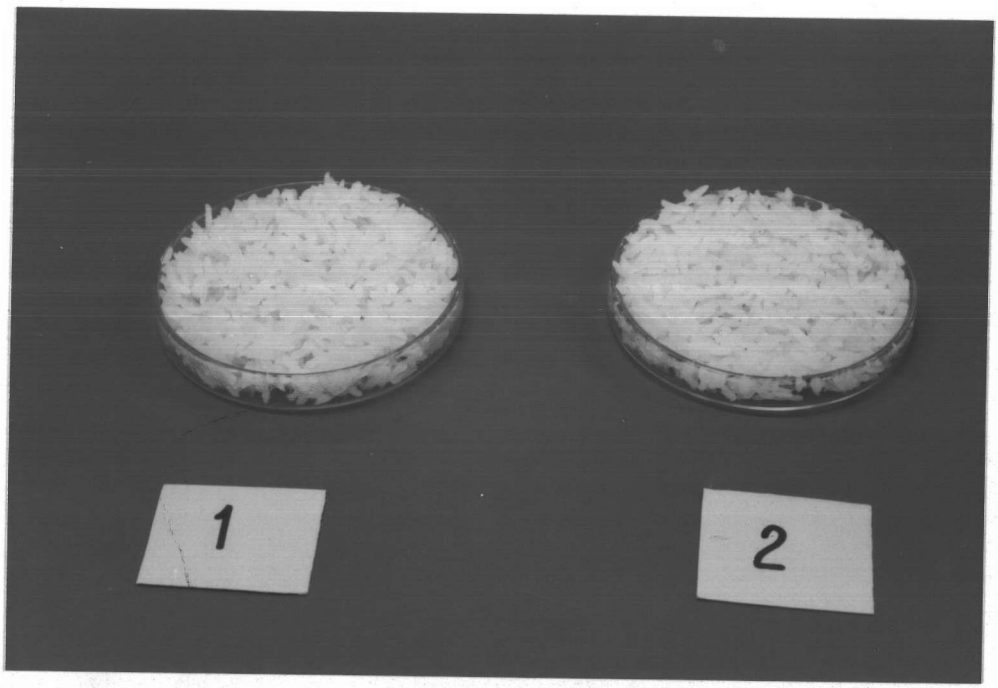
รูปที่ 1 ข้าวสารที่ใช้เป็นวัตถุดิบ



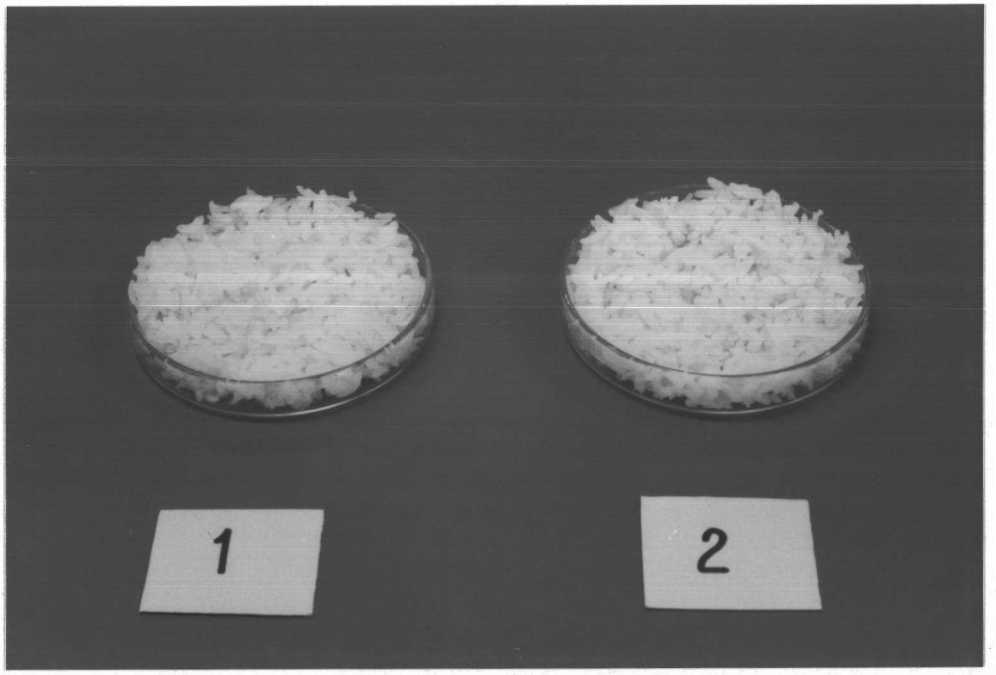
รูปที่ 2 ข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้น



รูปที่ 3 ข้าวที่ผ่านการแช่

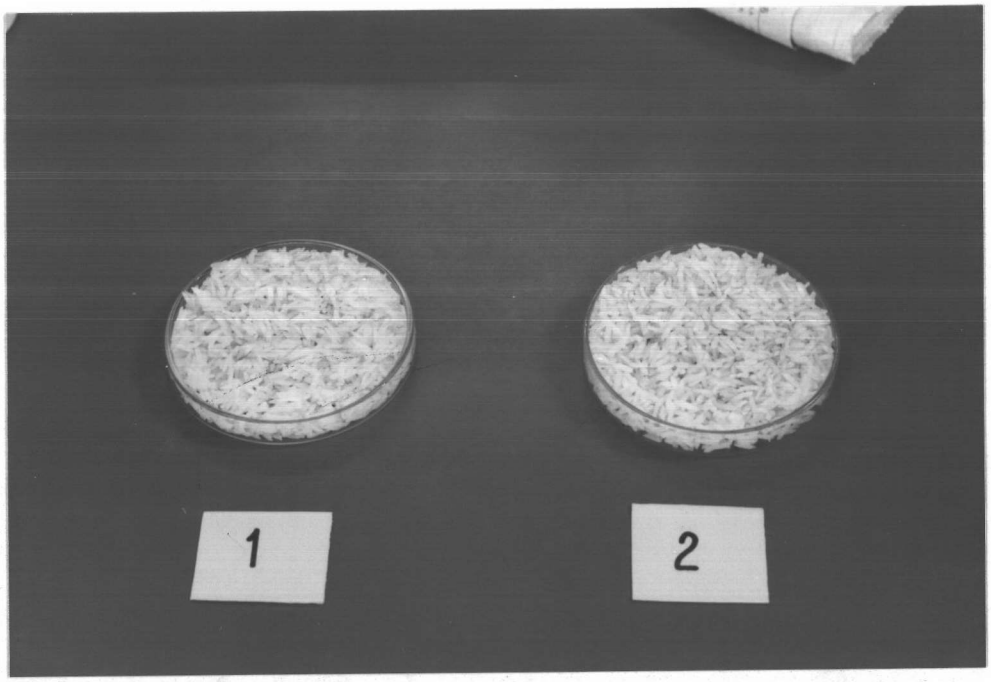


รูปที่ 4 ข้าวที่ผ่านการทำให้สุกบางส่วน

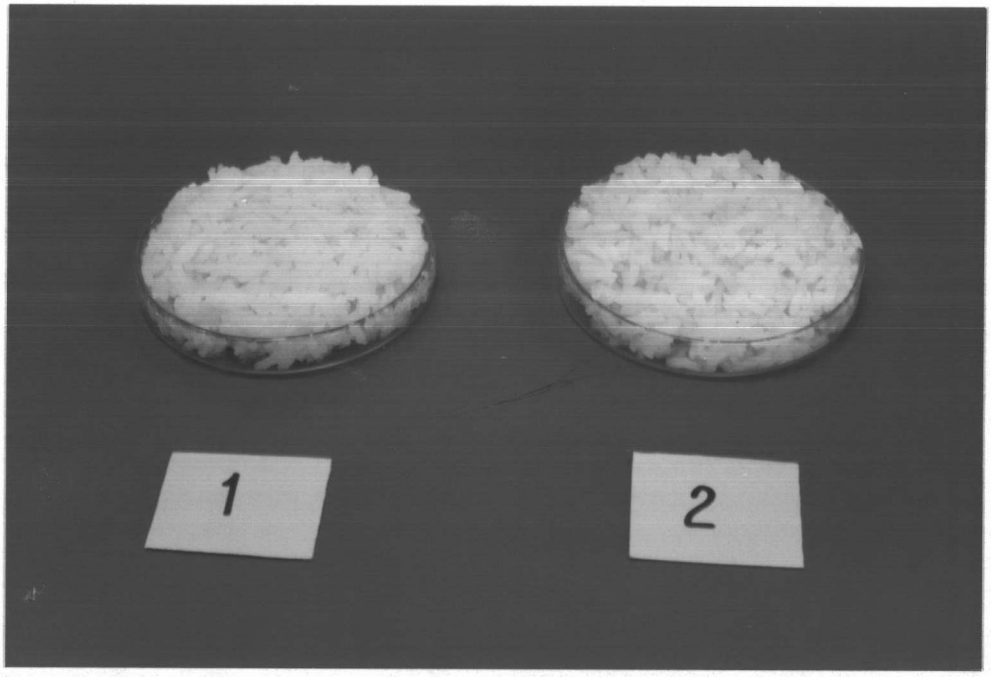


รูปที่ 5 ข้าวที่ผ่านการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์

รูปที่ 6 ข้าวที่ผ่านการทำแห้งชั้นแรก



รูปที่ 7 ข้าวที่ผ่านการทำแห้งชั้นสุดท้าย



รูปที่ 8 ข้าวที่คืนรูปแล้ว