การสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย
“การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก”

โดย

ดร. ศจี สุวรรณศรี
รศ.ดร. รัตนา สนั่นเมือง
นางสุพัตรา สุวรรณธาดา
นางสาวสอาง ไชยรินทร์

สนับสนุนโดยคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์ และ
เทคโนโลยี และคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร
ประจำปีงบประมาณ 2548

วันพุธที่ 21 ธันวาคม 2548
ณ ห้องเกษตรศาสตร์ 3
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัย “การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก” ได้รับการสนับสนุนโดยคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีงบประมาณ 2548 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณผู้บริหารโรงงาน โรงงานทำเส้นก๋วยเตี๋ยวตราดาว จังหวัดอุตรดิตถ์ คือ คุณสมทบ ชั้นสุพัฒน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์บุคลากร และอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายควบคุมคุณภาพ คือ คุณวีนา ศรีใจวงษ์ และเจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิตผู้เกี่ยวข้องที่ให้คำปรึกษา ร่วมปฏิบัติการกับคณะผู้วิจัยตลอดโครงการ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ นางสาวศิริวงษ์ นิ่มนงค์ นางสาวเพชรรุ้ง เสนานุช นายทรงวุฒิ ทิอ่อน และนายนิวัฒน์ ศักดิ์ดาเดช และนิสิตปริญญาโท ซึ่งเป็นผู้ช่วยวิจัย ได้แก่ นางสาวเกษร น้อยนาง และนางสาวศิริจรรยา เขาประเสริฐ ที่ให้ความช่วยเหลือปฏิบัติการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว และตรวจวิเคราะห์คุณภาพข้าวหักและผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในการทำให้เอกสารเล่มนี้มีความสมบูรณ์ และหวังว่ารายงานการสัมมนาฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ เป็นแนวทางในการพัฒนางานด้านการใช้ประโยชน์จากข้าวหัก และการเพิ่มมูลค่าสินค้าข้าวหักโดยการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เส้นชนิดต่าง ๆ อาทิเช่น ก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน เป็นต้น ตลอดจนสามารถนำข้อมูลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าในขั้นต่อไป

(ดร.ศจี สุวรรณศรี)
หัวหน้าโครงการ

สารบัญ

	หน้า
กำหนดการสัมมนา	1
คำสั่งคณะเกษตรศาสตร์	2
รายชื่อผู้เข้าร่วมสัมมนา	3
การบรรยาย เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก"	5
การบรรยาย เรื่อง " การพัฒนาสถานที่ผลิตอาหารตามเกณฑ์ GMP"	52
ภาคผนวก ก เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์	61
ภาคผนวก ข แบบตอบรับแบบตอบรับการเข้าร่วมสัมมนารับฟังสรุป และเผยแพร่ผลงานวิจัย	63
ภาคผนวก ค แบบการประเมินผลการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย	66
ภาคผนวก ง ผลประเมินผลการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย	68
ภาคผนวก จ สรุปผลการดำเนินกิจกรรมโครงการวิจัย เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก"	72
ภาคผนวก ฉ ภาพอุปกรณ์ การผลิตและการวิเคราะห์คุณภาพ	77

กำหนดการสัมมนารับฟังสรุปและเผยแพร่ผลงานวิจัย
คลินิกเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยนเรศวร
เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก"
ในวันพุธที่ 21 ธันวาคม 2548 เวลา 09.00 – 13.30 น.
ณ ห้อง AG1104 (เกษตรศาสตร์ 3)
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

……..

ที่มา :

จากการที่คณะผู้วิจัยได้รับงบประมาณการวิจัยในโครงการคลินิกเทคโนโลยี ประจำปี 2548 ให้ศึกษาวิจัย เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก" เพื่อแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยผู้ประกอบการมีส่วนร่วม เป็นการศึกษาแนวทาง และเพิ่มศักยภาพของผู้ผลิตในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบข้าวหักที่นำมาผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวในระดับอุตสาหกรรม และขยายการทดลองผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยวัตถุดิบข้าวหักที่ทราบสมบัติทางเคมีกายภาพแน่นอนในระดับอุตสาหกรรม การสัมมนามีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ผลการวิจัยสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เส้นประเภทก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน ผู้ประกอบการโรงสี และผู้เกี่ยวข้องได้มีความรู้ ความเข้าใจกระบวนการทดสอบคุณภาพวัตถุดิบข้าวหัก และผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว

กำหนดการ :

เวลา 08.00 – 09.00 น.	ลงทะเบียน
เวลา 09.00 – 10.00 น.	นำเสนอผลการวิจัยโดยคณะวิจัย
	: ดร.ศจี สุวรรณศรี
	รศ.ดร.รัตนา สนั่นเมือง
	นางสพัตรา สุวรรณธาดา
	และนางสาวสอาง ไชยรินทร์
เวลา 10.00 – 10.30 น.	รับประทานอาหารว่าง
เวลา 10.30 – 11.30 น.	บรรยายพิเศษ
	โดย นายสุรเดช ด่านชลวิจิตร เภสัชกร 7
	สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิษณุโลก
เวลา 11.30 – 12.30 น.	ระดมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ
	โดย นายสุรเดช ด่านชลวิจิตร และคณะวิจัย
เวลา 12.30 – 13.30 น.	ร่วมรับประทานอาหารกลางวัน

คำสั่งคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ที่ 103 /2548

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินการจัดสัมมนาเผยแพร่และรับฟังข้อสรุปผลงานวิจัย

เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก"

ตามที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ได้ร่วมกับคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร ดำเนินการจัดสัมมนาเผยแพร่และรับฟังข้อสรุปผลงานวิจัยเรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก" ในวันที่ 21 ธันวาคม 2548 ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปโดยเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ จึงใคร่ขอแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินการจัดสัมมนาเผยแพร่และรับฟังข้อสรุปผลงานวิจัยเรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก" ดังมีรายนามต่อไปนี้

1. นางศจี	สุวรรณศรี	ประธาน
2. รองศาสตราจารย์รัตนา	สนั่นเมือง	กรรมการ
3. นางสาวสอาง	ไชยรินทร์	กรรมการ
4. นางสุพัตรา	สุวรรณธาดา	กรรมการ
5. นางสาวศิริวงษ์	นิ่มนงค์	กรรมการ
6. นางสาวเพชรรุ้ง	เสนานุช	กรรมการ
7. นางสาวจันทร์ทิพย์	ศรีทองอินทร์	กรรมการ
8. นางสุรีย์	จันทร์สงคราม	กรรมการ
9. นายทรงวุฒิ	ทิอ่อน	กรรมการ
10. นายนิวัฒน์	ศักดิ์ดาเดช	กรรมการ
11. นางสาวสุพรรณี	สหัสรังษีโสภิต	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2548

(ดร.ปรียะทัศนีย์ ประไชโย)

รองคณบดีฝ่ายกิจการนิสิต รักษาราชการแทน

คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

รายชื่อผู้เข้าร่วมสัมมนา

ลำดับ	รายชื่อ	ที่อยู่/หมายเลขโทรศัพท์
	คณะวิจัย / วิทยากร	
1	นางศจี สุวรรณศรี	ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 055-261000-4 ต่อ 2743, 09-961-1016
2	นางสุพัตรา สุวรรณธาดา	ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 09-1967292
3	นางสาวสอาง ไชยรินทร์	ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 01-5348410
4	นายสุรเดช ด่านชลวิจิตร	สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิษณุโลก อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 หรือ 262/7 ม.10 ต.หัวรอ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 055-252052 ต่อ 1133, 07-1967292
	ธุรกิจผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว / เส้นหมี่	
5	นายสันติ มัตยะสุวรรณ	78/43 ถ.ศรีธรรมไตรปิฎก ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 055-252588
6	นายจักราวุธ ภูวประภาชาติ	107/2 ม.9 ถ.ศรีสัชนาลัย ต.ในเมือง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย 64110 โทร 055-667304, 01-3247578
7 8	นายสมทบ ชั้นสุพัฒน์ นางสาววีนา ศรีใจวงษ์	โรงก๋วยเตี๋ยวตราดาว 22/1 ถ.อินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ 53000 โทร 055-411179, 09-9614777 โทรสาร 055-411090, 442034
9	นายวิศิษฏ์ วชิรพงศ์	โรงหมี่เรืองศิลป์ 153 ม.7 ต.วัดจันทร์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 055-242261 โทรสาร 055-242295
10	นายวันชัย โกมลพันธุ์	219 ถ. วิสุทธิกษัตริย์ ซ.5 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 055-302302, 01-7864345
11	นายขจรศักดิ์ โฆษิตวรกิจกุล	35/8 ศรีธรรมไตรปิฎก อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 055-219109

รายชื่อผู้เข้าร่วมสัมมนา

ลำดับ	รายชื่อ	ที่อยู่/หมายเลขโทรศัพท์
	ธุรกิจโรงสี	
12 13	นายนัทธพงษ์ ด่านศรีบูรณ์ นายเฉลิม ด่านศรีบูรณ์	หจก. โรงสียิ้มบุญมา 219/1 ม.5 ต.วังกะพี้ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ 53170 โทร 055-494472, 01-8876721, 09-9602103 โทรสาร 055-494472
14 15 16 17 18	นางณัฐิมา ปัญจมาภิรมย์ นายบุญยืน เพชรคง นางสาวศิริพร ฤกษ์อุดม นายยงยุทธ คำตัน นายสุกิจ จรัญรัตนศรี	43 ม.6 ถ.พิจิตร-กำแพงเพชร ต. คลองคะเชนทร์ อ.เมือง จ.พิจิตร 66000 โทร 056-613700-2, 01-6755312 โทรสาร 056-613701
19	นายบุญต่อ มัตยะสุวรรณ	161/1 ม.3 ถ. สิงหวัฒน์ ต. พลายชุมพล อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000 โทร 055-216921, 01-6743418 โทรสาร 055-216989
	ธุรกิจโรงงานผลิตแป้ง	
20	นายนรภัทร นาเสริฐ	โรงแป้งแสงณรงค์ (แป้งขนมจีน) 72/2 ม.17 ต.ไทรย้อย อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก 65190 โทร 055-268122, 268138, 06-6811697, 06-2157989
21	นายจรูญ คุณสมบัติ	16/1 ม.6 ต.พันชาลี อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65000
22	นายสมศักดิ์ พรมเจียม	183 ม.1 ต.สากเหล็ก จ.พิจิตร โทร 055-653346
	หน่วยงานราชการ/นักศึกษา/เจ้าหน้าที่คลินิกเทคโนโลยี	
23	นางนลินี เจียงวรรธนะ	ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 055-311184
25	นางสาวเกษร น้อยนาง	ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 09-8628770
26	นางสาวศิริจรรยา เขาประเสริฐ	ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 06-5911667
27	นางสาวคนึงนิจ งูนิ่ม	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 09-7052439
28	นางสาวจิตติมา ปั้นจาด	คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร อาคารเทคโนโลยีสาร สนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทร 06-6741221

การบรรยาย เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก"

ดร.ศจี สุวรรณศรี
รศ.ดร.รัตนา สนั่นเมือง
นางสพัตรา สุวรรณธาดา
นางสาวสอาง ไชยรินทร์

ข้าว (*Oryza sativa L.*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญทั้งการบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปในตลาดโลก จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในปี พ.ศ. 2543 รายงานว่าประเทศไทยผลิตข้าวได้รวม 24.2 ล้านตันข้าวเปลือก ใช้เพื่อการบริโภค ใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ และอื่น ๆ บริโภคในประเทศรวม 13.6 ล้านตันข้าวเปลือก และส่งออกไปขายในตลาดโลก 9.2 ล้านตันข้าวเปลือก หรือ 6.1 ล้านตันข้าวสาร มีมูลค่า 67,914 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้รวม 27 ล้านตันข้าวเปลือก ใช้เพื่อการบริโภค ใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ และอื่น ๆ บริโภคในประเทศ รวม 15 ล้านตันข้าวเปลือก และส่งออกไปขายในตลาดโลกประมาณ 12 ล้านตันข้าวเปลือก หรือ 7 ล้านตันข้าวสาร มีส่วนแบ่งในตลาดโลกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30 (กรมวิชาการเกษตร. 2546, เว็บไซต์)

การผลิตข้าวมีแนวโน้มมากกว่าความต้องการของตลาดโลก ทั้งนี้เนื่องจากผลของการควบคุมจำนวนประชากรในประเทศต่าง ๆ มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา นอกจากนี้เทคโนโลยีในการผลิตข้าวมีความก้าวหน้ามากขึ้นทำให้ประเทศ ผู้ซื้อข้าวสามารถผลิตข้าวได้ในประเทศของตนมากขึ้น ปริมาณการนำเข้าจึงลดลง ข้าวเป็นสินค้าเกษตรที่มีเป้าหมายเพื่อการส่งออก ดังนั้นราคาข้าวจะถูกกำหนดจากปริมาณความต้องการและปริมาณข้าวในตลาดโลก ถ้าปริมาณข้าวมีมากกว่าความต้องการ ราคาข้าวในตลาดโลกจะลดลง และราคาข้าวในประเทศไทยก็จะลดลงด้วย (กรมวิชาการเกษตร. 2546, เว็บไซต์) ดังนั้นแนวทางที่จะลดปัญหานี้ได้แนวทางหนึ่งคือ การแปรรูปข้าวและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ในกระบวนการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวสารนั้น นอกจากโรงสีจะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นข้าวเต็มเมล็ดที่ใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกแล้ว ยังได้ผลผลิตที่เป็นข้าวหักและปลายข้าว ซึ่งนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์จำหน่ายในราคาถูกแล้ว ยังสามารถแปรรูปผลผลิตที่เป็นข้าวหักให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมูลค่า เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นประเภท ขนมจีน และ เส้นก๋วยเตี๋ยวอีกด้วย

ในประเทศไทยนั้น เส้นก๋วยเตี๋ยวเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเส้นจากแป้งข้าวที่มีความสำคัญยิ่งสำหรับผู้บริโภคชาวไทยทั่วไปรู้จักกันดีและนิยมบริโภคเป็นหลักรองจากข้าว เนื่องจากเป็นอาหารที่บริโภคง่าย มีราคาถูก สามารถปรุงได้ง่าย และสะดวก การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว เป็นการผลิตในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภคและจำหน่ายในท้องถิ่นเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญ การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีคุณภาพที่ดีได้นั้นเส้นก๋วยเตี๋ยวต้องมีความขาว ผิวเรียบเนียน มีความเหนียวและความคงตัวดีเมื่อนำมาปรุงอาหาร มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ

ของข้าว ไม่มีกลิ่นผิดปกติ คุณภาพของเส้นขึ้นกับวัตถุดิบ และที่สำคัญเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะเป็นตัวช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของเส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

สถานการณ์การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว และงานวิจัยในอดีต

ในปัจจุบันผู้บริโภคมีความรู้และเอาใจใส่ในเรื่องสุขภาพมากขึ้น จากโครงการบริการให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหาเทคโนโลยี พบว่า ผู้ประกอบการมีความประสงค์ที่จะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยการเสริมแร่ธาตุลงในผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว แต่ต้องประสบกับปัญหาการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีความสม่ำเสมอ เนื่องจากไม่สามารถคัดเลือกวัตถุดิบข้าวหักจากโรงสีให้มีคุณภาพตามต้องการได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัยข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวที่เพาะปลูกในพื้นที่ และนิยมนำข้าวหักมาผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว 2 พันธุ์ ได้แก่ ชัยนาท1 และพิษณุโลก2 จากผลการวิจัยเบื้องต้น (อธิมนต์และศจี, 2547) พบว่าข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2 มีการคืนตัว และปริมาณอะมิโลสอยู่ในระดับสูง มีค่าความคงตัวของแป้งสุกอยู่ในระดับปานกลาง มีอุณหภูมิแป้งสุก ค่าความหนืด และปริมาณโปรตีนอยู่ในระดับต่ำ และมีสีขาว เมื่ออบแห้งเส้นก๋วยเตี๋ยวพบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งที่ผลิตจากข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2 มีความแข็ง ไม่แตกหักง่าย มีสีขาวใส และเมื่อนำมาทำให้สุก พบว่า มีเนื้อสัมผัสเหนียว นุ่ม ไม่ขาดง่าย และมีสีขาวนวล ใกล้เคียงกับวัตถุดิบข้าวหักบางตัวอย่างจากโรงงานที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่าข้าวพันธุ์พิษณุโลก2 อาจมีความเหมาะสมในการนำมาเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

อย่างไรก็ตามการศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวหักในการเป็นวัตถุดิบผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการที่ใช้ข้าวหักทราบชนิด 2 พันธุ์ แต่การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวในระดับอุตสาหกรรมนั้น ผู้ประกอบการจะผสมแป้งชนิดอื่นลงไปในแป้งข้าวหัก เพื่อปรับปรุงลักษณะของผลิตภัณฑ์ และเพื่อลดต้นทุนการผลิต ซึ่งการผสมแป้งชนิดอื่นลงไปนั้นจะทำให้สมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวเจ้าและโครงสร้างของเม็ดแป้งในการเกิดเจล (gelatinization) และการจัดเรียงตัว/การคืนสภาพของแป้ง (retrogradation) เปลี่ยนไป (Chinnapha, 2546. Online) การควบคุมคุณภาพจึงเป็นไปได้ยาก

เนื่องจากเป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตที่ผู้ประกอบการมีส่วนร่วม ดังนั้นจำเป็นต้องขยายการทดลองผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวในระดับอุตสาหกรรมด้วยวัตถุดิบข้าวหักที่ทราบสมบัติทางเคมีกายภาพแน่นอน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีคุณภาพได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 959-2533 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533)

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวหักที่เหมาะสมในการทำเส้นก๋วยเตี๋ยว และขยายการทดลองผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยวัตถุดิบข้าวหักดังกล่าวในระดับอุตสาหกรรม และเพิ่มศักยภาพของผู้ผลิตในการตรวจสอบคุณภาพข้าวหักสำหรับเป็นวัตถุดิบผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่มีคุณภาพ

ความสำคัญของงานวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย คือ (1) ทำให้ผู้ประกอบการมีความรู้ ความเข้าใจ และทราบแนวทางการคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว และควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีความสม่ำเสมอและได้มาตรฐาน และ (2) เป็นข้อมูลสนับสนุนการวิจัยในขั้นสูงต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีของเขตในการศึกษาดังต่อไปนี้ (1) เตรียมวัตถุดิบข้าวหักที่ทราบสมบัติทางเคมีกายภาพแน่นอน ออกแบบกระบวนการตรวจสอบคุณภาพข้าวหักอย่างง่าย และขออนุมัติมหาวิทยาลัยทำวิจัยในมนุษย์ (2) ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสดจากข้าวหักที่เตรียมไว้ และ (3) ตรวจสอบสมบัติทางเคมี กายภาพ ลักษณะทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวสดต้นแบบที่ได้กับผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ผลิตอยู่เดิมในโรงงานเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่จำหน่ายในท้องตลาดไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. **ชนิดของข้าว** ตามประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง มาตรฐานสินค้าข้าว พ.ศ. 2540 ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานมีดังนี้

1.1 ข้าว (rice) หมายถึง ข้าวเจ้า และข้าวเหนียว (*Oryza sativa L.*) ไม่ว่าจะอยู่ในรูปใด

1.2 ข้าวกล้อง (cargo rice, loonzain rice, brown rice, husked rice) หมายถึงข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น

1.3 ข้าวขาว (white rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการนำข้าวกล้องเหนียวไปขัดเอารำออกแล้ว

1.4 ข้าวเต็มเมล็ด (whole kernels) หมายถึง เมล็ดข้าวที่อยู่ในสภาพเต็มเมล็ดไม่มีส่วนใดหัก และให้รวมถึงเมล็ดข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 9 ส่วนขึ้นไป

1.5 ต้นข้าว (head rice) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวมากกว่าข้าวหัก แต่ไม่ถึงความยาว ของข้าวเต็มเมล็ดและให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ตั้งแต่ร้อยละ 80 ของเมล็ด

1.6 ข้าวหัก (broken rice) หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 2.5 ส่วนขึ้นไปแต่ไม่ถึงความยาวของต้นข้าว และให้รวมถึงเมล็ดข้าวแตกเป็นซีกที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ไม่ถึงร้อยละ 80 ของเมล็ด

ประเทศไทยมีการผลิตข้าวพันธุ์ต่าง ๆ มากมาย แต่ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้าว 2 พันธุ์ ดังนี้ (1) ข้าวชัยนาท1 ซึ่งหมายถึง ข้าวที่มีเมล็ดข้าวเปลือกยาวเรียว สีฟาง เมล็ดข้าวสารเรียวยาว ขาวใส คล้ายข้าวขาวดอกมะลิ105 ข้าวสุกมีลักษณะร่วนแข็ง ไม่มีกลิ่นหอมซึ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างจากข้าวขาวดอกมะลิ105 นิยมปลูกกันมากในเขตภาคกลางตอนล่าง มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 725 กิโลกรัมต่อไร่ (งามชื่น, สุนันทา และพูลศรี, 2542) และ (2) ข้าวพิษณุโลก2 ซึ่งหมายถึงข้าวที่มีเมล็ดข้าวสารรูปร่างเรียวยาว คุณภาพการสีดี ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 807 กิโลกรัมต่อไร่ คุณภาพการหุงต้มและรับประทานร่วนค่อนข้างแข็งเช่นเดียวกันกับพันธุ์ชัยนาท1 (สุรเดช, 2543)

2. **ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว (**Juliano, 1985)

2.1 เปลือกนอกหรือแกลบ (hull) เป็นส่วนที่หุ้มอยู่ภายนอกไม่นำมารับประทาน แต่ช่วยป้องกันเมล็ดจากการทำลายภายนอก

2.2 ส่วนที่บริโภคได้หรือข้าวกล้อง (caryopsis, brown rice, dehulled rice, husked rice หรือ cargo rice) แบ่งออกเป็นชั้นต่างๆ ดังนี้

2.2.1 เยื่อหุ้มผล (pericarp) เป็นผิวนอกของข้าวกล้องพัฒนาจากผนังรังไข่ของดอกข้าว หนาประมาณ 10 ไมครอน และมีท่ออาหารอยู่ทางด้านหลัง (dorsal) ของเมล็ด อาจมีสารสี เช่น ข้าวแดง หรือข้าวเหนียวดำ

2.2.2 เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat หรือ tegment) เป็นเซลล์ชั้นเดียวหนาประมาณ 0.5 ไมครอน ส่วนนี้อุดมด้วยโปรตีน ไขมัน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

2.2.3 ชั้นแอลูโรน (aleurone layer) ประกอบด้วยเซลล์ 1-7 ชั้น ข้าวเมล็ดสั้น และป้อม

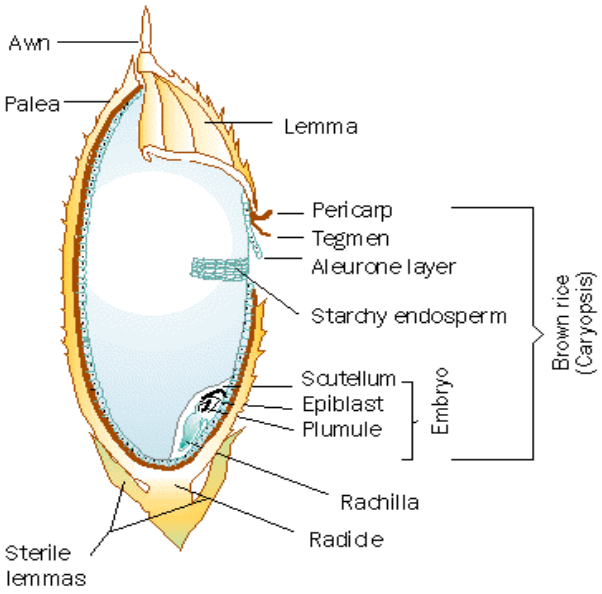
มักมีจำนวนชั้นแอลูโรนมากกว่าเมล็ดเรียวยาว และภายในเมล็ดเดียวกัน ด้านหลังของเมล็ดที่ตรงข้ามกับคัพภะ (embryo หรือ germ) มักมีจำนวนชั้นของแอลูโรนมากกว่าด้านท้องของเมล็ด ภายในเซลล์แอลูโรนอุดมด้วยโปรตีน และไขมัน ผนังเซลล์ประกอบด้วยโปรตีน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ดังนั้นเมื่อบริโภคข้าวกล้องจึงรู้สึกกระด้างกว่าข้าวสาร

2.2.4 คัพภะ (embryo) มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงปลายของเมล็ดด้านข้าง ส่วนนี้จะเจริญเป็นต้นอ่อนต่อไป ภายในคัพภะอุดมด้วยโปรตีน ไขมัน ในส่วนเยื่อแอลูโรน และคัพภะยังอุดมด้วยวิตามิน เช่น ไรโบฟลาวิน (riboflavin) ไทอะมีน (thiamin) และไนอะซิน (niacin)

2.2.5 เอนโดสเปิร์ม (endosperm) คือ ส่วนที่เป็นข้าวสาร เป็นส่วนคาร์โบไฮเดรต มีเม็ดแป้ง (starch) เป็นองค์ประกอบหลัก เม็ดแป้ง (starch) มีลักษณะเป็นรูปทรงหลายเหลี่ยม ขนาด 3-9 ไมโครเมตร อยู่รวมกันเป็นกลุ่มสตาร์ช ระหว่างเม็ดแป้ง (starch) จะมีกลุ่มโปรตีนแทรกอยู่ ส่วนประกอบของเม็ดแป้ง (starch) จากข้าว ประกอบด้วยกลูโคสโพลิเมอร์ต่อกันโดยสูญเสียโมเลกุลน้ำ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

อะมิโลส (amylose) เป็นโครงสร้างกลูโคสต่อกันเป็นแนวยาว เชื่อมต่อกันด้วยอะตอมออกซิเจนบน C1 และ C4 หน่วยกลูโคสที่ต่อกันเฉลี่ยประมาณ 1,500 หน่วย อะมิโลสเมื่อย้อมสีด้วยน้ำยาไอโอดีนจะมีสีน้ำเงิน เมื่อต้มสุกในน้ำเดือดและทำให้เย็น จะเกิดกระบวนการคืนตัวเป็นของแข็ง (retrograde) ขึ้น ทำให้ละลายน้ำได้ลดลง มีผลให้ข้าวสุกร่วน และกระด้างมากขึ้น ในข้าวเจ้าประกอบด้วยส่วนอะมิโลสประมาณ 8-30% ของปริมาณ สตาร์ชทั้งหมด ส่วนที่เหลือเป็นส่วนอะมิโลเพกติน

อะมิโลเพกติน (amylopectin) เป็นโครงสร้างสายตรงที่มีสาขาแยกออกจากโครงสร้างหลัก มีหน่วยกลูโคสขาดน้ำได้มากกว่า 1,000,000 หน่วย แต่โดยปกติแล้วมีประมาณ 100,000 จุด เริ่มสาขาอยู่ที่อะตอม C1 และ C6 จุดแรกสาขาเกิดขึ้นไม่แน่นอน เมื่อย้อมด้วยน้ำยาไอโอดีนจะเป็นสีน้ำตาลแดง เมื่อทำให้สุกในน้ำเดือด ค่อนข้างคงสภาพเดิมได้นาน และเป็นส่วนที่ทำให้ข้าวสุกมีความเหนียว สัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินต่างกันขึ้นกับชนิดของข้าว ข้าวที่มีอะมิโลสูงจะดูดน้ำและขยายปริมาตรในระหว่างการหุงได้มากกว่าข้าวอะมิโลสต่ำ ทำให้ข้าวสุกมีลักษณะทึบ ไม่เลื่อมมัน ร่วน เป็นตัว และแข็ง ข้าวเหนียวจะมีอะมิโลเพกตินเกือบทั้งหมดทำให้ดูดน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวเจ้า ข้าวสุกที่ได้เหนียวและนุ่มกว่า (ลินดา, 2537) โครงสร้างของเมล็ดข้าวแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ที่มา : Juliano (1985)

3. ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว

เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เส้นก๋วยเตี๋ยวไม่หมัก และเส้นก๋วยเตี๋ยวหมัก เส้นก๋วยเตี๋ยวไม่หมักมีปริมาณ 66% ของการผลิตทั้งหมด เส้นก๋วยเตี๋ยวไม่หมักมี 4 ประเภท คือ ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ เส้นเล็ก เส้นหมี่ และเส้นก๋วยจั๊บ โดยที่ปริมาณการผลิต เส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่และเส้นหมี่มีสัดส่วนสูงสุดในกลุ่มเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่หมัก เส้นก๋วยเตี๋ยวหมัก หรือเรียกว่า ขนมจีน มีปริมาณการผลิตในสัดส่วนที่น้อยกว่า ข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมแสดงจำนวนโรงงานผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ที่จดทะเบียนในปี 2537 ทั่วประเทศ 476 โรง โดยอยู่ในเขตกรุงเทพฯ 69 โรง (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2546, เว็บไซต์)

ชนิดผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวที่นิยมผลิตกันทั่วไปสามารถแบ่งตามลักษณะเส้นได้ 3 ชนิด คือ (งามชื่น, 2541)

3.1 ก๋วยเตี๋ยวสด เป็นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการนำแผ่นก๋วยเตี๋ยวมาหั่นเป็นเส้น เส้นใหญ่มีขนาดกว้าง 1.5-2.5 เซนติเมตร เส้นเล็กมีขนาดกว้าง 0.4-0.5 เซนติเมตร มีความชื้นประมาณร้อยละ 62-64 อายุการเก็บประมาณ 1-2 วัน

3.2 ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กกึ่งแห้ง เป็นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการนำเส้นสดมาผึ่งลมจนมีความชื้นประมาณร้อยละ 37 แล้วจึงตัดเป็นเส้น อายุการเก็บประมาณ 1-2 วัน

3.3 ก๋วยเตี๋ยวเส้นแห้ง เป็นก๋วยเตี๋ยวที่ทำให้แห้งด้วยการอบลมร้อนหลังจากตัดเป็นเส้นแล้ว ก๋วยเตี๋ยวชนิดนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ12 หรือต่ำกว่า สามารถเก็บรักษาได้นานในสภาวะที่เหมาะสม

4. สมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวสำหรับผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าว ได้แก่

4.1 สัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกติน

Proctor และ Goodman (1985) รายงานว่า ข้าวต่างชนิดมีสมบัติด้านความแข็งและความหนืดหลังจากแป้งสุกแล้วทิ้งให้เย็นแตกต่างกัน ซึ่ง Proctor และ Goodman (1985) สันนิษฐานว่า สมบัติที่ต่างกันของข้าวอาจมาจากสัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินที่แตกต่างกัน แป้งข้าวมีอะมิโลเพกตินเป็นองค์ประกอบหลัก และอะมิโลสเป็นองค์ประกอบรอง อัตราส่วนระหว่างอะมิโลสต่ออะมิโลเพกตินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แป้งสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน แป้งที่มีอะมิโลสสูงจะดูดน้ำและขยายปริมาตรในระหว่างการนึ่งได้มากกว่าแป้งที่มีอะมิโลสต่ำ ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีลักษณะแข็งและคงตัว ส่วนแป้งที่มีอะมิโลเพกตินสูงจะดูดน้ำและขยายตัวน้อยกว่า ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีลักษณะนิ่ม เละไม่เกาะตัวกัน

4.2 ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency)

แม้ว่าปริมาณอะมิโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำเส้นก๋วยเตี๋ยวมีคุณภาพแตกต่างกัน แต่แป้งที่ได้จากข้าวบางพันธุ์แม้จะมีอะมิโลสใกล้เคียงกัน ก็ยังทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีคุณภาพแตกต่างกันได้ ทั้งนี้เนื่องจากแป้งสุกเมื่อเย็นแล้วมีความแข็ง หรือความคงตัวแตกต่างกัน แป้งที่มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน จะนุ่มกว่าแป้งที่ได้มาจากข้าวพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็ง

4.3 อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature)

อุณหภูมิแป้งสุก หมายถึง อุณหภูมิที่เม็ดแป้งเริ่มพองในน้ำร้อนและเปลี่ยนลักษณะจากทึบแสงเป็นโปร่งแสง อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการนึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยว แป้งที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูงจะต้องใช้เวลาในการนึ่งนานกว่าแป้งที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ แม้ว่าระยะเวลาการนึ่งจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแป้งสุกก็ตาม แต่ความกว้างและความหนาของเส้นก๋วยเตี๋ยวก็มีผลต่อเวลาการนึ่งด้วย แป้งที่มีอุณหภูมิแป้งสุกเท่ากันแต่มีความหนามากกว่าจะใช้เวลาในการนึ่งนานกว่า

4.4 ความชื้น

ความชื้นในเมล็ดข้าวมีผลต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว ข้าวที่มีความชื้นต่ำซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวเก่าเมื่อผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว จะได้เส้นมีลักษณะแข็งและคงตัวมากกว่าแป้งที่ได้จากข้าวใหม่

4.5 โปรตีน

โปรตีนอาจมีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวเช่นกัน Suwansri (2004) พบว่า ความแข็งของข้าวมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีน เนื่องจากโปรตีนเป็นตัวขัดขวางการซึมผ่านของน้ำเข้าไปในเม็ดแป้ง ถ้าปริมาณโปรตีนสูงจะทำให้การดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งลดน้อย ต้องใช้พลังงานมากในการทำให้แป้งสุก อาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากแป้งข้าวที่มีลักษณะดังกล่าว มีลักษณะแห้ง แข็ง และความเหนียวลดลง

5. **กรรมวิธีการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว**

กรรมวิธีการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว มีวัตถุดิบหลักของการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว คือ ข้าวหักและน้ำ ยุทธนา (2545) อธิบายขั้นตอนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้ง ดังนี้

5.1 การล้างและแช่ข้าว การล้างข้าวมีวัตถุประสงค์ เพื่อล้างสิ่งสกปรกที่ติดมากับข้าว การแช่ข้าวจะช่วยให้ข้าวนิ่ม สารอาหารที่ละลายน้ำจะหลุดออกทำให้แป้งสำหรับผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวขาวขึ้น อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำที่เหมาะสมในการแช่ใช้น้ำประมาณ 1 ต่อ 2.5 โดยแช่ไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง

5.2 การโม่และปรับความเข้มข้นของน้ำแป้ง การโม่จะทำให้เม็ดแป้งและองค์ประกอบอื่นๆ หลุดและแตกออกจากกัน ปริมาณน้ำต่อข้าวที่ใช้ในการโม่ควรอยู่ประมาณ 2 ต่อ 1 หลังจากโม่แล้วจะตั้งน้ำแป้งทิ้งไว้ประมาณ 1-3 ชั่วโมง โดยมีการกวนเพื่อป้องกันการตกตะกอนและช่วยให้แป้งดูดน้ำได้ดีขึ้น เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำแป้งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว ดังนั้นต้องพิจารณาปริมาณน้ำที่ใช้จากชนิดและลักษณะของข้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ปกติควรมีปริมาณของแข็งร้อยละ 38-40 โดยน้ำหนักหรือปรับความเข้มข้นให้อยู่ประมาณ 20 องศาบูเม่ ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

5.3 การนึ่ง สามารถทำได้ 2 แบบ คือ แบบพื้นบ้านดั้งเดิมโดยการใช้ผ้าขาวบางขึงบนกระทะที่ต้มน้ำจนเดือด แล้วตักแป้งเทลงบนผ้าขาวบาง ละเลงให้มีความหนาพอเหมาะนึ่งประมาณ 1 นาที จึงใช้ไม้แซะยกแผ่นก๋วยเตี๋ยวสุกมาพาดบนที่ตากที่ทำด้วยไม้ไผ่สาน ตากแดดนานประมาณ 4-5 ชั่วโมง แบบที่สองนิยมทำในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยใช้เครื่องนึ่งด้วยการผ่านน้ำแป้งลงสายพานเข้าสู่อุโมงค์ไอน้ำ นึ่งนาน 3 นาที

5.4 การอบแห้ง เมื่อแผ่นก๋วยเตี๋ยวสดออกจากอุโมงค์แล้ว ต้องผึ่งลมหรือใช้พัดลมเป่าให้เส้นก๋วยเตี๋ยวเย็นลง เพื่อไม่ให้เส้นติดกันก่อนนำไปตัด จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45-48 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นเพียงร้อยละ 10-12

6. **คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว**

คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวตามสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (2533) กำหนด คือ ต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน มีความหนาสม่ำเสมอ โดยมีความหนาเฉลี่ยไม่เกิน 0.7 $\pm$ 0.2 มิลลิเมตร สีขาวนวลสม่ำเสมอ มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นหืนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์อื่น สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับคุณภาพขาวที่ใช้ในการผลิต โดยข้าวที่มีโปรตีนสูง จะมีสีคล้ำกว่าข้าวที่มีโปรตีนต่ำ สีคล้ำของเส้นก๋วยเตี๋ยวอาจเกิดจากปฏิกิริยาเคมีของกรดอะมิโนกับน้ำตาล ให้สารประกอบสีน้ำตาล (งามชื่น, 2541)

วิธีการทดลอง

1. **การเตรียมวัตถุดิบ**

1.1 การเตรียมวัตถุดิบข้าวหักสำหรับการแปรรูป ตัวอย่างข้าวหัก 4 ตัวอย่าง ได้แก่ตัวอย่างข้าวหักจำนวน 1 ตัวอย่างซึ่งได้รับจากโรงสีเกษมสุขในจังหวัดอุตรดิตถ์ และข้าวหักที่ทราบพันธุ์ 3 ตัวอย่าง คือ

พันธุ์พิษณุโลก2 ซึ่งซื้อจากโรงสีไฟสิงหวัฒน์ จังหวัดพิษณุโลก ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์พิษณุโลก2 ได้รับจากศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก โดยเตรียมจากข้าวเปลือกที่มีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป นำมากะเทาะเปลือกด้วยเครื่องสีข้าว ได้เป็นข้าวกล้อง (brown rice) ขัดขาวสีให้เป็นข้าวขาว (white rice) ด้วยเครื่องขัดข้าว นำไปเข้าเครื่องแยกเมล็ดข้าว แยกเมล็ดข้าวได้ 2 ส่วน คือ ข้าวเต็มเมล็ด (whole kernels) กับต้นข้าว (head rice) และข้าวหัก (broken rice) บรรจุข้าวหักที่ได้ในถุงพลาสติกปิดสนิทขนาด 10 กิโลกรัมจำนวนตัวอย่างละ 5 ถุง เก็บในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิห้องมีการระบายอากาศดีเพื่อใช้สำหรับการแปรรูปต่อไป

1.2 การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบข้าวหักเพื่อวิเคราะห์คุณภาพ โดยบดข้าวหักทั้ง 4 ตัวอย่างด้วยเครื่อง Cyclotec 1093 Sample Mill และนำแป้งข้าวหักที่ได้มาร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้งขนาด 100 เมส บรรจุแป้งข้าวหักที่ได้ในถุงพลาสติกปิดสนิทเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษาคุณภาพต่อไป

2. การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวในระดับโรงงาน

สถานที่ทดลองผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว คือ โรงงานก๋วยเตี๋ยวตราดาว ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ วางแผนสุ่มตัวอย่างแบบสมบูรณ์จากตัวอย่างข้าวหักในถุงที่เตรียมไว้ทั้ง 4 ตัวอย่าง อย่างละ 10 กิโลกรัม การออกแบบวิธีการทดลองผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวในโรงงานครั้งนี้ พิจารณาจากปัจจัยการผลิตเพียง 2 แบบ คือ ใช้วัตถุดิบจากแป้งข้าวหักเท่านั้นจะได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีแป้งข้าวหัก เท่านั้น 4 ตัวอย่าง และใช้วัตถุดิบจากแป้งข้าวหักที่ผสมแป้งมันสำปะหลังภายหลังการโม่เปียกตามสัดส่วนที่ใช้ในโรงงาน คือ ประมาณร้อยละ 35-40 จะได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีแป้งข้าวหักที่ผสมแป้งมันสำปะหลัง 4 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 8 ตัวอย่าง การผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ทำความสะอาดข้าวหักโดยการล้างน้ำสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนออก 2 ครั้ง และแช่น้ำไว้นาน 3 ชั่วโมง

2.2 การโม่ นำตัวอย่างข้าวมาโม่เปียกโดยใช้อัตราส่วนปริมาณข้าวต่อน้ำประมาณ 1 ต่อ 2 และปรับความเข้มข้นของน้ำแป้งให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 35-40 หรือที่อัตราการไหลของน้ำแป้งระหว่าง 400 - 500 มิลลิลิตรต่อนาที การโม่จะทำให้เม็ดแป้งและองค์ประกอบอื่นๆ หลุดและแตกออกจากกัน หลังจากโม่แล้ว ทิ้งน้ำแป้งไว้ประมาณ 1-3 ชั่วโมง โดยมีการกวนเพื่อป้องกันการตกตะกอนและช่วยให้เม็ดแป้งดูดน้ำได้ดีขึ้น

2.3 การนึ่ง โดยการผ่านน้ำแป้งลงสายพานเข้าสู่อุโมงค์ไอน้ำอุณหภูมิ 99-99.5 องศาเซลเซียส ใช้เวลานึ่งนาน 3 นาที

2.3 การทำแห้ง เมื่อแผ่นแป้งออกจากอุโมงค์ไอน้ำแล้ว จากนั้นผ่านแผ่นแป้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 40 จากนั้นผึ่งลมให้แผ่นแป้งเย็นลง คลุมด้วยผ้าสะอาด ทิ้งไว้ค้างคืน ลอกแผ่นแป้งทีละแผ่นเพื่อไม่ให้แผ่นติดกันก่อนนำไปตัดเป็นเส้นในขั้นต่อไป

2.4 การตัดเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวสดกึ่งแห้ง ก๋วยเตี๋ยวที่ได้โดยการนำแผ่นแป้งมาตัดเป็นเส้นมี

ขนาดกว้าง 0.4-0.5 เซนติเมตร บรรจุในถุงพลาสติกสะอาดเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป อายุการเก็บรักษาก๋วยเตี๋ยวประมาณ 1-2 วันโดยไม่ใส่วัตถุเจือปน หรือสารกันบูด

สรุปกรรมวิธีการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวแสดงในภาพที่ 2

ข้าวหัก

↓

ล้างทำความสะอาด

↓

แช่น้ำ 3 ชั่วโมง

↓

โม่เปียกเป็นน้ำแป้ง **

↓

ผ่านน้ำแป้งลงสายพานเข้าสู่อุโมงค์ไอน้ำ นึ่งนาน 3 นาที

↓

ทำแห้งโดยผ่านแผ่นก๋วยเตี๋ยวสดในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส

↓

ทิ้งให้เย็น คลุมด้วยผ้าสะอาด ทิ้งค้างคืน

↓

ตัดเป็นเส้นด้วยเครื่องตัด

↓

เส้นก๋วยเตี๋ยวบรรจุถุงพลาสติกถุงละ 0.5 กิโลกรัม และปิดผนึก

ภาพที่ 2 กรรมวิธีการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสดกึ่งแห้ง

** ผสมแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 35 ในขั้นตอนนี้

3. การวิเคราะห์คุณภาพ

3.1 การวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบข้าวหัก

3.1.1 คุณภาพทางกายภาพ

(1) การวิเคราะห์ความคงตัวของแป้งสุก ตามวิธีการของ Cagampang et al. (1973) โดยชั่งตัวอย่างแป้งข้าวหัก 0.1000 กรัม (± 0.0001 กรัม) ใส่ในหลอดแก้วขนาด 13x100 มิลลิเมตรที่บรรจุในตะแกรงใส่หลอดทดลอง เติมส่วนผสมเอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 ที่ละลายไทมอลบลูร้อยละ 0.0250 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.2นอร์มัล ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปั่นของเหลวในหลอดนาน 2-3 วินาทีด้วยเครื่องปั่นผสมของเหลวในหลอดทดลอง เพื่อให้แป้งลอยตัว ไม่นอนก้น นำไปต้มหลอดแก้วในอ่างน้ำร้อนที่เดือดพล่านทันที และมีระดับน้ำในอ่างน้ำพอเหมาะ (หากเดือดไม่รุนแรงจะเกิดการนอนก้นของแป้ง) ปิดหลอดด้วยลูกแก้ว ต้มนาน 8 นาที เมื่อครบ 8 นาที นำขึ้นจากน้ำ

เดือด ปั่นด้วยเครื่องปั่นผสมของเหลวในหลอดทดลอง เพื่อให้น้ำแป้งเข้ากันทั่วถึงทำให้เย็นโดยแช่หลอดทดลองในน้ำเย็นจัดนาน 20 นาที วางหลอดแป้งในแนวนอน บนกระดาษกราฟที่มีช่องแบ่งละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วางไว้นาน 30 นาที อ่านระยะทางที่แป้งสุกไหล โดยเปรียบเทียบกับกระดาษกราฟ ความสัมพันธ์ของระยะทางที่แป้งสุกไหล กับความคงตัวของแป้งสุก ถ้าระยะทางที่แป้งสุกไหล (มิลลิเมตร) ระหว่าง 25-40 มิลลิเมตร ความคงตัวของแป้งสุกเป็นชนิดแข็ง ถ้าระยะทางที่แป้งสุกไหล (มิลลิเมตร) ระหว่าง 41-60 มิลลิเมตร ความคงตัวของแป้งสุกเป็นชนิดปานกลาง และถ้าระยะทางที่แป้งสุกไหล (มิลลิเมตร) ระหว่าง 61-100 มิลลิเมตร ความคงตัวของแป้งสุกเป็นชนิดอ่อน

(2) ค่าสี L* a* และ b* วัดด้วยเครื่อง Hunter Lab โดยใส่ตัวอย่างลงในภาชนะแก้วใสทรงกระบอกประมาณครึ่งภาชนะ นำภาชนะใส่ตัวอย่างไปวางในช่องวางตัวอย่าง และครอบภาชนะใส่ตัวอย่างด้วยฝาพลาสติกสีดำ อ่านค่าสีครั้งที่ 1 หมุนภาชนะใส่ตัวอย่าง อ่านค่าสีครั้งที่ 2 ทำเช่นเดียวกันนี้จนเครื่องอ่านค่าครบ 4 ครั้ง คำนวณค่าเฉลี่ย ค่าน้อยที่สุด และค่ามากที่สุด การปรับเทียบเครื่องโดยใช้แผ่นพลาสติกสีดำ และสีขาววางที่ช่องวางตัวอย่าง

<u>หมายเหตุ</u>

- ค่า L เป็นค่าความสว่าง มีค่า 0-100 โดย 0 เท่ากับสีดำ และ 100 เท่ากับสีขาว
- ค่า a เป็นค่าที่บอกว่าวัตถุมีสีแดงหรือสีเขียวมากน้อยเพียงใด โดย +a แสดงถึงสีแดง และ -a แสดงถึง สีเขียว
- ค่า b เป็นค่าที่บอกว่าวัตถุมีสีเหลืองหรือสีน้ำเงินมากน้อยเพียงใด โดย +b แสดงถึงสีเหลือง และ -b แสดงถึง สีน้ำเงิน

(3) ความหนืดของแป้งข้าวหัก วัดด้วยเครื่อง Brabender Viscoamylograph โดยชั่งแป้งข้าวหัก 30 กรัมน้ำหนักแห้งลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร คนให้แป้งข้าวและน้ำกลั่นผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เทน้ำแป้งลงในกระบอกของเครื่อง Brabender ล้างแป้งให้หมดโดยใช้ปริมาตรน้ำทั้งหมด 470 มิลลิลิตร ติดตั้งอุปกรณ์รับแรงหนืดจากน้ำแป้งส่งไปยัง cartridge ในกระบอกของเครื่อง ปรับเครื่องให้ความร้อนในอัตรา 1.5 องศาเซลเซียสต่อนาที จนกระทั่งอุณหภูมิขึ้นถึง 95องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมินี้ไว้นาน 15 นาที จากนั้นค่อยลดอุณหภูมิลงในอัตราเดียวกันจนอุณหภูมิลดลงถึง 50 องศาเซลเซียส บันทึกความหนืดทุก ๆ 5 นาที

3.1.2 คุณภาพทางเคมีของข้าวหัก

(1) ปริมาณความชื้น ใช้วิธี gravimetric method ตามวิธีการใน A.O.A.C. method 925.10 (1990) อาศัยหลักการอบตัวอย่างในตู้อบความร้อน (hot air oven) หรือในตู้อบสุญญากาศ (vacuum oven) เพื่อระเหยน้ำในตัวอย่างที่อบ จนกระทั่งตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ น้ำหนักตัวอย่างที่หายไปหรือปริมาณความชื้น คำนวณได้จากค่าความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ

(2) ปริมาณโปรตีน ใช้วิธี Kjeldahl Method ตามวิธีการใน A.O.A.C method 920.87 (1990) ใช้หลักการย่อยตัวอย่างด้วยกรดซัลฟูริคเข้มข้น โดยมีโพแทสเซียมเป็นตัวเร่งปฏิกริยาที่อุณหภูมิสูง 400 องศาเซลเซียส จนกระทั่งไนโตรเจนถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต หลังจากนั้น

เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นและให้ความร้อนเพื่อทำให้ไนโตรเจนระเหยออกมาในรูปของแอมโมเนีย และถูกดักในสารละลายกรดบอริค จากนั้นไตเตรตหาความเข้มข้นของไนโตรเจนด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริค คำนวณปริมาณของไนโตรเจนในตัวอย่างและแปลงเป็นปริมาณโปรตีนโดยการคูณ conversion factor = 5.95

(3) ปริมาณไขมันทั้งหมด (total fat) โดยวิธี Soxtec system method ตามวิธีใน A.O.A.C method 923.05 (1990) ใช้หลักการสกัดตัวอย่างด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ที่มีจุดเดือด 40-60 องศาเซลเซียส ประมาณ 5-6 ชั่วโมง ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออก และอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักไขมันคำนวณเป็นร้อยละ

(4) ปริมาณเถ้า (ash) โดยวิธี direct method - dry ashing ตามวิธีใน A.O.A.C.method 923.03 (1990) ใช้หลักการเผาตัวอย่างเพื่อทำลายสารอินทรีย์ (organic matters) ในอาหาร เหลือเพียงสารอนินทรีย์ (inorganic matters) จากนั้นทิ้งให้เย็น และชั่งน้ำหนักเป็นปริมาณเถ้าของอาหาร ซึ่งแสดงถึงปริมาณแร่ธาตุ (minerals) ในอาหารที่อยู่ในรูปสารประกอบออกไซด์ หรือเกลือที่ทนความร้อนสูง

(5) ปริมาณใยอาหาร (fiber) ตามวิธีใน A.O.A.C.method 920.86 (1990) ใช้หลักการย่อยสลายตัวอย่างอาหารที่ไม่มีไขมันในสารละลายกรดกำมะถันเข้มข้นเพื่อสลายคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน ล้างกากด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายกรดเกลือ เอธิลแอลกอฮอล์ และไดเอทธิลอีเทอร์ ชั่งน้ำหนักของกากที่เหลือ และเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว ปล่อยทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งหาน้ำหนักเถ้าที่ได้ คำนวณปริมาณใยอาหารเป็นร้อยละ = [(น้ำหนักของกาก – น้ำหนักเถ้า) / น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น] x 100

(6) ปริมาณอะมิโลส (amylose content) ดัดแปลงจากวิธีของ Juliano (1971) วิธีการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ สร้างกราฟมาตรฐาน และวิเคราะห์ตัวอย่าง

การสร้างกราฟมาตรฐาน โดยชั่งแป้งข้าวที่ทราบปริมาณอะมิโลสตั้งแต่ปริมาณอะมิโลสต่ำถึงอะมิโลสสูง 3 พันธุ์ ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 0.1000 กรัม ใส่ในขวดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ เพื่อให้แป้งกระจายตัว เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ใช้แท่งแม่เหล็กกวนของเหลวในขวดนาน 10 นาที เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายเข้ากันและทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง (สารละลาย 1) นำขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร เติมกรดอะซิติก 1 นอร์มัล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีนปริมาตร 5 มิลลิลิตร เติมสารละลายแป้ง (สารละลาย 1) ที่ได้ ลงไปปริมาตร 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ครบ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้นาน 10 นาที ทำแบลงก์เช่นเดียวกันตามข้อ 6 โดยไม่ใส่น้ำแป้ง วัดค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่มีความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร คำนวณอะมิโลสคิดเป็นร้อยละของแป้งจากสมการรีเกรสชั่น ที่ได้จากสารละลายอะมิโลส มาตรฐาน

การวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่างแป้งข้าวหักความละเอียด 100 mesh จำนวน 100 มิลลิกรัม หรือ 0.1 กรัม ใส่ในขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ ให้แป้งกระจายตัวขณะเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้า

กัน นำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง ปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่นฉีดล้างรอบ ๆ หลอดทดลองปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ซึ่งมีสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร

3.2 การประเมินคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้ง

3.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

(1) ค่าสี L* a* และ b* (Hunter Lab) ของเส้นอบแห้งก่อนลวกและเส้นที่ลวกสุกแล้ว ใช้วิธีการเช่นเดียวกับการวัดสีในวัตถุดิบข้าวหัก

(2) ลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี่ยวที่ลวกสุก วัดด้วยเครื่อง Instron Texture Analyzer (Model 4411) เตรียมตัวอย่างเพื่อประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสตามวิธีการของยุทธนา (2545) โดยลวกเส้นก๋วยเตี๋ยวในน้ำเดือดนาน 3 นาที นำเส้นที่สุกแล้วมาพักสะเด็ดน้ำเป็นเวลา 2 นาที ปิดตัวอย่างด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น นำเส้นยาว 10 เซนติเมตร มาหนีบจับกับหัววัด แล้ววัดแรงดึง (tensile) มีระยะทางระหว่างหัววัดบนล่างเท่ากับ 8 เซนติเมตร ดึงตัวอย่างขึ้นด้วยอัตราเร็ว 5 มิลลิเมตรต่อวินาที บันทึกค่าแรงสูงสุดที่ดึงให้เส้นขาดออกจากกัน

(3) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว (ภายหลังผ่านการพิจารณาอนุมัติโครงการจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์) โดยทดสอบตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตขึ้น 8 ตัวอย่าง ร่วมกับผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่จำหน่ายในท้องตลาด 5 ตัวอย่าง รวมจำนวนตัวอย่างทดสอบทั้งสิ้น 13 ตัวอย่าง ใส่รหัสตัวเลข 3 หลักโดยวิธีการสุ่มเลือกจากตารางเลขสุ่ม ทดสอบโดยประเมินความชอบและความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยผู้ทดสอบ(consumer panel) ที่เป็นพนักงานภายในโรงงาน และผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการคัดเลือกภายหลังจากการสอบถามความสนใจรับประทานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เป็นบุคลากร นิสิตปริญญาตรีหรือนิสิตปริญญาโท ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร รวมทั้งสิ้นจำนวน 45 คน ทั้งเพศชาย และเพศหญิง การออกแบบทดสอบชิมแบบบล็อกไม่สมบูรณ์ในละตินสแควร์ (balanced incomplete block in latin square design) โดยผู้ทดสอบทำการทดสอบชิมตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวคนละ 4 ตัวอย่าง ผู้ทดสอบได้รับตัวอย่างและทดสอบชิมครั้งละ 1 ตัวอย่างพร้อมน้ำดื่มที่สะอาดเพื่อล้างปาก ในระหว่างการชิมให้ตอบคำถามในแบบสอบถามโดยพิจารณาความชอบและความรู้สึกต่อเรื่องสี กลิ่น รส ชาติ เนื้อสัมผัส (ความแข็ง ความเหนียวจากการดึงหรือเคี้ยว) และความชอบรวมของตัวอย่างโดยประเมินความชอบ 9 ระดับ ตั้งแต่ไม่ชอบมากที่สุด ถึงชอบมากที่สุด และประเมินความรู้สึก 5 ระดับ ตั้งแต่น้อยมาก ถึงมาก ในเรื่องสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความแข็ง ความเหนียวจากการดึงหรือเคี้ยว)

การเตรียมตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวที่ใช้ทดสอบชิมโดยใส่ตะกร้อสำหรับลวก ประมาณ 20 กรัม ลวกในน้ำเดือด 20-30 วินาที สะเด็ดน้ำร้อนและแช่น้ำสะอาดทันทีนาน 20-30 วินาที สะเด็ดให้แห้งอีก 20-30 วินาที เสริฟทันทีในภาชนะที่สะอาด

3.2.2 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว ตามวิธีการใน A.O.A.C. (1990) ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ปริมาณเยื่อใย และปริมาณอะมิโลส ใช้วิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในวัตถุดิบข้าวหัก

3.2.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ เช่น จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ยีสต์ และรา (yeasts and molds) จุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียและเป็นโทษ ได้แก่ *Clostridium perfringens* และ Coliform วิธีที่นิยมโดยทั่วไป มีดังนี้

(1) การตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยวิธี pour plate ตามวิธีการของ International Commission on Microbiological Specification for Foods หรือ ICMSF (1978) โดยใช้ตัวอย่าง 25 กรัม ทำการเจือจางตัวอย่างแบบอนุกรม เลี้ยงเชื้อในอาหารวุ้นแข็ง PCA บ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 - 48 ชั่วโมง การรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร

(2) การตรวจวิเคราะห์ยีสต์ และรา (yeasts and molds) ด้วยวิธี spread plate ตามวิธีการของ ICMSF (1978) โดยใช้ตัวอย่าง 25 กรัม ทำการเจือจางตัวอย่างแบบอนุกรม เลี้ยงเชื้อในอาหารวุ้นแข็ง PDA บ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 22-25 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน การรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร

(3) การตรวจวิเคราะห์ Coliform ตามวิธีการของ Vanderzant and Splittstoesser (1992) โดยใช้ตัวอย่าง 25 กรัม ทำการเจือจางตัวอย่างแบบอนุกรม เลี้ยงเชื้อในหลอดอาหารเหลว LST ที่มีหลอดดักแก๊สคว่ำอยู่ภายใน บ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ตรวจแก๊สในหลอดดักแก๊ส ถ้าไม่มีแก๊สเกิดขึ้น ให้บ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมง ถ้าเกิดแก๊สแสดงว่าผลเป็นบวก นำหลอดที่เกิดแก๊สไปตรวจสอบยืนยันผลในหลอดอาหารเหลว BGB 2% ที่มีหลอดดักแก๊สคว่ำอยู่ภายในบ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ถ้าเกิดแก๊ส แสดงว่ามีการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย Coliform บันทึกจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สมาเปรียบเทียบกับตารางค่า MPN รายงานผลเป็นแบคทีเรียกลุ่ม Coliform ในรูปค่า MPN ต่อ1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร

(4) การตรวจวิเคราะห์ *Clostridium perfringens* ตามวิธีการของ FDA (1976) โดยใช้ตัวอย่าง 25 กรัม และสารละลายบัฟเฟอร์เปบโตน 225 มิลลิลิตรใส่ในถุงตีตัวอย่าง และตีส่วนผสมให้เข้ากันจะได้ตัวอย่างที่มีการเจือจาง 1:10 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัมใส่ในอาหาร cooked meat medium (CMM) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 2 หลอด นำไปบ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 - 48 ชั่วโมง การเจริญของเชื้อ สังเกตได้จากการเปื่อยยุ่ยและการเปลี่ยนสีของก้อนอาหาร CMM ก้นหลอด ถ้ามีการเปื่อยยุ่ยของก้อนอาหารและอาหารเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่ามีการเจริญเติบโตของเชื้อ ให้ถ่ายเชื้อ 1 ลูป

streak บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ TSC agar ที่มีส่วนผสมของ egg yolk และ D-glycoserine ทิ้งให้ผิวหน้าแห้ง และเททับด้วย TSC agar บ่มเพาะเชื้อใน anaerobic jar ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 20 - 24 ชั่วโมง เลือกโคโลนีที่สงสัยเป็น*Clostridium perfringens* ลักษณะสีดำขนาด 2-4 มิลลิเมตร มีบริเวณขาวขุ่นรอบโคโลนี เขี่ยเชื้อดังกล่าวมา stab ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ motility-nitrate และอาหาร lactose gelatin (เตรียมใหม่ ๆ หรือต้มไล่อากาศที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ทิ้งให้เย็นก่อนใช้งาน) บ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สังเกตหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ motility-nitrate เมื่อเติม nitrate reagent A 0.2 มิลลิเมตร และ nitrate reagent B 0.5 มิลลิเมตร เกิดสีม่วงแดงภายใน 5 นาที กรณีเติมสารละลายทั้งสองแล้วไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ให้เติม zinc dust ลงไปในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อเล็กน้อย ทิ้งไว้ 2-3 นาที ถ้ายังไม่มีสีม่วงแดง แสดงว่าเชื้อ *Clostridium perfringens* สามารถเปลี่ยน nitrate เป็น nitrite โดยสมบูรณ์ สำหรับหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ lactose gelatin นั้น ถ้าเป็น *Clostridium perfringens* จะให้ผลบวกทั้ง lactose และ gelatin โดยมีการใช้น้ำตาล lactose เกิดกรดและก๊าซ อาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง และเชื้อมีการใช้ gelatin ทำให้ gelatin ไม่แข็งตัว เมื่อแช่หลอดดังกล่าวที่อุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง สามารถสรุปผลว่าพบ *Clostridium perfringens* เมื่อ motility-, nitrate +, lactose +, gelatin + รายงานผลว่าพบหรือไม่พบ *Clostridium perfringens* ต่อ 0.1 กรัม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ (Analysis of variance: ANOVA) ถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Tukey-Kramer (HSD) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ Pearson's correlation (r) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชอบที่มีต่อลักษณะต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยว และประเมินความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อลักษณะต่างในเส้นก๋วยเตี๋ยวใช้วิธี Correspondence analysis

สถานที่ทดลอง

- ห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก กรมวิชาการเกษตร จังหวัดพิษณุโลก
- โรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว เลขที่ 22/1 ถ.อินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

ระยะเวลาการทดลอง

เดือนมกราคม ถึงเดือนกันยายน 2548 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 9 เดือน

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. **คุณภาพข้าวหัก**

1.1 คุณภาพทางกายภาพ

(1) ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) จากผลการศึกษาความคงตัวของแป้งสุกตามวิธีการของ Cagampang et al. (1973) พบว่า ระยะทางที่แป้งสุกของข้าวหักทุกตัวอย่างมีค่าระหว่าง 28.3-32.6 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกันมาก โดยข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) มีระยะทางการไหลของแป้งสุกสูงสุด คือ 30.0 มิลลิเมตร รองลงมาคือพันธุ์พิษณุโลก2(โรงสี) ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) และข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขวัดระยะทางที่แป้งสุกไหลได้ 29.8 29.6 และ 28.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่1) โดยข้าวหักทั้ง 4 ตัวอย่างจัดเป็นแป้งสุกแข็งซึ่งมีระยะทางการไหลของแป้งสุกระหว่าง 28-40 มิลลิเมตร (Cagampang et al., 1973) เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว เพราะจะทำให้เส้นที่ผลิตได้มีความแข็งและคงรูปได้ดี ความคงตัวของแป้งสุกมีความสำคัญต่อคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยว แป้งข้าวหักพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อนซึ่งมีระยะทางการไหลของเจลเกินกว่า 40 มิลลิเมตร จะทำให้เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มมากกว่าแป้งข้าวหักพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็ง

(2) ค่าสี ผลการทดลองค่าสีในตัวอย่างข้าวหักทั้ง 4 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่ามีสีค่อนไปทางขาวเหลือง (ค่า L เข้าใกล้ค่า 100 ค่า b อยู่ระหว่าง 14.63-15.97) ข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2(โรงสี) จะมีสีเข้มที่สุด (L= 62.64 a= 0.20 b=15.52) และตัวอย่างข้าวหักพิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) มีสีอ่อนที่สุด (L= 72.18 a=-0.53 b=15.97) สีของข้าวหักอาจบ่งบอกถึงคุณภาพการขัดสีข้าวได้ ข้าวพันธุ์เดียวกันที่ขัดสีรำออกน้อยกว่าจะมีสีเข้มกว่าข้าวที่ขัดสีรำออกมากกว่า

ตารางที่ 1 ค่าความคงตัวของแป้งสุก และค่าสี L* a* และ b*

ตัวอย่าง (แหล่งที่มา)	**ความคงตัวของแป้งสุก (mm)**[1]	**ค่าสี**[2]		
		L*	a*	b*
ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)	29.6 [a]	65.25[b]	0.33[a]	14.63[c]
พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)	30.0[a]	72.18[a]	-0.53[c]	15.97[a]
พิษณุโลก2(โรงสี)	29.6 [a]	62.64[c]	0.20[b]	15.52[b]
โรงสีเกษมสุข	28.6 [c]	72.01[a]	0.35[a]	15.47[b]

[a-c] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Tukey-Kramer (HSD)

[1] ความคงตัวของแป้งสุก แข็ง = 28-40 มม.; ปานกลาง = 41-60 มม.; อ่อน > 60 มม.

[2] L* : 0 = ดำ,100 =ขาว; a* : -60 = เขียว,+60 = แดง; b* : -60 = น้ำเงิน, +60 = เหลือง

(3) ความหนืดของน้ำแป้ง จากการศึกษาความหนืดของน้ำแป้ง ด้วยเครื่อง Bradender vicoamylograph พบว่าแป้งข้าวหักแต่ละพันธุ์มีความหนืดแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) :รายละเอียดมี ดังนี้

(3.1) อุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีความหนืด (pasting temperature) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำแป้งให้สูงขึ้นแป้งข้าวจะเริ่มมีความหนืด จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขมีอุณหภูมิน้ำแป้งที่เริ่มมีความหนืดต่ำที่สุดที่ 80.6 องศาเซลเซียส รองลงมา คือ พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) พิษณุโลก2(โรงสี) และพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) ซึ่งอุณหภูมิที่วัดได้ 81.3 81.9 และ 83.9องศาเซลเซียส ตามลำดับ

เนื่องจากอุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีความหนืดมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิแป้งสุก และอุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการนึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยว ดังนั้นในการนึ่งน้ำแป้งเมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ทำให้แป้งสุกจะพบว่า แป้งข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขจะสุกเร็วที่สุด รองลงมา คือ พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) พันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2(โรงสี) ตามลำดับ ข้าวที่มีอุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีความหนืดและอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ เมื่อนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวจะใช้เวลาในการนึ่งน้อย

(3.2) ความหนืดสูงสุด (peak viscosity) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิน้ำแป้งต่อไป ความหนืดจะสูงขึ้นเรื่อยๆ อุณหภูมิจุดนี้เริ่มเกิดเจล (begin of gelatinization temperature) แสดงว่าเม็ดแป้งมีการดูดน้ำและพองตัว และความหนืดสูงสุด (peak viscosity) เป็นความหนืดสูงสุดในช่วงการให้ความร้อนเป็นจุดที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่ และสุก จนถึงจุดหนึ่งความหนืดจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อทำการเปรียบเทียบตัวอย่างข้าวหักทั้ง 4 ตัวอย่างพบว่า แป้งข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขมีมีค่าความหนืดสูงที่สุด ซึ่งเท่ากับ 145 B.U. รองลงมาคือ พันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) พิษณุโลก2(โรงสี) และพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) ซึ่งวัดค่าได้ 138 127 และ 40 B.U. ตามลำดับ

(3.3) ความหนืดที่ลดลง (breakdown viscosity) เป็นค่าที่แสดงการแตกสลายของเม็ดแป้งเมื่อสัมผัสความร้อนขณะหุงต้ม ซึ่งได้จากการคำนวณหาผลต่างระหว่างความหนืดสูงสุดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (peak viscosity) กับค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส การที่มีค่าความหนืดที่ลดลงสูง แสดงว่าเม็ดแป้งมีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เมื่อสัมผัสความร้อนจากการหุงต้มเม็ดแป้งจึงถูกทำลายได้ง่าย จากการทดลองพบว่า แป้งข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขมีค่าความหนืดลดลงสูงที่สุดเท่ากับ 3 B.U. รองลงมา คือ พันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) พิษณุโลก2(โรงสี) และพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) ซึ่งมีค่า 2, 1 และ 1 B.U. ตามลำดับ ดังนั้นเม็ดแป้งข้าวหักจากโรงสีเกษมสุข จึงมีความทนทานต่อความร้อนน้อยที่สุด

(3.4) การคืนตัว (setback viscosity) เป็นค่าที่คำนวณได้จากผลต่างระหว่างค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (final viscosity at 50 องศาเซลเซียส) ที่ชี้ให้เห็นถึงความคืนตัว (retrogradation) ของเม็ดแป้งสุกที่ผ่านการหุงต้มเมื่อทิ้งไว้ให้เย็น กับค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (final viscosity at 95 องศาเซลเซียส) ที่ชี้ให้เห็นความคงตัวของเม็ดแป้ง ซึ่งค่าการคืนตัว มีความสัมพันธ์กับความนิ่มหรือแข็งของแป้งสุก จากการทดลองพบว่า แป้งข้าวหักที่ผ่านการคืนตัวจะมีลักษณะขาว ขุ่น และข้น โดยแป้งแป้งข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขมีค่าการคืนตัวสูงที่สุด เท่ากับ 195 B.U. รองลงมา

คือ พิษณุโลก2(โรงสี) พันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) และพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) ซึ่งมีค่า 176 162 และ 60 B.U. ตามลำดับ ข้าวที่มีการคืนตัวของแป้งสุกสูงเมื่อนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวจะได้เส้นที่แข็ง และคงตัวกว่าข้าวที่มีการคืนตัวของแป้งสุกต่ำกว่า

ตารางที่ 2 แสดงค่าที่อ่านและคำนวณได้จากกราฟความหนืดของแป้งข้าวหักที่วิเคราะห์ด้วย เครื่อง Brabender viscoamylograph

ตัวอย่าง	Pasting temp. (°C)	Begin of gel. Temp. (°C)	Peak visc. (B.U.)	Final vis. at 95°C (B.U.)	Final vis. at 50°C (B.U.)	Break down visc. (B.U.)	Setback visc. (B.U.)
ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)	83.9	90.0	40	39	99	1	60
พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)	81.3	84.2	138	136	298	2	162
พิษณุโลก2(โรงสี)	81.9	85.8	127	126	292	1	176
โรงสีเกษมสุข	80.6	84.2	145	142	337	3	195

1.2 คุณภาพทางเคมี

(1) ปริมาณความชื้น จากผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่าข้าวพิษณุโลก 2 (ศูนย์วิจัย) มีความชื้นมากที่สุด คือ ร้อยละ 12.32 รองลงมาคือ ข้าวหักจากโรงสีเกษมสุข ชัยนาท 1 (ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2(โรงสี) ซึ่งมีความชื้นร้อยละ 12.24 11.80 และ 11.33 ตามลำดับ ข้าวหักที่มีความชื้นต่ำซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากข้าวเก่าเมื่อนำไปผลิตเป็นก๋วยเตี๋ยว จะได้เส้นที่มีลักษณะคงตัวและไม่นิ่มเละ ปริมาณความชื้นเฉลี่ยของข้าวหักจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำโดยใช้เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ (Sartorious รุ่น MA 40) แสดงในตารางที่ 3

(2) ปริมาณโปรตีน จากผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่าข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2(โรงสี) มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือ ร้อยละ 8.13 รองลงมาคือ พันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) พันธุ์ชัยนาท1 (ศูนย์วิจัย) และข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.65 6.90 และ6.83 ตามลำดับ ข้าวหักที่มีปริมาณโปรตีนสูง ซึ่งจะมีอยู่มากในข้าวหักที่มีการขัดสีรำออกน้อย เมื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาจได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแห้งและแข็ง เนื่องจากโปรตีนเป็นตัวขัดขวางการดูดซึมน้ำเข้าไปในเมล็ดแป้ง ดังนั้นข้าวหักที่มีปริมาณโปรตีนสูงจึงไม่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว เพราะอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำ

(3) ปริมาณไขมัน จากผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่าข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขมีปริมาณไขมันมากที่สุด คือ ร้อยละ 0.40 รองลงมาคือ ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2 (โรงสี) ซึ่งมีปริมาณไขมันร้อยละ 0.34 0.28 และ 0.26 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของปริมาณไขมันในข้าวหักทั้ง 4ตัวอย่าง ($p > 0.05$)

(4) ปริมาณเยื่อใย จากผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่าข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) มีปริมาณเยื่อใยมากที่สุด คือ ร้อยละ 0.70 รองลงมาคือ พันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) โรงสีเกษมสุข และพิษณุโลก2(โรงสี) ซึ่งมีปริมาณเถ้าร้อยละ 0.49 0.46 และ 0.44 ตามลำดับ โดยไม่พบว่าปริมาณเยื่อใยในข้าวทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)

(5) ปริมาณเถ้า จากผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่าข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขมีปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ ร้อยละ 0.35 รองลงมาคือ ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) พิษณุโลก2(โรงสี) และพิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) ซึ่งมีปริมาณเถ้าร้อยละ 0.34 0.34 และ0.31 ตามลำดับ

(6) ปริมาณอะมิโลส จากผลการทดลองในตารางที่ 3 พบว่าข้าวหักพิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)มีปริมาณอะมิโลสมากที่สุด คือ ร้อยละ 26.05 รองลงมาคือพิษณุโลก2(โรงสี) โรงสีเกษมสุข และพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) ซึ่งมีปริมาณอะมิโลสมากร้อยละ 25.56 24.49 และ 23.56 ตามลำดับ โดยข้าวหักพิษณุโลก2(โรงสี) ข้าวหักโรงสีเกษมสุข และข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) จัดเป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสปานกลาง ส่วนข้าวพิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2(โรงสี) จัดเป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง ข้าวหักมีอะมิโลเพกตินเป็นองค์ประกอบหลัก และอะมิโลสเป็นองค์ประกอบรอง อัตราส่วนระหว่างอะมิโลสต่ออะมิโลเพกตินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ข้าวหักที่มีปริมาณอะมิโลสมากสูงจะดูดน้ำและขยายปริมาตรในระหว่างการนึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยวได้มากกว่าข้าวหักที่มีอะมิโลสต่ำ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวมีลักษณะทึบแสง เป็นแผ่นเหนียวนุ่ม และไม่ฉีกขาดง่าย ถึงแม้ว่าปริมาณอะมิโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตได้มีคุณภาพแตกต่างกัน แต่ในข้าวหักบางพันธุ์ที่มีอะมิโลสใกล้เคียงกันอาจให้คุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แตกต่างกันได้

ตารางที่ 3 คุณภาพทางเคมีของข้าวหัก

ตัวอย่าง	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)					
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	อะมิโลส[1]
ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)	11.80^{ab}	6.90^{c}	0.34	0.70	0.34^{a}	23.56^{c}
พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)	12.32^{a}	7.65^{b}	0.28	0.49	0.31^{b}	26.05^{a}
พิษณุโลก2(โรงสี)	11.33^{b}	8.13^{a}	0.26	0.44	0.34^{a}	25.56^{a}
โรงสีเกษมสุข	12.24^{a}	6.83^{c}	0.40	0.46	0.35^{a}	24.49^{b}

$^{a-c}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Tukey-Kramer (HSD)

[1] อะมิโลสต่ำ < 20%; อะมิโลสปานกลาง = 20-25%; อะมิโลสสูง > 25%

2. คุณภาพก๋วยเตี๋ยวเส้นสด

การประเมินคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นสดที่ผลิตจากข้าวหักที่ทราบสมบัติทางเคมีกายภาพ 4 ชนิด แบ่งการผลิตในระดับโรงงานเป็น 2 ระดับ คือ ผลิตจากแป้งข้าวหักเท่านั้น และผสมแป้งข้าวหักกับแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 35 ตรวจสอบคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตได้ร่วมกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่จำหน่ายในท้องตลาด 5 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้นเป็น 13 ตัวอย่าง รายละเอียดมีดังนี้

(1) คุณภาพทางกายภาพ

(1.1) ค่าสี ผลการวัดค่าสีเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้งทั้ง 13 ตัวอย่าง ในตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า มีสีคล้ำค่อนไปทางสีเหลือง (ค่า L* อยู่ระหว่าง 55.99-65.26 ค่า b* อยู่ระหว่าง 6.35-10.58) เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักจากโรงสีเกษมสุข จะมีสีคล้ำที่สุด (L*= 55.99 a*= -0.87 b*=6.72) และก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) จะมีสีอ่อนที่สุด (L*= 65.26 a*= -1.36 b*=7.46)

สำหรับผลการวัดสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำให้สุกทั้ง 13 ตัวอย่าง ในตารางที่ 4 พบว่า ทุกตัวอย่างมีค่า L* เพิ่มขึ้น และค่า b* ลดลงเล็กน้อยนั่นคือ เส้นที่ทำให้สุกมีความขาวและสว่างกว่าเส้นแห้งแต่ยังคงค่อนไปทางเหลือง (ค่า L* อยู่ระหว่าง 68.84-74.27 ค่า b* อยู่ระหว่าง 5.88-10.30) เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำให้สุกตราดาว จะมีสีคล้ำที่สุด (L*= 68.84 a*= -0.28 b*=10.11) และก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) จะมีสีอ่อนที่สุด (L*= 74.27 a*= -1.64 b*=7.61)

สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับคุณภาพข้าวที่ใช้ในการผลิต โดยทั่วไป ข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงจะมีสีคล้ำกว่าข้าวที่มีโปรตีนต่ำ แต่การทดลองครั้งนี้พบว่าแม้ข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.83 ใกล้เคียงกับข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) ที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.90 ($p > 0.05$) แต่ให้สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวคล้ำกว่า ทั้งนี้อาจมีปัจจัยอื่นที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสีคล้ำของเส้นก๋วยเตี๋ยว เช่น ปริมาณความชื้นสูงที่สนับสนุนการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาล ให้สารประกอบสีน้ำตาลหรือสีคล้ำได้ (งามชื่น, 2541)

ตารางที่ 4 ค่าสี L* a* และ b* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งและเส้นที่ทำให้สุก

ตัวอย่าง	ค่าสี [2]					
	เส้นแห้ง			เส้นที่ทำให้สุก		
	L*	a*[ns]	b*	L*	a*	b*
ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)	65.26[a]	-1.36	7.46[de]	74.27[a]	-1.64[cd]	7.61[ef]
ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)[1]	57.59[f]	-1.25	6.35[f]	70.14[ef]	-1.03[abc]	7.11 [g]
พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)	62.17[cd]	-1.34	7.96[d]	72.28[bc]	-1.92[d]	8.44[cd]
พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)[1]	61.66[d]	-0.49	7.96[d]	70.31[e]	-0.65[abc]	8.13[d]
พิษณุโลก2(โรงสี)	58.00[f]	-1.72	9.27[bc]	69.92[efg]	-1.56[abc]	10.30[a]
พิษณุโลก2(โรงสี)[1]	58.43[ef]	-1.55	8.30[d]	70.29[e]	-0.86[abc]	8.72[cd]
เกษมสุข	62.82[bcd]	-1.32	9.57[bc]	72.08[bc]	-1.10[abc]	8.96[bc]
เกษมสุข[1]	55.99[g]	-0.87	6.72[ef]	69.85[fg]	-0.59[ab]	9.24[b]
ตราโกหมิน	62.93[bc]	-1.80	6.53[f]	70.99[d]	-1.83[d]	7.54[fg]
ตรา ช.เสวย	63.43[b]	-1.79	10.11[ab]	68.88[h]	-1.02[abc]	8.06[de]
ตราเปิบ	63.26[bc]	-1.72	6.93[ef]	72.51[b]	-1.45[bc]	5.88[h]
ตราดอกบัว	59.19[e]	-1.62	9.18[c]	69.61[g]	-1.04[abc]	9.03[bc]
ตราดาว	59.22[e]	-1.93	10.58[a]	68.84[h]	-0.28[a]	10.11[a]

[a-e] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Tukey-Kramer (HSD)
[ns] ค่าเฉลี่ยแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95;
[1] มีส่วนผสมแป้งมันสำปะหลัง; [2] L* : 0 = ดำ, 100 = ขาว; a* : -60 = เขียว, +60 = แดง ; b* : - 60 = น้ำเงิน, +60 = เหลือง

(1.2) ลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว (ตารางที่ 5) พบว่าค่าแรงดึงสูงสุดที่กระทำต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวทั้ง 13 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ซึ่งแรงดึงสูงสุดที่ทำให้เส้นขาดออกจากกันมีค่าที่วัดได้ระหว่าง 0.17 - 0.37 Newton เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2(โรงสี) มีค่าแรงดึงสูงที่สุด คือ 0.37 Newton รองลงมา คือ พันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) และตราดอกบัว ซึ่งมีค่า 0.36 และ 0.33 Newton

สำหรับค่าการยืดตัว ก๋วยเตี๋ยวตรา ช.เสวย มีค่าร้อยละของการยืดตัวสูงที่สุด คือ ร้อยละ 40.82 รองลงมา คือ ก๋วยเตี๋ยวตราโกหมิน ก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 30.67 27.99 ตามลำดับ ค่าร้อยละของการยืดตัวสูงแสดงให้เห็นว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความยืดหยุ่น และมีความคงตัวดี

ตารางที่ 5 ลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำให้สุก

ตัวอย่าง	ลักษณะเนื้อสัมผัส	
	แรงดึงสูงสุด (Newton)^{ns}	**ร้อยละของการยืดตัว**
ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)	0.36	27.99^{ef}
ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)[1]	0.28	21.460^{ef}
พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)	0.22	16.52^{ef}
พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)[1]	0.24	15.32^{ef}
พิษณุโลก2(โรงสี)	0.37	23.93^{ef}
พิษณุโลก2(โรงสี)[1]	0.26	26.08^{ef}
เกษมสุข	0.26	19.77^{ef}
เกษมสุข[1]	0.22	16.57^{ef}
ตราโกหมิน	0.21	30.67^{b}
ตรา ช.เสวย	0.29	40.82^{a}
ตราเปิบ	0.20	14.94^{ef}
ตราดอกบัว	0.33	15.10^{ef}
ตราดาว	0.17	12.83^{f}

$^{a-b}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
^{ns} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95; [1] มีส่วนผสมแป้งมันสำปะหลัง

(2) คุณภาพทางเคมี

(2.1) ปริมาณความชื้น ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นแสดงในตารางที่ 6 พบว่าก๋วยเตี๋ยวเส้นสด 13 ตัวอย่างมีปริมาณความชื้นระหว่างร้อยละ 25.60 – 33.02 ก๋วยเตี๋ยวตราดาวมีปริมาณความชื้นสูงสุด และก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวหักพิษณุโลก2(โรงสี) มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด ความชื้นปริมาณสูง ในก๋วยเตี๋ยวเส้นสด เมื่อนำไปลวกสุกจะทำให้ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวมีเนื้อสัมผัสที่นิ่มอย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 6 ค่าความชื้นของก๋วยเตี๋ยวเส้นสด

ตัวอย่าง	ร้อยละของความชื้น
ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)	32.22[a]
ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)[1]	28.58[abc]
พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)	27.85[cd]
พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย)[1]	32.14[a]
พิษณุโลก2(โรงสี)	25.60[d]
พิษณุโลก2(โรงสี)[1]	26.67[cd]
เกษมสุข	31.90[a]
เกษมสุข[1]	28.54[bc]
ตราโกหมิน	32.58[a]
ตรา ช.เสวย	30.92[ab]
ตราเปิบ	32.43[a]
ตราดอกบัว	23.83[d]
ตราดาว	33.02[a]

[a-b] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95; [1] มีส่วนผสมแป้งมันสำปะหลัง

(3) คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม แบ่งหัวข้อตามลำดับดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป
2. ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคก๋วยเตี๋ยว
3. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

(3.1) ข้อมูลทั่วไป

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบชิมในตารางที่ 7 พบว่าผู้ทดสอบชิม (consumer panel) ที่ได้รับคัดเลือกจำนวน 45 คน เป็นพนักงานภายในโรงงาน และบุคลากร นิสิตปริญญาตรีหรือนิสิตปริญญาโท ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 45 คน เป็นเพศชายร้อยละ 37.8 และเพศหญิงร้อยละ 62.2 อายุส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 71.1 สถานภาพโสดคิดเป็นร้อยละ 77.8 ทุกคนนับถือศาสนาพุทธ การศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 40 มัธยมศึกษา ร้อยละ 31.1 ประถมศึกษา ร้อยละ 22.2 และสูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 6.7 เป็นนิสิต/ นักศึกษา ร้อยละ 48.9 อาชีพรับจ้าง/ลูกจ้าง ร้อยละ 42.2 แม่บ้าน ร้อยละ 4.4 ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 2.2 และธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ร้อยละ 2.2 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า 4,000

บาท คิดเป็นร้อยละ 58.1 รายได้ 4,001- 8,000 บาท ร้อยละ 27.9 รายได้ 8,001- 12,000 บาท ร้อยละ 9.3 รายได้ 12,001- 16,000 บาท ร้อยละ 2.3 และรายได้ 16,001- 20,000 บาท ร้อยละ 2.3 จำนวนสมาชิกที่พักอาศัย 4 คน คิดเป็นร้อยละ 31.8 จำนวนสมาชิกที่พักอาศัย 3 คน ร้อยละ 20.4 และ 7-8 คน ร้อยละ 20.4 จำนวนสมาชิกที่พักอาศัย 5 คน คิดเป็นร้อยละ 18.1 และจำนวนสมาชิกที่พักอาศัย 2 คน คิดเป็นร้อยละ 9.1

(3.2) ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคก๋วยเตี๋ยว

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคก๋วยเตี๋ยวของผู้ทดสอบชิมในตารางที่ 8 พบว่า ผู้ทดสอบชิมรับประทานอาหารประเภทก๋วยเตี๋ยว 3 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 46.7 รับประทาน 7 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 37.8 รับประทานต่ำกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 8.9 และรับประทาน 14-21 ครั้ง ร้อยละ 6.6 ชนิดของอาหารประเภทก๋วยเตี๋ยวที่รับประทานเป็นประจำ คือ ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก คิดเป็นร้อยละ 73.3 บะหมี่ วุ้นเส้น ร้อยละ 20 และก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ ร้อยละ 6.7 ในการเลือกรับประทานก๋วยเตี๋ยวผู้ทดสอบชิมคคำนึงถึงความนุ่มเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.0 รสชาติของเส้นก๋วยเตี๋ยว ร้อยละ 8.9 ความสะอาด ร้อยละ 6.7 และสีของเส้นก๋วยเตี๋ยว ร้อยละ 4.4

ตารางที่ 7 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบชิม

ข้อมูลทั่วไป	รายละเอียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ	ชาย	17	37.8
	หญิง	28	62.2
2. อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	3	6.7
	20 – 30 ปี	32	71.1
	31 – 40 ปี	7	15.5
	40 ปี ขึ้นไป	3	6.7
3. สถานภาพสมรส	โสด	35	77.8
	สมรส	10	22.2
	อื่น ๆ	-	-
4. ศาสนา	พุทธ	45	100.0
	คริสต์	-	-
	อิสลาม	-	-
	อื่นๆ	-	-
5. ระดับการศึกษาสูงสุด	ประถมศึกษา	10	22.2
	มัธยมศึกษา	14	31.1
	อนุปริญญา	-	-
	ปริญญาตรี	18	40.0
	สูงกว่าปริญญาตรี	3	6.7
	อื่นๆ	-	-
6. อาชีพ	นิสิต/ นักศึกษา	22	48.9
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	1	2.2
	ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	1	2.2
	แม่บ้าน	2	4.4
	อื่นๆ (รับจ้าง ลูกจ้าง)	19	42.2
7. .รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ต่ำกว่า 4,000 บาท	25	58.1
	4,001- 8,000 บาท	12	27.9
	8,001- 12,000 บาท	4	9.3
	12,001- 16,000 บาท	1	2.3
	16,001- 20,000 บาท	1	2.3
	มากกว่า 20,000 บาท	-	-
8. จำนวนสมาชิกที่พักอาศัย	2 คน	4	9.1
	3 คน	9	20.4
	4 คน	14	31.8
	5 คน	8	18.1
	อื่นๆ (7-8 คน)	9	20.4

ตารางที่ 8 ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคของผู้ทดสอบชิม

ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภค	รายละเอียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ความบ่อยในการรับประทานอาหาร	3 ครั้ง	21	46.7
ประเภทก๋วยเตี๋ยวใน 1 สัปดาห์	7 ครั้ง	17	37.8
	14 ครั้ง	2	4.4
	21 ครั้ง	1	2.2
	อื่นๆ (2 ครั้ง)	4	8.9
2. ชนิดของอาหารประเภทก๋วยเตี๋ยวที่	ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก	33	73.3
รับประทานเป็นประจำ	ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่	3	6.7
	อื่นๆ (บะหมี่ วุ้นเส้น)	9	20.0
3. ในการเลือกรับประทานก๋วยเตี๋ยวท่าน	ความนุ่มเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว	36	80.0
คำนึงถึงสิ่งใดมากที่สุด	สีของเส้นก๋วยเตี๋ยว	2	4.4
	รสชาติของเส้นก๋วยเตี๋ยว	4	8.9
	อื่นๆ (ความสะอาด)	3	6.7

(3.3) ผลการทดสอบความชอบและการยอมรับ

ผลการทดสอบความชอบและการยอมรับ ในตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยความชอบผู้ทดสอบที่มีต่อลักษณะต่าง ๆ ในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตในระดับโรงงานซึ่งใส่ และไม่ใส่แป้งมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่จำหน่ายในตลาด จากผลการทดสอบจะเห็นว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมระหว่าง 4.56 – 6.61 (รู้สึกเฉย ๆ ถึง ชอบปานกลาง) ซึ่งตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพิษณุโลก(วิจัย) ที่มีคะแนนความชอบรวม 4.56 (รู้สึกเฉย ๆ) และตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยสูงที่สุด คือ เส้นก๋วยเตี๋ยวตราโกหมิน ที่มีคะแนนความชอบรวม 6.61 (ชอบปานกลาง) รองลงมา คือ เส้นก๋วยเตี๋ยวตรา ช.เสวย ที่มีคะแนน 6.35 (ชอบเล็กน้อย) ก๋วยเตี๋ยวตราดอกบัว มีคะแนน 6.22 (ชอบเล็กน้อย) ก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักโรงสีเกษมสุขซึ่งไม่ผสมแป้งมันสำปะหลัง มีคะแนน 6.00 (ชอบเล็กน้อย) ก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักชัยนาท1 ซึ่งไม่ผสมแป้งมันสำปะหลังมีคะแนน 5.96 (ชอบเล็กน้อย) และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อกลิ่นของเส้นก๋วยเตี๋ยวทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีคะแนนระหว่าง 4.74 - 5.87 (รู้สึกเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย)

จากผลการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ (อธิมนต์ และศจี, 2546) สรุปว่า ข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2 มีแนวโน้มที่สามารถนำมาผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีคุณภาพดี แต่ในงานวิจัยครั้งนั้นไม่ได้มีการทดสอบความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ผลการทดสอบครั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าแม้ข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2 จะมีคุณสมบัติทางเคมีกายภาพเหมาะสมในการผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว แต่คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวอาจไม่เป็นที่ยอมรับเท่าที่ควร จำเป็นต้องมีการปรับปรุงสูตรการผลิตให้มีความเหมาะสม ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2 หลังจากการปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยผสมแป้งมันสำปะหลังตามสูตรที่ผลิตในโรงงานประมาณร้อยละ 35 มีคะแนนความชอบรวมของผู้ทดสอบที่มีต่อก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก

2 (ศูนย์วิจัย) เพิ่มขึ้นจาก 4.56 (รู้สึกเฉย ๆ) เป็น 6.04 (ชอบเล็กน้อย) ซึ่งไม่แตกต่างจากความชอบรวมที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวตราโกหมินที่มีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด ($p > 0.05$) คะแนนความชอบต่อเนื้อสัมผัสเพิ่มจาก 3.92 (ไม่ชอบเล็กน้อย) เป็น 5.70 (ชอบเล็กน้อย) คะแนนความชอบต่อความเหนียวเพิ่มจาก 4.12 (ไม่ชอบเล็กน้อย) เป็น 6.00 (ชอบเล็กน้อย) ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันคะแนนความชอบรวมของผู้ทดสอบก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2 (โรงสี) เพิ่มขึ้นจาก 4.09 (ไม่ชอบเล็กน้อย) เป็น 6.00 (ชอบเล็กน้อย)

เป็นที่น่าสังเกตว่าก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวหักชัยนาท1 แม้ว่าจะผสมแป้งมันสำปะหลังหรือไม่ก็ตาม คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อทุกลักษณะไม่แตกต่างมากกัน รวมทั้งคะแนนความชอบรวมต่อก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวหักชัยนาท1 ไม่ผสมแป้งมันสำปะหลังมีค่าเท่ากับ 5.96 (ชอบเล็กน้อย) และคะแนนความชอบรวมต่อก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวหักชัยนาท1 ซึ่งผสมแป้งมันสำปะหลังมีค่าเท่ากับ 6.00 (ชอบเล็กน้อย) ซึ่งไม่แตกต่างจากความชอบรวมที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวตราโกหมิน ($p > 0.05$) เช่นกัน

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความชอบผู้ทดสอบที่มีต่อลักษณะต่าง ๆ ในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตในระดับโรงงานและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีจำหน่ายในตลาด

	คะแนนความชอบ [1, 3]					
ชนิดตัวอย่าง	สี	กลิ่น[ns]	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความเหนียว	ความชอบรวม
พิษณุโลก(วิจัย)	5.96^{ab}	5.48	4.48^{ab}	3.92^{c}	4.12^{bc}	4.56^{bc}
พิษณุโลก2 (วิจัย) [2]	6.09^{ab}	5.30	5.48^{ab}	5.70^{abc}	6.00^{a}	6.04^{ab}
ชัยนาท1(วิจัย)	6.81^{a}	5.19	5.85^{ab}	5.77^{ab}	5.77^{a}	5.96^{ab}
ชัยนาท1(วิจัย) [2]	5.96^{ab}	5.09	5.17^{ab}	6.00^{a}	5.48^{abc}	6.00^{ab}
พิษณุโลก2(โรงสี)	4.43^{b}	4.74	4.13^{b}	4.00^{bc}	3.8^{3c}	4.09^{c}
พิษณุโลก2(โรงสี) [2]	6.09^{ab}	5.52	5.65^{ab}	5.70^{abc}	5.4^{3abc}	6.00^{ab}
โรงสีเกษมสุข	6.08^{ab}	4.92	6.08^{ab}	5.75^{abc}	6.17^{a}	6.00^{ab}
โรงสีเกษมสุข [2]	5.31^{ab}	4.77	4.85^{ab}	4.92^{abc}	5.12^{abc}	5.27^{abc}
ตราโกหมิน	6.56^{a}	5.87	5.96^{ab}	5.78^{ab}	6.22^{a}	6.61^{a}
ตราเป็บ	6.38^{a}	4.81	4.54^{ab}	5.35^{abc}	5.77^{ab}	5.54^{abc}
ตราช.เสวย	6.19^{a}	4.88	5.85^{ab}	6.19^{a}	6.38^{a}	6.35^{a}
ตราดาว	5.78^{ab}	4.83	5.83^{ab}	5.57^{abc}	5.61^{abc}	5.65^{abc}
ตราดอกบัว	6.35^{a}	5.52	6.13^{a}	5.91^{a}	5.91^{a}	6.22^{ab}

[1] 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 =ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = รู้สึกเฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด; [2] ผสมแป้งมันสำปะหลัง;

[3] ตัวอักษรตามแนวตั้งที่แตกต่างกันมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[ns] คะแนนเฉลี่ยความชอบไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p = 0.6046$)

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้พิจารณาในการให้คะแนนความชอบ

ตารางที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ Pearson correlation ระหว่างตัวแปรที่ผู้ทดสอบใช้ในการพิจารณาลักษณะต่างๆ ถ้ามีค่าใกล้เคียง 1 แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์ในทางบวกมาก และถ้ามีค่าใกล้เคียง 0 แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์น้อย จากตารางจะเห็นว่า ค่าความขาว และความสว่าง หรือค่า L* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังการลวกมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่า L* ก่อนการลวกเส้น (r = 0.895) และ ค่า L* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวก่อนการลวก มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความขึ้นในเส้นก๋วยเตี๋ยว (r = 0.708) และความชอบต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวของผู้ทดสอบ (r = 0.687) นั่นคือ เส้นก่วยเตี๋ยวที่มีความขึ้นสูงจะมีความขาวมาก เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีความขาวมาก เมื่อลวกสุกก็จะยังคงมีความขาวมากขึ้น

ความชอบต่อสีในเส้นก๋วยเตี๋ยวของผู้ทดสอบมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับค่า L* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวก่อนการลวก (r = 0.687) ค่า L* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังการลวก(r = 0.681) และ ความขึ้นในเส้นก๋วยเตี๋ยว (r = 0.700) มีความสัมพันธ์ในทางลบกับ ค่า b* หลังการลวกเส้น (r = - 0.802) นั่นคือ ความชอบต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวเพิ่มขึ้น เมื่อเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความขาวมากขึ้น และมีความขึ้นมาก แต่ความชอบจะลดลงเมื่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีเหลืองมากขึ้น

ร้อยละการยืดตัว มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับแรงดึงสูงสุดที่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวขาด (r = 0.724) แสดงว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการยืดตัวสูง จะต้องใช้แรงดึงสูงที่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวขาดออกจากกัน

ความชอบรวมที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยว มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับ ความชอบต่อสีในเส้นก๋วยเตี๋ยว (r = 0.763) ความชอบต่อรสชาติ (r= 0.912) และความชอบต่อเนื้อสัมผัส (r= 0.974) ความชอบต่อความเหนียว (r = 0.957) ซึ่งแสดงว่า ความชอบรวมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวมีเนื้อสัมผัสที่ไม่เละ และความเหนียวเพิ่มขึ้น

ปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่า ค่า a* ของเส้นสุก(r = - 0.929) แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับแรงดึงสูงสุด (r = 0.688) สำหรับสิ่งปลอมปนนั้น ถ้ามีมาก ทำให้ ค่า b* หลังการลวกเส้นเพิ่มขึ้น (r= 0.826) และความชอบที่มีต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะลดลงไป (r = - 0.752)

ตารางที่ 10 Pearson's correlation (r) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชอบที่มีต่อลักษณะต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยว

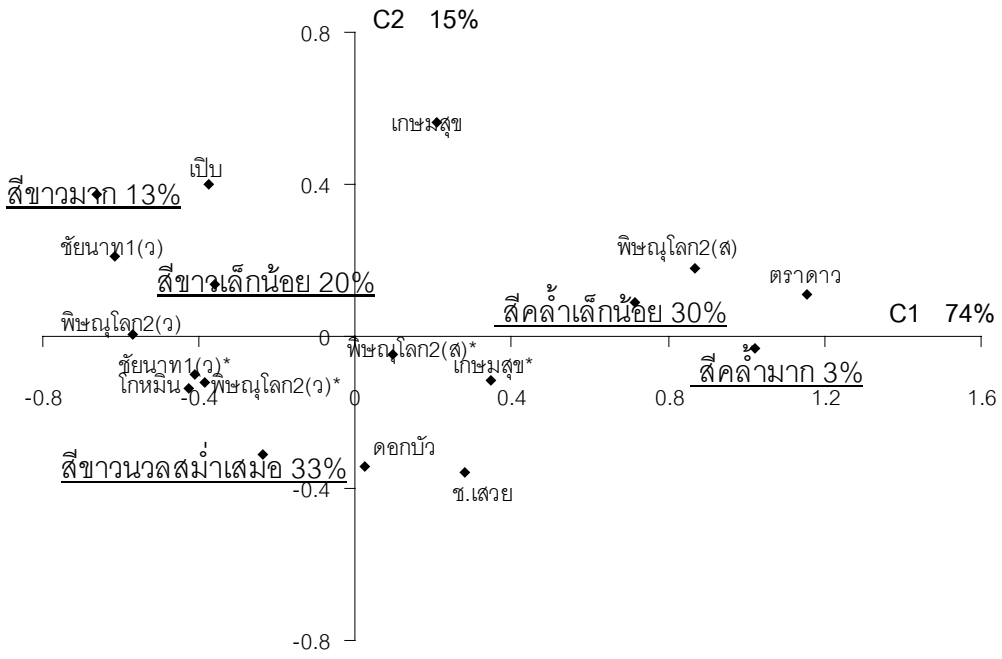
	ค่า L* ก่อนการลวกเส้น	ค่า a* ก่อนการลวกเส้น	ค่า b* ก่อนการลวกเส้น	ค่า L* หลังการลวกเส้น	ค่า a* หลังการลวกเส้น	ค่า b* หลังการลวกเส้น	ความชื้นเส้นก๋วยเตี๋ยว	แรงดึงสูงสุด	ร้อยละการยืดตัว	ความชอบต่อสี	ความชอบต่อกลิ่น	ความชอบต่อรสชาติ	ความชอบต่อเนื้อสัมผัส	ความชอบต่อความเหนียว	ความชอบรวม	โปรตีน
ค่า a* ก่อนการลวกเส้น	0.021															
ค่า b* ก่อนการลวกเส้น	0.303	-0.408														
ค่า L* หลังการลวกเส้น	0.895	-0.187	0.102													
ค่า a* หลังการลวกเส้น	-0.500	0.619	-0.262	-0.624												
ค่า b* หลังการลวกเส้น	-0.353	-0.314	0.635	-0.370	-0.029											
ความชื้นเส้นก๋วยเตี๋ยว	0.708	0.573	-0.046	0.557	0.166	-0.507										
แรงดึงสูงสุด(Newton)	0.195	-0.601	0.273	0.276	-0.466	0.167	-0.105									
ร้อยละการยืดตัว	-0.056	-0.522	-0.115	0.156	-0.117	-0.043	-0.224	0.724								
ความชอบต่อสี	0.687	0.231	-0.252	0.681	-0.028	-0.802	0.700	-0.175	0.076							
ความชอบต่อกลิ่น	0.365	0.047	-0.100	0.269	-0.153	-0.506	0.061	-0.335	-0.012	0.628						
ความชอบต่อรสชาติ	0.501	0.202	0.062	0.423	0.339	-0.482	0.733	-0.075	0.134	0.786	0.258					
ความชอบต่อเนื้อสัมผัส	0.177	0.307	-0.266	0.111	0.547	-0.643	0.602	-0.052	0.227	0.661	0.161	0.873				
ความชอบต่อความเหนียว	0.350	0.481	-0.118	0.223	0.559	-0.539	0.801	-0.203	-0.012	0.702	0.133	0.937	0.929			
ความชอบรวม	0.257	0.399	-0.268	0.174	0.549	-0.674	0.661	-0.220	0.110	0.763	0.304	0.912	0.974	0.957		
โปรตีน	0.502	-0.616	0.218	0.584	-0.929	-0.098	-0.080	0.688	0.287	0.053	0.068	-0.240	-0.334	-0.421	-0.401	
จำนวนสิ่งปลอมปน	-0.323	-0.593	0.546	-0.278	-0.181	0.826	-0.566	0.655	0.436	-0.752	-0.541	-0.437	-0.469	-0.535	-0.600	0.229

ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อลักษณะต่าง ๆ ในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก

แม้ว่าความชอบรวมจะไม่มีความสัมพันธ์กับสี และกลิ่นของตัวอย่างมากนัก (r = 0.4962 และ r = 0.4721) อย่างไรก็ตามผลการประเมินตามวิธี Correspondence anaylsis ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลใน C1 และ C2 ได้เท่ากับ 74% และ 18% ในภาพที่ 3 และ75% และ 19% ในภาพที่ 4 แสดงถึงความคิดเห็นหรือทัศนคติของผู้ทดสอบที่มีต่อสีและกลิ่นของเส้นก๋วยเตี๋ยว

(1) ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อสีในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก

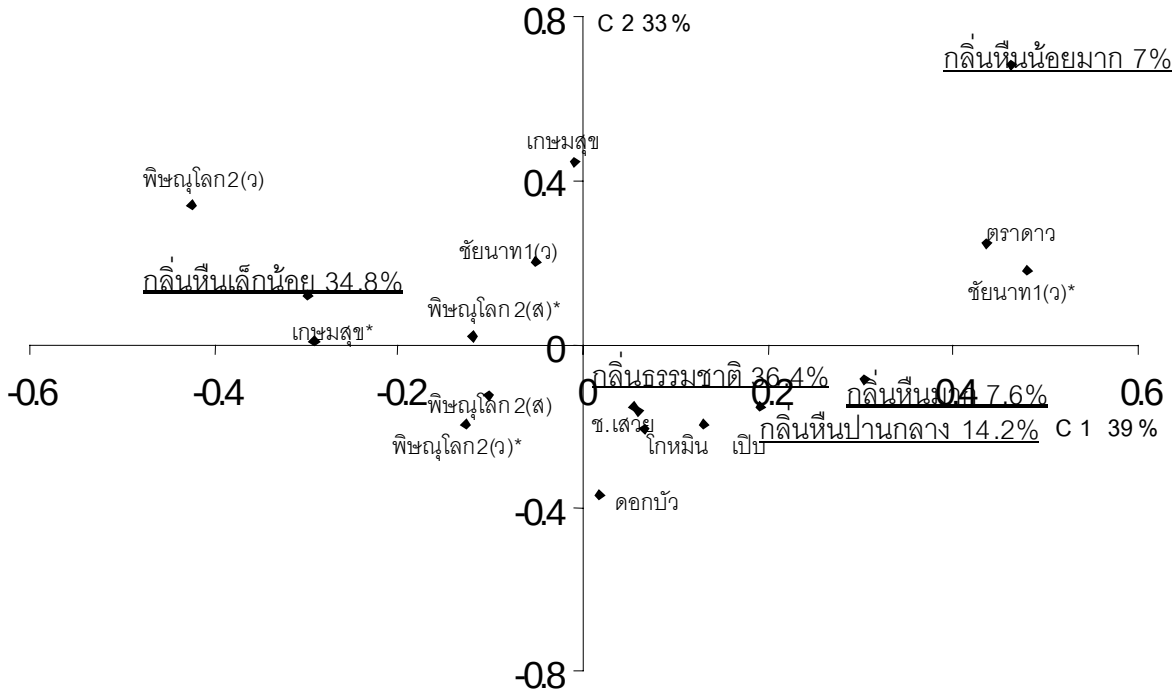
ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อสีในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก แสดงในภาพที่ 3 พบว่าผู้ทดสอบร้อยละ 33 มีความเห็นว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีสวย สม่ำเสมอในตัวอย่างที่ทำจากพันธุ์ชัยนาท1 (ศูนย์วิจัย) และพิษณูโลก2 (ศูนย์วิจัย) ซึ่งผสมแป้งมันสำปะหลัง และตราโกหมิน ผู้ทดสอบร้อยละ 30 มีความเห็นว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีค่อนข้างคล้ำและมีสิ่งปลอมปนสีน้ำตาลเช่น ตัวอย่างที่ทำจากพิษณุโลก2 (โรงสี) และตราดาว ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับจำนวนตำหนิบนแผ่นแป้งที่พบว่า พิษณุโลก2 (โรงสี) มีเป็นจำนวนสิ่งปลอมปนค่อนข้างมาก นับได้ถึง 25 จุด ใน 1 ตารางนิ้ว ซึ่งจากการสังเกตุอาจเป็นสิ่งปลอมปนประเภทเศษของรำข้าว หรือเมล็ดพืชที่คัดแยกออกไม่หมด สำหรับตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผู้ทดสอบมีความเห็นว่าสีค่อนข้างขาว คือ ตัวอย่างที่ทำจากพันธุ์ชัยนาท1 (ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2 (ศูนย์วิจัย) ซึ่งไม่มีการผสมแป้งมันสำปะหลัง และก๋วยเตี๋ยวตราเปิบ ดังนั้นมาตรการควบคุมคุณภาพด้านสีของก๋วยเตี๋ยวให้มีความขาว สม่ำเสมอ มีสิ่งปลอมปนน้อยที่สุด จะต้องควบคุม หรือลดปริมาณสิ่งปลอมปนมีติดมากับวัตถุดิบข้าวหักให้มีน้อยที่สุด โดยการคัดแยกในขั้นตอนก่อนการบรรจุจากโรงสี หรือในกระบวนผลิต ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดข้าวโดยใช้น้ำสะอาดในปริมาณมากและล้างหลาย ๆ ครั้งก่อนการแช่ข้าวเพื่อบดเป็นน้ำแป้ง



ภาพที่ 3 ความเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อสีในตัวอย่างก๋วยเตี๋ยว 13 ชนิด

(2) **ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อกลิ่นในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก**

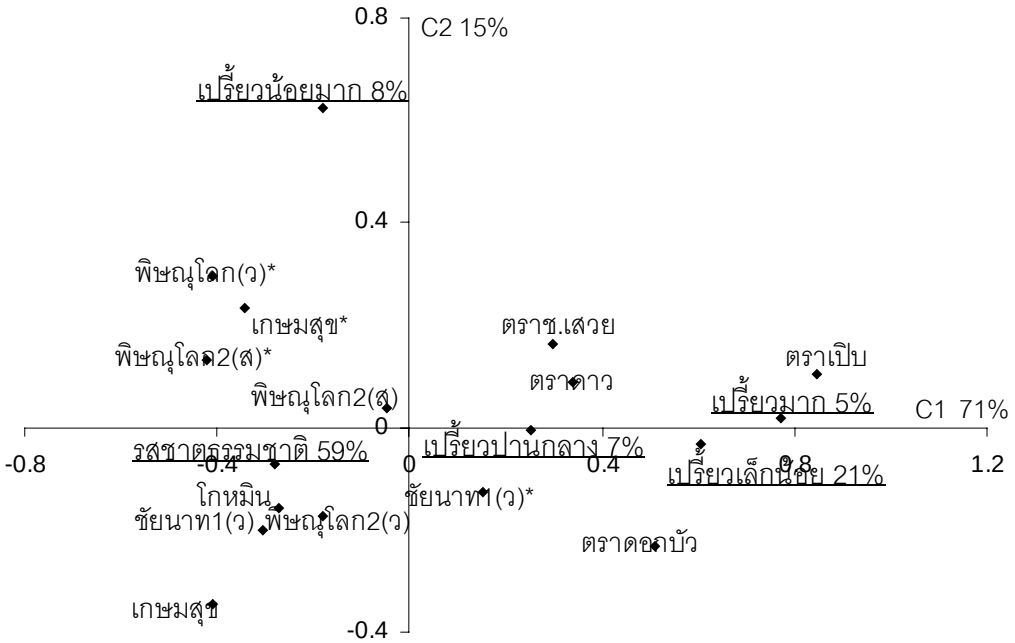
ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อกลิ่นในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก แสดงภาพที่ 4 พบว่าผู้ทดสอบร้อยละ 36.4 มีความเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่มีกลิ่นธรรมชาติ เช่น ตรา ช.เสวย ตราโกหมิน และตราเปิบ อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบบางคนมีความเห็นว่า ก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวพิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2(โรงสี) ซึ่งผสมแป้งมันสำปะหลัง ตรา ช.เสวย ตราดอกบัว มีกลิ่นสารเคมี สำหรับก๋วยเตี๋ยวตราดอกบัวมีกลิ่นหมัก ก๋วยเตี๋ยวตราดาวและก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) ซึ่งผสมแป้งมันสำปะหลัง มีกลิ่นหืนน้อยมาก และผู้ทดสอบร้อยละ 34.8 มีความเห็นว่ามีกลิ่นหืนเล็กน้อยในก๋วยเตี๋ยวทำจากข้าวโรงสีเกษมสุข และพิษณุโลก2 (วิจัย) ที่ไม่มีการผสมแป้งมันสำปะหลัง ดังนั้นมาตรการควบคุมคุณภาพด้านกลิ่นของก๋วยเตี๋ยวให้มีกลิ่นที่เป็นธรรมชาติ จะต้องควบคุมปริมาณสิ่งปลอมปน เช่น รำข้าว มีติดมากับวัตถุดิบข้าวหัก ให้มีน้อยที่สุด ทั้งนี้ รำข้าวเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้กลิ่นหืนเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ สำหรับกลิ่นหมักนั้นอาจเกิดจากขั้นตอนการแช่ข้าวที่นานเกินไป ทำให้เกิดการหมักของน้ำแป้ง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีกลิ่นหมัก และการล้างทำความสะอาดข้าวก่อนนำไปบดควรล้างน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง



ภาพที่ 4 ความเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อกลิ่นในตัวอย่างก๋วยเตี๋ยว 13 ชนิด

(3) **ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อรสชาติในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก**

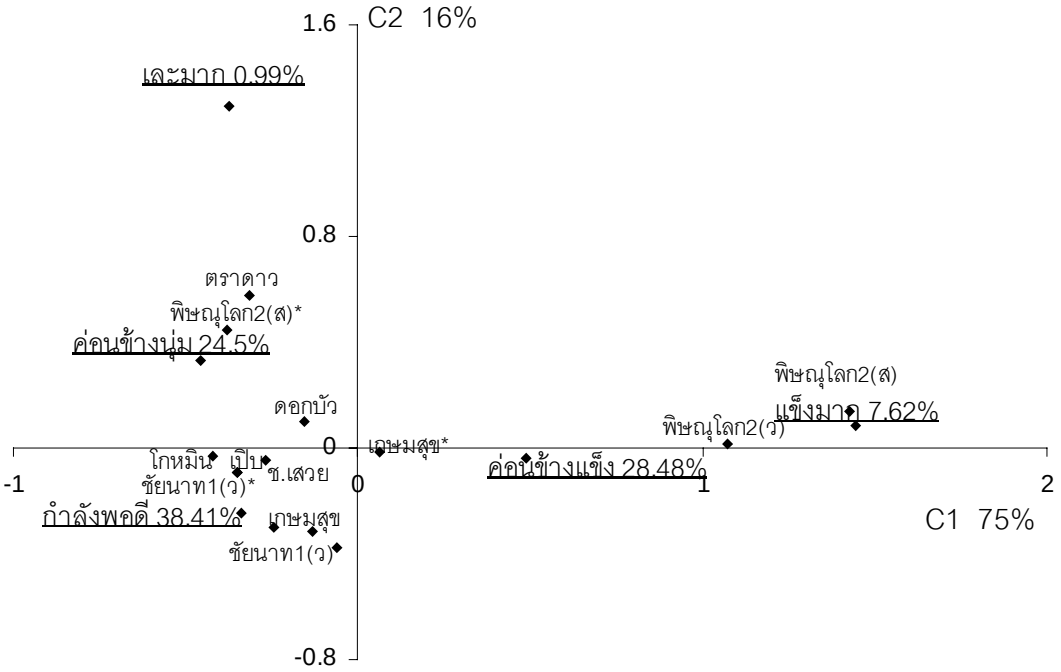
ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อรสชาติในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก แสดงในภาพที่ 5 พบว่าผู้ทดสอบร้อยละ 59 มีความเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่มีรสชาติที่เป็นธรรมชาติ เช่นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวชัยนาท 1(ศูนย์วิจัย) พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) และตราโกหมิน ผู้ทดสอบร้อยละ 8 มีความเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวพิษณุโลก2(โรงสี) ทั้งที่ไม่ผสม และผสมแป้งมันสำปะหลัง มีแนวโน้มมีรสเปรี้ยวแต่น้อยมาก ผู้ทดสอบร้อยละ 28 มีความเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) และตราดอกบัว มีรสเปรี้ยวเล็กน้อยถึงปานกลาง และร้อยละ 8 มีความเห็นว่า ก๋วยเตี๋ยวตราเปิบ นอกจากจะมีกลิ่นหมักแล้วยังมีรสเปรี้ยวมากอีกด้วย สำหรับตัวอย่างอื่น ๆ ผู้ทดสอบไม่มีความเห็นใด ๆ เป็นพิเศษ ดังนั้นมาตรการควบคุมคุณภาพด้านรสชาติของก๋วยเตี๋ยวให้เป็นธรรมชาติ จะต้องควบคุมไม่ให้เกิดการหมักจากขั้นตอนการแช่ข้าวที่นานเกินไป การทำให้เกิดการหมักของน้ำแป้ง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีรสเปรี้ยว



ภาพที่ 5 ความเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อรสชาติในตัวอย่างก๋วยเตี๋ยว 13 ชนิด

(4) **ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อเนื้อสัมผัสในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก**

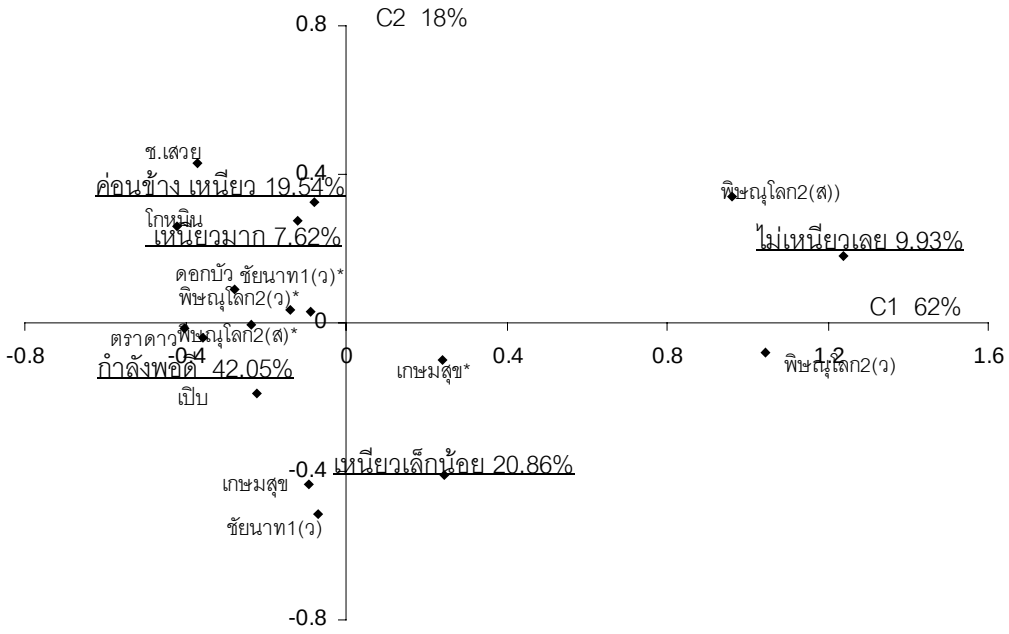
ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อเนื้อสัมผัสในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก แสดงในภาพที่ 6 พบว่าผู้ทดสอบร้อยละ 38.4 มีความเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่มีเนื้อสัมผัสกำลังพอดีไม่เละหรือแข็งจนเกินไป เช่น ก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวชัยนาท1(ศูนย์วิจัย)ทั้งที่ไม่ผสม และผสมแป้งมันสำปะหลัง เปิบ ตรา ช.เสวย ตราเกษมสุข และตราโกหมิน ผู้ทดสอบร้อยละ 35 มีความเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวพิษณุโลก2(โรงสี) และพิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) ที่ไม่ผสมแป้งมันสำปะหลัง มีแนวโน้มเนื้อสัมผัสที่แข็ง ผู้ทดสอบร้อยละ 25 มีความเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวพิษณุโลก2(โรงสี) ผสมแป้งมันสำปะหลัง และตราดาว มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างนุ่ม สำหรับตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวหักโรงสีเกษมสุข และก๋วยเตี๋ยวตราดอกบัว ผู้ทดสอบไม่มีความเห็นใด ๆ เป็นพิเศษ



ภาพที่ 6 ความเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อเนื้อสัมผัสในตัวอย่างก๋วยเตี๋ยว 13 ชนิด

(5) **ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อความเหนียวในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก**

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อรสชาติในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สุก แสดงในภาพที่ 7 พบว่าผู้ทดสอบร้อยละ 42.05 มีความเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่มีความเหนียวกำลังพอดี เช่นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวพิษณุโลก2(โรงสี) ซึ่งผสมแป้งมันสำปะหลัง ก๋วยเตี๋ยวตราเปิบ และก๋วยเตี๋ยวตราดาว ผู้ทดสอบร้อยละ 27 มีความเห็นว่า ตราโกหมิน และตราช.เสวยค่อนข้างเหนียวถึงเหนียวมาก ผู้ทดสอบร้อยละ 10 มีความเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวพิษณุโลก2(โรงสี) ซึ่งไม่ผสมแป้งมันสำปะหลังไม่มีความเหนียวเลย สำหรับตัวอย่างอื่น ๆ ผู้ทดสอบไม่มีความเห็นใด ๆ เป็นพิเศษ



ภาพที่ 7 ความเห็นของผู้ทดสอบที่มีต่อความเหนียวในตัวอย่างก๋วยเตี๋ยว 13 ชนิด

(3.4) ผลการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยว

จากการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาในเส้นก๋วยเตี๋ยว 13 ตัวอย่าง ซึ่งผลิตในโรงงาน 8 ตัวอย่างโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ไม่ผสมแป้งมันสำปะหลัง และผสมแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 35 และซื้อจากท้องตลาดในจังหวัดอุตรดิตถ์ 5 ตัวอย่าง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 11 โดยแยกเป็นผลด้านจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์ และรา และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ดังต่อไปนี้

(1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดในเส้นก๋วยเตี๋ยว ผลแสดงในตารางที่ 11 พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าระหว่าง $6.17x10^{2}$ - $2.14x10^{7}$ โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง (CFU/g) จะเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่ซื้อจากท้องตลาด (ตราโกหมิน ตราเปิบ ตราช.เสวย ตราดาว และ ตราดอกบัว) มีเพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้น คือ ตราโกหมิน ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $6.17x10^{2}$ โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ มอก. 959-2533 ที่กำหนดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^{3}$ โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

ในการทดลองผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว ทุกตัวอย่างที่ทำในโรงงานไม่มีการเติมวัตถุกันเสีย ดังนั้นจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจวิเคราะห์ได้จึงมีจำนวนค่อนข้างสูงถึง $2.14x10^{7}$ โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 ดังนั้นการผลิตจริงในสถานประกอบการเส้นก๋วยเตี๋ยวหรือผลิตภัณฑ์เส้นชนิดอื่น ๆ จากแป้ง เช่น ขนมจีน ผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียเพื่อยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ หรือใช้สารธรรมชาติที่ทดแทนวัตถุกันเสียในปริมาณที่เหมาะสมเป็นไปตามกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

(2) **ยีสต์ และรา** (yeasts and molds)

การตรวจวิเคราะห์ยีสต์ และรา ในเส้นก๋วยเตี๋ยว ผลแสดงในตารางที่ 11 พบจำนวนยีสต์ และรา มีค่าตั้งแต่ ไม่พบเลยถึง 5.79×10^6 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง (CFU/g) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 กำหนดให้มีจำนวนราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งพบว่ามีเพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้น คือ ตราโกหมิน ที่ไม่พบยีสต์ และรา สำหรับตัวอย่างอื่น ๆ พบการเจริญของยีสต์และราเป็นจำนวนมากเกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 ทั้งนี้ ในสภาพทั่วไป เมื่อเชื้อยีสต์และราเจริญได้ดีและมีจำนวนวมากขึ้น อาจนำไปสู่การสร้างสารพิษได้หากเชื้อยีสต์และรานั้นเป็นชนิดที่ผลิตสารพิษ ดังนั้นมาตรการควบคุมความเสี่ยงจากยีสต์ และรา คือ เลือกใช้วัสดุ วัตถุดิบที่มีมาตรฐาน (เช่น มอก.) มีความสะอาด และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ควรมีการตรวจวิเคราะห์ยีสต์ และราตลอดช่วงเวลาที่เก็บรักษาไว้ในโรงงานและระหว่างรอจำหน่าย

(3) **จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค**

(3.1) *Clostridium perfringens*

การตรวจวิเคราะห์ *Clostridium perfringens* ในเส้นก๋วยเตี๋ยว ผลแสดงในตารางที่ 11 พบว่าผลที่ได้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือ ตรวจไม่พบในตัวอย่างก๋วยตี๋ยวที่ทำใหม่ ๆ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 ต้องไม่พบ *C. perfringens* ในตัวอย่าง 0.1 กรัม สำหรับเชื้อชนิดนี้พบได้โดยแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในดิน (Hui et al., 1994) อาจปนเปื้อนจากฝุ่นละอองที่มีสปอร์ของเชื้อนี้ การเกิดโรคเนื่องจากเชื้อนี้ ต้องรับประทานอาหารที่มี *C. perfringens* จำนวน 10^6 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง จึงจะทำให้เกิดอาการเจ็บป่วย ถึงแม้ว่างานวิจัยนี้มีขอบเขตการตรวจสอบทางจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ทำใหม่ ๆ เท่านั้น จึงไม่พบเชื้อชนิดนี้ อย่างไรก็ตาม ควรมีมาตรการควบคุมความเสี่ยงจากอันตรายนี้ คือ ควรจำกัดระยะเวลาการรอจำหน่าย และต้องไม่ให้วัตถุดิบสัมผัสกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำเสร็จแล้ว

(3.2) Coliform

การตรวจวิเคราะห์ Coliform ในเส้นก๋วยเตี๋ยว ผลแสดงในตารางที่ 11 พบว่าผลที่ได้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือ ตรวจพบในตัวอย่างก๋วยตี๋ยวที่ทำใหม่ ๆ แต่จำนวน Coliform ไม่เกิน 3 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง (MPN/g) โดยวิธี MPN ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 ให้มีจำนวนโคลิฟอร์มไม่เกิน 3 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง โดย Coliform เป็นแบคทีเรียที่มีความสำคัญด้านสุขาภิบาลมากที่สุดชนิดหนึ่ง ใช้เป็นดัชนีชี้ความบกพร่องด้านสุขาภิบาลของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ดังนั้น เมื่อผลการตรวจวิเคราะห์ Coliform ในเส้นก๋วยเตี๋ยว พบในปริมาณน้อยมาก ทำให้มั่นใจว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความปลอดภัยจาก Coliform แต่อย่างไรก็ตาม ควรมีมาตรการควบคุมเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดจาก Coliform คือ ใช้ความร้อนที่เหมาะสมในการทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวสุก

การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในงานวิจัยครั้งนี้ ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์จำนวน อะฟลาทอกซิน ซึ่งตามกำหนดใน มอก. 959-2533 ไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกรัมของตัวอย่าง

แนวทางในการป้องกัน และควบคุมอันตราย ณ จุดวิกฤต ในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว คือ สุขลักษณะส่วนบุคคล ควรตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี swab test บนมือผู้ปฏิบัติงานในโรงงานที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ควรกำหนดวิธีทำงานโดยให้ล้างมืออยู่เสมอ เนื่องจากต้องหยิบจับแผ่นก๋วยเตี๋ยว และเส้นก๋วยเตี๋ยว อาจมีผลทำให้เกิดการปนเปื้อนในขั้นตอนนี้ได้ นอกจากนี้ ควรตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี swab test บนอุปกรณ์ เช่น ถาดวางแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ทิ้งค้างคืนระหว่างรอการหั่นเป็นเส้น และควรหาทางป้องกันการปนเปื้อน ใช้ผ้าคลุมแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่สะอาด ในส่วนของโต๊ะ และใบมีดหั่นเส้นก๋วยเตี๋ยวต้องหมั่นทำความสะอาดเป็นระยะ ๆ และหากต้องสัมผัสโดยตรงในขั้นตอนการบรรจุ ควรใช้ถุงมือที่สะอาดหยิบจับผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

ตารางที่ 11 ผลการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิต 1 วัน

ตัวอย่าง	Total plate count (CFU/g)	Yeast and mold (CFU/g)	*Clostridium perfringens (CFU/0.1 g)*	Coliform (MPN/g)
พิษณุโลก2(ว)	$1.31x10^7$	$3.52x10^6$	ไม่พบ	< 3
พิษณุโลก2(ว)[1]	$1.38x10^7$	$3.26x10^6$	ไม่พบ	< 3
ชัยนาท1(ว)	$1.04x10^7$	$3.43x10^6$	ไม่พบ	< 3
ชัยนาท1(ว) [1]	$1.00x10^7$	$4.73x10^6$	ไม่พบ	< 3
พิษณุโลก2(ส)	$2.14 x10^7$	$4.76x10^6$	ไม่พบ	< 3
พิษณุโลก2(ส) [1]	$1.64x10^7$	$3.02x10^6$	ไม่พบ	< 3
เกษมสุข	$1.16x10^7$	$5.79x10^6$	ไม่พบ	< 3
เกษมสุข[1]	$7.70x10^6$	$2.51x10^6$	ไม่พบ	< 3
ตราโกหมิน	$6.17x10^2$	ไม่พบ	ไม่พบ	< 3
ตราเปิบ	$2.68x10^3$	$3.00x10^2$	ไม่พบ	< 3
ตราช.เสวย	$6.39x10^5$	$2.87 x10^3$	ไม่พบ	< 3
ตราดาว	$1.27x10^4$	$2.03x10^3$	ไม่พบ	< 3
ตราดอกบัว	$1.20x10^3$	$1.00 x10^2$	ไม่พบ	< 3

[1] ผสมแป้งมันสำปะหลังประมาณร้อยละ 35

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

คุณภาพข้าวหัก

1. ผลการศึกษาความคงตัวของแป้งสุกในข้าวหัก 4 ตัวอย่าง คือ พันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) พันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) พันธุ์พิษณุโลก2(โรงสี) และข้าวหักจากโรงสีเกษมสุข พบว่า ระยะทางการไหลของแป้งสุกทุกตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยข้าวหักทั้ง 4 ตัวอย่างจัดเป็นแป้งสุกชนิดแข็งซึ่งมีระยะทางการไหลของแป้งสุกระหว่าง 28-40 มิลลิเมตร เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว เพราะจะทำให้เส้นที่ผลิตได้มีความแข็งและคงรูปได้ดี
2. ค่าสีในตัวอย่างข้าวหักทั้ง 4 ตัวอย่าง ค่อนไปทางขาวเหลือง โดยตัวอย่างข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2(โรงสี) มีสีเข้มที่สุด และตัวอย่างข้าวหักพิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) มีสีอ่อนที่สุด สีของข้าวหักบ่งบอกถึงคุณภาพการขัดสีข้าว ข้าวพันธุ์เดียวกันที่มีรำข้าวปะปนมากจะมีสีเข้มกว่าข้าวที่มีรำข้าวปะปนน้อย
3. อุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีความหนืดมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิแป้งสุก และอุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการนึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยว ดังนั้นในการนึ่งน้ำแป้งและจับเวลาที่แป้งสุกจะ พบว่า แป้งข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขจะสุกเร็วที่สุด รองลงมา คือ พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) พันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2(โรงสี) ตามลำดับ ข้าวที่มีอุณหภูมิที่น้ำแป้งเริ่มมีความหนืดและอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ เมื่อนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวจะใช้เวลาในการนึ่งน้อย
4. การคืนตัว (setback viscosity) มีความสัมพันธ์กับความนิ่มหรือแข็งของแป้งสุก แป้งข้าวหักที่ผ่านการคืนตัวจะมีลักษณะขาว ขุ่น และข้น โดยแป้งข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขมีค่าการคืนตัวสูงที่สุด รองลงมา คือ พิษณุโลก2(โรงสี) พันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) และพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) ข้าวที่มีการคืนตัวของแป้งสุกสูงเมื่อนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวจะได้เส้นที่แข็ง และคงตัวกว่าข้าวที่มีการคืนตัวของแป้งสุกต่ำกว่า
5. ปริมาณความชื้นในข้าวหักพิษณุโลก 2 (ศูนย์วิจัย) พบว่ามีมากที่สุด คือ ร้อยละ 12.32 รองลงมาคือ ข้าวหักจากโรงสีเกษมสุข ชัยนาท 1 (ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2(โรงสี) ซึ่งมีความชื้นร้อยละ 12.24 11.80 และ 11.33 ตามลำดับ ข้าวหักที่มีความชื้นต่ำซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากข้าวเก่าเมื่อนำไปผลิตเป็นก๋วยเตี๋ยว จะได้เส้นที่มีลักษณะคงตัวและไม่นิ่มเละ
6. ปริมาณโปรตีนในข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2(โรงสี) พบว่ามีมากที่สุด คือ ร้อยละ 8.13 รองลงมาคือ พันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) พันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) และข้าวหักจากโรงสีเกษมสุข ซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.65 6.90 และ 6.83 ตามลำดับ ข้าวหักที่มีปริมาณโปรตีนสูงจะมีอยู่มากในข้าวหักที่มีการขัดสีรำออกน้อย เมื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาจได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแห้งและแข็ง เนื่องจากโปรตีนเป็นตัวขัดขวางการดูดซึมน้ำเข้าไปในเมล็ดแป้ง ดังนั้นข้าวหักที่มีปริมาณโปรตีนสูงมาก ๆ จึงไม่เป็นที่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยว เพราะอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำ
7. ปริมาณไขมัน ข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขพบว่ามีปริมาณไขมันมากที่สุด คือ ร้อยละ 0.40 รองลงมาคือ ชัยนาท 1(ศูนย์วิจัย) พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2(โรงสี) ซึ่งมีปริมาณไขมันร้อยละ 0.34 0.28 และ 0.26 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของปริมาณไขมันในข้าวหักทั้ง 4ตัวอย่าง ($p > 0.05$)

8. ปริมาณเยื่อใย พบว่าข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) มีปริมาณเยื่อใยมากที่สุด คือ ร้อยละ 0.70 รองลงมาคือ พันธุ์พิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) โรงสีเกษมสุข และพิษณุโลก2(โรงสี) ซึ่งมีปริมาณเถ้าร้อยละ 0.49 0.46 และ 0.44 ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างของปริมาณเยื่อใยในข้าวทั้ง 4 ตัวอย่าง ($p > 0.05$)
9. ปริมาณเถ้า พบว่า ข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขมีปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ ร้อยละ 0.35 รองลงมาคือ ชัยนาท1 (ศูนย์วิจัย) พิษณุโลก2(โรงสี) และพิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) ซึ่งมีปริมาณเถ้าร้อยละ 0.34 0.34 และ0.31 ตามลำดับ
10. ปริมาณอะมิโลสของข้าวหักโรงสีเกษมสุข และข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วิจัย) จัดเป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสปานกลาง ส่วนข้าวพิษณุโลก2(ศูนย์วิจัย) และพิษณุโลก2(โรงสี) จัดเป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง อัตราส่วนระหว่างอะมิโลสต่ออะมิโลเพกตินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ข้าวหักที่มีปริมาณอะมิโลสมากสูงจะดูดน้ำและขยายปริมาตรในระหว่างการนึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยวได้มากกว่าข้าวหักที่มีอะมิโลสต่ำ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวมีลักษณะทึบแสง เป็นแผ่นเหนียวนุ่ม และไม่ฉีกขาดง่าย ถึงแม้ว่าปริมาณอะมิโลสจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตได้มีคุณภาพแตกต่างกัน แต่ในข้าวหักบางพันธุ์ที่มีอะมิโลสใกล้เคียงกันอาจให้คุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แตกต่างกันได้

คุณภาพก๋วยเตี๋ยวเส้นสด

1. คุณภาพด้านสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีความแตกต่างกันขึ้นกับคุณภาพข้าวที่ใช้ในการผลิต โดยทั่วไป ข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงจะให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีสีคล้ำกว่าข้าวที่มีโปรตีนต่ำ แต่การทดลองครั้งนี้พบว่าข้าวหักจากโรงสีเกษมสุขแม้มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.83 ใกล้เคียงกับข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1(ศูนย์วจัย) ที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.90 ($p > 0.05$) แต่ให้สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวคล้ำกว่า ทั้งนี้อาจมีปัจจัยอื่นที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสีคล้ำของเส้นก๋วยเตี๋ยว เช่น ปริมาณความชื้นสูงที่สนับสนุนการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาล ให้สารประกอบสีน้ำตาลหรือสีคล้ำได้
2. ลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นสด 13 ตัวอย่าง ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงดึงสูงสุดที่กะทำต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวทั้ง 13 ตัวอย่าง ($p > 0.05$) สำหรับค่าการยืดตัวพบว่า ก๋วยเตี๋ยวตรา ช.เสวย มีค่าร้อยละของการยืดตัวสูงที่สุด รองลงมา คือ ก๋วยเตี๋ยวตราโกหมิน ก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพันธุ์ชัยนาท1 (ศูนย์วิจัย) ค่าร้อยละของการยืดตัวสูงแสดงให้เห็นว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความยืดหยุ่น และมีความคงตัวดี
3. ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของก๋วยเตี๋ยวเส้นสด 13 ตัวอย่าง พบว่า มีปริมาณความชื้นระหว่างร้อยละ 25.60 – 33.02 ก๋วยเตี๋ยวตราดาวมีปริมาณความชื้นสูงสุด และก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวหักพิษณุโลก2(โรงสี) มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด จึงไม่สามารถใช้เกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมซึ่งกำหนดให้ก๋วยเตี๋ยวความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ของน้ำหนัก ความชื้นในปริมาณสูง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวเมื่อนำไปลวกสุกจะมีเนื้อสัมผัสที่นิ่มอย่างรวดเร็ว
4. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมระหว่าง 4.56 – 6.61 นั่นคือ ไม่ชอบเล็กน้อย ถึงชอบเล็กน้อย ซึ่งตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักพิษณุโลก(วิจัย) ที่มีคะแนนความชอบรวม 4.56 และตัวอย่างที่มีคะแนนความชอบรวม

เฉลี่ยสูงที่สุด คือ เส้นก๋วยเตี๋ยวตราโกหมิน ที่มีคะแนนความชอบรวม 6.61 รองลงมา คือ เส้นก๋วยเตี๋ยวตรา ช.เสวย ที่มีคะแนน 6.35 ก๋วยเตี๋ยวตราดอกบัว มีคะแนน 6.22 ก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักโรงสีเกษมสุขซึ่งไม่ผสมแป้งมันสำปะหลัง มีคะแนน 6.00 ก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวหักชัยนาท1 ซึ่งไม่ผสมแป้งมันสำปะหลังมีคะแนน 5.96 และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อกลิ่นของเส้นก๋วยเตี๋ยวทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยมีคะแนนระหว่าง 4.74 - 5.87

5. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว สามารถอธิบายได้ว่าแม้ข้าวหักพันธุ์พิษณุโลก2 จะมีคุณสมบัติทางเคมีกายภาพเหมาะสมในการผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว แต่คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวอาจไม่เป็นที่ยอมรับเท่าที่ควร จำเป็นต้องมีการปรับปรุงสูตรการผลิตให้มีความเหมาะสม
6. ก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าวหักชัยนาท1 แม้ว่าจะผสมแป้งมันสำปะหลังหรือไม่ก็ตาม คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อทุกลักษณะรวมทั้งคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างมากกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.00 และ 5.96 ซึ่งไม่แตกต่างจากความชอบรวมที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวตราโกหมิน ($p > 0.05$)

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้พิจารณาในการให้คะแนนความชอบ

1. ความชอบรวมที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยว มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับ ความชอบต่อสีในเส้นก๋วยเตี๋ยว ($r = 0.763$) ความชอบต่อรสชาติ ($r= 0.912$) และความชอบต่อเนื้อสัมผัส ($r= 0.974$) ความชอบต่อความเหนียว ($r = 0.957$) ซึ่งแสดงว่า ความชอบรวมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อผลิตถัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวมีเนื้อสัมผัสที่ไม่เละ และความเหนียวเพิ่มขึ้น
2. ปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์ในทางลบกับค่า ค่า a* ของเส้นสุก ($r = - 0.929$) แต่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับแรงดึงสูงสุด ($r = 0.688$) นั่นคือ ปริมาณโปรตีนเส้นก๋วยเตี๋ยวมีมากจะให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีเข้มออกเขียว สำหรับสิ่งปลอมปนนั้น ถ้ามีมาก ทำให้ ค่า b* หลังการลวกเส้นเพิ่มขึ้น ($r= 0.826$) นั่นคือ เส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีสีค่อนข้างเหลือง และความชอบที่มีต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะลดลงไป ($r = - 0.752$)

ผลการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยว

1. การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดในเส้นก๋วยเตี๋ยว พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าระหว่าง 6.17×10^2 - 2.14×10^7 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง (CFU/g) จะเห็นว่าก๋วยเตี๋ยวที่ซื้อจากท้องตลาดมีเพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้น คือ ตราโกหมิน ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 6.17×10^2 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ มอก. 959-2533 ที่กำหนดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง
2. ในการทดลองผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวครั้งนี้เป็นการผลิตในโรงงาน ทุกตัวอย่างไม่มีการเติมวัตถุกันเสีย ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะมีอายุการเก็บสั้น จุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจวิเคราะห์ได้จึงมีจำนวนค่อนข้างสูงถึง 2.14×10^7 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 ดังนั้นการผลิตจริงในสถานประกอบการเส้นก๋วยเตี๋ยว หรือผลิตภัณฑ์เส้นชนิดอื่น ๆ จากแป้ง เช่น ขนมจีน ผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้วัตถุกันเสียเพื่อยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ หรือเลือกใช้สารธรรมชาติที่ทดแทนวัตถุกันเสียในปริมาณที่เหมาะสมเป็นไปตามกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

3. การตรวจวิเคราะห์ยีสต์ และรา ในเส้นก๋วยเตี๋ยว พบจำนวนยีสต์ และรา มีค่าตั้งแต่ ไม่พบเลยถึง $5.79x10^6$ โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง (CFU/g) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 กำหนดให้มีจำนวนราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งพบว่ามีเพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้น คือ ตราโกหมิน ที่ไม่พบยีสต์ และรา สำหรับตัวอย่างอื่น ๆ พบการเจริญของยีสต์และราเป็นจำนวนมากเกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 ดังนั้นมาตรการควบคุมความเสี่ยงจากยีสต์ และรา คือ เลือกใช้วัสดุวัตถุดิบที่มีมาตรฐาน (เช่น มอก.) มีความสะอาด และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ควรมีการตรวจวิเคราะห์ยีสต์ และราตลอดช่วงเวลาที่เก็บรักษาไว้ในโรงงานและระหว่างรอจำหน่าย

4. การตรวจวิเคราะห์ *Clostridium perfringens* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่าผลที่ได้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือ ตรวจไม่พบในตัวอย่างก๋วยตี๋ยวที่ทำใหม่ ๆ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 ต้องไม่พบ *C. perfringens* ในตัวอย่าง 0.1 กรัม สำหรับเชื้อชนิดนี้พบได้โดยแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในดิน (Hui et al., 1994) อาจปนเปื้อนจากฝุ่นละอองที่มีสปอร์ของเชื้อนี้ การเกิดโรคเนื่องจากเชื้อนี้ ต้องรับประทานอาหารที่มี *C. perfringens* จำนวน 10^6 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง จึงจะทำให้เกิดอาการเจ็บป่วย อย่างไรก็ตาม ควรมีมาตรการควบคุมความเสี่ยงจากอันตรายนี้ คือ ควรจำกัดระยะเวลาการรอจำหน่าย และต้องไม่ให้วัตถุดิบสัมผัสกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำเสร็จแล้ว

5. การตรวจวิเคราะห์ Coliform ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่าผลที่ได้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือ ตรวจพบในตัวอย่างก๋วยตี๋ยวที่ทำใหม่ ๆ แต่จำนวน Coliform ไม่เกิน 3 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง (MPN/g) โดยวิธี MPN ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 ให้มีจำนวนโคลิฟอร์มไม่เกิน 3 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง โดย Coliform เป็นแบคทีเรียที่มีความสำคัญด้านสุขาภิบาลมากที่สุดชนิดหนึ่ง ใช้เป็นดัชนีชี้ความบกพร่องด้านสุขาภิบาลของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ดังนั้นเมื่อผลการตรวจวิเคราะห์ Coliform ในเส้นก๋วยเตี๋ยว พบในปริมาณน้อยมาก ทำให้มั่นใจว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความปลอดภัยจาก Coliform แต่อย่างไรก็ตาม ควรมีมาตรการควบคุมเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดจาก Coliform คือ ใช้ความร้อนที่เหมาะสมในการทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวสุก

6. แนวทางในการป้องกัน และควบคุมอันตราย ณ จุดวิกฤต ในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว คือ สุขลักษณะส่วนบุคคล ควรตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี swab test บนมือผู้ปฏิบัติงานในโรงงานที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ควรกำหนดวิธีทำงานโดยให้ล้างมืออยู่เสมอ เนื่องจากต้องหยิบจับแผ่นก๋วยเตี๋ยว และเส้นก๋วยเตี๋ยว อาจมีผลทำให้เกิดการปนเปื้อนในขั้นตอนนี้ได้ นอกจากนี้ ควรตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี swab test บนอุปกรณ์ เช่น ถาดวางแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ทิ้งค้างคืนระหว่างรอการหั่นเป็นเส้น และควรหาทางป้องกันการปนเปื้อน ใช้ผ้าคลุมแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่สะอาด ในส่วนของโต๊ะ และใบมีดหั่นเส้นก๋วยเตี๋ยวต้องหมั่นทำความสะอาดเป็นระยะ ๆ และหากต้องสัมผัสโดยตรงในขั้นตอนการบรรจุ ควรใช้ถุงมือที่สะอาดหยิบจับผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2546. มาตรฐานข้าวไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2546. จาก: http://www.doa.go.th/data-doa/RICE/7stand/stand01.html

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 292 น.

งามชื่น คงเสรี. 2538. การปรับปรุงคุณภาพข้าวสารเพื่อและการส่งออก การฝึกอบรมหลักสูตรการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ณ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมวิชาการเกษตร: กรุงเทพฯ. 23 น.

งามชื่น คงเสรี. 2541. ข้าวที่เหมาะสำหรับการแปรรูปก๋วยเตี๋ยวและการตรวจสอบคุณภาพ. ปทุมธานี: ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี.

ยุทธนา พิมลศิริผล. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งจากแป้งข้าวเจ้าผสมมันเทศ.วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลินดา พงศ์ผาสุข. 2537. การผลิตข้าวเคลือบกลิ่นหอม.วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2546. บทสรุปของอุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่. สืบค้นวันที่ 26 ตุลาคม 2546. จาก: http://www.thaienvironment.net

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรมก๋วยเตี๋ยว มอก. 959-2533. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

อธิมนต์ แก้วประเสริฐศิลป และศจี สุวรรณศรี. 2547. สมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวหักในการเป็นวัตถุดิบผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว. ในการประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตรครั้งที่ 6 เรื่อง อาหารปลอดภัยพัฒนาไทยสู่ครัวโลก. 28-29 พฤษภาคม 2547. P5-08.

Cagampang, G.B., Perez, C.M., & Juliano, B.O. 1973. A gel consistency test for eating of rice. Journal of Food Science Agriculture, 24, 1589-1594.

Chinnapha, N. 2546. Effect of amylose and amylopectin on rice noodle quality. Retrieved on11 November 2003 from: http//ift.confex.com/ift/2001/techprogram/paper_7924.htm

Helrich K. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15 th ed.). Virginia: Association of Official Analytical Chemists.

Hui, Y.H., Gorham, J.R., Murrel, K.D., and Cliver, D.O. 1994. Foodborne Disease and Disease cCaused by Bacteria Volume I. Marcel Dekker, Inc., New York. 613 pp.

Juliano, B.O. 1971. A simple assay for milled-rice amylose. Cereal Science Today. 16(10): 334-360.

Juliano, B.O. 1985. Rice : Chemistry and Tecnology. 2d ed., Amer. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, Minnesota. 774 p.

Proctor A., & Goodman D.E. 1985. Physicochemical Differences Between Milled Whole Rice and Milled Broken Rice. Journal of Food Science, 50, 922-925.

Suwansri, S. and Meullenet, J.-F. 2004. Physicochemical characterization and consumer acceptance by Asian consumers of aromatic Jasmine rice. J. Food Sci 69(1): SNQ30-37.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่

กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานการผลิตให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good manufacturing practices, GMP) ซึ่งมาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ มอก. 959-2533 มีข้อกำหนดที่สำคัญดังนี้

- ต้องมีสีขาวนวล สม่ำเสมอ กลิ่นรสตามธรรมชาติ นิ่มและเหนียวไม่เกาะติดกัน
- ลักษณะเส้นในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดสม่ำเสมอ ความหนาไม่เกิน 0.7 มิลลิเมตร
- ความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ของน้ำหนัก
- จำนวนโคลิฟอร์มไม่เกิน 3 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง
- จำนวนอะฟลาทอกซินไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกรัมของตัวอย่าง
- อนุญาติให้ใช้โซเดียมหรือโปแตสเซียมเมตาไฮโดรเจนซัลไฟต์ หรือโซเดียมหรือโปแตสเซียม ไฮโดรเจนซัลไฟต์ หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณที่เหมาะสม แต่ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างได้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^3$ โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง
- จำนวนราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง
- จำนวนโคลิฟอร์มวัดด้วยวิธี MPNไม่เกิน 3 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง
- คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงส์เจนส์ ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม

สำหรับเส้นหมี่นั้น เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากข้าวประเภทหนึ่ง ซึ่งกระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนด มาตรฐานผลิตภัณฑ์เส้นหมี่ที่ มอก. 400-2524 มีข้อกำหนดที่สำคัญดังนี้

- ต้องมีสีขาวนวล สม่ำเสมอ กลิ่นรสธรรมชาติ ลักษณะเส้นมีขนาดสม่ำเสมอ ไม่เกาะติดกันมาก
- ความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ของน้ำหนัก
- มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก
- อนุญาติให้มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างได้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^3$ โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง
- จำนวนราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง
- จำนวนโคลิฟอร์มไม่เกิน 3 โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง
- จำนวนอะฟลาทอกซินไม่เกิน 20 ไมโครกรัมีต่อกรัมของตัวอย่าง
- ภาชนะบรรจุต้องสะอาด แห้ง ปิดผนึกเรียบร้อยและป้องกันการปนเปื้อนได้

คณะผู้วิจัย และหน่วยงานที่สังกัด

1. ดร. ศจี สุวรรณศรี
   ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
   คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม
   มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ.พิษณุโลก 65000

2. รศ. ดร. รัตนา สนั่นเมือง
   ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
   มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ.พิษณุโลก 65000

3. นางสาวสอาง ไชยรินทร์
   นักวิชาการเกษตร 7 ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว
   กรมวิชาการเกษตร อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65000

4. นางสุพัตรา สุวรรณธาดา
   นักวิชาการเกษตร 7 ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว
   กรมวิชาการเกษตร อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65000

การบรรยาย เรื่อง " การพัฒนาสถานที่ผลิตอาหารตามเกณฑ์ GMP"

นายสุรเดช ด่านชลวิจิตร
กลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภค สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิษณุโลก

การแบ่งกลุ่มอาหาร แบ่งเป็น 4 กลุ่มตามกฎหมาย

1. อาหารควบคุมเฉพาะ 17 รายการ

* ไอศกรีม * อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท * สีผสมอาหาร
* น้ำแข็ง * น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท * ผลิตภัณฑ์ของนม
* วัตถุเจือปนอาหาร * วัตถุปรุงแต่งรสอาหาร * นมโค
* นมปรุงแต่ง * โซเดียมไซคลาเมตและอาหารที่มี * นมเปรี้ยว
* อาหารเสริมสำหรับทารกละเด็กเล็ก * อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก
* อาหารทารกและอาหารสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกละเด็กเล็ก
* เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
* นมดัดแปลงสำหรับทารกและนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกละเด็กเล็ก

2. อาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานมี 31 รายการ

* น้ำมันและไขมัน * น้ำมันถั่วลิสง * เกลือบริโภค
* เนยเทียม * อาหารกึ่งสำเร็จรูป * กี
* น้ำมันเนย * น้ำปลา * น้ำส้มสายชู
* ครีม * น้ำมันปาล์ม * น้ำมันมะพร้าว
* ชา * น้ำมันถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท * กาแฟ
* แยม เยลลี มาร์มาเลด * ซอสบางชนิด * เครื่องดื่มเกลือแร่
* น้ำผึ้ง * รอยัลเยลลีและผลิตภัณฑ์รอยัลเยลลี * น้ำแร่ธรรมชาติ
* อาหารที่มีสารพิษตกค้าง * ไข่เยี่ยวม้า * อาหารที่มีสารปนเปื้อน
* อาหารที่มีกัมมันตรังสี * ข้าวเติมวิตามิน * ซอกโกแลต
* ผลิตภัณฑ์ปรุงรสที่ได้จากการย่อยโปรตีนของถั่วเหลือง * เนย
* น้ำที่เหลือจากการผลิตโมโนโซเดียมกลูตาเมต

3. อาหารที่ต้องมีฉลาก มี 14 รายการ

* ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ * แป้งข้าวกล้อง * ขนมปัง
* น้ำเกลือปรุงรส * ซอสในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท * หมากฝรั่งและลูกอม
* วุ้นเส้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี * ผลิตภัณฑ์กระเทียม * วัตถุแต่งกลิ่นรส
* กำหนดกรรมวิธีการผลิตอาหารซึ่งมีการใช้กรรมวิธีการฉายรังสี
* อาหารที่มีวัตถุที่ใช้เพื่อรักษาคุณภาพ หรือมาตรฐานของอาหารอยู่ในภาชนะบรรจุ
* อาหารที่มีส่วนผสมของว่านหางจรเข้ * อาหารที่มีวัตถุประสงค์พิเศษ
* การแสดงฉลากของอาหารพร้อมปรุงและอาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที

4. อาหารทั่วไป เช่น เนื้อหมู เนื้อไก่

ความปลอดภัยของอาหารแยกพิจารณาได้เป็น 2 ประเด็น ส่วนหนึ่งขึ้นกับการเสี่ยงอันตรายทางด้านจุลชีววิทยา ด้านเคมี และด้านกายภาพ ถ้าอาหารมีการปนเปื้อนของสิ่งที่จะก่อให้เกิดอันตรายจากจุลินทรีย์ สารเคมี และวัตถุปนปลอมในปริมาณน้อย อาหารนั้นก็จะมีความปลอดภัยสูง อีกส่วนหนึ่งขึ้นกับสภาวะทางร่ายการและพฤติกรรมของผู้บริโภค เช่น อายุ เพศ เผ่าพันธุ์ ความผิดปกติทางพันธุกรรม การเจ็บป่วย นิสัยในการบริโภค และความเอาใจใส่ระมัดระวังด้านสุขลักษณะของอาหาร

*** ปัจจัยที่ทำให้อาหารมีผลกระทบในทางลบต่อผู้บริโภค ที่สำคัญมี 3 ประการ ได้แก่**

1. การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค สารเคมีอันตราย และวัตถุแปลกปลอม ซึ่งมีสาเหตุจาก
   1.1 การไม่รักษาสุขลักษณะส่วนบุคคลในการเตรียมและการบริโภคอาหาร
   1.2 การที่อาหารสัมผัสกับสิ่งที่มีจุลินทรีย์
   1.3 การใช้ภาชนะอุปกรณ์สัมผัสอาหารที่ไม่สะอาด
   1.4 การดูแลเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ทำให้อาหารไม่สะอาด หรือเสื่อมสภาพ
   1.5 สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร อุตสาหกรรม และกระบวนการผลิตอาหาร
   1.6 แมลง นก หนู จากทั้งแหล่งเพาะปลูก วิธีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษาในโรงงานผลิตอาหาร การขนส่งและจัดจำหน่าย จนถึงการเตรียมเพื่อใช้บริโภค
   1.7 ผู้สัมผัสอาหารมีอาการเจ็บป่วยเนื่องจากเชื้อโรค ทำให้เชื้อโรคเข้าปนเปื้อนในอาหารเมื่อใช้บริโภค ผู้บริโภคก็ได้รับการถ่ายทอดเชื้อโรคจากอาหารที่มีเชื้อโรคนั้น ๆ ปนเปื้อนอยู่
2. การอยู่รอดของจุลินทรีย์ ในอาหารซึ่งมักเกิดจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอในการประกอบอาหาร หรือการอุ่นอาหารก่อนรับประทานโดยให้ความร้อนไม่ทั่วถึง
3. การเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร ซึ่งเป็นผลจากการเก็บอาหารในอุณหภูมิสูงหรือต่ำ ไม่เพียงพอที่จะยับยั้งหรือชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีปะปนอยู่ในอาหารได้

*** การเสี่ยงอันตรายจากจุลินทรีย์**

ผู้บริโภคอาหารอาจมีอาการป่วยไข้ที่มีสาเหตุจากอาหารที่บริโภคได้ หากอาหารที่บริโภคนั้นมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคปนเปื้อนอยู่ หรือมีสารพิษที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นปะปนอยู่ในอาหารในปริมาณสูงเพียงพอที่จะก่อให้เกิดอาการผิดปกติของร่างกาย อาหารที่ผลิต หรือประกอบขึ้นโดยขาดความระมัดระวังด้านสุขลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการประกอบเพื่อการบริโภคของสมาชิกภายในครอบครัวหรือประกอบขึ้นเพื่อจำหน่าย อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ โดยเฉพาะอาหารหาบเร่ แผงลอยจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคสูง

จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคจากการบริโภคอาหาร อาจติดมากับอาหาร จากวัตถุดิบที่ใช้ผลิต จากสิ่งแวดล้อมของการผลิตอาหาร และจากวิธีการผลิตหรือประกอบกาหาร ในสหรัฐอเมริกามีข้อมูลที่แสดงว่า ช่วงปี ค.ศ. 1983-1987 ปัญหาการเกิดโรคในประชากรเนื่องจากจุลินทรีย์ในอาหารนั้นจำนวน 44% เกิดจากการรับประทานอาหาตามร้านจำหน่ายอาหาร อีก 23% เป็นอาหารที่ประกอบขึ้นเองในครัวเรือน ที่เหลือเนื่องจากอาหารประเภทอื่น ๆ และพบว่าจุดที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนและการเจริญที่เพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่จะอยู่ที่วิธีการประกอบอาหารและการเก็บรักษาอาหาร

*** อันตรายของจุลินทรีย์ที่มาจากสิ่งแวดล้อมของการผลิต**

การเสี่ยงอันตรายจากจุลินทรีย์ในอาหาร เกิดจากการที่มีจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์เข้าสู่อาหารในขั้นตอนต่าง ๆ นับตั้งแต่การผลิตวัตถุดิบ อาหารที่อยู่ในกระบวนการผลิต หรืออาหารที่ประกอบสำเร็จเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารจากสิ่งแวดล้อม เกิดจากการนำพา ปกติแล้ว จุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ หรือรา จะไม่ล่องลอยอย่างอิสระในอากาศ แต่มีสิ่งนำพาซึ่งมักได้แก่ น้ำ ฝุ่นละออง ละอองน้ำ แมลง สัตว์ และมนุษย์

ในโรงงานผลิตอาหาร มักมีสิ่งแวดล้อมที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์หลายประการที่สำคัญ ได้แก่

1. บริเวณโดยรอบของอาคารสถานที่ผลิต ผู้ประกอบการผลิตอาหารจะต้องให้ความสนใจในการป้องกันฝุ่นละออง ทำการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์แมลง หนูไม่ให้มารบกวนในบริเวณผลิตและเก็บรักษาอาหาร สถานที่ผลิตอาหารไม่ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำเสีย โรงบำบัดน้ำเสีย โรงฆ่าสัตว์ เนื่องจากลมอาจพัดพาละอองน้ำที่มีจุลินทรีย์จากแหล่งต่าง ๆ ไปได้ระยะทางถึง 1 กิโลเมตร

2. อาคารผลิต ควรออกแบบให้เหมาะสม เนื่องจากผังอาคารที่ใช้ในการผลิตนั้น มีผลต่อการเสี่ยงอันตรายจากจุลินทรีย์ในอาหาร การแยกส่วนผลิตระหว่างวัตถุดิบกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารที่สำเร็จแล้วเป็นสิ่งจำเป็น ผู้ผลิตอาหารควรดำเนินการดังนี้

2.1 ต้องป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากวัตถุดิบไปยังผลิตภัณฑ์ การทำอาหารในระบบเปิดกับระบบปิดมีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่างกัน โดยปกติการทำในระบบเปิดมีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ค่อนข้างมาก จึงจำเป็นที่จะต้องมีการป้องกันเป็นพิเศษ โดยที่ระบบระบายอากาศที่เหมาะสม มีการกั้นแยกส่วนผลิตด้วยฝาผนัง เป็นต้น

2.2 ต้องให้ความสำคัญต่อระบบการระบายน้ำทิ้ง ทั้งด้านขนาด จำนวน และรูปแบบ เพราะระบบระบายน้ำทิ้งที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดละอองน้ำที่มีแบคทีเรียกระจายสู่อากาศในบริเวณผลิต และทำให้มีการปนเปื้อนกับอาหารที่อยู่ในกระบวนการผลิตได้

3. เครื่องมืออุปกรณ์ อุปกรณ์ที่ใช้ควรมีการคัดเลือกให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและกระบวนการบรรจุ เพื่อลดการสึกหรอ ผิวที่สัมผัสกับอาหารจะต้องทำด้วยวัสดุคงทน ง่ายต่อการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค ต้องมีการออกแบบให้ถูกสุขลักษณะ ในบางกรณีอาจต้องออกแบบให้ทำความสะอาดได้โดยไม่ต้องแกะหรือแยกชิ้นส่วนที่ประกอบกันอยู่ออก นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตอาหารควรมีลักษณะที่ปิดมากที่สุด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากภายนอก และควรระมัดระวังไม่ให้มีการกลั่นตัวของไอน้ำบริเวณอุปกรณ์หรือท่อที่อยู่เหนือสายการผลิตซึ่งจะหยดลงในอาหารที่กำลังผลิต หรือรอการผลิดได้

4. การติดตั้งเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต ต้องเลือกตำแหน่งให้เหมาะแก่การใช้งาน สะดวกที่จะล้างทำความสะอาดและซ่อมบำรุง ควรจัดให้มีที่ว่างเพียงพอที่จะทำความสะอาดบริเวณพื้นและผนังห้องบริเวณที่เครื่องมือนั้นติดตั้งอยู่ได้

5. การรักษาความเป็นระเบียบเรียบร้อย ควรจัดให้มีวิธีรักษาความเป็นระเบียบเรียบร้อยและวิธีปฏิบัติด้านสุขลักษณะที่ดีในการทำผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดไว้เป็นระเบียบปฏิบัติของผู้ปฏิบัติงานผลิตอาหาร และจัดทำไว้

เป็นสัญลักษณ์อักษร เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ศึกษา เช่นการทำความสะอาดสถานที่ หรืออุปกรณ์ด้วยการฉีดน้ำภายใต้แรงดันสูง ผู้ปฏิบัติการจะต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการกระเด็น หรือทำให้ละอองน้ำที่ที่สกปรกกระจายไปยังบริเวณที่กำลังใช้ผลิตอาหาร

*** อันตรายของจุลินทรีย์ที่มาจากผู้ปฏิบัติงานผลิตอาหาร**

การปนเปื้อนและการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร ส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากผู้ปฏิบัติการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ต้องใช้มือสัมผัสอาหาร เนื่องจากมือและส่วนต่าง ๆ ของร่างกายนั้นเป็นสื่อนำจุลินทรีย์ที่ดี ผู้ประกอบการควรมีการจัดสภาวะแวดล้อมในการผลิตให้เหมาะสม ละจัดอบรมหรือให้ความรู้แก่ผู้สัมผัสอาหาร เพื่อให้สามารถผลิตอาหารที่ปลอดภัย มิฉะนั้นผู้สัมผัสอาหารจะเป็นผู้นำแบคทีเรียจากวัตถุดิบที่เป็นของสด เช่น ปลา หมู เนื้อ สัตว์ปีก ไข่ ผัก ของเสียหรือสิ่งเหลือทิ้ง ไปสู่ระบบการผลิตอาหาร และอาหารที่ผ่านความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์แล้ว หรือนำเชื้อโรคจากมือ เล็บ ผม ปาก จมูก คอ หู เสื้อผ้า อุปกรณ์อื่น ๆ รวมทั้งแบคทีเรียที่เป็นเชื้อโรค จากห้องสุขาไปปนเปื้อนกับอาหาร ผิวสัมผัสอาหาร หรือบริเวณที่เตรียมอาหารได้ ซึ่งจะทำให้อาหารที่ผลิตขึ้นมีเชื้อโรคที่ปนเปื้อนและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคในที่สุด

* ปัจจัยเกี่ยข้องกับการเกิดโรคที่มีอาหารเป็นสื่อนำ

สาเหตุที่ทำให้อาหารมีจุลินทรีย์ หรือสารพิษจากจุลินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณที่ก่อให้เกิดอาการผิดปกติของร่ายการมนุษย์ได้ เกิดจาก

1. วิธีการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะอุณหภูมิเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้องเป็นาสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการเจ็บป่วย จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ และโรคทางเดินอาหารจะสามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 5-55 °ซ แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคส่วนใหญ่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25-40 °ซ ดังนั้น การเก็บรักษาอาหารในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ ช่วงอุณหภูมิที่จุลินทรีย์เจริญได้ ทำให้อาหารเกิดการเสี่ยงต่ออันตรายเนื่องจากทำให้เชื้อแบคทีเรียทีทำให้เกิดโรค เช่น *Clostridium perfringens, Bacillus cereus, Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* เจริญเพิ่มจำนวนได้

2. การให้ความร้อนในระหว่างการปรุงหรือต้ม อบ ปิ้ง ย่างไม่เพียงพอ การหุงต้มมีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคหลายชนิด ความร้อนที่เหมาะสมซึ่งใช้ในการประกอบอาหาร ยังสามารถทำลายสารพิษจากจุลินทรีย์บางชนิด เช่น botulinum toxin ได้ด้วย การประกอบอาหารประเภทสัตว์ปีกถ้าให้ความร้อนไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดโรคจาเชื้อ *Salmonella* หรือ *Campylobacter* การบริโภคอาหารทะเลดิบหรือสุกไม่ทั่วถึงอาจทำให้เกิดโรคจากเชื้ออหิวาตกโรค หรือ *Vibrio parahaemolyticus* และการบริโภคหมูดิบอาจทำให้เกิดโรคจากพยาธิ *Trichinella*

3. การไม่รักษาสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้สัมผัสอาหาร เชื้อโรคอาหารเป็นพิษส่วนใหญ่ที่ปนเปื้อนในอาหารมีแหล่งที่มาจากอุจจาระ โดยที่ผู้สัมผัสอาหารซึ่งเป็นโรคทางเดินอาหารอาจจะส่งผ่านเชื้อนั้นมายังอาหารได้หากไม่ระมัดระวังสุขลักษณะส่วนบุคคลให้ดีพอ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคซึ่งอาหารเป็นสื่อนำเนื่องจากการไม่ระวังสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีของผู้สัมผัสหรือประกอบอาหาร ได้แก่ ไวรัส hepatitis A หรือ Norwalk และแบคทีเรีย *Shigella* ส่วนเชื้อ *Staphylococcus aureus* อาจมีการปนเปื้อนในอาหารจากผิวหนังหรือจมูกของผู้

สัมผัสอาหาร ประกอบกับการทิ้งอาหารไว้ในอุณหภูมิที่เหมาะแก่การเจริญเติบโต แบคทีเรียดังกล่าวก็จะสร้างสารพิษในอาหาร สารพิษจาก *Staphylococcus aureus* ไม่สลายตัวด้วยความร้อนจากการหุงต้ม จึงอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้แม้จะทำให้อาหารนั้นสุกทั่วถึงแล้ว

4. การปนเปื้อนของจุลินทรีย์เนื่องจากการสัมผัสระหว่างอาหารที่เป็นวัตถุดิบ อุปกรณ์เครื่องใช้ ภาชนะที่ไม่สะอาดกับอาหารที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้ว จะทำให้อาหารที่ผ่านการหุงต้มแล้วกลับมีเชื้อโรคตดปะปนใหม่อีกครั้ง เชื้อโรคเหล่านี้ ถ้าอยู่ในสภาวะที่หมาะสมก็จะเจริญแบ่งตัวหรือมีการสร้างสารพิษลงในอาหาร ทำให้อาหารที่ทำสุกแล้วอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

5. การอุ่นอาหารที่ไม่เหมะสม โดยเฉพาะอาหารที่เหลือค้างซึ่งอาจมีจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก การให้ความร้อนก่อนนำไปบริโภคที่ไม่เพียงพอ จะยังคงมีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ในอาหารในปริมาณที่อาจก่อให้เกิดการเจ็บป่วยในผู้บริโภคได้

6. วิธีการเก็บรักษาที่ไม่ถูกสุขลักษณะ อาจทำให้อาหารที่ผ่านความร้อนแล้วเกิดการปนเป้อนจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในวัตถุดิบ นอกจากนี้หากไม่รักษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมอาจเกิดการสร้างสารเคมีเป็นพิษหรือการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในช่วงระยะการเก็บรักษาอาหาร ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้

*** การป้องกันอันตรายจากจุลินทรีย์ที่มีอาหารเป็นสื่อนำ**

วิธีการป้องกันโรคหรืออาการผิดปกติเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่อาหารเป็นสื่อนำ สามารถทำได้ 3 วิธี ได้แก่

1. ป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ลงในอาหาร โดยให้ถือว่า อาหารดิบทุกชนิดอาจมีเชื้อโรคที่เป็นอันตรายปะปนอยู่ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีปฏิบัติที่ดีในการผลิตและประกอบอาหาร ต้องแยกอาหารดิบออกจากอาหารที่ทำสุกแล้ว ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภาชนะหรือผิวสัมผัสที่สัมผัสอาหารดิบให้ทั่วถึงก่อนนำไปใช้กับอาหารที่ผ่านความร้อนแล้ว

2. ทำลายเชื้อโรคที่มีอยู่ในอาหารด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาให้เหมาะสม อาหารจากเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ จะต้องทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 63 °ซ เพื่อทำลายเชื้อโรค การแช่เยือกแข็งสามารถทำลายพยาธิในปลาและเนื้อได้ การฉายรังสีอาหารในปริมาณที่เหมาะสมช่วยทำลายแบคทีเรียบางชนิดได้ สารเคมีหลายชนิดรวมทั้งกรดอินทรีย์สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ แต่ส่วนใหญ่จะไม่ทำลายจุลินทรีย์

3. ป้องกันการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคส่วนใหญ่จะต้องมีปริมาณค่อนข้างมากในอาหารจึงจะทำให้เกิดโรคได้ ถ้าทิ้งอาหารไว้ในอุณหภูมิระหว่าง 4-60 °ซ นานประมาณ 4 ชั่วโมง จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเพิ่มจำนวนขึ้นมากจนถือว่าอาหารนั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ การควบคุมไม่ให้จุลินทรีย์ในอาหารเพิ่มจำนวนจึงช่วยให้อาหารปลอดภัยที่จะใช้บริโภค อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ หากลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำลงหรือเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจนจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ก็จะเป็นการป้องกันการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในอาหารได้ ในการควบคุมจุลินทรีย์จำเป็นจะต้องเข้าใจในธรรมชาติของจุลินทรีย์ชนิดนั้น ๆ เพื่อให้ทราบว่าจุลินทรีย์นั้นเข้ามาสู่อาหารได้อย่างไร และปัจจัย

ใดบ้างที่มีผลต่อการมีชีวิตอยู่ของจุลินทรีย์นั้น ปัจจัยที่มีผลต่อการมีชีวิตและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่เป็นต้นเหตุสำคัญของการเกิดอันตรายจากอาหาร ได้แก่

- แหล่งที่มาของจุลินทรีย์ เช่น จุลินทรีย์อาจติดมากับวัตถุดิบตามธรรมชาติ เกิดจากการปนเปื้อนกับอาหารขณะกำลังผลิตจากเครื่องมืออุปกรณ์ และ/หรือผู้สัมผัสอาหาร
- อุณหภูมิในการเจริญของจุลินทรีย์ ได้แก่ อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และช่วงอุณหภูมิที่จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคสามารถเจริญได้
- การทนความร้อนของจุลินทรีย์แต่ละประเภท cell ของจุลินทรีย์ สปอร์และสารพิษที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นจากการเจริญในอาหาร มีความสามารถในการทนความร้อนแตกต่างกัน
- ความไวต่อสภาพความเป็นกรดด่างของสิ่งแวดล้อม ค่าความเป็นกรดด่างของสภาวะแวดล้อมที่เหมาะซึ่งไม่เหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์แต่ละชนิดแตกต่างกัน ผู้ผลิตอาหารควรมีความรู้เกี่ยวกับช่วงของค่าความเป็นกรดด่างที่จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคสามารถเจริญได้
- ความไวต่อความชื้น ค่า water activity แสดงปริมาณน้ำอิสระในสิ่งแวดล้อมที่จุลินทรีย์จะเจริญได้ จุลินทรีย์แต่ละชนิดสามารถเจริญได้ในสภาวะที่มีปริมาณน้ำอิสระต่าง ๆ กัน
- ความไวต่อสารเคมีที่ใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโต เป็นลักษณะเฉพาะของจุลินทรีย์แต่ละชนิด
- อิทธิพลของปริมาณออกซิเจนในสิ่งแวดล้อม การเจริญของจุลินทรีย์แบ่งเป็นลักษณะที่ต้องใช้ออกซิเจน เจริญไม่ได้เมื่อมีออกซิเจน เจริญไดทั้งมีและไม่มีออกซิเจน หรือเจริญได้เมื่อมีออกซิเจนในปริมาณเล็กน้อย
- ความไวต่อสภาวะการณ์บางชนิด เช่น รังสี สารฆ่าเชื้อ ปริมาณเกลือในสภาวะแวดล้อมสูง
- ความสามารถที่จะเจริญได้รวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำ

*** การควบคุมอันตรายจากจุลินทรีย์เฉพาะบางชนิด**

Clostridium botulinum ควบคุมโดย

- ให้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลานานที่เพียงพอจะทำลายสปอร์ได้
- เติมสารยับยั้งการงอกของสปอร์
- ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ต่ำกว่า 4.5
- ลดปริมาณน้ำอิสระในอาหารซึ่งจุลินทรีย์จะใช้ในการเจริญเพิ่มจำนวนลงจนถึงจุดที่จะไม่สามารถเจริญได้
- ควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 3 °ซ เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์
- ปล่อยให้อาหารอยู่ในสภาพมีออกซิเจน
- ให้ความร้อนแก่อาหารอย่างทั่วถึง

Listeria monocytogenes ควบคุมโดย

- ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ต่ำกว่า 4.5
- ให้ความร้อนแก่อาหารอย่างทั่วถึงและเพียงพอ
- หลีกเลี่ยงการก่อให้เกิดการปนเปื้อน
- ลดปริมาณน้ำอิสระในอาหารซึ่งจุลินทรีย์จะใช้ในการเจริญได้

- ควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 1 °ซ

Salmonella spp. ควบคุมโดย

- การทำให้อาหารสุกทั่วถึง
- ป้องกันอาหารที่ทำสุกแล้วจากการปนเปื้อนซ้ำใหม่
- ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ต่ำกว่า 4.5
- เก็บรักษาอาหารที่ต่ำกว่า 4 °ซ และสูงกว่า 60 °ซ
- ดูแลควบคุมสุขลักษณะของผู้สัมผัสอาหาร

Escherichia coli ที่ทำให้เกิดโรค รวมทั้ง O157:H7 ควบคุมโดย

- ทำอาหารให้สุกและอุ่นอาหารให้ร้อนอย่างทั่วถึง
- เก็บอาหารที่เย็นต่ำกว่า 4 °ซ
- ดูแลควบคุมการสุขาภิบาลและเข้มงวดในการรักษาสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงานผลิตอาหารที่ต้องสัมผัสอาหาร
- ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ต่ำกว่า 4.5
- ลดปริมาณน้ำอิสระในอาหารซึ่งจุลินทรีย์จะใช้ในการเจริญได้

Staphylococcus aureus ควบคุมโดย

- ดูแลสุขลักษณะในการประกอบอาหาร
- ไม่อนุญาตให้ผู้ที่กำลังเป็นแผลพุพองหรือเป็นหนอง เข้าสัมผัสอาหารหรืออุปกรณ์ที่ใช้สัมผัสอาหาร
- เก็บรักษาอาหารที่ต่ำกว่า 4 °ซ และอาหารร้อนให้สูงกว่า 60 °ซ

Clostridium perfringens ควบคุมโดย

- ดูแลการให้ความร้อนแก่อาหารอย่างถูกต้อง
- ทำให้อาหารเย็นลงอย่างรวดเร็วเพื่อเลี่ยงการทิ้งอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 43-45 °ซ เป็นเวลานาน เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญของเชื้อ

*** อันตรายจากสารเคมี**

สารเคมีที่มีปะปนในอาหารอาจทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการเจ็บป่วยได้ ในบางกรณีทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการแพ้ ซึ่งอาจเป็นเฉพาะบุคคลที่มีความไวต่อสารนั้น ๆ สูง เช่น สารซัลไฟต์ ผงชูรส อย่างไรก็ตามในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตอาหารด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ได้มีการใช้สารเคมีหลายชนิด เพื่อช่วยทำให้อาหารมีลักษณะตามต้องการ ตัวอย่างเช่น

- การเพาะปลูกพืชผักผลไม้ มีการใช้สารเคมีเพื่อการเกษตร ได้แก่ สารกำจัดแมลงศัตรูพืช สารกำจัดวัชพืช ปุ๋ย วิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์
- การทำปศุสัตว์และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การมีการใช้ฮอร์โมนเร่งการเจริญ ใช้สารปฏิชีวนะหลากหลายชนิดในการรักษาโรคและป้องกันโรค

- การทำผลิตภัณฑ์อาหาร มีการเติมวัตถุเจือปนอาหารประเภทต่าง ๆ เพื่อแต่งกลิ่น สี รส และลักษณะเนื้ออาหาร และใช้สารเคมีช่วยในกระบวนการผลิต เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์เพื่อช่วยสกัดน้ำมันพืช
- การดูแลรักษาสถานที่ผลิต และเครื่องมืออุปกรณ์ให้คงสภาพ มีการใช้สีทาเคลือบผิวผนังอาคารและวัสดุ การใช้น้ำมันหล่อลื่นในเครื่องมือเครื่องจักและสายพานต่าง ๆ
- การดูแลด้านการสุขาภิบาล มีการใช้น้ำยาขัดล้าง น้ำยาฆ่าเชื้อ และสารเคมีกำจัดหนูและแมลงต่าง ๆ ในอาคารสถานที่

นอกจากนี้ ยังอาจมีสารเคมีอื่น ๆ ที่ปะปนมาในอาหารที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์หรือพืชจากมลภาวะของสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ เช่น สารตะกั่ว สารปรอท สารหนู PCB's (polychlorinated biphenyls) Cadmium สารที่เข้าสู่ห่วงโซ่อาหารในขั้นตอนต่าง ๆ อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ สารที่อาจก่อให้เกิดอันตรายเหล่านี้อาจแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1. สารเคมีปนเปื้อนจากการทำอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม เช่น สารตะกั่ว สารปรอท สารหนู PCB's และ Cadmium มาจากเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดที่อาจมีปะปนในสัตว์น้ำและไขมันของสัตว์บก สาร dioxins เกิดจากมลภาวะทางอุตสาหกรรม อาจปะปนอยู่ในสัตว์น้ำ น้ำนมและไขมันสัตว์ สารปรอท ซึ่งปะปนในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมบางประเภทมีปะปนในสัตว์น้ำ สารตะกั่วจากเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงที่มีสารตะกั่ว จากการเชื่อมโลหะ จากสีทาและวัสดุเคลือบผิว มักพบปะปนในพืชผัก อาหารกระป๋อง อาหรที่มีฤทธิ์เป็นกรด สาร Cadmium มาจากอุตสาหกรรมบางประเภท พบปะปนในธัญพืช ผัก เนื้อสัตว์ และหอย

2. สารปนเปื้อนทางชีวภาพ เช่น สารพิษจากพืชตามธรรมชาติ จำพวก oxalates จากชา โกโก้ ผักขม หัวบีท glycoalkaloids จากหัวมันบางชนิด (solanine) cyanide จาก lima bean และมันสำปะหลัง phytohaemoglutinin จากถั่วชนิดต่าง ๆ สารพิษจากเชื้อราเกิดจากการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม และสารพิษจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น สาร ciguatera ในปลา และ paralytic shellfish poison ในหอยบางชนิด ซึ่งเกิดจากสิ่งมีชีวิตในทะเลที่เรียกว่า dinoflagellates สาร pyrrolizidin alkaloids จากพืชที่เป็นพิษต่าง ๆ ที่มักปะปนในธัญพืชและน้ำผึ้ง สาร histamine เกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสีย พบในปลา และเนยแข็ง

3. สารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการเพาะปลูก การปศุสัตว์ และการผลิตอาหาร แบ่งได้เป็น

- ประเภทเคมีการเกษตร ได้แก่ สารตกค้างจากเคมีกำจัดศัตรูพืช เช่น ยากำจัดแมลงประเภท organochlorine, organophosphorus, carbamate สารตกค้างจากยาสัตว์ เช่น สารต้ายจุลินทรีย์ สารฮอร์โมน ยารักษาโรคสัตว์ต่าง ๆ สารอบฆ่าตัวอ่อนแมลง สารกำจัดชื้อรา สารกำจัดวัชพืช ปุ๋ย สารเร่งการเจรยของพืช สารกำจัดสัตว์กัดแทะ สารกำจัดพยาธิ สารกำจัดหอยที่ทำลายพืช
- ประเภทวัตถุเจือปนอาหารที่เติมลงโดยตรง เช่นสารที่เติมป้องกันการรวมตัวเป็นก้อน สารต้านจุลินทรีย์ สารกันหืน สีที่ใช้ผสมอาหารต่าง ๆ สารช่วยการหมักดอง เอนไซม์ สารช่วยให้เกิดการรวมตัวเป็นอิมัลชั่น สารช่วยการคงรูป สารแต่งกลิ่นรส สารช่วยให้ฟู สารป้องกันการติดเป็นก้อน สารให้ความหวานแทนน้ำตาลต่าง ๆ สารเสริมคุณค่าทางโภชนาการ การควบคุมค่าความเป็นกรดต่าง สารช่วยไม่ให้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงของสีอาหาร ตัวทำละลาย สารเพิ่มความข้น สารทำให้เกิดฟอง สารที่ช่วยเพิ่มคุณลักษณะของเนื้อสัมผัส

- ประเภทที่ปนในอาหารโดยทางอ้อม ซึ่งอาจหลงเหลืออยู่ในอาหาร เช่น สารสำหรับสกัดไขมัน สารที่ใช้ในการผลิตภาชนะและสิ่งห่อหุ้มอาหาร สารช่วยกรอง และ processing aids อื่น ๆ

4. สารปนเปื้อนที่เกิดระหว่างการผลิต เช่น โละหนักที่อาจละลายจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหาร น้ำมันหล่อลื่นสายพานและเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต เคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด ต่าง ๆ สารพวก polynuclear aromatic hydrocarbons

5. สารที่ไม่ได้รับอนุญาตให้เติมลงในอาหาร เช่น บอแรกซ์ ซอล์ก ฟอร์มัลดีไฮ์ สีที่ไม่ได้รับอนุญาติ ซึ่งไม่มีความปลอดภัยที่จะใช้กับอาหาร

สารเคมีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้มีการศึกษาวิจัยความเป็นพิษ และมีค่ากำหนดปริมาณสูงสุดที่จะยอมให้มีได้ในอาหารประเภทต่าง ๆ โดยกำหนดไว้ในมาตรฐานอาหารทางด้านสาธาณสุขของแต่ละประเทศ และองค์กรมาตรฐานระหว่างประเทศต่าง ๆ

*** อันตรายจากวัตถุปนปลอมในอาหาร**

อันตรายทางด้านกายภาพของอาหารมักเกิดจากวัตถุปนปลอมต่าง ๆ ซึ่งปกติจะไม่มีอยู่ในอาหารนั้น และอาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยหรือเป็นที่น่ารังเกียจ และมีผลต่อจิตใจของผู้บริโภค จากรายงานของประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วง ปี 1983-1988 พบว่า 14% ของสิ่งปนปลอมในอาหารที่ได้รับการร้องเรียนจากผู้บริโภค ทำให้เกิดการบาดเจ็บ สำหรับสิ่งปนปลอมที่พบบ่อย คือ เศษแก้ว ส่วนวัสดุอื่น ๆ ที่พบได้แก่ ไม้ หิน กรวด เศษโลหะ แมลงและชิ้นส่วนแมลง เศษฉนวนป้องกันความร้อน กระดูก ก้าง เศษพลาสติก ซึ่งมีการปะปนเข้าสู่อาหารที่ผลิตเพื่อจำหน่ายโดยมีสาเหตุจากวัตถุดิบไม่มีคุณภาพ เครื่องมืออุปกรณ์ไม่คงทนปรือไม่เหมาะสม วิธีผลิตไม่รอบคอบ และการปฏิบัติของผู้สัมผัสอาหารไม่ถูกต้องตามวิะปฏิบัติที่ดีในการผลิตอาหาร แหล่งที่มาของสิ่งปลอมปนที่ไม่พึงปรารถนา:

- เศษแก้ว อาจกะเทาะจากขวดแก้ว โป๊ะครอบดวงไฟให้แสงสว่าง ภาชนะที่มีแก้วเป็นส่วนประกอบ กระจกหน้าปัทม์เครื่องมือวัดค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร
- เศษไม้ ติดมากับวัตถุดิบอาหารจากแหล่งเพาะปลูก จากแท่นไม้ที่ใช้รองกล่องใส่วัตถุดิบ กล่องไม้ที่ใช้บรรจุ หรือชิ้นส่วนของอาคาร
- เศษหิน ก้อนกรวด ติดมาจากไร่นาสวน หรือการก่อสร้าง เศษโลหะ มักหลุดจากเครื่องจักรกลที่ใช้ในไร่นา
- เศษสายไฟ ลวดมัดสิ่งของ และเศษโลหะจากเครื่องมือที่ผู้สัมผัสอาหารใช้ แมลง และสิ่งสกปรกอื่น ๆ เช่น ผม ขน ขี้หนู ขนนก อาจเข้าปะปนในอาหาร จากไร่นา หรือการเก็บรักษาหลังกระบวนการผลิต
- เศษกระดูก เปลือก ก้าง และเมล็ดแข็ง ติดมากับวัตถุดิบ และกรรมวิธีการผลิต
- เศษพลาสติก หรือกระดาษ อาจติดมากับวัตถุดิบ หรือจกาภาชนะ และสิ่งห่อหุ้มอาหาร รวมทั้งอาจเกิดจากการขาดความระมัดระวังของผู้ผลิตอาหาร ชิ้นส่วนจากเครื่องใช้ส่วนบุคคล เช่น ชิ้นส่วนเครื่องประดับ

กระดุม ตุ้มหู พลาสเตอร์ ก้นบุหรี่ ปลอกปากกากระดาษห่อหมากฝรั่ง สิ่งเหล่านี้อาจเข้าปะปนในอาหารได้จากการขาดการกำกับดูแลบุคลากรในการผลิตที่ดีพอ

*** วิธีการควบคุมอันตรายด้านกายภาพของอาหาร**

การควบคุมไม่ให้มีสิ่งปนปลอมอันไม่พึงปรารถนาในผลิตภัณฑ์อาหาร เริ่มด้วยการกำหนดคุณสมบัติของวัตถุดิบ การตรวจสอบขณะรับวัตถุดิบเข้าทำการผลิต การกำหนดให้มีใบรับรองคุณภาพจากผู้ขาย การหามาตรการตรวจสอบและคัดแยกสิ่งปนปลอม เช่น เครื่องตรวจโลหะ เครื่อง X-rays เครื่องคัดกรอง แยกสิ่งแปลกปลอมโดยใช้หลักความหนาแน่นที่ต่างจากอาหาร ใช้ลมเป่า การควบคุมกำจัดแมลงและสัตว์รบกวน การจัดการสุขาภิบาลโรงงานที่ดี ปรับเปลี่ยนวิธการที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนปลอมสูง และให้การศึกษาอบรมแก่ผู้สัมผัสอาหาร

เอกสารอ้างอิง

1. Von Bockelmann, B. 1994. Potential Microbiological Hazards in the Environment. WHO/ICD Training Course Manual o HACCP System.
2. Stevenson, K.E. 1993. HACCP Establishing Hazard Analysis Critical Control Point Programs Washington D.C.; The Food Processors Institute.
3. Pierson, M.D., Corett, D.A. Jr. 1992. HACCP Principles and Applications. New York; Chapman & Hall.

ประวัติวิทยาร

นายสุรเดช ด่านชลวิจิตร

การศึกษา เภสัชศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสบการณ์ในการทำงาน

พ.ศ. 2542 – ปัจจุบัน หัวหน้างานตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุขภาพ กลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภค
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิษณุโลก

พ.ศ. 2535 - 2542 หัวหน้าฝ่ายเภสัชกรรมชุมชน โรงพยาบาลชาติตระการ
จังหวัดพิษณุโลก

ภาคผนวก ก

เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์

เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์
คณะกรรมการจริยธรรมเกี่ยวกับการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อโครงการ การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก
Production of Noodle from Broken Rice

ชื่อหัวหน้าโครงการ ดร.ศจี สุวรรณศรี

เลขที่โครงการ/รหัส 48 03 01 0006

สังกัดหน่วยงาน/คณะ เกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การรับรอง ขอรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวข้างบนนี้ได้ผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมเกี่ยวกับการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 8/2548 เมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2548

ลงนาม

(รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑล สงวนเสริมศรี)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมเกี่ยวกับการวิจัยในมนุษย์

ภาคผนวก ข
แบบตอบรับการเข้าร่วมสัมมนารับฟังสรุปและเผยแพร่ผลงานวิจัย

แบบตอบรับการเข้าร่วมสัมมนารับฟังสรุปและเผยแพร่ผลงานวิจัย

คลินิกเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยนเรศวร

เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก"

ในวันพุธที่ 21 ธันวาคม 2548 เวลา 09.00 – 13.30 น.

ณ ห้อง AG1104 (เกษตรศาสตร์ 3)

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

1. ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว)..... นามสกุล.....
2. ประเภทธุรกิจ.....……....
2. สถานที่ติดต่อ เลขที่..... หมู่.....ถนน/ซอย.....
   ตำบล/แขวง.....อำเภอ/เขต.....จังหวัด.....
   รหัสไปรษณีย์.....โทรศัพท์.....โทรสาร.....
   โทรศัพท์มือถือ.....….....E – mail .....……..……..……
3. การเข้าร่วมอบรม

   O สามารถเข้าร่วมร่วมสัมมนารับฟังสรุปและเผยแพร่ผลงานวิจัยตามวัน เวลา และสถานที่ดังกล่าวได้ และมีผู้ติดตาม จำนวน .....คน ได้แก่

   1. .....
   2. .....
   3. .....

   O ไม่สามารถเข้าร่วมอบรมได้ แต่ขอส่งผู้เข้าร่วมอบรมแทนจำนวน .....คน ได้แก่

   1. .....
   2. .....
   3. .....

   O ไม่สามารถเข้าร่วมอบรมได้ และไม่มีผู้เข้าร่วมอบรมแทน

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม และส่งแบบตอบรับได้ที่

ดร. ศจี สุวรรณศรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ.พิษณุโลก 65000 โทรศัพท์ (055) 261000-4 ต่อ 2703, 2743

โทรสาร (055) 261987 E-mail: suwansris@yahoo.com มือถือ (09) 9611016

ดร. ศจี สุวรรณศรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ฯ
มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ (055) 261000-4 ต่อ 2703, 2743 โทรสาร (055) 261987

สิ่งตีพิมพ์

สัมมนารับฟังสรุปและเผยแพร่ผลงานวิจัย คลินิกเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยนเรศวร
เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก" วันพุธที่ 21 ธันวาคม 2548 เวลา 09.00 – 13.30 น. ณ ห้อง AG1104 (เกษตรศาสตร์ 3)
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

กรุณาปิดผนึกส่งตามที่อยู่ด้านล่าง

สิ่งตีพิมพ์

ส่ง

ดร. ศจี สุวรรณศรี
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ฯ
มหาวิทยาลัยนเรศวร
ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

สัมมนารับฟังสรุปและเผยแพร่ผลงานวิจัย คลินิกเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยนเรศวร
เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก" วันพุธที่ 21 ธันวาคม 2548 เวลา 09.00 – 13.30 น. ณ ห้อง AG1104 (เกษตรศาสตร์ 3)
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ภาคผนวก ค
แบบประเมินผลการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย

แบบประเมินผลการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย

“การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก”

วันพุธที่ 21 ธันวาคม 2548 เวลา 08.00 น. – 13.30 น.

ณ ห้องเกษตรศาสตร์ 3 คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

1. อายุของท่าน

☐ ต่ำกว่า 25 ปี ☐ 26 – 35 ปี ☐ 36-45 ปี ☐ 46-55 ปี ☐ มากกว่า 55 ปี

2. อาชีพ

☐ ข้าราชการ ☐ พนักงานบริษัท ☐ พนักงานรัฐวิสาหกิจ ☐ ธุรกิจส่วนตัว

☐ นักศึกษา ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

3. ท่านมีความคิดเห็นต่อประเด็นเหล่านี้อย่างไร (โปรดกาเครื่องหมาย √)

	ดีมาก	พอใช้	ควรปรับปรุง
3.1 รูปแบบของการจัดสัมมนา			
3.2 ความน่าสนใจของเนื้อหาที่นำมาจัดสัมมนา ในหัวข้อต่อไปนี้			
- “การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก”			
- การพัฒนาสถานที่ผลิตอาหารตามเกณฑ์ GMP			
3.3 ข้อมูลจากการสัมมนาจะเป็นประโยชน์ต่อท่านและหน่วยงานของท่าน			
3.4 สถานที่เหมาะสมสำหรับการจัดสัมมนา			
3.5 ความเหมาะสมของอาหารว่าง อาหารกลางวัน และเครื่องดื่ม			

4. เหตุจูงใจในการเข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการฯในครั้งนี้ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ หัวข้อการสัมมนามีความสอดคล้องกับงาน/ ความสนใจของท่าน

☐ มีความประสงค์พัฒนาธุรกิจของท่านให้มีมาตรฐาน

☐ มาสัมมนา โดยทราบจากสื่อ O จดหมายเชิญ O วิทยุ O website คลินิกเทคโนโลยี O อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

5. ก่อนเข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการฯ ท่านมีความสนใจต้องการทราบข้อมูลด้านใดเป็นพิเศษ.....……...…

เพราะ.....

หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการฯ แล้วท่านบรรลุความตั้งใจดังกล่าวหรือไม่

☐ บรรลุ : O มาก O น้อย เพราะ.....

☐ ไม่บรรลุ เพราะ.....

6. จากการเข้าร่วมการสัมมนา ท่านสนใจข้อมูลใดที่นำเสนอในการสัมมนา ครั้งนี้เป็นพิเศษ

.....

ท่านคิดว่า จะสามารถนำสิ่งที่ท่านให้ความสนใจนั้นไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินธุรกิจของท่านได้หรือไม่ อย่างไร

.....

7. ท่านคิดว่าหัวข้อการสัมมนา ที่จัดมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาวะเศรษฐกิจ และการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศในปัจจุบันหรือไม่ ☐ เหมาะสม ☐ มีเฉพาะบางส่วนเท่านั้นที่เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม หากไม่เหมาะสม ท่านคิดว่าควรเพิ่มเติมหัวข้อใดหรือไม่……..

8. ท่านมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดสัมมนา หรือไม่อย่างไร.....…….....

.....……....

ขอบพระคุณอย่างสูงในความร่วมมือ

ภาคผนวก ง
ผลการประเมินการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย

ผลการประเมินการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย
“การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก”
วันพุธที่ 21 ธันวาคม 2548 เวลา 08.00–13.30 น.
ณ ห้องเกษตรศาสตร์ 3 คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผลประเมินการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย “การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก” จากแบบสอบถามของผู้เข้าร่วมสัมมนา 19 คน มีรายละเอียดดังนี้

1. อายุของผู้เข้าร่วมสัมมนา แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อายุของผู้เข้าร่วมสัมมนา

อายุ (ปี)	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
ต่ำกว่า 25 ปี	5	27.8
25 – 35 ปี	9	50.0
36-45 ปี	2	11.1
มากกว่า 55 ปี	2	11.1

2. อาชีพของผู้เข้าร่วมสัมมนา แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อาชีพของผู้เข้าร่วมสัมมนา

อาชีพ	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
ข้าราชการ	3	16.7
พนักงานบริษัท	4	22.2
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	-	-
ธุรกิจส่วนตัว	11	61.1
นักศึกษา	-	-
อื่น ๆ (โปรดระบุ)	-	-

3. ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมสัมมนา ต่อประเด็นต่าง ๆ

ประเด็น	ดีมาก	พอใช้	ควรปรับปรุง
3.1 รูปแบบของการจัดสัมมนา	94.7	5.3	-
3.2 ความน่าสนใจของเนื้อหาที่นำมาจัดสัมมนา ในหัวข้อต่อไปนี้			
- “การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก”	83.3	16.7	-
- การพัฒนาสถานที่ผลิตอาหารตามเกณฑ์ GMP	56.2	37.5	6.3
3.3 ข้อมูลจากการสัมมนาเป็นประโยชน์ต่อท่านและหน่วยงาน	88.9	11.1	-
3.4 สถานที่เหมาะสมสำหรับการจัดสัมมนา	94.1	5.9	-
3.5 ความเหมาะสมของอาหาร และเครื่องดื่ม	87.5	12.5	-

4. เหตุจูงใจในการเข้าร่วมสัมมนาในครั้งนี้ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

เหตุจูงใจ	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
4.1 หัวข้อการสัมมนามีความสอดคล้องกับงาน/ ความสนใจของท่าน	14	73.7
4.2 มีความประสงค์พัฒนาธุรกิจของท่านให้มีมาตรฐาน	8	42.1
4.3 ได้รับจดหมายเชิญ	10	52.6

5. ก่อนเข้าร่วมสัมมนาท่านมีความสนใจต้องการทราบข้อมูลต่อไปนี้เป็นพิเศษ

ความสนใจก่อนเข้าร่วมสัมมนา	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
5.1 ข้อมูลการผลิตก๋วยเตี๋ยว	2	10.5
5.2 ข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุดิบข้าวหัก	9	47.4
5.3 ข้อมูลด้านการปนเปื้อนจุลินทรีย์	2	10.5
5.4 ไม่ตอบ	6	31.6

ผลการสอบถามพบว่า หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการฯ แล้วผู้เข้ารับการอบรมบรรลุความตั้งใจดังกล่าว 100 %

6. ผู้เข้าร่วมสัมมนาสนใจข้อมูลใดที่นำเสนอในการสัมมนา ครั้งนี้เป็นพิเศษ

ความสนใจหลังเข้าร่วมสัมมนา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
6.1 การผลิตก๋วยเตี๋ยว	4	21.0
6.2 GMP ในการผลิตก๋วยเตี๋ยว	3	16.8
6.3 การจัดตั้งห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพ	3	16.8
6.4 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์	1	5.3
6.5 ไม่ตอบ	8	40.1

ผู้เข้าร่วมสัมมนา 12 คน หรือ ร้อยละ 63 มีความเห็นว่า สามารถนำสิ่งที่ตนให้ความสนใจนั้นไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินธุรกิจได้

7. ผู้เข้าร่วมสัมมนาจำนวน 15 คน หรือ ร้อยละ 88.2 มีความเห็นว่าหัวข้อการสัมมนาที่จัดมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาวะเศรษฐกิจ และการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศในปัจจุบัน และ ผู้เข้าร่วมสัมมนาจำนวน 2 คน หรือ ร้อยละ 11.8 มีความเห็นว่าหัวข้อการสัมมนาที่จัดมีเฉพาะบางส่วนเท่านั้นที่เหมาะสม

8. ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดสัมมนาครั้งนี้

ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
8.1 ควรจัดให้มีการสัมมนาเช่นนี้อีก	5	26.3
8.2 ควรเพิ่มเติมงานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เส้นชนิดอื่น เช่น ขนมจีน	1	5.3
8.3 ควรจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับการแปรรูปอาหาร เคมีอาหาร	1	5.3
8.4 ไม่ตอบ	12	63.1

ภาคผนวก จ

สรุปผลการดำเนินกิจกรรมโครงการวิจัย เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก"

สรุปผลการดำเนินกิจกรรมโครงการวิจัย เรื่อง "การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก"

1. รายงานสรุปฉบับสมบูรณ์ และจัดทำข้อเสนอแนะ 1 ฉบับ
2. จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว และผู้เกี่ยวข้อง 1 ครั้ง
3. นำเสนอผลการวิจัยในการประชุมวิชาการ
4. นำเสนอผลการวิจัยผ่านสื่อวิทยุ
5. เผยแพร่ผลงานผ่าน website คลินิกเทคโนโลยีกระทรวงวิทยาศาสตร์ และคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร

หมายเหตุ กิจกรรมในข้อ 3 และ 4 จะนำเสนอภายในเดือนกรกฎาคม 2549

การติดตามความสำเร็จของโครงการ

กำหนดให้มีการติดตาม / ประเมินผลโครงการหลังจากสิ้นสุดโครงการภายใน 3 เดือน โดยการสัมภาษณ์ และประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการ ณ โรงงานผลิต (ประมาณเดือน มีนาคม 2549) ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ มีดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์คุณภาพต่ำมีจำนวนน้อยลง หรือลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 20%
2. ผู้ประกอบการสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่ได้รับในกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดอย่างมีประสิทธิภาพ

ภาคผนวก ฉ

ภาพอุปกรณ์ การผลิตและการวิเคราะห์คุณภาพ

ภาพที่ 8 เครื่องสีข้าว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

ภาพที่ 9 เครื่องแยกเมล็ดข้าว ณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

ภาพการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวในโรงงาน

ภาพที่ 10 ข้าวหักที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและแช่ในน้ำสะอาด

ภาพที่ 11 ล้างข้าวข้าวหักด้วยน้ำสะอาด และเตรียมบด

ภาพที่ 12 บดข้าวหักผ่านเครื่องบดให้เป็นน้ำแป้ง

ภาพที่ 13 บดข้าวหักให้เป็นน้ำแป้งผ่านเครื่องบด

ภาพที่ 14 วัดความเข้มข้นของน้ำแป้ง

ภาพที่ 15 แผ่นแป้งผ่านเครื่องนึ่ง

ภาพที่ 16 แผ่นแป้งผ่านเครื่องอบ

ภาพที่ 17 แผ่นแป้งที่นึ่งสุก และอบเพื่อลดความชื้น

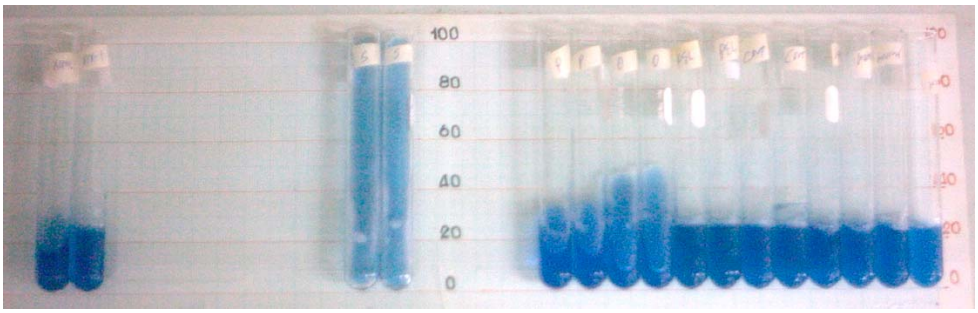
ภาพที่ 18 รวบรวมแผ่นแป้งที่นึ่งสุก และวางซ้อนให้เป็นระเบียบ

ภาพที่ 19 แผ่นแป้งที่นึ่งสุก และวางซ้อนเป็นระเบียบ

ภาพที่ 20 เตรียมแผ่นแป้งที่นึ่งสุกเพื่อตัดเป็นเส้น

ภาพที่ 21 ผ่านเครื่องตัดเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว

การทดสอบคุณภาพข้าวหัก และคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยว



ภาพที่ 22 การวิเคราะห์ความคงตัวของแป้งสุก

ภาพที่ 23 เครื่องวัดความหนืดแป้ง Brabender visco amylograph

ภาพที่ 24 การวัดเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวสุกด้วยเครื่อง Instron Texture Analyzer

ภาพที่ 25 การวัดเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวสุก

ภาพที่ 26 ทดสอบทางประสาทสัมผัสในโรงงาน

ภาพที่ 27 ทดสอบทางประสาทสัมผัสในโรงงาน

ภาพที่ 28 ห้องปฏิบัติการทางประสาทสัมผัส อาคารปฏิบัติการแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาพที่ 29 การสุ่มหาตำหนิเศษปลอมปนบนแผ่นแป้ง

ภาพที่ 30 เตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบประสาทสัมผัส