65

การพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้ากึ่งสำเร็จรูป
(DEVELOPMENT OF INSTANT PASTA)

โดย
นางสาวเสาวภาคย์ วัฒนพาหุ

664.755
ส943ก

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบาญ

หน้า

สารบาญ i

สารบาญตาราง ii

สารบาญภาพ iii

บทที่ 1

บทนำ 1

วัตถุประสงค์ 1

บทที่ 2 2

แป้ง 3

อะไมโลส และอะไมโลเพกติน 4

ไขมัน 4

สมบัติของแป้ง 6

การดัดแปรแป้ง 7

แป้งพรีเจล 10

แป้งครอสลิงค์ 11

พาสต้า 12

พาสต้าอบแห้ง 13

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย 22

อุปกรณ์และวิธีการ 22

วิธีทดลอง 22

ผลการทดลอง 27

สรุปผลการทดลอง 34

บรรณานุกรม 35

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
1	ส่วนประกอบของแป้งในพืชชนิดต่าง ๆ	5
2	ส่วนผสมในการผลิตเส้นพาสต้า	27
3	อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งเส้นพาสต้า	28
4	ระยะเวลาการคืนตัวและสมบัติทางกายภาพของเส้นพาสต้าอบแห้ง	28
5	ระยะเวลาการคืนตัวและสมบัติทางกายภาพของเส้นพาสต้าอบแห้งที่มีการทดแทนแป้งดัดแปรแบบต่าง ๆ	30
6	ค่าสีและลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าอบแห้งที่มีการทดแทนแป้งดัดแปรแบบต่าง ๆ	31

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้าที่
1	โครงสร้างของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน	4
2	ลักษณะของเส้นพาสต้าอบแห้งแบบต่าง ๆ	13
3	ลักษณะของเส้นพาสต้าสดและเส้นพาสต้าอบแห้ง	14
4	กระบวนการผลิตและการขึ้นรูปเส้นพาสต้า	24
5	กระบวนการผลิตเส้นพาสต้าอบแห้ง	25
6	การศึกษาการคืนตัวของเส้นพาสต้าที่ผ่านการอบแห้ง	26
7	เส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร	32

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้ากึ่งสำเร็จรูป
(DEVELOPMENT OF INSTANT PASTA)

โดย นางสาวเสาวภาคย์ วัฒนพาหุ
ภาควิชา คหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

การศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตเส้นพาสต้าอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้เวลาในการคืนตัวต่ำ พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเส้นพาสต้า คือใช้แป้งสาลีโปรตีนสูงร้อยละ 61.5 ร่วมกับไข่ไก่ และเกลือร้อยละ 36.9 และ 1.6 ตามลำดับ ขึ้นรูปเป็นเส้นขนาด 0.2 x0.3 x 45 เซนติเมตร แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5.40 ชั่วโมง จนผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้ายร้อยละ 11 แล้วนำไปคืนตัวในน้ำอุณหภูมิ 98 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสหนานุ่ม มีความยืดหยุ่นสูง และจากการศึกษาถึงชนิดและปริมาณที่เหมาะสมในการใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลีบางส่วน เพื่อลดเวลาในการคืนตัวของเส้นพาสต้าอบแห้ง พบว่า แป้งดัดแปรที่เหมาะสม คือ แป้งดัดแปรที่ผ่านกระบวนการเกิดเจล (pre gel) ร่วมกับการเกิดครอสลิงค์ (crosslink) ร้อยละ 0.03 จะช่วยปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านความยืดหยุ่น ความเหนียวและการยอมรับโดยรวมให้สูงขึ้น และอัตราการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดัดแปรที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 30 เนื่องจากให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น ความเหนียวและการยอมรับโดยรวม สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร และตัวอย่างที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรชนิดต่าง อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) รวมทั้งสามารถลดเวลาในการคืนตัวลงได้ร้อยละ 54

Abstract

This research aimed to study the formulations and the processes for instant pasta, which requires shorter rehydration time. Proper formulations were 61.5% of semolina, 36.9 % of eggs and 1.6% of table salt. The dough was formed to stripe with a dimension of 0.2*0.3*0.45 centimeters and dried at two various temperatures of ambient temperature and 98.1±1°C for 5.4 hours until reaching the final moisture content at 11%. Instant pasta was rehydrated by adding hot water (98±1°C) and allowing rehydration process for 30 minutes. With this method, better texture of pasta was obtained considering its softness and elasticity. Modified starch was partially substituted to semolina in order to reduce rehydration time. Substitution with pre-gelatinized and 0.03% cross-linked starch could improve pasta texture in terms of elasticity, stickiness and overall acceptance of the taste panelists. Proper substitution proportion was 30%

when considering sensory qualities of the pasta. Scores for elasticity, stickiness and overall acceptance were significantly higher ($p \leq 0.05$) than those of pasta produced without modified starch and substitution with other types of modified starch.

คำสำคัญ แป้งดัดแปร พาสต้า อาหารกึ่งสำเร็จรูป การทำแห้ง

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของการวิจัย

อาหารประเภทพาสต้าเป็นอาหารที่ปรุงและรับประทานสะดวก เส้นพาสต้าที่นำมาทำอาหารกันนั้นส่วนใหญ่ที่พบตามท้องตลาดเป็นเส้นพาสต้าแบบแห้ง เนื่องจากสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานานกว่าเส้นพาสต้าสด ซึ่งเส้นพาสต้าแห้งนั้นเวลาที่จะนำมาประกอบอาหารต้องผ่านการต้มในน้ำเดือดเป็นเวลานาน และการต้มเส้นพาสต้าเพื่อให้มีคุณภาพดีนั้นต้องใช้น้ำปริมาณมาก คือ อย่างต่ำต้องไม่น้อยกว่า 1:8 โดยอัตราส่วนของเส้นแห้ง : น้ำ จึงเป็นการไม่สะดวกและสิ้นเปลืองทั้งเวลาและพลังงานในการเตรียมอาหารจากพาสต้า ดังนั้นถ้าสามารถผลิตเส้นพาสต้ากึ่งสำเร็จรูปซึ่งสามารถคืนตัวในน้ำเดือดได้ในเวลาอันรวดเร็วย่อมเป็นการประหยัดเวลาและสะดวกต่อการใช้งาน

ด้วยเหตุที่ว่านี้ทำให้ผู้ทำการวิจัยมีความคิดที่จะทำการผลิตเส้นพาสต้าอบแห้งที่ใช้เวลาในการต้มน้อยลงกว่าเดิม โดยทำการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งพรีเจลาติไนซ์ซึ่งมี คุณสมบัติที่ดีในการดูดน้ำ เพื่อจะช่วยให้แป้งพาสต้าคืนตัวได้เร็วขึ้น ช่วยให้เกิดความสะดวก รวดเร็วในการนำไปรับประทานมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สามารถผลิตเส้นพาสต้าอบแห้งที่ใช้เวลาในการคืนตัวลดลง และเส้นพาสต้าที่ได้มีคุณลักษณะเหมือนเดิม
2. เส้นพาสต้าอบแห้งที่ทำการผลิตออกมาเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แป้ง

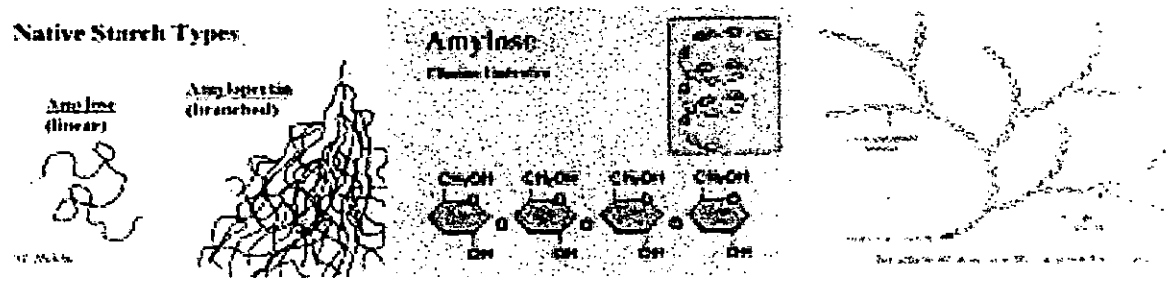
แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืชชั้นสูง พบในส่วนของคลอโรพลาสต์ (ในใบ) และในส่วนที่เป็นแหล่งสะสมอาหาร เช่น เมล็ดและหัว ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 6:10:5 มีสูตรเคมีโดยทั่วไป คือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ แป้งเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส ซึ่งประกอบด้วย anhydroglucose unit เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ glucosidic linkage ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ทางด้านตอนปลายของสายพอลิเมอร์มีหน่วยกลูโคสที่มีหมู่แอลดีไฮด์ เรียกว่า reducing end group แป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือ อะมิโลส (amylose) และอะมิโลเพกติน (amylopectin) แป้งจากแหล่งที่ต่างกันจะมีอัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินแตกต่างกัน ทำให้คุณสมบัติของแป้งแต่ละชนิดแตกต่างกัน แป้งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญทางโภชนาการของมนุษย์ อาหารส่วนใหญ่จะมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักแทบทุกชนิด แป้งสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ Flour และ Starch

Flour หมายถึง คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ มีไขมัน โปรตีน เกลือแร่ เจือปนอยู่ในปริมาณเล็กน้อย

สตาร์ช (starch) คือ แป้งที่มีการกำจัดไขมัน โปรตีน สารสี และเกลือแร่ออกไปจนเหลือเพียงคาร์โบไฮเดรทบริสุทธิ

อะไมโลส (amylose)

โครงสร้างของอะไมโลสประกอบด้วย D-glucopyranose เชื่อมต่อกันด้วยพันธะα-1,4-glucosidic เป็นเส้นตรงแต่ก็ยังปรากฏว่ามีกิ่งเล็กๆแยกออกไปแต่ก็ยังถือว่า เป็นโมเลกุลเส้นตรงซึ่งมีระดับการเกิดโพลิเมอร์ (degree of polymerization) คือ จำนวนหน่วยกลูโคสต่อโมเลกุล อยู่ในช่วง 500-2000 หน่วย แม้ว่าโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลอะมิโลสจะเป็นเส้นตรง แต่ก็สามารถเปลี่ยนรูปร่างไปตามสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลสมีหมู่ไฮดรอกซิลเป็นจำนวนมากทำให้มีความสามารถในการเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลอื่นได้สูง ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้เกิดรูปร่างโมเลกุลที่ แตกต่างกัน เช่น โครงสร้างรูปเกลียว (helical form) ที่เกิดขึ้นเป็นรูปร่างปกติของอะมิโลสในสถานะของแข็ง แต่ละเกลียวจะมี 6-D-glucose ต่อ 1 รอบ ส่วนโครงสร้างเกลียวคู่ (double helix) นั้นเกิดจากการขดตัวเข้าด้วยกันของสายอะไมโลส ตรงบริเวณช่องเปิดศูนย์กลางของเกลียวนั้น จะเป็นบริเวณที่เกิดโครงสร้างเชิงซ้อนกับโมเลกุลอื่นๆ เช่น ไอโอดีน ดังนั้นถ้าเติมสารละลายไอโอดีนลงในสารแขวนลอยแป้งที่กระจายตัว จะเกิดสารประกอบสีน้ำเงิน



ภาพที่ 1 โครงสร้างของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน

ที่มา : http://www.sigmaaldrich.com and http://www.biotopic.co.uk

อะมิโลเพคติน (amylopectin)

เป็นโมเลกุลที่มีกิ่งก้านมาก โดยบริเวณโมเลกุลที่เป็นสายตรง หน่วยของกลูโคสจะต่อกันด้วยพันธะ α-1,4-glucosidic ส่วนตรงบริเวณที่เกิดโซ่กิ่งนั้นจะต่อกันด้วยพันธะ α-1,6-glucosidic ทำให้อะมิโลเพคตินเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่มาก การที่อะมิโลเพคตินมีขนาดใหญ่และมีโครงสร้างที่เป็นกิ่งก้านทำให้มีความหนืดสูงเมื่อนำอะมิโลเพคตินไปละลายทำให้เกิดเจล

กิ่งของอะมิโลเพคตินจะสั้นกว่าโมเลกุลของอะมิโลส โซ่ตรงของอะมิโลเพคตินจะมีโมเลกุลของกลูโคสประมาณ 20-25 หน่วย จึงเป็นโซ่ที่สั้นทำให้ไม่พับเป็นเกลียว ดังนั้นเมื่อย้อมสีโดยสารละลายไอโอดินจะไม่เกิดสารประกอบสีน้ำเงิน แต่จะให้สารประกอบสีม่วงแดงแทน

จากการศึกษาโครงสร้างของอะมิโลเพคตินด้วยเอนไซม์ พบว่ามีลักษณะคล้ายกิ่งไม้ แต่ละโมเลกุลของอะมิโลเพคตินจะมีโซ่ 3 ชนิด ได้แก่ A,B,C โซ่A จะถูกจับด้วยโซ่อื่นๆไกซด้เพียงโซ่เดียวเท่านั้น โซ่ B จะคล้ายกับโซ่ A เพียงแต่ว่าโซ่ B นั้นจะถูกจับด้วยโซ่ A 1 โซ่หรือมากกว่านั้นที่คาร์บอนอะตอมตัวที่ 6 โซ่ B ยังสามารถจับกับโซ่ B อื่นได้อีกด้วย หรือสามารถจับกับโซ่ C ที่คาร์บอนอะตอมตัวที่ 1 ดังนั้น 1 โมเลกุลของอะมิโลเพคตินจะมีเพียง 1 reducing end

ส่วนประกอบอื่นภายในเม็ดแป้ง แบ่งออกเป็น

1. particulate material คือ ส่วนที่ไม่ใช่แป้ง ได้แก่ โปรตีนที่ไม่ละลายน้ำและผนังเซลล์ซึ่งจะมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตแป้ง

2. surface material คือ ส่วนที่ติดกับพื้นผิวของเม็ดแป้ง สามารถสกัดออกได้โดยไม่ต้องทำลายเม็ดแป้ง เช่น เยื่อหุ้มอะมิโลพลาสต์

3. internal components คือ ส่วนที่อยู่ภายในเม็ดแป้ง สามารถแยกออกได้ โดยการทำลายเม็ดแป้ง เช่น ไขมันในแป้งจากธัญพืช หมู่ฟอสเฟตในแป้งมันฝรั่ง และสารประกอบไนโตรเจนในแป้ง ส่วนประกอบอื่นที่มีผลต่อลักษณะและคุณสมบัติของเม็ดแป้งที่สำคัญ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า และฟอสฟอรัส ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิด ดังตาราง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเม็ดแป้งที่พบในแป้งชนิดต่าง ๆ

ชนิดแป้ง	ปริมาณ (%)				
	ความชื้น65% / 20°C	ไขมัน	โปรตีน	เถ้า	ฟอสเฟต
แป้งข้าวโพด	13	0.6	0.35	0.1	0.015
แป้งมันฝรั่ง	19	0.05	0.06	0.4	0.08
แป้งสาลี	14	0.8	0.4	0.15	0.06
แป้งมันสำปะหลัง	13	0.1	0.1	0.2	0.01
แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว	13	0.2	0.25	0.07	0.007
แป้งข้าวฟ่าง	13	0.7	0.3	0.08	-
แป้งข้าวเจ้า	-	0.8	0.45	0.5	0.1
แป้งสาคู	-	0.1	0.1	0.2	0.02
แป้ง amylo maize	13	0.4	-	0.2	0.07
แป้งมันเทศ	13	-	-	0.1	-

ที่มา : Maningat and Seib (1997)

ไขมัน

โดยส่วนใหญ่แป้งจะมีองค์ประกอบของไขมันอยู่ไม่ต่ำกว่า 1% ชนิดของไขมันที่อยู่ในแป้งมีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง เช่น มีผลต่อความหนืดของแป้ง ดังนั้นในการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งจะต้องกำจัดไขมันออกจากแป้งโดยสกัดด้วยตัวทำละลายหรือย่อยสลายโดยเอนไซม์ ไขมันภายในแป้งพบบริเวณผิวของเม็ดแป้ง ซึ่งประกอบด้วย triglyceride, free fatty acid, glucolipids, phospholipid และไขมันที่กระจายทั่วไปภายในเม็ดแป้ง โดยสร้างพันธะหลวม ๆ กับคาร์โบไฮเดรท แป้งจากพืชหัวและจากถั่วไม่มีไขมันภายในเม็ดแป้ง สำหรับแป้งจากธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี พบไขมันเล็กน้อย

ไขมันที่รวมอยู่ในเม็ดแป้งจะส่งผลกระทบต่อลักษณะและคุณสมบัติของแป้ง โดยจะลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และการจับตัวกับน้ำของแป้ง เมื่อเกิดฟิล์มและเกิดเจล ไขมันจะทำให้ฟิล์มและเจลมีลักษณะทึบแสงหรือขุ่น นอกจากนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวบริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้งจะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ เนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่สำหรับไขมันที่เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับอะมิโลสจะไม่ก่อให้เกิดกลิ่น เนื่องจากสามารถต้านทานการเกิดออกซิเดชั่นได้ แป้งจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลี มีกลิ่นแรงกว่าแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง เนื่องจากมีองค์ประกอบของไขมันสูงกว่า

โปรตีน / ไนโตรเจน

ภายในแป้งมีส่วนประกอบของโปรตีนอยู่ต่ำกว่า 1 % โดยโปรตีนจะจับตัวกับพื้นผิวของเม็ดแป้ง ทำให้เกิดผลกระทบต่อลักษณะของแป้ง คือ ทำให้เกิดประจุบนพื้นผิวเม็ดแป้ง มีผลต่อการกระจายตัวของเม็ดแป้ง ทำให้แป้งมีอัตราการดูดซึมน้ำ อัตราการพองตัว และการเกิดเจลาติไนซ์เปลี่ยนไป ทำให้เกิดปฏิกิริยา maillard ทำให้ สีและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงไป โดยส่วนใหญ่ปฏิกิริยานี้จะเกิดกับแป้งจากธัญพืช เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูง

เถ้า

แป้งโดยทั่วไปมีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม สามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้จากส่วนที่เหลือหรือเถ้าจากการ เผาไหม้โดยสมบูรณ์ ปริมาณเถ้าในแป้งมันฝรั่งจะสัมพันธ์กับหมู่ฟอสเฟตในแป้ง สำหรับเถ้าในแป้งจากธัญพืชจะสัมพันธ์กับปริมาณของฟอสโฟลิพิด

ฟอสฟอรัส

แป้งส่วนใหญ่มีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสอยู่น้อยกว่า 0.10% โดยแป้งจากธัญพืชมีฟอสฟอรัสในรูป phospholipid ประมาณ 0.06 ถึง 0.20 % และสำหรับแป้งที่ผลิตจากส่วนหัวหรือราก เช่น แป้งจากมันฝรั่งมีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสประมาณ 0.30 - 0.40 % ฟอสฟอรัสทำให้เม็ดแป้งมีประจุที่ผิวเป็นลบ แรงผลักระหว่างประจุลบทำให้แป้งมันฝรั่งมีคุณสมบัติพองตัวง่าย และมีความหนืดสูงกว่าแป้งชนิดอื่นๆ (Swinkels,1985)

คุณสมบัติของแป้ง

เมื่อเติมน้ำลงไปในแป้ง เม็ดแป้งจะดูดน้ำจนอิ่มตัว โดยเม็ดแป้งแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการดูดน้ำต่างกัน เช่น แป้งข้าวโพดดูดน้ำได้ 39.9 กรัม / 100 กรัม แป้งมัน 42.9 กรัม / 100 กรัมเป็นต้น แป้งดิบจะไม่ละลายเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิการเกิดเจล เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนยังไม่ถูกทำลาย แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นพันธะไฮโดรเจนถูกทำลาย น้ำจะซึมเข้าสู่เม็ดแป้งและจับกับหมู่ไฮดรอกซิล เม็ดแป้งเกิดการพองตัว เกิดการละลายเป็นผลให้ความหนืดและความใสเพิ่มขึ้น โดยปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวได้แก่ (Leach, 1965)

1. ชนิดของแป้ง

1.1 แป้งจากธรรมชาติ เป็นแป้งที่มีการพองตัวและการละลายน้อยที่สุด เนื่องจากมีอะไมโลสสูง โดยอะไมโลสจะทำให้โครงสร้างร่างแหของเม็ดแป้งแข็งแรง จึงเกิดการพองตัวต่ำ

1.2 แป้งจากรากหรือจากส่วนกลางของลำต้น เป็นแป้งที่พองตัวสูงกว่าแป้งจากธัญพืช เนื่องจากมีปริมาณอะไมโลสต่ำกว่า อุณหภูมิในการเกิดเจลจึงต่ำกว่า

1.3 แป้งจากส่วนหัว เช่น แป้งมันฝรั่ง มีการพองตัวสูงที่สุด เนื่องจากมีหมู่ฟอสเฟตอยู่ในโครงสร้าง

2. ความแข็งแรงและลักษณะของร่างแห

ขึ้นกับขนาด รูปร่าง ของเม็ดแป้ง การกระจายตัวของร่างแหภายในเม็ดแป้ง อัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน น้ำหนักโมเลกุล ความยาวของโซ่อะไมโลเพกติน

3. สิ่งเจือปน

ไขมัน จะยับยั้งการพองตัว จากการสร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับเม็ดแป้ง นอกจากนี้การเติมสารลดแรงตึงผิว เช่น โพแทสเซียมปาล์มมิเตต โพแทสเซียมสเตียเรต จะลดกำลังในการพองตัว ส่วนโซเดียมซัลเฟต จะเพิ่มกำลังพองตัวของเม็ดแป้ง

4. การดัดแปรทางเคมี

การดัดแปรด้วยกรด การเกิดออกซิเดชันด้วยไฮโปรคลอไรต์ จะทำให้ร่างแหแตกออก เม็ดแป้งกระจายตัวจึงเพิ่มการละลายและพองตัว ส่วนการดัดแปรด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์หรืออีเทอริฟิเคชัน จะทำให้พันธะของเม็ดแป้งอ่อนแอ ลดอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนซ์ และเกิดการพองตัวมากขึ้น ส่วนการเกิดครอสลิงค์เป็นการเพิ่มความแข็งแรงของพันธะ ทำให้การละลายและการพองตัวลดลง

การดัดแปรแป้ง

เนื่องจากแป้งมีคุณสมบัติเฉพาะตัว ซึ่งอาจไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน จึงมีการนำแป้งมาปรับเปลี่ยนคุณสมบัติให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางในระดับอุตสาหกรรม **แป้งดัดแปร (modified starch) ความหมายตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1073-2535 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ/หรือทางฟิสิกส์ จากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมแก่การ นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะเกณฑ์ชี้บ่งต่าง ๆของแป้งดัดแปรแต่ละประเภทจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2535)**

จุดประสงค์ในการดัดแปรแป้ง

แป้งธรรมชาติมีลักษณะเฉพาะ ไม่เหมาะนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรม หรือในกระบวนการผลิตที่ต้องใช้แรงเฉือนสูง พีเอชต่ำ นอกจากนี้แป้งดิบยังให้ช่วงความหนืดที่แคบ ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสต่ำ จึงมีการดัดแปรคุณสมบัติบางประการของแป้งดิบให้มีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น คงทนต่อกระบวนการผลิต การคืนตัว การแช่แข็ง การเกิดเจล การสูญเสียน้ำ ความเป็นกาว และคุณสมบัติอื่น ๆ (Ligh, 1990)

การแบ่งประเภทของแป้งดัดแปร

ชนิดของแป้งดัดแปรซึ่งแบ่งกลุ่มตาม Bemiller (1997) มีดังนี้

1. **การดัดแปรทางเคมี** (chemical modification) **แบ่งออกเป็น**

1.1 การเกิดอนุพันธ์ (Derivertization)

- การแทนที่สารในโมเลกุลเดี่ยวของแป้ง (monostarch substitution) โดยปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันเช่น แป้งแอซีเตต (starch acetate) ใช้ในอาหารที่ไม่เป็นกรด ใช้เป็น adhesive ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ หรือ ปฏิกิริยาอีเทอร์ริฟิเคชัน เช่น แป้งไฮดรอกซีเอทิล (hydroxyethyl starch) เหมาะสำหรับใช้ในอาหารที่ต้องเก็บไว้ในสภาวะที่มีการแช่แข็งและการคืนตัว หรือใช้ในการเคลือบผิวกระดาษ

- การแทนที่โมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ เช่น แป้งครอสลิง (cross-linked starch) แป้งดัดแปรที่ได้จะทนต่อสภาวะความเป็นกรด ความร้อน และสภาพที่มีแรงเฉือนจากเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร โดยผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ เช่น อาหารกระป๋อง พาสต้า ก๋วยเตี๋ยว และบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เป็นต้น

1.2 การลดขนาดโมเลกุลแป้งโดยกรด (acid thinning) เช่น acid modified starch หรือ thin-boiling starch แป้งชนิดนี้จะเริ่มเกิดเจลที่อุณหภูมิต่ำลงกว่าเดิมเมื่อเกิดการคืนตัวจะได้เจลที่แข็ง มีความสามารถในการยึดเกาะ สะดวกต่อการเทลงแบบแม่พิมพ์ สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกกวาด ทอฟฟี่ และช็อกโกแลต

1.3 เดกซ์ทริไนเซชัน (dextrinization) เป็นการลดขนาดหรือเปลี่ยนการจับเกาะของโซ่ข้าง (de-polymerization/transglycosylation)โดยใช้ความร้อนหรือความร้อนร่วมกับกรด เช่น มอลโตเดกซ์ทริน (maltodextrin) ทำให้ความสามารถในการละลายในน้ำเย็นเพิ่มขึ้น มีความหนืดขณะร้อนลดลง ฟิล์มที่ได้มีคุณสมบัติการเป็นกาวมากกว่าฟิล์มจากแป้งดิบ เพราะสามารถละลายได้ในปริมาณที่สูงกว่า ในขณะที่มีความหนืดน้อยกว่า และระเหยน้ำออกได้เร็ว ฟิล์มจึงแห้งเร็ว นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารพวกครีมเทียม ลูกกวาด ทอฟฟี่และซุปกึ่งสำเร็จรูป

1.4 ออกซิเดชัน (oxidation) เป็นการฟอกสีและลดขนาดของโมเลกุลของเม็ดแป้งโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน (bleaching และ polymerization) เช่น แป้งออกซิไดซ์ (oxidized starch) มีคุณสมบัติให้ความหนืดต่ำลงที่อุณหภูมิสูงขึ้น เป็นเจลที่คงตัวมากกว่าเดิม และมีคุณสมบัติในการไหลเมื่อแห้งดีขึ้น ใช้ในผลิตภัณฑ์พวกผงโรย เช่น หมากฝรั่งเพื่อไม่ให้ติดฟัน แต่ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยการเคลือบผิวหน้ากระดาษสำหรับกันหมึกซึม

1.5 การย่อยสลาย (hydrolysis) โดยใช้เอนไซม์หรือกรด เพื่อย่อยโมเกลุลของแป้งมีขนาดเล็กลง ตัวอย่างแป้งในกลุ่มนี้ได้แก่ enzymatically modified starch เช่น แบะแซ

2. การดัดแปรทางกายภาพ (Physical Modification)

2.1 เจลาติไนเซชัน (gelatinization) เป็นการให้ความร้อนแก่แป้งจนผ่านขั้นตอนของเจลาติไนเซชันแล้วทำให้แห้งทันที เช่น แป้งพรีเจลาติไนซ์ (pregelatinized starch) คุณสมบัติที่สำคัญ คือ จะเกิดเจลในน้ำที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่า ดูดซับน้ำได้มากกว่าแป้งดิบ ให้ความหนืดได้ทันที นิยมใช้ในอาหารประเภท พุดดิ้ง น้ำเกรวี่ น้ำซอส ทำไส้กึ่งสำเร็จรูป ส่วนผสมของซุปผง ในผลิตภัณฑ์เนื้อ ขนมเค้กเพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้น เป็นต้น

2.2 แป้งที่ละลายในน้ำเย็น (Granular-Copd-Water-Soluble-Starch : GCWSS) เป็นการ แปรรูปจนได้แป้งที่สามารถละลายได้ในน้ำเย็น โดยที่ไม่ต้องผ่านขั้นตอนการเกิดเจลาติไนซ์

2.3 การลดขนาดเม็ดแป้งโดยทางกล การทำให้เม็ดแป้งแตกโดยทางกล จะได้เม็ดแป้งขนาดเล็กกว่าปกติ

2.4 Annealing เป็นการให้ความร้อนในขณะที่เม็ดแป้งอยู่ในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเจลาติไนซ์

2.5 การแปรรูปด้วยความร้อนชื้น (heat moisture treatment) เป็นการให้ความร้อนสูงกว่าจุดเจลาติไนซ์ของแป้งในขณะที่แป้งมีความชื้นต่ำ

3. การดัดแปรโดยใช้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnological Modification)

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแป้งโดยใช้การตัดต่อทางพันธุกรรม เช่น hight-amylose starch คือ แป้งที่มีอะมิโลสสูง หรือ waxy starch คือ แป้งที่มีอะมิโลสต่ำ หรือไม่มีเลย จะให้เจลที่ใสหรือหนืด ข้นมาก เหมาะกับลักษณะอาหารที่ต้องการให้เหนียวข้นแต่ไม่เป็นวุ้น เช่น ไส้ของพาย น้ำสลัด ซุปครีม น้ำซอสหรือน้ำเกรวี่ เป็นต้น

แป้งพรีเจลาติไนซ์

แป้งพรีเจลาติไนซ์ (pregelatinized starch) เป็นแป้งดัดแปรประเภทการดัดแปร ทางกายภาพ (Physical Modification) เกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) ซึ่งเป็นการให้ ความร้อนแก่แป้งจนผ่านขั้นตอนของการเกิดเจลแล้วทำให้แห้งทันที แป้งพรีเจลมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ละลายน้ำเย็นได้ทันที จึงนิยมใช้กันในอาหารประเภทพุดดิ้ง น้ำเกรวี น้ำซอสทำไส้กึ่งสำเร็จรูปสำหรับอาหารประเภทพายและครีมหน้าขนมต่างๆ ใช้ในส่วนผสมของซุปผง (dry soup mixes) ในผลิตภัณฑ์เนื้อเพื่อทำหน้าที่ช่วยยึดเกาะ (binder) เพื่ออุ้มน้ำและรักษาความชุ่มชื้น และใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก ประเภท cake mixes เพื่อช่วยการดูดซับน้ำและเก็บฟองอากาศได้ดีขึ้น มีผลทำให้เค้กมาความชุ่มชื้นและปริมาตรเพิ่มขึ้น ลักษณะเนื้อเค้กมีความสม่ำเสมอ

การเกิด gelatinization

"Gelatinization ของแป้ง คือ การที่เม็ดแป้งมีหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้แป้งดูดความชื้นได้ดี เมื่อให้ความร้อนแก่แป้งเปียกจนถึงอุณหภูมิวิกฤต (critical temperature) คือประมาณ 55-80°C ขึ้นกับชนิดของแป้ง ไฮโดรเจนบอนด์ที่ยึดเม็ดแป้งไว้ด้วยกันจะแตกออก เกิดการสูญเสียความเป็นระเบียบของโมเลกุลภายในเม็ดแป้ง จนมีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการอย่างไม่ผันกลับ เช่น การพองตัวของเม็ดแป้ง การหลอมเหลวของโครงสร้างผลึก (Native crystalline malting) การสูญเสียสมบัติเชิงแสง (Birefringence) และความสามารถทางการละลายของแป้ง จุดเริ่มต้นของการเกิด gelatinization และช่วงระยะเวลาของการเกิดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำ ชนิดของเม็ดแป้ง และความแตกต่างกันระหว่างเม็ดแป้ง"

"การเกิด paste เป็นปรากฏการณ์ตามหลัง gelatinization หรือการเปลี่ยนสภาพไปเป็นเจลในการละลายของแป้ง การเกิด paste เกี่ยวข้องกับการพองตัวของเม็ดแป้ง โมเลกุลออกจากเม็ดแป้ง และการแตกออกของเม็ดแป้งในที่สุด"

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิด gelatinization ของแป้ง

1. ชนิดของแป้ง : แป้งที่ผลิตจากพืชหัวจะให้ peak viscosity สูงกว่าแป้งที่ผลิตจากธัญชาติ

2.ความเข้มข้นของแป้ง : ถ้าความเข้มข้นของแป้งสูงขึ้นจะให้ความหนืดที่มากขึ้น เพราะเม็ดแป้งจะพองตัวและอยู่ชิดกันมากขึ้น แต่ถ้าความเข้มข้นมากเกินไป แป้งบางส่วนไม่ได้รับน้ำก็จะไม่พองตัวทำให้ความหนืดลดลง

3. การกวน : จะช่วยให้แป้งไม่ติดกัน นอกจากนี้ยังช่วยส่งผ่านความร้อนทำให้แป้งสุกเร็วขึ้น แต่ถ้ากวนหรือคนแรงและนานเกินไปจะทำให้เม็ดแป้งแตก ความหนืดของสารละลายจะลดลง

4. ความเป็นกรดหรือด่าง : แป้งส่วนมากจะมี pH อยู่ระหว่าง 5-7 แต่ถ้าแป้งมี pH น้อยหรือมากกว่านี้ จะมีผลให้อุณหภูมิการเกิด gelatinization ลดต่ำลง ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด การเกิดการย่อยสลายของ glucosidic bond ให้สายของแป้งเล็กลง ซึ่งมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้งและความหนืดที่ได้จะลดลง

5. ส่วนผสมอื่นของอาหาร : การเติมส่วนผสมอื่น เช่น น้ำตาล เกลือ ไข่ ไขมัน เป็นต้น สารเหล่านี้จะไปขัดขวางการดูดซึมน้ำ การพองตัว และการสลายตัวของแป้ง โดยจะทำให้อัตราการเกิด gelatinization เป็นไปได้ช้า พวกน้ำตาลที่มีหมู่ไฮดรอกซิลยังช่วยให้ starch paste คงตัวดีขึ้น และช่วยลดการคืนตัวด้วย

แป้งครอสส์ –ลิงกิง (Cross-linking)

เป็นแป้งดัดแปรที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับสารเคมีที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ (multifunctional reagent) แป้งดัดแปรที่ได้เรียกว่า ครอสส์ลิงก์สตาร์ช (cross-linked starch, St-xx-St) โดยจะเกิดปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันหรืออีเทอริฟิเคชันก็ได้ ขึ้นกับชนิดของสารเคมีที่ใช้โดยสามารถที่จะทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลแป้งมากกว่า 1 หมู่ ทำให้เกิดพันธะเชื่อมข้าม (cross-link หรือ bridges) ระหว่างโมเลกุลของแป้ง 2 โมเลกุล ซึ่งเป็นพันธะโควาเลนต์ที่ช่วยส่งเสริมพันธะไฮโดรเจนที่ยึดโครงสร้างของเม็ดแป้งไว้ให้แข็งแรงมากขึ้น ลดการพองตัวของเม็ดแป้ง ทำให้แป้งดัดแปรทนต่อสภาวะความเป็นกรด ความร้อน และสภาพที่มีแรงเฉือนจากเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร โดยสารที่ใช้ดัดแปร ได้แก่ ฟอสฟอรัสออกซิคลอไรด์ (phosphorus oxychloride) โซเดียมไตรเมตระฟอสเฟต (sodium trimetraphosphate) หรือ อีพีคลอโรไฮดริน (epichlorohydrin) เป็นต้น

ตัวอย่างของครอสส์-ลิงก์สตาร์ช เช่น ไดสตาร์ชฟอสเฟต (distarch phosphate) เป็นแป้งดัดแปรที่เตรียมจากสารละลายแป้งที่ร้อน ทำปฏิกิริยากับฟอสเฟตออกซิคลอไรด์ หรือ โซเดียมไตรเมตระฟอสเฟต โดยปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันระหว่างโมเลกุลแป้ง 2 โมเลกุลกับฟอสเฟต ทำให้ได้พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ ไดสตาร์ชฟอสเฟตที่ได้จะยังคงรักษาลักษณะของเม็ดแป้ง ความหนืดจะเพิ่มขึ้นและมีความคงตัวต่อสภาวะที่เป็นกรด แรงเฉือนที่รุนแรง (strong shear) และการหุงต้มเป็นเวลานาน

ปัจจุบันมีการทำปฏิกิริยาเคมีเชิงซ้อน เช่นทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันกับกรด 2 ชนิด ทำให้ได้สตาร์ชเอสเทอร์เชิงซ้อน และมีการเปลี่ยนคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ทำพรีเจลาติไนส์เชชัน (pregelatinization) ต่อเนื่อง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ละลายน้ำเย็นได้ และมีคุณสมบัติของหมู่เอสเทอร์มากกว่า 1 หมู่

แป้งพรีเจลาติไนซ์ หรือแป้งพรีเจล ทางการค้าเรียกว่า อัลฟาสตาร์ช (alpha starch) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งดิบซึ่งทำได้โดยการนำแป้งดิบที่มีความเข้มข้นเหมาะสม ประมาณร้อยละ 40-50 ส่งเข้าเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) ความร้อนจากผิวหน้าของลูกกลิ้งที่ได้จากไอน้ำจะทำให้น้ำแป้งดิบเกิด gelatinization ขึ้น และขณะที่ลูกกลิ้งหมุนไปจะมีการระเหยน้ำพร้อมไปด้วย แป้งที่ได้จะมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ฉาบอยู่บนผิวหน้าของลูกกลิ้ง และถูกขูดออกโดยใบมีด แล้วจึงนำแป้งที่ได้ไปบดเป็นผงร่อนผ่านตะแกรงตามขนาดที่ต้องการ

แป้ง pregelatinized ที่ได้จะมีคุณสมบัติต่างไปจากแป้งดิบ คือสามารถละลาย กระจายตัวได้ในน้ำเย็น ดูดซับน้ำได้สูง ให้ความหนืดได้ทันที และไม่เกิดเจล เหมาะสำหรับใช้กับอาหารที่ไม่ต้องให้ความร้อน

การอบลมร้อน คือ การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ คือ มีค่า activity(aw) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้อาหารเก็บไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอาหารเป็นสำคัญ

เครื่อง Texture analyzer คือ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับการวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลายชนิด โดยใช้ตัวอย่างปริมาณน้อย เครื่องมีความไวสูง ทำให้สามารถตรวจวัดได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลา มีความแม่นยำและทบทวนตรวจสอบได้

พาสต้า (pasta)

อาหารประเภทพาสต้าเป็นอาหารปรุงง่าย บริโภคง่าย แต่แฝงไว้ด้วยศิลปะในการปรุง ในพาสต้ามีมากกว่าแป้ง เพราะเรื่องราวของพาสต้าเต็มไปด้วยประเพณี ความเชื่อและความ ผูกพันกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์โดยมาร์โคโปโล เป็นผู้นำอาหารประเภทพาสต้ามาเผยแพร่ให้ชาวยุโรปเป็นคนแรก หลังจากที่ได้เดินทางไปดินแดงแห่งตะวันออกไกล แต่ในทัศนะของชาวอิตาลี่เชื่อว่าพาสต้ามีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศอิตาลี่นี่เอง ชาวอิตาเลี่ยนทุกคนถือว่าพาสต้าเป็นสมบัติของชาติอีตาลี่อีกด้วย พาสต้ามีมากมายหลายชนิด หลากหลายรูปทรง และตั้งแต่อดีตชาวอิตาเลี่ยนได้กำหนดไว้แล้วว่า พาสต้าชนิดไหนรับประทานร่วมกับซอสชนิดใด

เส้นพาสต้า คือ เส้นที่ได้จากแป้งโดที่มีส่วนประกอบของแป้งสาลีผสมกับ ไข่แดง น้ำและเกลือ แล้วนวดช้าๆให้เข้ากัน เติมน้ำมันมะกอก เพื่อหล่อลื่นทำให้นวดได้ง่ายขึ้น แป้งโดที่ได้นำมาเข้าเครื่องรีดให้เป็นเส้นตามลักษณะที่ต้องการ พาสต้าเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการประกอบอาหาร มีให้เลือกมากกว่าร้อยรูปแบบทั่วโลกและมีรสชาติที่แตกต่างกันมากมาย มีทั้งเป็นเส้นแห้งและเส้นสด อีกทั้งสามารถทำได้เองที่บ้าน รูปทรงพื้นฐานนั้นคือทรงยาวและสั้น ชนิดเส้นยาวได้แก่ สปาเกตตี เวอร์มิเชลลี ลินกวิน ชนิดสั้น ได้แก่ เปน

เน มักกะโรนี ฟาฟาล เป็นต้น การรับประทานพาสต้ามีให้เลือกหลากหลายรูปแบบแต่ที่นิยมมากที่สุดคือการรับประทานโดยการราดด้วยซอส พาสต้าหลายชนิดสามารถใช้เป็นส่วนประกอบหลักของอาหาร หรือจะใช้เป็นส่วนประกอบเพียงเล็กน้อย เช่นใน casseroles, soups, stews, และ salads สิ่งที่สำคัญคือ ชนิด รูปร่าง และรสชาติของพาสต้าต้องเหมาะสมกับซอสที่รับประทานร่วมกัน

ภาพที่ 2 ลักษณะของเส้นพาสต้าอบแห้งรูปแบบต่าง ๆ

ที่มา : http://www.vol.com and http://www.surecrete.com

พาสต้ามีทั้งชนิดอบแห้งสำเร็จรูปและแป้งสด ดังนี้

1. ชนิดสำเร็จรูปผลิตจากประเทศอิตาลี จะมีคุณภาพดีที่สุดเพราะผลิตจากแป้งซีโมลีนา ซึ่งโม่จากข้าวสาลีดูรัม เป็นแป้งเนื้อแน่นมีกลูเตนสูงทำให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการและเนื้อสัมผัสนุ่มเหนียว

2. พาสต้าแป้งสด คือ พาสต้าที่ทำจากแป้งสาลีและไข่ รับประทานทันทีที่ปรุงเสร็จ รูปทรง ของพาสต้าชนิดต่างๆ

- ชนิดเส้นยาวได้แก่ สปาเกตตี เวอร์มิเชลลี ลินกวิน เป็นต้น
- ชนิดสั้น ได้แก่ เปนเน มักกะโรนี ฟาฟาล เป็นต้น
- ชนิดแผ่น ได้แก่ ลาซานญา เป็นต้น
- ชนิดที่เป็นรูปทรงอื่นๆ ได้แก่ ทอร์เทลลินี ราวิโอลี เป็นต้น

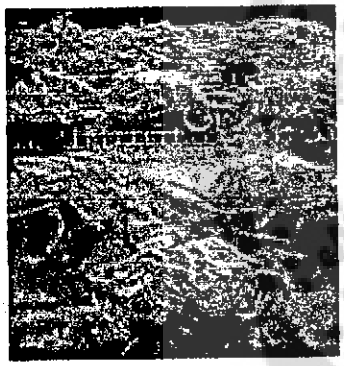
พาสต้าอบแห้ง

พาสต้าอบแห้งมีหลากหลายขนาดและรูปร่างส่วนใหญ่ ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม ผ่านการทำแห้งก่อนที่จะทำการบรรจุ ส่วนใหญ่แล้วจะทำจากแป้งเซโมลินา น้ำ และเกลือ แต่ก็สามารถทำจากแป้งชนิดอื่นๆ และเครื่องปรุงอื่นๆได้ด้วย การทำพาสต้าโดยไม่ใช้ไข่จะทำให้สามารถเก็บพาสต้าไว้ได้โดยไม่ต้องแช่เย็นหรือแช่แข็ง เส้นพาสต้าแห้งจะมีความแข็งพอที่จะเก็บไว้ได้โดย ไม่แตกหัก เส้นพาสต้าแห้งต้องการเวลาในการทำให้สุกนานกว่าเส้นพาสต้าสดและจะพองตัวได้มากกว่าชนิดสำเร็จรูปที่ผลิตจาก ประเทศอิตาลี่ จะ

มีคุณภาพดีที่สุด เพราะผลิตจากแป้งซีโมลีนา ซึ่งโม่จากข้าวสาลีดูรัม เป็นแป้งเนื้อแน่นมีกลูเตนสูงทำให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการและมีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม

พาสต้าสด

พาสต้าสดก็มีมากมายหลากหลายขนาดและรูปร่างแต่ไม่มากเท่าเส้นพาสต้าแห้ง พาสต้าสดส่วนใหญ่จะใช้ไข่และน้ำปริมาณมาก ดังนั้นก่อนการใช้งานต้องเก็บโดยแช่เย็นหรือแช่แข็งไว้เพื่อไม่ให้เกิดการเสื่อมเสีย การที่มีส่วนผสมของไข่ทำให้เส้นพาสต้าสดมีสี กลิ่นรสที่ดีและมีคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มขึ้น พาสต้าสดที่รู้จักกันดีจะทำขึ้นในประเทศอิตาลี เก็บรักษาโดยการแช่เย็นหรือแช่แข็ง เป็นพิเศษ พาสต้าสดสามารถทำให้แห้งและเก็บได้ที่อุณภูมิห้อง ที่สำคัญคือต้องทำให้แห้งอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะทำการเก็บ เส้นพาสต้าสดจะอ่อนแอมากกว่าเส้นแห้งจึงยากต้อการเก็บรักษาแต่เส้นพาสต้าสดให้เนื้อสัมผัสที่นุ่มและต้องการเวลาที่ใช้ในการต้มสุกน้อยกว่าเส้นพาสต้าแห้งแต่จะต้องระวังไม่ให้เส้นสุกเกินไป เส้นพาสต้าสดจะพองตัวได้เพียงเล็กน้อยซึ่งต่างจากเส้นพาสต้าแห้ง



ภาพที่ 3 ลักษณะของเส้นพาสต้าสดและเส้นพาสต้าที่ผ่านการอบแห้ง

ที่มา : http://www.targetwoman.com

ส่วนประกอบหลักในการผลิตเส้นพาสต้า ได้แก่ แป้งสาลี ไข่ไก่ เกลือ และน้ำ

1. แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆมากมาย เช่น ขนมขบเคี้ยว เส้นบะหมี่ และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ไม่มีแป้งอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีนในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน(Glutenin) และไกลอะดิน(Gliadin) ซึ่งเมื่อผสมแป้งสาลีกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมและนวดผสมจะเกิดการรวมตัวของโปรตีนไกลอะดิน และกลูเตนิน เป็นร่างแหที่ให้ความยืดหยุ่นสูง เรียกว่า “กลู

เตน" (Gluten) มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้เป็นตัวเก็บกักก๊าซเอาไว้ภายในโครงสร้างทำให้เกิดเป็นโครงร่างที่จะเป็นของผลิตภัณฑ์ และมีลักษณะโปร่งคล้ายฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อน

แป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 3 ประเภท ตามปริมาณโปรตีน ได้แก่

1.1 แป้งสาลีโปรตีนสูง คือ แป้งสาลีที่มีปริมาณโปรตีน 12-14 % ผลิตจากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard red spring or hard red winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีซึ่งมีเปอร์เซนต์โปรตีนสูง ได้แก่ แป้งขนมปัง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกหมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้ คือ เมื่อถูด้วยนิ้วจะรู้สึกระคายมือคล้ายมีกรวด หรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีมไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน

1.2 แป้งสาลีโปรตีนสูงปานกลาง คือ แป้งสาลีที่มีปริมาณโปรตีน 10-11% ได้แก่ แป้งสาลีเอนกประสงค์ ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ขนมปังต่างๆ ขนมเค้ก ปาท่องโก๋ ตัวที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

1.3 แป้งสาลีโปรตีนต่ำ คือ แป้งสาลีที่มีปริมาณโปรตีน 7-9 % ได้แก่ แป้งเค้ก ใช้ทำขนมเค้ก คุกกี้ มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ได้แก่ ผงฟู หรือ เบกิ้ง-โซดา

คุณภาพของแป้งสาลี

1. สีของแป้ง (Color) สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้ามี สีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแซนโทฟิลล์ หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อใน (Crumb) ที่มีสีไม่ดี ดังนั้นแป้งที่โม่ออกมาควรผ่านการฟอกสีก่อน

2. กำลังของแป้ง (Strength) หมายถึง ความสามารถที่แป้งสามารถจะอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้มากหรือน้อย

3. ความทนทานต่อสภาพต่างๆของแป้ง (Tolerance) หมายถึง ลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมเป็นเวลานาน ทนต่อการรีด และขบวนการอื่นๆโดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่างๆ นี้มีความสัมพันโดยตรงกับกลูเตน แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่างๆสูงจะหมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

4. ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (Hight water absorption) หมายถึง แป้งที่มีคุณลักษณะในการดูดน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ ผลของการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรที่มากขึ้น เนื้อในไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บรักษาและการบริโภคที่ดี

5. ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง (Uniformity) หมายถึง ความสม่ำเสมอกันในสี ขนาดของเม็ดแป้ง และลักษณะปรากฏทั่วๆไป ถ้าแป้งขาดความสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตแต่ละครั้งแตกต่างกัน

หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์

แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ให้คงรูปอยู่ได้หลังให้ความร้อน

ไข่ไก่

ไข่แดง ประกอบด้วยไขมัน ในไข่แดงจะมีเลซิติน ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ไขมันมี คุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟต์ และเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียขึ้นได้เมื่อเก็บไข่ไว้ในอุณหภูมิสูง

ไข่ขาว มีอยู่ถึง 86% ไข่ขาวมีลักษณะเป็นเจลซึ่งเป็นคุณลักษณะของโปรตีน มิวซิน(mucin) โปรตีนอีกชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในไข่ขาว ได้แก่ อัลบูมิน (albumin) จะตกตะกอนรวมตัวกัน และเป็นตัวที่เกี่ยวข้องกับการคงตัวแข็งเมื่อถูกความร้อนและจากการตีแรงๆและเร็วๆ

หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. เป็นสารปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์ให้มีสีเหลืองสวยงาม
2. กลิ่นรสเฉพาะของไข่
3. เพิ่มความเข้มข้น เนื่องจากไข่มีน้ำมันและของแข็งอื่นๆ ผลิตภัณฑ์จะมีไขมันเพิ่มขึ้นและมีรสหวานขึ้น นอกจากนี้ไข่ยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมัน สามารถผสมได้ง่าย
4. ให้ความสด และคุณค่าทางโภชนาการต่อผลิตภัณฑ์

เกลือ

เกลือที่ใช้ในการผลิตเส้นพาสต้านั้นเป็นเกลือบดละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารทั่วไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 99% ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตของโลหะอื่น เช่น แมกนีเซียม โพแทสเซียม หรือแคลเซียม

หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. ทำให้อาหารมีรสดี
2. เน้นรส กลิ่นของส่วนผสมอื่นๆ ให้มีรสกลมกล่อม
3. ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว

4. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการในโด

ข้อควรระวังในการผลิตพาสต้า

1. การรักษาความสะอาด สิ่งแวดล้อมที่สะอาดคือสิ่งที่จำเป็นในการป้องกันการปนเปื้อน แน่นอนจะต้องล้างมือก่อนที่จะทำการนวดโดพาสต้าโดยใช้มือ บริเวณพื้นที่ในการทำงาน เขียง และเครื่องใช้ในครัวจะต้องสะอาด ไม่ใช้เขียงที่ใช้ตัดพาสต้าร่วมกับการหั่นเนื้อดิบหรือเป็ด ไก่ จนกว่าจะผ่านการล้างและทำให้แห้งก่อนใช้ เมื่อเสร็จสิ้นการทำพาสต้า จะต้องทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ที่ใช้ทำและเครื่องใช้ทั้งหมดให้สะอาด ไข่ที่ใช้เป็นองค์ประกอบที่มีความเสี่ยงกับการปนเปื้อนเชื้อ *salmonella* ทำความสะอาดด้วยน้ำร้อนผสมสบู่ อาจจะใช้น้ำยาฆ่าเชื้อด้วยก็ได้ ถ้าใช้เครื่องรีดเส้นพาสต้าจะต้องมั่นใจว่าเครื่องสะอาดอยู่ห้ามใช้น้ำทำความสะอาดด้ามหมุนเพราะน้ำจะทำให้เครื่องเป็นสนิมและนำมาใช้ใหม่ไม่ได้ต้องอ่านคู่มือว่าจะต้องทำความสะอาดเครื่องอย่างไร

2. การใช้มือ การนวดโดโดยใช้ไข่ดิบ โดเส้นพาสต้าสดไม่ควรชิม สิ่งสำคัญคือไข่ที่นำมาใช้จะต้องถูกเก็บอย่างเหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรใช้ไข่ที่สดที่สุด ไข่ควรเก็บแช่เย็นไว้ในกล่องกระดาษสำหรับบรรจุไข่ ควรเก็บแช่เย็นที่อุณหภูมิคงที่ ไม่เกิน 40 องศาฟาเรนไฮ ประมาณ 33-38 องศาฟาเรนไฮ เพราะเชื้อ salmonella ไม่สามารถทำอันตรายได้ที่อุณหภูมินี้และแบคที่เรียบางชนนิดไม่สามารถจะเจริญเติบโตได้

ความปลอดภัยในการประกอบอาหารจากพาสต้า

การใช้เครื่องมือเครื่องใช้ต้องใส่ใจกับการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ควรระมัด ระวังเป็นพิเศษเมื่อจะต้องใช้ใบมีดตัดและแม่พิมพ์เหล็กของเครื่องพาสต้า เมื่อทำการตัดพาสต้าด้วยมือให้ระวังคมมีด เมื่อทำการต้มเส้นพาสต้า ระมัดระวังอย่าให้เกิดการชนในขณะที่ถือหม้ออยู่ หรือถ้าไม่มีหูหม้อให้ใช้ที่จับหม้อเพื่อป้องกันมือตัวเอง เมื่อต้องการตรวจสอบพาสต้าในขณะต้มต้องแน่ใจว่าเส้นพาสต้าเย็นแล้ว การกรองเส้นพาสต้าจากน้ำร้อนควรใช้หม้อกรอง ทางที่ดีควรต้มเส้นพาสต้าครั้งหนึ่งไม่เกินครึ่งปอนด์ เพราะว่าเส้นพาสต้าที่มากและน้ำที่เดือดจะทำให้ยากต่อการต้มและไม่ปลอดภัยต่อมือด้วย

การต้มพาสต้า

การต้มพาสต้าจะต้มให้ได้ดีต้องต้มด้วยหม้อขนาดใหญ่ ใส่น้ำอย่างน้อย 2 มิลลิลิตร ต่อพาสต้า 250 กรัม ซึ่งมากพอสำหรับการขยายตัวและการเคลื่อนที่ของพาสต้าขณะอยู่ในน้ำเดือด และทำให้ไม่เกาะกันเป็นก้อน ต้มน้ำด้วยไฟแรงให้เดือดพล่าน ใส่พาสต้าลงในน้ำเดือด บางคนอาจจะใส่น้ำมันลงไปด้วย แต่การต้มด้วยน้ำมากๆ ก็จะป้องกันไม่ให้เส้นเกาะกันอยู่แล้ว คุณอาจเติมเกลือลงไปในขณะต้ม แต่ความจริงซอสราดพาสต้าก็มีรสจัดอยู่แล้ว ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเติมเกลือลงไปขณะต้มก็ได้ ใส่พาสต้าลงไปแล้วคน

เร็วๆ เพื่อให้เส้นกระจาย จากนั้นตั้งไฟต่อจนเดือดอีกครั้ง ตักพาสต้าขึ้นเล็กๆขึ้นมารอให้เย็นแล้วลองกัดดู พาสต้าที่ได้ที่จะไม่มีรสแป้งดิบ แต่ต้องไม่เละ พาสต้าที่สุกพอเหมาะนี้ชาวอิตาเลี่ยนเรียกว่า อัล เดนเต้ โดยปรกติแล้วพาสต้าแป้งสดจะใช้เวลาต้มน้อยกว่าชนิดแห้ง ถ้าต้องพักพาสต้าไว้ชั่วขณะให้ใช้น้ำมันมะกอกคลุกเส้นพาสต้าเอาไว้

การเก็บรักษาพาสต้ารูปแบบต่าง ๆ

เส้นพาสต้าแห้ง เส้นพาสต้าแห้งสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยบรรจุในกล่องที่แห้งและป้องกันการผ่านเข้า – ออกของอากาศ สภาวะการเก็บควรมีความชื้นและอุณหภูมิต่ำเพื่อคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยที่สภาวะดังกล่าวข้างต้นสามารถเก็บเส้นพาสต้าไว้ได้นานประมาณ 2 ปีผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง

- **เส้นพาสต้าสด** พบว่าการเก็บรักษาเส้นพาสต้าสดไว้ที่อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้ประมาณ 3 – 5 วัน โดยต้องบรรจุเส้นพาสต้าในกล่องที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของอากาศ แต่ถ้าต้องการยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น สามารถนำเส้นพาสต้าไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส โดยก่อนการเก็บให้ห่อเส้นพาสต้าด้วยกระดาษและโรยด้วยผงแป้งด้านบนเพื่อให้แป้งดูดความชื้นจะช่วยให้สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 8 เดือน และเมื่อต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ สามารถนำเส้นพาสต้าแช่แข็งมาต้มในน้ำเดือดได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านการละลายน้ำแข็ง

เส้นพาสต้าที่ต้มสุกแล้ว

เส้นพาสต้าที่ต้มสุกแล้วสามารถเก็บไว้ได้โดยไม่มีซอส โดยการแช่เย็นไว้ในกล่องที่ป้องกันการซึมผ่านของอากาศได้ ประมาณ 4-5 วัน ซอสควรเก็บแช่เย็นแยกกับเส้นพาสต้าสามารถเก็บได้ 6-7 วัน ถ้าเก็บพาสต้ากับซอสรวมกันควรจะรับประทานภายใน 1-2 วันเพื่อป้องกันพาสต้าดูดซอสไว้มากเกิน ถ้าไม่สามารถนำพาสต้ามาใช้ได้ในช่วงเวลาดังกล่าวควรเก็บโดยการแช่แข็งจะสามารถเก็บได้ไม่น้อยกว่า3 เดือน

กรรมวิธีการผลิตพาสต้าอบแห้ง

1. การอบแห้ง

การอบแห้ง คือ การเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร เพื่อลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถยังยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ คือ ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระ (Aw) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้อาหารเก็บไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอาหารเป็นสำคัญ

ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์พาสต้าให้มีความชื้นลดลงจากร้อยละ 31 เหลือเพียงร้อยละ 10-12 ต้องทำอย่างเหมาะสมไม่ช้าหรือเร็วเกินไป เพราะถ้าการอบแห้งเป็นไปแบบช้า จุลินทรีย์จะเติบโตและผลิตภัณฑ์จะเสื่อมเสีย ในทางกลับกันถ้าการอบแห้งเป็นไปอย่างรวดเร็ว โอกาสที่ผลิตภัณฑ์จะเกิดรอยร้าว หรือมีลักษณะของปล้องสานมากขึ้น ทำให้เส้นแตกหักได้ง่าย

การอบแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อความชื้นของอากาศในเตาสมดุลกับความชื้นในอาหาร หรือค่าความชื้นสัมพันธ์กับของอากาศเท่ากับค่า Water activity ของอาหารคูณด้วย 100 และเรียกความชื้นของอาหารนั้นว่า ความชื้นสมดุล

ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง

1. ธรรมชาติของอาหาร

อาหารเนื้อโปร่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำในอาหารแบบผ่านช่องแคบซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ดังนั้นอาหารเนื้อโปร่งจึงแห้งได้เร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะ กีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้า อาหารที่มีการลวก นวด คลึงทำให้เซลล์แตกจึงแห้งได้เร็วขึ้น

2. ขนาดและรูปร่าง

มีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก เช่น รูปร่างเหมือนกันขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ ถ้าชิ้นเล็กมากทับถมกันการระเหยเกิดขึ้นได้กับเฉพาะพื้นผิวที่สัมผัสกับอากาศ จึงเกิดได้ช้าทั้งๆที่พื้นที่ต่อหน่วยมากกว่า

3. ตำแหน่งของอาหารในตู้อบ

อาหารส่วนที่สัมผัสกับลมร้อนดีกว่า หรือสัมผัสลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมเกิดการทำแห้งได้ดีกว่า เนื่องจากน้ำในอาหารระเหยได้มากและเร็วกว่า

4. ปริมาณอาหารต่อถาด

ถ้าปริมาณอาหารต่อถาดมากเกินไป อาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อนหรือได้รับความร้อนจากถาดแล้วแต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้จะแห้งช้า

5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน

อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากแล้วจะรับไอน้ำได้น้อย มีผลในช่วงการทำอัตราแห้งคงที่

6. อุณหภูมิของอากาศร้อน

ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ จึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่และอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้น จึงมีผลต่อการอบในช่วงอัตราการทำแห้งลดลงด้วย

7. ความเร็วของลมร้อน

ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปจากอาหาร เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายน้ำจากอาหารได้ดีขึ้น นอกจากนั้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในตู้อบ อากาศจึงสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

ประโยชน์ของการอบแห้ง

1. ป้องกันการเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมีและเอนไซม์
2. ทำให้มีใช้ในยามขาดแคลน นอกฤดูกาลหรือในแหล่งที่ห่างไกล
3. เก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องแช่ตู้เย็นให้เปลืองค่าใช้จ่าย
4. ลดน้ำหนักอาหาร ทำให้สะดวกในการบรรจุ เก็บรักษา และการขนส่ง
5. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น ลูกเกดจากการทำแห้งองุ่น
6. ให้ความสะดวกในการใช้งาน เช่น กาแฟผงสำเร็จรูป

การตรวจสอบคุณภาพของเส้นพาสต้า

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารมีการขยายตัวด้านการตลาดออกไปอย่างกว้างขวาง จาก ซีกโลกหนึ่งไปยังอีกซีกโลกหนึ่ง การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ปกติคุณภาพของอาหารที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับมี 3 ประการ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส ซึ่งเนื้อสัมผัสของอาหารนั้นผู้บริโภคจะได้รับความรู้สึกทางปากหรือจากการรับประทาน ดังนั้นในอดีตการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารจึงใช้วิธีการชิม (sensory test) ซึ่งวิธีการดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง ใช้เวลานาน และผู้ชิมจะต้องเป็นผู้มีประสบการณ์หรือได้รับการฝึกฝน แต่พบว่าผลที่ได้มีความแม่นยำต่ำ มีความแปรปรวนสูง ทั้งจากตัวบุคคลและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป นักวิทยาศาสตร์จึงได้คิดค้นและพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร โดยพยายามออกแบบเครื่องมือให้คล้ายหรือตรงกับความรู้สึกสัมผัสของมนุษย์มากที่สุด ส่วนใหญ่จะเป็นวิธีการวัด ทางกายภาพ ซึ่งเป็นการวัดค่าแรงต้านการสัมผัส เช่น การวัดค่าแรงบด (compression force) แรงตัด (cutting force) แรงเฉือน (shear force) แรงฉีก (tensile strength) และแรงบดแยก (shear pressure) เป็นต้น ทำให้สามารถตรวจสอบคุณภาพเนื้อสัมผัสของอาหารได้รวดเร็ว ถูกต้อง และสามารถทบทวนตรวจสอบได้

การตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นพาสต้าเพื่อการควบคุมคุณภาพนิยมใช้เครื่อง Texture analyzer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับการวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลายชนิด โดยใช้ตัวอย่างปริมาณน้อย เครื่องมีความไวสูง ทำให้สามารถตรวจวัดได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลา มีความแม่นยำและทบทวนตรวจสอบได้

ผลิตภัณฑ์พาสต้าอบแห้ง

ค่าที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของเส้นพาสต้าอบแห้ง คือ Breaking strength และ Flexure testing

Breaking strength สามารถตรวจวัดได้โดยใช้หัววัดแบบ Three point bending ในการวัดจะส่งแรงกระทำลงไปบริเวณส่วนกลางของตัวอย่าง ผลการทดสอบนี้จะบอกได้ว่าเส้นพาสต้าที่ผลิตได้มีความคงทนมากน้อยแค่ไหนในการขนส่งและการต้ม นอกจากนี้ยังบ่งชี้ได้ว่า ผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าที่นำมาศึกษามีองค์ประกอบที่สม่ำเสมอหรือไม่ส่วนลักษณะด้านอื่นของเส้นพาสต้าที่น่าสนใจ คือ ค่า Distance to break (ระยะทางที่เส้นยืดได้ก่อนขาดออกจากกัน) ซึ่งเป็นค่าที่ชี้ว่าเส้นพาสต้าที่ได้มีความเปราะมากน้อยแค่ไหนและผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนรูปทรงก่อนแตกหักได้มากหรือน้อย และค่าความชันของกราฟจะเป็นค่าที่บ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์นั้นๆมีความเหนียว (toughness) มากหรือน้อย ถ้าความชันของกราฟมีค่ามากผลิตภัณฑ์ก็จะมีความเหนียวมาก

Flexure testing เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความอ่อนแอของตัวอย่างในการตรวจวัด เครื่องจะส่งแรงกระทำกดลงบนตัวอย่างจนเส้นหักหรือแตกออกจากกัน อ่านค่าแรงที่ทำให้เส้นหักออกจากกันเป็นค่า fluctuating force

ผลิตภัณฑ์พาสต้าต้มสุก

โดยทั่วไปการยอมรับในคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าต้มสุกนั้น การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสถือว่ามีความสำคัญมาก การตรวจวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องมือนั้นมักพิจารณาจากค่าความคงตัว (firmness) ความยืดหยุ่น (elasticity) ความเหนอะหนะที่ ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ (surface stickiness) รวมทั้งความคงทนในการต้มสุก (cooking tolerances) ในการตรวจวัดต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรอื่นๆที่มีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นที่นำไปตรวจสอบด้วย ได้แก่ ชนิดของน้ำ เกลือที่ใช้ สัดส่วนของน้ำต่อปริมาณเส้น อุณหภูมิในการต้ม เวลาและวิธีการสะเด็ดน้ำของเส้นพาสต้าหลังต้มสุก

S 350136

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

1. แป้งสาลี (bread flour) ตราว่าว
2. แป้งพรีเจลาติไนซ์ (pregelatinized starch) บริษัทสยามโมดิไฟด์ สตาร์ท
3. เกลือ (salt)
4. ไข่ไก่ (whole egg)
5. น้ำมันพืชจากถั่วเหลืองตราองุ่น

2. อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องรีดเส้นพาสต้า
3. ฟิล์มพลาสติก
4. เครื่องอบลมร้อน
5. อุปกรณ์ให้ความร้อน
6. เครื่องครัวที่จำเป็น
7. เทอร์มอมิเตอร์
8. ตู้อบหาความชื้น
9. เครื่องวัดสี
10. เครื่องชั่งละเอียด
11. เครื่องแก้วที่จำเป็น

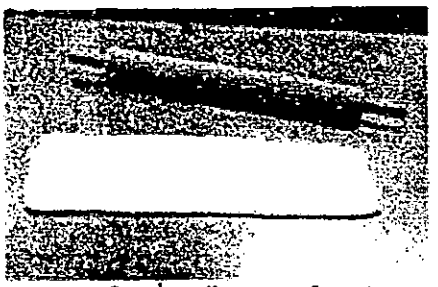
3. วิธีการทดลอง

3.1 ศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตเส้นพาสต้า

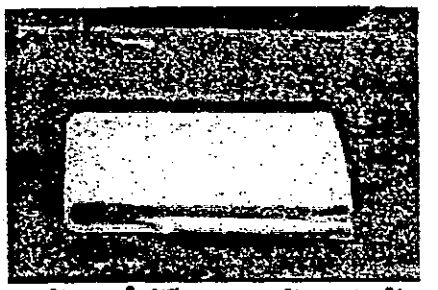
กระบวนการผลิตเส้นพาสต้าสด (ภาพที่ 4) โดยนำแป้งสาลีชนิดโปรตีนสูง (แป้งขนมปัง) ไข่ไก่ น้ำ และเกลือแกง มานวดผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยใช้เวลาในการนวดผสม 15 นาที ควบคุมอุณหภูมิของก้อนโดไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปรีดเป็นแผ่นหนาประมาณ 0.15 – 0.20 เซนติเมตร ตัดเป็นเส้นเล็ก ๆ ขนาด 0.20 x 0.30 x 45 เซนติเมตร แล้วนำเส้นพาสต้าที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Ranking เปรียบเทียบกับเส้นสปาเก็ตตี้ ยี่ห้อเบสฟูดส์ โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน วิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่าง โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตร และกระบวนการผลิตเส้นพาสต้า

3.2 ศึกษาวิธีการทำแห้งและการคืนตัวของเส้นพาสต้าอบแห้ง

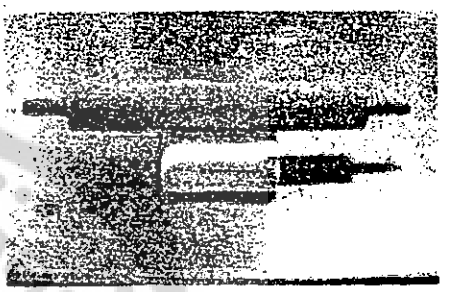
ผลิตเส้นพาสต้าโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.1 นำมาอบแห้งที่ระดับอุณหภูมิ 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน (Tray Drier) จนผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 12 นำผลิตภัณฑ์อบแห้งมาศึกษาการคืนตัวโดยใช้อัตราส่วนของน้ำ : เส้นอบแห้ง เท่ากับ 10 : 1 เพื่อให้เกิดการคืนตัวอย่างสมบูรณ์ ที่ระดับอุณภูมิและเวลาต่าง ๆ (ภาพที่ 5) แล้วนำมาศึกษาลักษณะทางภายภาพ และประสาทสัมผัส ได้แก่ ความเรียนเนียน ความใส ความยืดหยุ่นและความเหนียว



1. นำก้อนโดที่พักไว้มารีดให้เป็นแผ่น



2. พับทบให้มีความกว้างเท่ากับความกว้างของเครื่องรีดเส้น



3. ใช้ไม้นวดให้เป็นแผ่นบางก่อนเข้าเครื่องรีดเส้น รีดจากเบอร์ 0 - 5

4. ทำซ้ำข้อ 2 และ 3 ทั้งหมด 5 ครั้ง จะเห็นว่าแผ่นแป้งซ้อนกันเป็นชั้น

5. ครั้งที่ 5 นำแผ่นแป้งที่ได้ไปตัดให้ได้ความยาวของเส้นตามที่ต้องการ

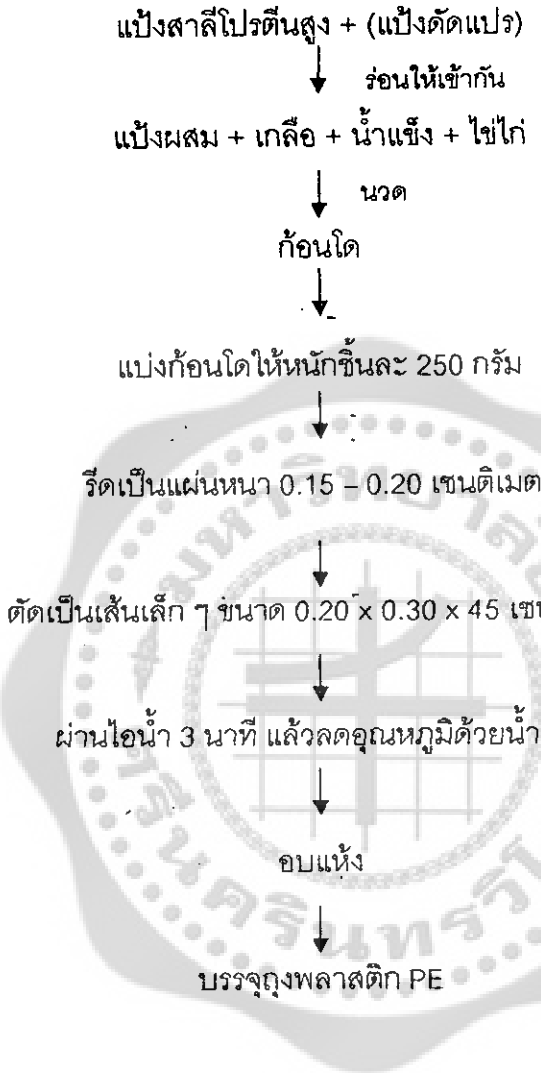
6. นำมาเข้าเครื่องรีดให้ได้เส้นตามที่ต้องการ

ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตและขึ้นรูปเส้นพาสต้า

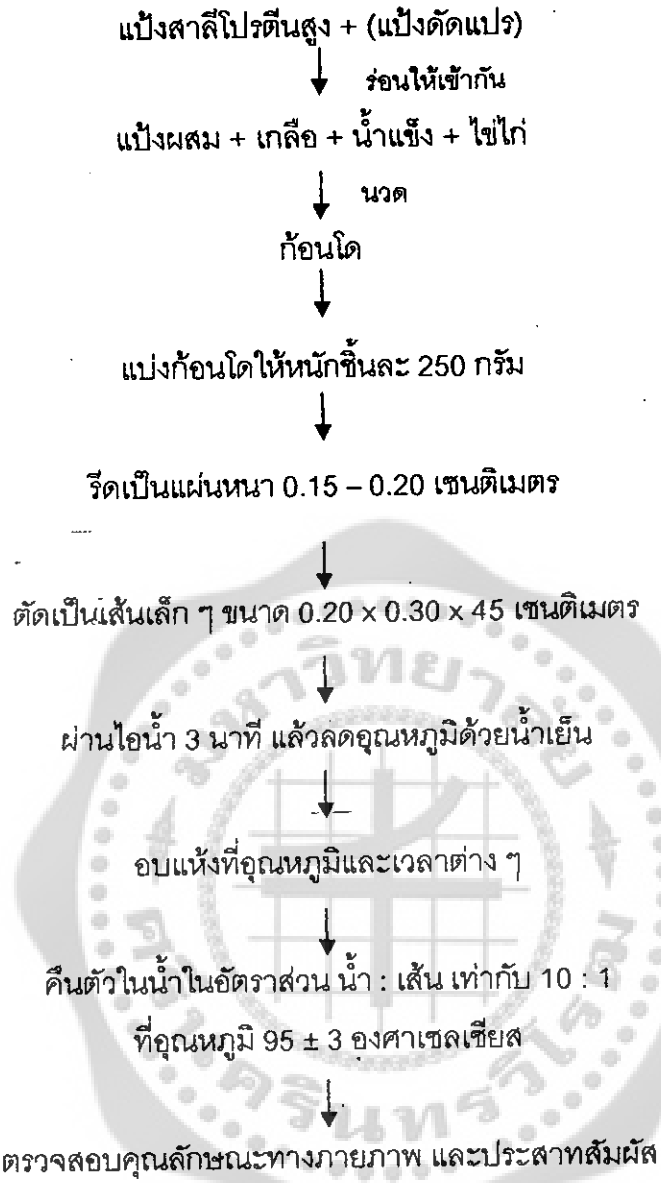
3.3 ศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดัดแปร ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความสามารถในการคืนตัวและการปรับปรุงเนื้อสัมผัส

ผลิตเส้นพาสต้าโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.1 โดยมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดัดแปร 5 ชนิดที่มีระดับการเกิดเจลและcrosslink ที่แตกต่างกัน จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หรือจนผลิตภัณฑ์มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปศึกษาการคืนตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 95 ± 3 องศาเซลเซียส แล้ว

นำมาศึกษาลักษณะทางภายภาพ และประสาทสัมผัส ได้แก่ ความเรียนเนียน ความใส ความยืดหยุ่นและความเหนียว และการยอมรับของผู้บริโภค



ภาพที่ 5 กระบวนการผลิตเส้นพาสต้าอบแห้ง



<u>ภาพที่ 6</u> การศึกษาการคืนตัวของเส้นพาสต้าที่ผ่านการอบแห้ง

ผลการทดลอง

1. การศึกษาสูตร กระบวนการผลิต อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตเส้นพาสต้าอบแห้ง

โดยนำแป้งสาลีชนิดโปรตีนสูง (แป้งขนมปัง) ไข่ไก่ น้ำและเกลือแกง มานวดผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยใช้เวลาในการนวดผสม 15 นาที ควบคุมอุณหภูมิของก้อนโดไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปรีดเป็นแผ่นหนาประมาณ 0.15 – 0.20 เซนติเมตร ตัดเป็นเส้นเล็ก ๆ ขนาด 0.20 x 0.30 x 45 เซนติเมตร แล้วนำเส้นพาสต้าที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Ranking เปรียบเทียบกับเส้นสปาเก็ตตี้ ยี่ห้อเบสฟูดส์ และนำเส้นพาสต้าที่ผ่านการคัดเลือกไปอบแห้งที่ระดับอุณหภูมิ 65, 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน (Tray Drier) จนผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 12 นำผลิตภัณฑ์อบแห้งมาศึกษาการคืนตัว โดยใช้อัตราส่วนของน้ำ : เส้นอบแห้ง เท่ากับ 10 : 1 เพื่อให้เกิดการคืนตัวอย่างสมบูรณ์ ที่ระดับอุณภูมิและเวลาต่าง ๆ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเส้นพาสต้าและให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกับเส้นพาสต้ายี่ห้อเบสต์ฟูดส์ คือ กระบวนการผลิตเส้นพาสต้าที่ใช้แป้งสาลี 200 กรัม ผสมกับไข่ไก่ทั้งฟอง 120 กรัม และเกลือแกง 5 กรัม (รายละเอียดดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ส่วนผสมในการผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งขนมปัง

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้	
	กรัม	ร้อยละ
แป้งสาลี	200.0	61.5
ไข่ไก่	120.0	36.9
เกลือแกง	5.0	1.6

จากนั้นนำเส้นพาสต้าสูตรมาตรฐานไปศึกษากระบวนอบแห้ง ที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งจะมีผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งลดลง (ตารางที่ 3) แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิมากเกินไปจะมีผลให้เส้นที่ผ่านการอบแห้งมีผิวด้านนอกไม่เรียบ กระด้าง และแตกหักง่าย ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตเส้นพาสต้าอบแห้งคือ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5.40 ชั่วโมง เนื่องจากให้ลักษณะปรากฏเหมาะสม ผิวเรียบ ลื่น คงรูปและไม่แตกหักง่ายหลังการอบแห้ง

ตารางที่ 3 อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งเส้นพาสต้า

อุณหภูมิอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	เวลา (ชั่วโมง)	ลักษณะปรากฏ
65	7.00	ผิวขาวที่สุด เส้นแข็งแรงไม่แตกหักง่าย
70	5.40	**ผิวด้านนอกเรียบลื่น ผิวขาวอมเหลือง เส้นแข็งแรงไม่แตกหัก**
75	5.00	ผิวเรียบ สีเหลือง เส้นแข็งแรงไม่แตกหัก
80	4.25	ผิวด้าน เปราะและหักง่ายที่สุด

2. **การศึกษาผลของการทดแทนแป้งดัดแปรชนิดพรีเจลร่วมกับการเกิดครอสลิงค์ ในการผลิตเส้นพาสต้าอบแห้ง ต่อคุณลักษณะด้านการคืนตัว ลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัส** โดยใช้อัตราส่วนของน้ำ : เส้นอบแห้ง เท่ากับ 10 : 1 เพื่อให้เกิดการคืนตัวอย่างสมบูรณ์ ที่ระดับอุณภูมิ 98 ± 1 องศาเซลเซียส ให้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 4 ระยะเวลาในการคืนตัว-คุณสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าอบแห้งซึ่งมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดัดแปร

ร้อยละของการทดแทน	เวลาการคืนตัว (นาที)	ร้อยละของเวลาที่ลดลง	ลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสหลังการคืนตัว
0	30	-	เส้นหนา 3.1 ม.ม. หนานุ่ม และมีความยืดหยุ่นสูง
10	26	13.34	เส้นหนา 2.8 ม.ม. เหนียวนุ่ม และยืดหยุ่น
20	20	33.34	เส้นหนา 2.5 ม.ม. ความใสเพิ่มขึ้น เหนียวนุ่ม ยืดหยุ่นผิวสัมผัสลื่น
30	**14**	**53.34**	**เส้นหนา 2.3 ม.ม. เส้นใส เหนียวนุ่ม ยืดหยุ่น ผิวสัมผัสลื่น**
40	9	70.00	เส้นหนา 1.8 ม.ม. ขาดง่าย เนื้อสัมผัสไม่สม่ำเสมอ เนื้อยุ่ย

จากการศึกษาเวลาที่ใช้ในการคืนตัว ลักษณะทางกายภาพของเส้นพาสต้าอบแห้งซึ่งมีการทดแทนแป้งดัดแปรที่ระดับต่าง ๆ พบว่า เมื่ออัตราการทดแทนเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการคืนตัวจะลดลง เนื่องจากแป้งดัดแปรที่ใช้ทดแทนนั้นเป็นแป้งที่ผ่านการเกิดเจลมาแล้วบางส่วน จึงมีผลให้เม็ดแป้งดูดน้ำได้เร็วขึ้น เกิดการพองตัวและเกิดเจลที่อุณหภูมิและเวลาที่ลดลง จากแป้งดิบ (native starch) ดังนั้นอุณหภูมิที่ใช้ในการคืน

ตัวที่เท่ากันในการทดลอง เส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 40, 30, 20 และ 10 จึงสามารถลดเวลาในการคืนตัวลงได้ร้อยละ 70.0, 53.3, 33.3 และ 13.3 ตามลำดับ

ลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร และเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรที่ระดับต่าง ๆ พบว่า เมื่อระดับการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรเพิ่มขึ้น คือ ระดับร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 เมื่อผ่านกระบวนการขึ้นรูปและอบแห้ง เส้นที่ได้จะมีความใสและผิวสัมผัสที่เรียนเนียนมากขึ้น เนื่องจากแป้งดัดแปรผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ จึงมีองค์ประกอบอื่น เช่น โปรตีน เม็ดสี และแร่ธาตุ ในปริมาณที่ต่ำมาก สีของแป้งจึงขาวกว่าแป้งธรรมชาติ และในกระบวนการดัดแปรแป้งนั้นต้องผ่านกระบวนการทางเคมีและกายภาพ จึงมีผลให้สีของเม็ดแป้งอ่อนลง และมีเนื้อสัมผัสที่ละเอียดเพิ่มขึ้น เมื่อนำเส้นพาสต้าที่ผ่านการอบแห้งมาคืนตัว พบว่าเมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดัดแปรเพิ่มขึ้นจะทำให้เส้นที่ผ่านการคืนตัวบางลง เนื้อสัมผัสนิ่ม ผิวสัมผัสลื่น และความยืดหยุ่นลดลง โดยระดับการทดแทนร้อยละ 40 จะได้เส้นพาสต้าที่มีเนื้อสัมผัสนิ่มเละ ขาดง่ายมีความยืดหยุ่นต่ำ และผิวสัมผัสไม่สม่ำเสมอ เนื่องมาจากแป้งพรีเจลาติไนซ์ที่นำมาทดแทนนั้นเป็นแป้งที่ได้จากแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีแล้ว ขนาดของเม็ดแป้งมันสำปะหลังจะเล็กกว่าแป้งสาลี ถึงแม้จะพองตัวได้ดีและเร็วกว่า แต่เมื่อดูดน้ำเต็มที่แล้วขนาดของเม็ดแป้งที่เล็กกว่า จึงทำให้เส้นพาสต้าที่ได้ไม่หนาเท่าการใช้แป้งสาลี อีกทั้งการที่เป็นสตาร์ช ดังที่กล่าวข้างต้น ปริมาณโปรตีนที่มีน้อยกว่าแป้งสาลี ทำให้เส้นพาสต้าอบแห้งที่ได้ไม่แข็งแรง เปราะ แตกหักง่าย และเส้นพาสต้าต้มสุกที่ได้ไม่เหนียวเหมือนเส้นพาสต้าปกติที่ใช้แป้งสาลี 100% แต่จะมีความยืดหยุ่นดีซึ่งเป็นคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลัง ส่วนตัวอย่างเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนระดับต่ำกว่าร้อยละ 40 จะให้ลักษณะทางกายภาพ และประสาทสัมผัสด้านความหนา ความสม่ำเสมอของเส้น ผิวสัมผัส ความเหนียวและความยืดหยุ่นใกล้เคียงเส้นพาสต้าที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร

3. การศึกษาระดับการเกิดเจลและการเกิดครอสลิงค์ ต่อสมบัติในการคืนตัวและลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าอบแห้ง

ตารางที่ 5 ความสามารถในการคืนตัว ลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรแบบต่าง ๆ

แป้งดัดแปร	เวลาการคืนตัว (นาที)	ความหนา (ม.ม.)	ลักษณะทางประสาทสัมผัส
A	19	3.0	เส้นหนา ขุ่น ผิวสัมผัสไม่ลื่น เส้นมีความยืดหยุ่นต่ำ
B	15	2.8	เส้นใส บางยืดหยุ่นดี
C	14	2.7	เส้นใส บาง นุ่มเหนียว และยืดหยุ่นสูง
D	13	2.7	**เส้นบางใส นุ่ม ผิวด้านนอกลื่น เนื้อสัมผัส เหนียว และยืดหยุ่นสูง**
E	12	3.0	เส้นหนา เนื้อสัมผัสไม่สม่ำเสมอ เส้นบวม- พอง ขาดง่าย และไม่ยืดหยุ่น

หมายเหตุ A : Nurity 90 B : National 70
C : Elasti gel 3000 D : Elastitex E : H – 50

จากการศึกษาถึงผลของแป้งต่อการคืนตัวและลักษณะทางประสามสัมผัสของเส้นพาสต้าอบแห้ง โดยใช้แป้งดัดแปรที่ผ่านการเกิดเจล การเกิดครอสลิงค์ และการเกิดเจลร่วมกับการเกิดครอสลิงค์ ทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 30 นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วนำไปคืนตัวในน้ำอุณหภูมิ 98 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่า ตัวอย่าง A ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ใช้แป้งดัดแปรจากมันสำปะหลังมีเวลาที่ใช้ในการคืนตัวมากที่สุดเนื่องจาก เป็นแป้งที่ไม่ผ่านการเกิดเจล นอกจากนี้ยังให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่ดี มีความยืดหยุ่นต่ำ ผิวไม่เรียบลื่น ส่วนตัวอย่าง B,C และ D ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีการผสมแป้งดัดแปรที่ผ่านการเกิดเจลร่วมกับการเกิดครอสลิงค์ จึงมีผลให้เวลาที่ใช้ในการคืนตัวลดลง ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียว นุ่ม ยืดหยุ่นสูง เส้นใสบางและลื่น โดยตัวอย่างที่ใช้เวลาในการคืนตัวต่ำที่สุดคือ D รองลงมาคือ C และ B ตามลำดับ ในด้านของตัวอย่าง E นั้นเมื่อนำเส้นพาสต้าอบแห้งมาศึกษาการคืนตัวพบว่า เวลาที่ใช้ในการคืนตัวต่ำที่สุด คือ ใช้เวลาคืนตัว 12 นาที แต่ลักษณะเส้นที่ผ่านการคืนตัวบวม หนา ขาดง่าย ไม่ยืดหยุ่นและผิวสัมผัสไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากแป้งดัดแปรที่ใช้ในตัวอย่าง E เป็นแป้งที่ผ่านการเกิดเจลเพียงอย่างเดียว ดังนั้นเม็ดแป้งจึงดูดน้ำและเกิดเจลได้ที่อุณต่ำกว่าทุกตัวอย่าง แต่ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสไม่ดี

4. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งดัดแปรต่อคุณภาพด้านสี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าอบแห้ง

จากการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดัดแปรที่ผ่านการเกิดเจลร่วมกับการเกิดครอสลิงค์ โดยใช้แป้ง 2 ชนิดคือแป้ง C และ D ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 20 และ 30 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ การทดสอบแบบ 7 Hedonic Scale ในด้านของความแข็ง ความยืดหยุ่น และการยอมรับโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 50 คน เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่มีการทดแทน และวัดค่าสีในระบบ Hunter Lab (L,a,b) ให้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 6 ค่าสีและลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

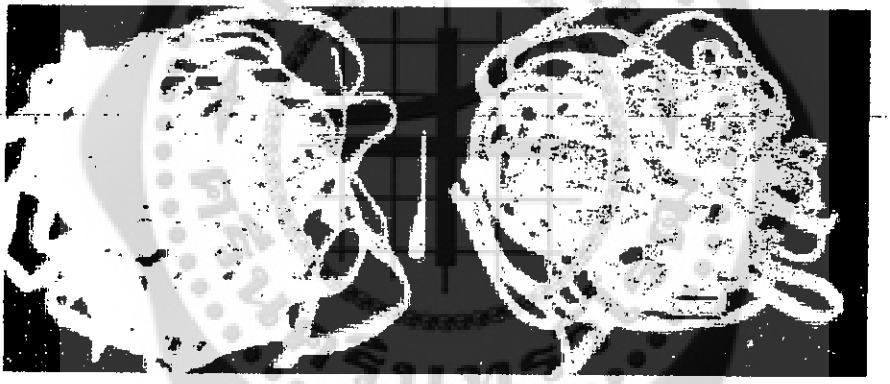
Sample	Sensory			Hunter Color		
	Hardness	Elasticity	Accept	L	a	b
STD	$5.4000^{(a)}$	$3.4500^{(b)}$	$3.6250^{(c)}$	$67.26^{(b)}$	$-2.11^{(a)}$	16.61^{ns}
E-gel 20	$4.1000^{(b)}$	$3.3500^{(b)}$	$3.8250^{(bc)}$	$73.87^{(a)}$	$-1.04^{(b)}$	16.52^{ns}
E-gel 30	$4.1750^{(b)}$	$3.3000^{(b)}$	$4.1500^{(b)}$	$75.40^{(a)}$	$-1.15^{(b)}$	17.69^{ns}
E-tex 20	$4.4750^{(b)}$	$4.2000^{(a)}$	$4.0250^{(b)}$	$74.13^{(a)}$	$-1.41^{(b)}$	16.67^{ns}
E-tex 30	$3.8250^{(bc)}$	$4.4000^{(a)}$	$5.0000^{(a)}$	$74.95^{(a)}$	$-1.38^{(b)}$	17.95^{ns}

หมายเหตุ : $^{(a), (b)}$ แสดงการจัดกลุ่มของผลิตภัณฑ์ในแต่ละคุณลักษณะ

^{ns} แสดงการจัดกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

จากการศึกษาถึงปริมาณที่เหมาะสมของแป้งดัดแปรเพื่อลดเวลาในการคืนตัวของเส้นพาสต้าอบแห้งโดยใช้แป้งดัดแปรที่ผ่านการเกิดเจลและการเกิดครอสลิงค์ ที่ 2 ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความแข็ง – หนา ความเหนียว-ยืดหยุ่น และการยอมรับโดยรวมเปรียบเทียบกับตัวอย่างพาสต้าอบแห้งที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร พบว่า ตัวอย่างเส้นพาสต้าอบแห้งที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรจะให้ความแข็งและหนาของเส้นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 30 เนื่องจากเส้นพาสต้าที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรนั้นผลิตจากแป้งสาลีโปรตีนสูง (ร้อยละ 61.5โดยน้ำหนักเปียก) ดังนั้นจึงมีปริมาณของไกลอะดินและกลูเตนินที่จะสร้างกลูเตนปริมาณมากกว่าเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร ซึ่งกลูเตนนี้

รองลงมาคือตัวอย่างที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร E-tex ร้อยละ 20 และ E-gel ร้อยละ 30 ตามลำดับ ส่วนในด้านของความยืดหยุ่นพบว่าตัวอย่างเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร E-tex ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 20 และ30 ให้ความยืดหยุ่นสูงที่สุด ($P \leq 0.05$) เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ผลิตแป้งดัดแปรคือ แป้งมันสำปะหลังซึ่งแป้งชนิดนี้จะให้เจลที่มีความยืดหยุ่นสูงมาก (กล้าณรงค์, 2543) รวมทั้งผ่านกระบวนการเกิดครอสลิงค์จึงมีผลให้ความยืดหยุ่นสูงขึ้นกว่าแป้งธรรมชาติ เมื่อนำมาทดแทนในผลิตภัณฑ์จึงให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ยืดหยุ่นกว่าตัวอย่างที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์พาสต้าอบแห้งเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรบางส่วน พบว่า ตัวอย่างที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรมีค่าการยอมรับโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างเส้นที่ไม่มีการทดแทนอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรจะมีผลให้ลักษณะของเส้นที่ผ่านการคืนตัวมีลักษณะบาง ผิวนอกลื่น เหนียวและยืดหยุ่น โดยตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือตัวอย่างที่มีการทดแทนด้วย E-tex ร้อยละ 30 รองลงมาคือตัวอย่างที่มีการทดแทนด้วย E-tex ร้อยละ 20 และ E-gel ร้อยละ 30 ตามลำดับ



A B

ภาพที่ 7 เส้นพาสต้าที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรบางส่วน (A) และเส้นพาสต้าที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร (B)

การศึกษาค่าสีของผลิตภัณฑ์พาสต้าอบแห้งที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรบางส่วนและไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร พบว่า ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ (L) ที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรร้อยละ 20 และ 30 มีค่าสูงกว่าตัวอย่างเส้นพาสต้าที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และเมื่อระดับการทดแทนจากร้อยละ 20 เป็น ร้อยละ 30 จะมีผลให้ค่าความสว่างของตัวอย่างมากขึ้น เนื่องจากในกระบวนการผลิตแป้งดัดแปรนั้นต้องนำแป้งดิบไปทำให้มีความบริสุทธิสูงขึ้น โดยมีการกำจัดโปรตีน วิตามิน เม็ดสี ไขมัน แร่ธาตุและองค์ประกอบอื่น ๆ ออกไป เหลือเพียงคาร์โบไฮเดรทที่มีความบริสุทธิสูง แป้งที่ได้จึงมีเนื้อละเอียดและมีสีขาว (Powell,1976) มีค่าความสว่างสูงดังนั้นเมื่อนำมาทดแทนในผลิตภัณฑ์พาสต้าอบแห้งจึงมีผลให้สีของผลิตภัณฑ์สว่างขึ้น ส่วนในด้านของค่าสี a และ b ของผลิตภัณฑ์ที่

มีการทดแทนและไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรพบว่า ตัวอย่างที่มีการทดแทนด้วยด้วยแป้งดัดแปรที่ทุกระดับความเข้มข้นมีค่าสี a ไม่แตกต่างกันและมีค่ามากกว่าตัวอย่างเส้นพาสต้าที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากแป้งดัดแปรผ่านการฟอกสี ทำให้เม็ดสีถูกกำจัดออกไป เม็ดแป้งจึงมีสีอ่อนกว่าแป้งดิบ ส่วนในด้านของค่าสี b นั้น พบว่า ตัวอย่างเส้นพาสต้าที่มีการทดแทนและไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งส่งผลให้สีโดยรวมของผลิตภัณฑ์พาสต้าอบแห้งที่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปรมีสีเหลืองอ่อนกว่าตัวอย่างเส้นพาสต้าที่ไม่มีการทดแทนด้วยแป้งดัดแปร

สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า แป้งพรีเจลาติไนซ์ช่วยให้เส้นพาสต้าอบแห้งคืนตัวเร็วขึ้นกว่า เส้นพาสต้าอบแห้งปกติคิดเป็นร้อยละ 54 จากผลการทดลองคุณลักษณะด้านความแข็งของ เส้นพาสต้าอบแห้ง(Hardness) เส้นพาสต้าสูตรมาตรฐานมีความแข็งมากที่สุด เนื่องจากเป็น เส้นพาสต้าที่ได้จากแป้งสาลี 100% จึงมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเส้นพาสต้าที่ทดแทนแป้งสาลี บางส่วนด้วยแป้งพรีเจลาติไนซ์ซึ่งเป็นสตาร์ช คือ ผ่านการแยกส่วนของโปรตีน ไขมัน วิตามินและเกลือแร่ออกไปแล้ว คงเหลือแต่คาร์โบไฮเดรต ในคุณลักษณะด้านความยืดหยุ่นของเส้น พาสต้าต้มสุก (Elasticity) เส้นพาสต้าที่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้ง Elastitex 20 % และ 30% มีความยืดหยุ่นดีที่สุด เพราะแป้งพรีเจลาติไนซ์ที่นำมาเป็นแป้งที่ได้จากแป้งมันสำปะหลังซึ่งมีคุณสมบัติให้ความยืดหยุ่นแก่ผลิตภัณฑ์ โดยเส้นพาสต้าที่ทดแทนแป้งสาลี บางส่วนด้วยแป้ง Elastitex 30 % ได้รับการยอมรับสูงสุด เนื่องจากแป้งตัวนี้ให้คุณลักษณะที่ดีกับเส้นพาสต้า คือช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเรียบเนียน ยืดหยุ่นและคืนตัวได้ดี

จากการทดลองหากมีการเสริมแป้งดัดแปรลงไปตั้งแต่ 40 % หรือมากกว่านี้ ถึงแม้จะลดเวลาในการคืนตัวได้มาก แต่คุณสมบัติทางด้านเนื้อสัมผัสจะไม่ดี คือ เส้นพาสต้าอบแห้งเมื่อนำกลับมาต้มสุกเส้นที่ได้จะบาง ขาดง่าย เนื่องมาจากแป้งพรีเจลาติไนซ์ที่นำมาทดแทนนั้นเป็นแป้งที่ได้จากแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีแล้ว ขนาดของเม็ดแป้งมันสำปะหลังจะเล็กกว่าแป้งสาลี ถึงแม้จะพองตัวได้ดีและเร็วกว่า แต่เมื่อดูดน้ำเต็มที่แล้วขนาดของเม็ดแป้งที่เล็กกว่า จึงทำให้เส้นพาสต้าที่ได้ไม่หนาเท่าการใช้แป้งสาลี อีกทั้งการที่เป็นสตาร์ช ดังที่กล่าวข้างต้น ปริมาณโปรตีนที่มีน้อยกว่าแป้งสาลี ทำให้เส้นพาสต้าอบแห้งที่ได้ไม่แข็งแรง เปราะ แตกหักง่าย และเส้นพาสต้าต้มสุกที่ได้ไม่เหนียวเหมือนเส้นพาสต้าปกติที่ใช้แป้งสาลี 100% แต่จะมีความยืดหยุ่นดีซึ่งเป็นคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลัง

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 1,12-34,38-55,118-166.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และสิทธิโชค วัลลภาทิตย์. 2539. แป้งดัดแปร. อุตสาหกรรมเกษตร 7(1) : 51-57.

เกล็ดน่ารู้เรื่องพาสต้า. แหล่งที่มา: http://www.geocities.com/pastatoday.19 มิถุนายน 2547.

ฝ่ายประยุกต์งานวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2530. การปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งดิบชนิดต่างๆ. ข่าวงานวิจัยและเทคโนโลยี 7(1) : 1-3.

พาสต้า. แหล่งที่มา: http://www.hormel.com/tenplates/knowledge. 25 พฤศจิกายน 2547.

วิภา สุโรจนะเมธากุล. 2545. การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารเส้นเพื่อการควบคุมคุณภาพ. อาหาร 32(2) : 86-91.

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2539. กระบวนการทำแห้งอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, 252-261.

Amylose structure. แหล่งที่มา : http://www.sigmaaldrich.com

Amylopectin structure. แหล่งที่มา : http://www.biotopic.co.uk

Dry pasta. แหล่งที่มา : http://www.vol.com and http://www.surecrete.com

Leach, H.M.1965. Gelatinization of starch. Chemistry and Technology Vol.1 . Academic Press, New York. pp 289-308.

Light.J.M. 1990. Modified food starches. Cereal Foods World. 35(11) : 1081-1092

Mainingant, C.C. and Seib. 1997. Starch : Occurrence, isolation, and property of starch granules. J. Food Science and Technology. 8 : 375-382.

Pasta. แหล่งที่มา : http://www.targetwoman.com

Swinkel,J.J.M. 1995. Source of starch, its chemistry and physics. Starch Conversion Technology. Marcel Dekker, Inc., New York. pp 15-45