

abst

ข้อมูลข่าวสาร วศ.

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กช
อว 14

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เรื่องที่ 1

การผลิตเครื่องดื่มธัญพืช
(Processing of Instant Nutritious Cereal Drink)

นางวรรณดี บินไชย
นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลงานบริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารราชการ พ.ศ. 2540

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เรื่องที่ 1

การผลิตเครื่องดื่มธัญพืช
(Processing of Instant Nutritious Cereal Drink)

เลขที่ ๐๖
๐๐/๑๔
เลขที่ ๙๘๙๙
วันที่ ๔ พค. ๑๔๕๖

นางวรรณดี บินไชย
นักวิทยาศาสตร์ 5

ด้วยขอขึ้นทูลเกล้าฯ
จาก
๑๗/

กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

การผลิตเครื่องดื่มธัญพืช

(Processing of Instant Nutritious Cereal Drink)

บทคัดย่อ

การผลิตเครื่องดื่มธัญพืช ผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดเดี่ยว หรือหลายชนิดและพืชเมล็ดแห้งมาบดให้เป็นผงละเอียด เติมสารปรุงแต่งกลิ่นรส และสารเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ให้ความร้อนเพื่อให้ได้ลักษณะข้นและมีความหนืดที่เหมาะสม นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ชนิดและปริมาณของธัญพืชและพืชเมล็ดแห้ง ที่ใช้เป็นองค์ประกอบมีผลต่อคุณค่าทางอาหาร ธัญพืชแผ่นกรอบที่ผลิตโดยใช้ข้าวสาลีร้อยละ 54.5 ให้ปริมาณโปรตีนร้อยละ 9.70 สูตรที่ใช้ข้าวสาลีร้อยละ 40 ผสมกับข้าวเจ้า ข้าวโพด และถั่วเหลือง ร้อยละ 8 10 และ 5 ตามลำดับ ให้ปริมาณโปรตีนร้อยละ 11.2 และสูตรที่ใช้ข้าวเจ้าร้อยละ 40 ผสมกับข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และ ลูกเดือย ร้อยละ 10 5 5 และ 3 ตามลำดับ ให้ปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.75 ธัญพืชแผ่นกรอบที่มีลักษณะเนื้อเหนียว ใช้ธัญพืชผงร้อยละ 60-63 น้ำตาลทรายขาว ร้อยละ 16-20 กลูโคสซีรัปร้อยละ 11-13 การเพิ่มโปรตีนทำได้โดยเติมถั่วเหลือง ไข่ไก่สดหรือไข่ผง ธัญพืชแผ่นกรอบที่ผลิตจากธัญพืชผงร้อยละ 60 เมื่อเพิ่มโปรตีนโดยผสมถั่วเหลืองผง ในอัตราส่วน ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และลูกเดือย เท่ากับ 40:20:20:10:10 หรือ 40:10:20:20:10 และ 40:30:10:10:10 ให้ปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.03 10.0 และ 8.09 ตามลำดับ การเพิ่มโปรตีนโดยการเติมไข่ผงร้อยละ 2 และ 3 ในสูตรธัญพืชแผ่นกรอบที่มีธัญพืชผง ประกอบด้วย ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และลูกเดือย ในอัตราส่วน 40:30:10:10:10 ให้ปริมาณโปรตีนร้อยละ 9.29 และ 9.97 ตามลำดับ

เครื่องดื่มธัญพืชประกอบด้วยธัญพืชแผ่นกรอบที่ผ่านการอบแห้ง ผสมรวมกับ น้ำตาลทรายขาว ครีมเทียมชนิดผงหรือนมผง ส่วนการเตรียมเพื่อรับประทานนั้นจะใช้เครื่องดื่มธัญพืช 30 กรัม เติมน้ำร้อน 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะได้เครื่องดื่มร้อน มีความข้นประมาณ 12 องศาบริกซ์ รสหวานพอดี มีกลิ่นรสน้ำผึ้งหรือโกโก้ที่ใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรส การศึกษาอายุการเก็บ เครื่องดื่มธัญพืชบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนชนิดหนา และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ เก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ได้นาน 12 เดือน และที่อุณหภูมิห้องเก็บได้นาน 6 เดือน โดยมีสี กลิ่น รส ปกติและมีการละลายดีเช่นเดิม

(1)

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญแผนผัง	(2)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
บทคัดย่อ	-
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	2
วิธีการทดลอง	3
ผลการทดลอง	5
วิจารณ์ผล	8
สรุปผลการทดลอง	9
เอกสารอ้างอิง	10
ภาคผนวก	11

สารบัญแผนผัง

แผนผังที่		หน้า
1	กรรมวิธีการผลิตเครื่องตีมธัญพืช	12

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตร	13
2	คุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตร และเครื่องตีมธัญพืช	13
3	ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบ 2 สูตร ที่ใช้น้ำตาลและกลูโคสซีรัปในปริมาณที่ต่างกัน โดยใช้ข้าวเจ้าเป็นส่วนผสมหลักและเติมธัญพืช ชนิดอื่นในปริมาณเท่ากัน และคุณลักษณะ แผ่นกรอบที่ได้	14
4	ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตร โดยใช้อัตราส่วนธัญพืชแต่ละชนิดต่างๆ กัน และใช้ข้าวเจ้าเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ของธัญพืชผง	15
5	คุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตร	16
6	ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นของธัญพืช แผ่นกรอบทั้ง 3 สูตร	16
7	ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบ เสริมโปรตีน จากไข่ไก่สด 3 สูตร	17

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
8	ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบเสริมโปรตีนจากไข่ผง	18
9	คุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบ เสริมโปรตีนจากไข่ผง 3 สูตร	19
10	ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นของธัญพืชแผ่นกรอบเสริมโปรตีนจากไข่ผง 3 สูตร	19
11	ส่วนประกอบของเครื่องดื่มธัญพืช ซึ่งใช้ธัญพืชแผ่นกรอบเสริมโปรตีนจากไข่ผง	20
12	ราคาเครื่องดื่มธัญพืช ซึ่งบรรจุ ของละ 30 กรัม	20

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ธัญพืชและพืชเมล็ดแห้งซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มธัญพืช ได้แก่ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ถั่วเหลือง และลูกเด็ย	21
2	ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และลูกเด็ย ซึ่งผ่านการบดละเอียดโดยเครื่อง Ultra centrifugal mill	21
3	ธัญพืชผง ถั่วเหลืองผง ลูกเด็ยผง สารปรุงแต่งกลิ่นรส สารเสริมคุณค่าทางอาหารและน้ำ ผ่านความร้อนทำให้ได้ของเหลวชั้นมีความหนืดพอเหมาะ	22
4	ธัญพืชแผ่นกรอบ ซึ่งผลิตโดยผ่านส่วนผสมเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer)	22
5	เครื่องดื่มธัญพืช ซึ่งได้จากธัญพืชแผ่นกรอบชิ้นเล็ก ผสมน้ำตาลทรายขาว ครีมเทียมชนิดผงหรือนมผง	23
6	เครื่องดื่มธัญพืชซึ่งเติมน้ำร้อน ได้เครื่องดื่มร้อนที่มีคุณค่าทางอาหารสูง	23

คำนำ

เครื่องต้มธัญพืช เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่พร้อมบริโภคได้ทันทีเมื่อต้องการหรือใช้เป็นอาหารมื้อด่วนในเวลาเช้า จัดเป็นอาหารประเภท breakfast cereal เครื่องต้มธัญพืชผลิตจากธัญพืชต่างๆ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด รวมพืชเมล็ดแห้ง เช่น ถั่วเหลือง และลูกเดือย โดยในกระบวนการผลิตจะผ่านขั้นตอนการบดให้เป็นผงละเอียด ผสมน้ำตาล สารปรุงแต่งรส เติมน้ำสะอาด และให้ความร้อนเพื่อให้ได้ลักษณะขุ่น มีความหนืดที่เหมาะสม นำผ่านเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (drum dryer) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งกรอบ นำไปบรรจุรวมกับน้ำตาล และครีมเทียมชนิดผง (non-dairy creamer) หรือนมผง เครื่องต้มธัญพืชเหมาะสมเป็นอาหารเสริมสำหรับเด็กในวัยที่ต้องการสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโต หรือใช้เป็นอาหารเสริมแก่ผู้ป่วย หรือผู้สูงอายุ เพราะผลิตจากพืชหลายชนิด และเมื่อผสมด้วยนมผงจะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารด้านโปรตีน วิธีเตรียมรับประทานง่ายและสะดวก เพียงเติมน้ำร้อนก็พร้อมที่จะบริโภคได้ทันที

ธัญพืชส่วนใหญ่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต ซึ่งให้พลังงานแก่ร่างกาย นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยวิตามินบี 1 และกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด (1, 2)

ข้าวเจ้า มีคาร์โบไฮเดรต 80 % โปรตีน 6 % วิตามินบี 1 ไนอะซิน และกรดอะมิโนจำเป็น เช่น ไลซีน เมทไธโอนีน และทรีโอนีน

ข้าวสาลี มีโปรตีนระหว่าง 8-12% ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสภาพการปลูก คาร์โบไฮเดรต 71% ข้าวสาลีอุดมไปด้วยวิตามินบี 1 และไนอะซิน มีแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก ส่วนกรดอะมิโนที่มีมาก ได้แก่ อาร์จินีน ไกลซีน ลิวซีน เนิลอะลานีน โพรลีน และซีรีน ข้าวสาลีชนิดอ่อน (soft wheat) มีโปรตีนในเนื้อเมล็ดค่อนข้างต่ำ (7%) ส่วนข้าวสาลีชนิดแข็ง (hard wheat) จะมีโปรตีนสูง (12% ขึ้นไป)

ข้าวโพด มีคาร์โบไฮเดรต 72% โปรตีน 10% แร่ธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก นอกจากนี้ยังมี วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และไนอะซิน

ลูกเดือย เป็นพืชเมล็ดชนิดหนึ่ง มีคาร์โบไฮเดรต 65% โปรตีน 12% และมี แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และไนอะซิน

สำหรับถั่วเมล็ดแห้งที่เป็นแหล่งโปรตีน ได้แก่ ถั่วเหลือง จะมีโปรตีน 34-40% ไขมัน 18-20% คาร์โบไฮเดรต 35% โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลืองนั้น ส่วนใหญ่เป็นใยอาหาร (dietary fiber) ไม่มีแป้ง (starch) ถั่วเหลืองอุดมไปด้วยเกลือแร่ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และ โพแทสเซียม นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี 1 ที อี และ เค และยังมีวิตามินบี 2 ในปริมาณที่สูงกว่าพืชชนิดอื่นด้วย (3,4)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษากรรมวิธีการผลิต และหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องต้มธัญพืช
2. ศึกษาอายุการเก็บ และวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเครื่องต้มธัญพืช

ประโยชน์ของการวิจัย

1. เป็นแนวทางริเริ่มอุตสาหกรรมการทำเครื่องต้มธัญพืช
2. เป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เกษตร โดยการแปรรูปเป็นเครื่องต้มกึ่งสำเร็จรูป

เป้าหมายของงานวิจัย

การศึกษาเรื่อง การผลิตเครื่องต้มธัญพืชนี้เป็นการศึกษาเพื่อให้ได้กรรมวิธีการผลิต และสูตรที่เหมาะสม โดยใช้วัตถุดิบจากผลผลิตการเกษตรในประเทศนำมาแปรรูปด้วยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก เพื่อเป็นแนวทางริเริ่มการผลิตในระดับอุตสาหกรรม และเผยแพร่แก่ผู้เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน ใช้เวลาการดำเนินงาน 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2534 - กันยายน 2535 ณ ห้องปฏิบัติการฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ธัญพืช ได้แก่ ข้าวเจ้า (ข้าวหัก หรือปลายข้าว) ข้าวสาลี (hard wheat) ข้าวโพด
2. พืชเมล็ด ได้แก่ ลูกเดือย
3. สารปรุงแต่งกลิ่นรส ได้แก่ น้ำตาลทรายขาว กลูโคสซีรัป มอลด์สกัด น้ำผึ้ง และ โกล์โง่ง
4. สารเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ได้แก่ ถั่วเหลือง ไข่ไก่สด และไข่ผง
5. อุปกรณ์ในการผลิต ได้แก่ ตู้อบลมร้อนไฟฟ้า เครื่องบดละเอียด (ultra centrifugal mill) ตะแกรงขนาด 25 เมช (mesh) เครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (drum dryer)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมธัญพืช ถั่วเหลือง และลูกเดือยบดละเอียด

ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลืองและลูกเดือย คัดเลือก แยกสิ่งเจือปน และล้างน้ำเพื่อขจัดฝุ่นละออง อบในตู้อบลมร้อนไฟฟ้าที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ผ่านการบดให้เป็นผงละเอียดโดยนำเข้าเครื่องบดละเอียด ใช้ตะแกรงขนาด 1.0 และ 0.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 25 เมช ธัญพืชผงแต่ละชนิด ถั่วเหลืองผง และ ลูกเดือยผง ที่ได้จะใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษาทดลองผลิตธัญพืชแผ่นกรอบต่อไป

2. ศึกษาอัตราส่วนของธัญพืช ถั่วเหลือง ลูกเดือย และสารปรุงแต่งกลิ่นรส เพื่อผลิตเป็นธัญพืชแผ่นกรอบ

ทดลองผลิตธัญพืชแผ่นกรอบโดยใช้ธัญพืชผง ผสมกับถั่วเหลืองผง ลูกเดือยผง และสารปรุงแต่งกลิ่นรส ได้แก่ น้ำตาลทรายขาว กลูโคสซีรัป มอลต์สกัด และเติมน้ำสะอาด 3 เท่า ให้ความร้อนเพื่อให้ส่วนผสมขุ่นมีความหนืดที่เหมาะสม นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ทรงกระบอก (แผนผังที่ 1)

2.1 ศึกษาการใช้ธัญพืชต่างชนิดกัน หรือใช้ปริมาณที่แตกต่างกันในการผลิตธัญพืชแผ่นกรอบ

เปรียบเทียบธัญพืชแผ่นกรอบที่ได้จาก 3 สูตร คือสูตรที่ 1 ใช้ข้าวสาลีร้อยละ 54.5 สูตรที่ 2 ใช้ข้าวสาลีร้อยละ 40 ผสมกับข้าวเจ้า ข้าวโพด และถั่วเหลืองร้อยละ 8 10 และ 5 ตามลำดับ และสูตรที่ 3 ใช้ข้าวเจ้าร้อยละ 40 ผสมกับข้าวสาลี ข้าวโพด ลูกเดือย และถั่วเหลือง ร้อยละ 10 5 3 และ 5 ตามลำดับ วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบแต่ละสูตร

2.2 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลทรายขาว กลูโคสซีรัปที่ทำให้ได้ธัญพืชแผ่นกรอบที่มีลักษณะเนื้อเป็นแผ่นหนาดี

เปรียบเทียบธัญพืชแผ่นกรอบ 2 สูตร ที่ใช้น้ำตาลทรายขาว และ กลูโคส ซีรัปในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยใช้ข้าวเจ้าเป็นส่วนผสมหลัก คือร้อยละ 40 และเติมพืชชนิดอื่น ในปริมาณที่เท่ากัน คือ ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และลูกเดือย ร้อยละ 10 5 5 และ 3 ตามลำดับ ในสูตรที่ 1 ใช้น้ำตาลทรายขาวและกลูโคสซีรัป ร้อยละ 20 และ 11 ตามลำดับ และ สูตรที่ 2 ใช้น้ำตาลทรายขาวและกลูโคสซีรัป ร้อยละ 16 และ 15 ตามลำดับ

เปรียบเทียบธัญพืชแผ่นกรอบเสริมโปรตีนจากไข่ผง ที่ผลิตจากธัญพืชผง ร้อยละ 60 ซึ่งประกอบด้วยข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และ ลูกเดือย ในอัตราส่วน 40:30:10:10:10 ในสูตรที่ 1 ใช้น้ำตาลทรายขาวและกลูโคสซีรัป ร้อยละ 18 และ 11 สูตรที่ 2 ร้อยละ 16 และ 13 และสูตรที่ 3 ร้อยละ 14 และ 15 ตามลำดับ

3. ศึกษาการเสริมคุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบ

3.1 ใช้ข้าวเจ้าเป็นธัญพืชหลัก ผสมกับพืชชนิดอื่น เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ลูกเดือย และถั่วเหลือง เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบ แต่ละสูตร

3.2 การเสริมโปรตีนโดยการเติมไข่ไก่สดลงในส่วนผสมของธัญพืชแผ่นกรอบ โดยเติมไข่ไก่สดในปริมาณร้อยละ 10 และ 13.3 วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารทดสอบการยอมรับของผู้ชิม

3.3 การเสริมโปรตีนโดยการเติมไข่ผง ลงในส่วนผสมของธัญพืชแผ่นกรอบ โดยเติมไข่ผงในปริมาณร้อยละ 2 และ 3 วิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร ทดสอบการยอมรับของผู้ชิม

4. ศึกษาการปรุงแต่งกลิ่นรส โดยเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น มอลต์สกัด น้ำผึ้ง หรือโกโก้ผง ร่วมกับเติมไข่ไก่สด หรือไข่ผง

5. ศึกษาการเตรียมเครื่องดื่มธัญพืช โดยนำธัญพืชแผ่นกรอบ ผสมกับ น้ำตาลทรายขาว และครีมเทียมผง หรือนมถั่วเหลืองผง ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทดสอบการชิม และหาอัตราส่วนน้ำร้อนที่เหมาะสมในการเตรียมเพื่อบริโภค

6. ศึกษาอายุการเก็บของเครื่องดื่มธัญพืช บรรจุในถุงโพลีเอทิลีนชนิดหนา และถุงโพลีเอทิลีนเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil laminated polyethylene) ปิดผนึกปากถุงด้วยเครื่อง เก็บที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เพื่อศึกษาอายุการเก็บ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะในระหว่างการเก็บ

ผลการทดลอง

1. การศึกษาอัตราส่วนของธัญพืชผงแต่ละชนิด และสารปรุงแต่งกลิ่นรสในการผลิตธัญพืชแผ่นกรอบ

1.1 การใช้ธัญพืชต่างชนิดกัน หรือธัญพืชแต่ละชนิดปริมาณที่แตกต่างกัน มีผลต่อคุณค่าทางอาหาร

ธัญพืชแผ่นกรอบที่ใช้ข้าวสาลีเป็นองค์ประกอบร้อยละ 54.5 พบว่าให้ปริมาณโปรตีนร้อยละ 9.70 เมื่อลดปริมาณข้าวสาลีเป็นร้อยละ 40 และผสมข้าวเจ้า ข้าวโพด และถั่วเหลือง ร้อยละ 8 10 และ 5 ตามลำดับ มีผลให้ปริมาณโปรตีนสูงขึ้นเป็นร้อยละ 11.2 (ตารางที่ 1และ2) และเมื่อทดลองใช้ข้าวเจ้าแทนข้าวสาลีในปริมาณร้อยละ 40 และผสมข้าวสาลี ถั่วเหลือง และลูกเดือย ร้อยละ 10 5 และ 3 ตามลำดับ พบว่ามีปริมาณโปรตีนลดลงเป็น ร้อยละ 7.75

1.2 ปริมาณน้ำตาลและกลูโคสซีรัปมีผลต่อลักษณะเนื้อของธัญพืชแผ่นกรอบ

เมื่อใช้ธัญพืชผงจากธัญพืชหลายชนิด คิดเป็นร้อยละ 63 ของส่วนประกอบในธัญพืชแผ่นกรอบพบว่าปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 20 และกลูโคสซีรัปร้อยละ 11 ให้ธัญพืชแผ่นกรอบ (cereal flake)ที่มีลักษณะเนื้อหนาดีกว่าการใช้ปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 16 และกลูโคสซีรัปร้อยละ 15 (ตารางที่ 3) และเมื่อทดลองใช้น้ำตาลและกลูโคสซีรัปร้อยละ 18 และ 11 หรือร้อยละ 16 และ 13 ตามลำดับ พบว่าให้ธัญพืชแผ่นกรอบมีลักษณะเนื้อหนาดีกว่าสูตรที่ใช้ น้ำตาลร้อยละ14 และกลูโคสซีรัปร้อยละ 15 (ตารางที่ 8) จากผลการทดลอง (ตารางที่ 3 และที่ 8) พอสรุปได้ว่าปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 16-20 และกลูโคสซีรัปร้อยละ 11-13 ให้ธัญพืชแผ่นกรอบมีลักษณะเนื้อหนาดีก

2. การศึกษาคุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบ

2.1 การเสริมโปรตีนโดยการใช้ข้าวเจ้าเป็นธัญพืชหลัก และเติมธัญพืชชนิดอื่นรวมกับถั่วเหลืองและลูกเดือย

เมื่อใช้ข้าวหัก ร้อยละ 40 และผสมธัญพืชชนิดอื่นในอัตราส่วนต่างกันไป (ตารางที่ 4 ก) จากธัญพืชผงคิดเป็น ร้อยละ 60 ของธัญพืชแผ่นกรอบ (ตารางที่ 4 ข) นั้น ประกอบไปด้วย ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลืองและลูกเดือย ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันรวม 3สูตร คือ 40:20:20:10:10 หรือ 40:10:20:20:10 และ 40:30:10:10:10 ตามลำดับหรือคิดเทียบแล้วมีข้าวเจ้าร้อยละ 24 และมีธัญพืชชนิดอื่นร้อยละ 6-18 ของส่วนประกอบในธัญพืชแผ่นกรอบ

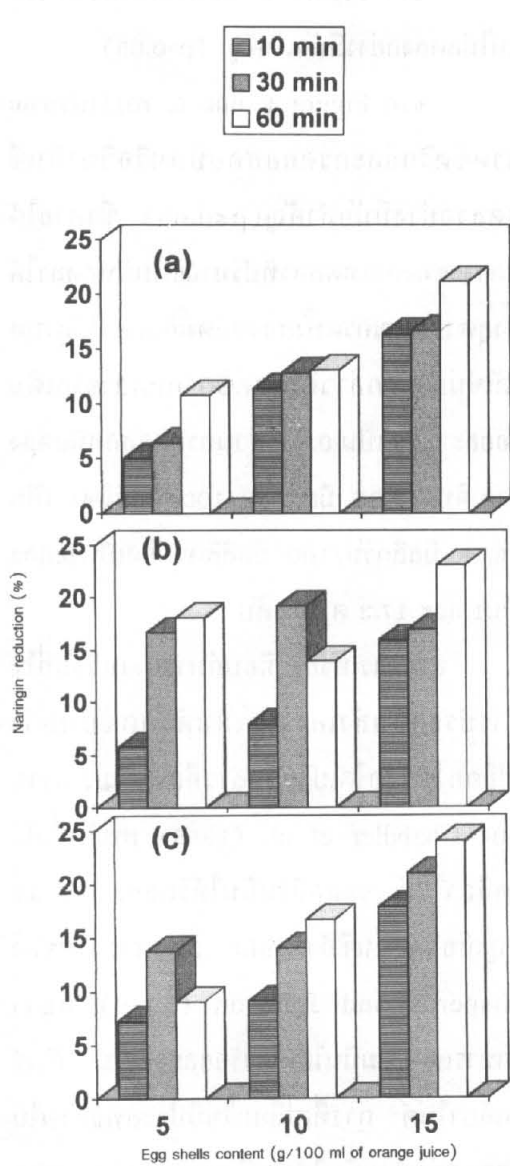


Figure 3. Profile of naringin reduction with 20-40 mesh(a), 40-60 mesh(b) and 60-80 mesh(c) of egg shells

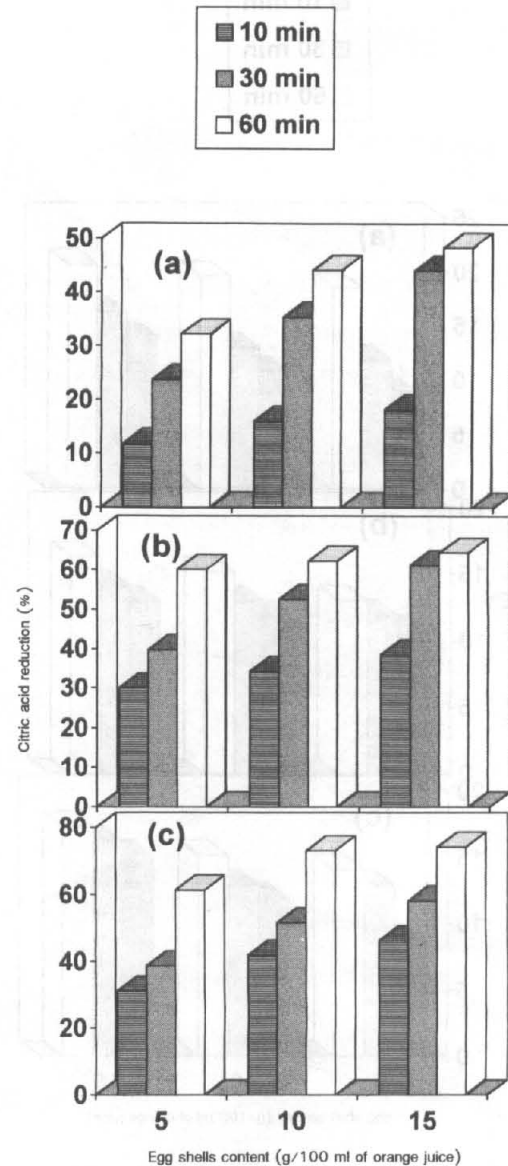


Figure 4. Profile of citric acid reduction with 20-40 mesh(a), 40-60 mesh(b) and 60-80 mesh(c) of egg shells

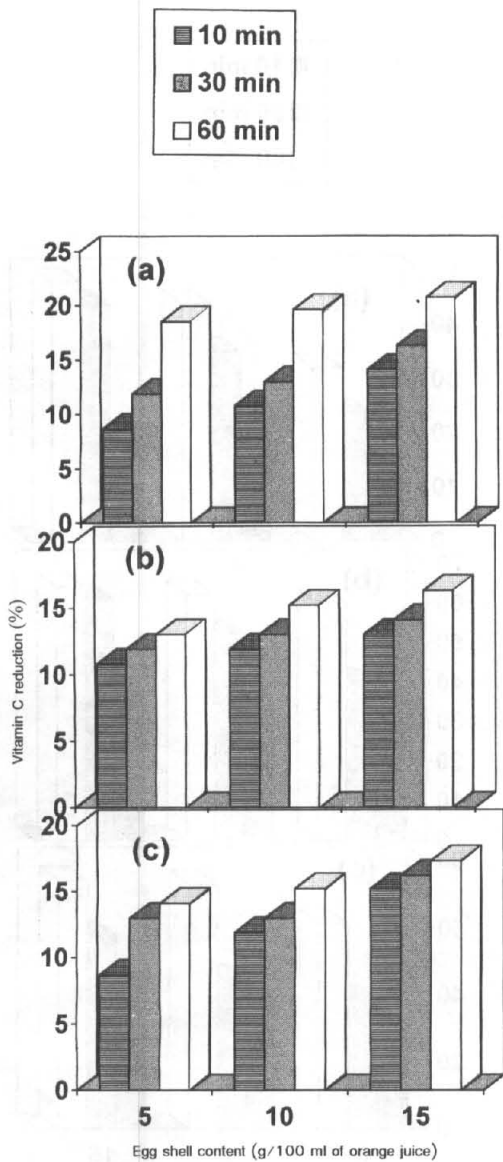


Figure 5. Profile of vitamin C reduction with 20-40 mesh(a), 40-60 mesh(b) and 60-80 mesh(c) of egg shells

จาก Figure 3. แสดงว่าปริมาณนารินจินไม่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จาก Figure 4. และ 5. พบว่าปริมาณกรดซิตริกและกรดแอสคอบิกหรือวิตามินซีลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งภายใต้สภาวะของการทดลองที่ปริมาณลิโมนินลดลงได้สูงสุด ปริมาณกรดทั้งสองชนิดนี้ก็ลดลงได้สูงสุดได้เช่นกัน กล่าวคือกรดซิตริกลดลงจากเดิมร้อยละ 0.93 เป็น 0.25 ส่วนกรดแอสคอบิกลดลงจากเดิม 42.95 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร เป็น 35.48 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร คิดเป็นร้อยละ 73.1 และ 17.3 ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบกับรายงานวิจัยที่ใช้สารประกอบสังเคราะห์เป็นตัวดูดซับพบว่าเปลือกไข่มีข้อได้เปรียบกล่าวคือ ตามรายงานของ Chandler et al. (1968) พบว่าเมื่อใช้โพลีโอไมด์ จะลดลิโมนินได้ร้อยละ 29-43 สูญเสียวิตามินซีถึงร้อยละ 30 รายงานของ Nisperos and Johnson (1982) พบว่าสามารถลดลิโมนินได้เพียงร้อยละ 17.5 ถ้าใช้โพลีโอไมด์ การที่เปลือกไข่มีประสิทธิภาพในการดูดซับลิโมนินได้นั้นมีผลมาจากโครงสร้างของเปลือกไข่เป็นผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตรูปหกเหลี่ยม (Kaplan and Sigmund, 1973) ในเปลือกไข่มีรูพรุนซึ่งมีรูปร่างตั้งแต่รูปไข่ถึงกลม โดยที่รูขนาดใหญ่มีขนาด 0.022-0.029 มิลลิเมตร รูเล็กสุดมีขนาด 0.0038-0.0054 มิลลิเมตร ถ้าพิจารณาขนาดโมเลกุลของลิโมนินซึ่งมีขนาด

น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

พงษ์เทพ วิไลพันธ์

ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและมีปริมาณมากในสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย โดยเฉพาะในร่างกายของมนุษย์มีน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 60-70 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำจะมีบทบาทสำคัญในปฏิกิริยาต่างๆ ภายในเซลล์เพื่อให้เซลล์ดำเนินกิจกรรมได้ตามปกติและสามารถดำรงอยู่ได้ ในแต่ละวันมนุษย์ต้องสูญเสียน้ำจำนวนมากโดยการขับถ่าย การหายใจและระเหยออกตามผิวหนัง ทำให้ร่างกายต้องการน้ำจากภายนอกมาทดแทนน้ำที่สูญเสียไปวันละประมาณ 2-3 ลิตร โดยร่างกายจะได้รับน้ำจากการดื่มโดยตรงและน้ำที่ปะปนอยู่ในอาหารที่บริโภคเข้าไป ซึ่งน้ำที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกายนั้นจะต้องเป็นน้ำที่สะอาด เนื่องจากน้ำที่ไม่สะอาดนอกจากจะเป็นที่น่ารังเกียจในการบริโภคแล้วยังเป็นแหล่งสะสมสารเคมี สารพิษ และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค การบริโภคน้ำที่ไม่สะอาดอาจก่อให้เกิดโรคไต โรคนี้วและโรคในระบบทางเดินอาหาร ในธรรมชาติและสภาวะแวดล้อมที่เสื่อมโทรมเช่นปัจจุบัน แหล่งน้ำธรรมชาติที่สะอาดและมีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการบริโภคจะหาได้ยากโดยเฉพาะในระยะที่เกิดภัยธรรมชาติต่างๆ ประกอบกับ

สภาพสังคมที่รีบเร่งและต้องการความสะดวกสบาย น้ำดื่มบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เช่น ขวด แก้ว ถุงพลาสติก กระป๋อง ฯลฯ จึงได้รับความนิยมเป็นอย่างมากทำให้อุตสาหกรรมดังกล่าวมีการแข่งขันและขยายตัวอย่างรวดเร็ว แต่พบว่าน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดจำนวนมากยังมีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานกำหนด ทำให้ไม่เหมาะสมและปลอดภัยที่จะนำไปใช้บริโภค จากการสุ่มตรวจสอบน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่จำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขในปี 2539 จำนวน 96 ตัวอย่าง พบว่ามีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานถึง 10 ตัวอย่าง คิดเป็น 14.16 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิต กรรมวิธีการผลิต จุลินทรีย์ที่มีโอกาสปนเปื้อนและมาตรฐานของน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและเกิดประโยชน์เป็นอย่างมากสำหรับผู้ประกอบการผลิตและผู้บริโภคโดยทั่วไป เนื่องจากน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทกำลังจะกลายเป็นสิ่งจำเป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในสังคมเมืองเช่นปัจจุบัน

ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำดื่มบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อให้ได้มาตรฐาน ผู้ผลิตจะต้องมีการเตรียมการและการจัดการที่ดีตั้งแต่การออกแบบและจัดสร้างตัวอาคารผลิตต้องมีการแบ่งบริเวณการใช้งานที่ชัดเจนถูกต้องตามวัตถุประสงค์และใช้วัสดุก่อสร้างที่เหมาะสม มีการจัดหาเครื่องจักร อุปกรณ์การผลิตที่พอเพียงและเหมาะสมทั้งในเรื่องของการใช้งานรวมถึงการรักษาความสะอาด มีการจัดเตรียมและรักษาคุณภาพของวัตถุดิบ เช่น น้ำดิบ ภาชนะบรรจุ สารเคมีที่ใช้ มีการจัดการในกระบวนการผลิตให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและการสุขาภิบาล มีการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดแก่ผู้บริโภค สำหรับกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทโดยทั่วไปสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1. กระบวนการจัดเตรียมและปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ แหล่งน้ำธรรมชาติสามารถแบ่งได้เป็น 2 แหล่ง คือ (1) แหล่งน้ำผิวดิน (surface water) ได้แก่ น้ำในทะเล มหาสมุทร แม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ หนอง บึง ซึ่งน้ำประเภทนี้จะมีคุณภาพไม่เหมาะสมที่จะนำมาบริโภคในทันที เนื่องจากมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และมีคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีที่ไม่เหมาะสม โดยคุณภาพของน้ำจะขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งแวดล้อมและพื้นที่ๆ น้ำไหลผ่าน (2) แหล่งน้ำใต้ดิน (ground water) ได้แก่

น้ำบาดาล น้ำพุธรรมชาติ ซึ่งน้ำประเภทนี้ในบางแหล่งจะมีคุณภาพที่สามารถใช้บริโภคได้ แต่ในบางแหล่งจะมีปัญหาในเรื่องของแร่ธาตุต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณมาก ทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้บริโภค ดังนั้นในการนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้เพื่อผลิตน้ำบริโภคจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมและปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบให้มีความเหมาะสมและได้มาตรฐานซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1.1 การเติมอากาศ (aeration) เป็นกระบวนการที่ทำให้น้ำสัมผัสกับอากาศเพื่อลดปริมาณของก๊าซและสารที่ระเหยได้บางชนิดซึ่งละลายอยู่ในน้ำเพื่อลดปริมาณสารที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสต่างๆ ด้วยกระบวนการ oxidation การเติมอากาศทำได้หลายวิธี เช่น การทำน้ำให้เป็นแผ่นฟิล์มหรือทำเป็นน้ำตก การทำให้น้ำไหลผ่านเครื่องกีดขวาง การปล่อยให้ น้ำไหลผ่านคลองส่งน้ำที่สะอาด การพ่นอากาศลงในน้ำหรือพ่นน้ำให้สัมผัสอากาศ หรือการใช้วิธีต่างๆ ร่วมกัน

1.2 การกรองขั้นแรก (prefiltration) เป็นกระบวนการลดความขุ่นและสาหร่ายที่ปะปนมากับน้ำดิบ โดยใช้กรวดหรือเม็ดพลาสติกเป็นสารกรอง ซึ่งเมื่อน้ำผ่านเข้าไปในสารกรองช่องว่างระหว่างสารกรองจะทำหน้าที่เสมือนเป็นถักตะกอน ความเร็วในการไหลของน้ำจะลดลงทำให้เกิดการตกตะกอนของอนุภาคขนาดใหญ่ในช่องว่างระหว่างสารกรอง นอกจากนี้จุลินทรีย์

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร พบว่าธัญพืชแผ่นกรอบสูตร 2 ให้ปริมาณโปรตีน ร้อยละ 10 ซึ่งสูงกว่าธัญพืชแผ่นกรอบสูตร 1 และ 3 ซึ่งให้ปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกันคือร้อยละ 8.03 และ 8.09 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) การเพิ่มปริมาณถั่วเหลืองในสูตรที่ 2 มีผลให้ธัญพืชแผ่นกรอบมีคุณค่าทางโปรตีนสูงขึ้น และมีปริมาณกรดอะมิโนบางตัวสูงขึ้นด้วย (ตารางที่ 6)

2.2 การเสริมโปรตีนโดยการเติมไข่ไก่สด

เมื่อทดลองเติมไข่ไก่สดในธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตร ซึ่งส่วนประกอบของ ธัญพืชแตกต่างกัน(ตารางที่ 7) พบว่าเมื่อเติมไข่ไก่สดในปริมาณร้อยละ 10 ร่วมกับการเติมน้ำผึ้งร้อยละ 5 ให้ธัญพืชแผ่นกรอบมีกลิ่นรสดี ไม่คาว แต่ถ้าเพิ่มปริมาณไข่ไก่สดเป็นร้อยละ 13.3 จะมีกลิ่นคาวเล็กน้อย นั่นคือปริมาณไข่ไก่สดร้อยละ 10 เป็นปริมาณสูงสุดที่ควรเติมในธัญพืชแผ่นกรอบ และการเติมน้ำผึ้ง ร้อยละ 5 ช่วยให้ได้กลิ่นรสดี

2.3 การเสริมโปรตีนโดยการเติมไข่ผง

เมื่อทดลองเติมไข่ผง ร้อยละ 2 หรือ 3 ในธัญพืชแผ่นกรอบ โดยเติมร่วมกับมอลต์ สกัด และน้ำผึ้ง (ตารางที่ 8) พบว่าปริมาณสูงสุดของไข่ผงที่เติมได้ คือ ร้อยละ 3 โดยเติมน้ำผึ้งร้อยละ 3-5 และมีโกโก้ผง ร้อยละ 0.8 ได้ธัญพืชแผ่นกรอบมีรสโกโก้ และหอมน้ำผึ้ง กลิ่นรสดี ไม่คาว

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร พบว่าธัญพืชแผ่นกรอบสูตร A และ B มีปริมาณโปรตีนเท่ากันคือร้อยละ 9.97 ซึ่งสูงกว่าธัญพืชแผ่นกรอบสูตร C ซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 9.29 (ตารางที่ 9) ทั้งนี้เพราะทั้ง 3 สูตรดังกล่าวใช้อัตราส่วนธัญพืชผงที่เหมือนกันเพียงแต่แตกต่างกันที่สูตร A และ B เติมไข่ผงร้อยละ 3 ส่วนสูตร C เติมไข่ผงร้อยละ 2 และเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ ปริมาณกรดอะมิโนในแต่ละชนิดพบว่า ธัญพืชแผ่นกรอบสูตร A และ B มีปริมาณกรดอะมิโนในแต่ละชนิด ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และมีปริมาณกรดอะมิโนบางชนิดสูงกว่าที่พบในธัญพืชแผ่นกรอบสูตร C (ตารางที่ 10) นั่นคือปริมาณไข่ผงที่เติมลงไปมีผลให้คุณค่าทางด้านโปรตีนและกรดอะมิโนสูงขึ้น

3. การศึกษาการเตรียมเครื่องดื่มธัญพืช

เมื่อนำธัญพืชแผ่นกรอบ (cereal flake) สูตรเสริมโปรตีนจากไข่ผงสูตร A และ B (ตารางที่ 8) ผสมกับน้ำตาลทรายขาว และครีมเทียมชนิดผง หรือนมถั่วเหลืองชนิดผง จะได้สูตร เครื่องดื่มธัญพืชที่เหมาะสมดังนี้ (ตารางที่ 11) ธัญพืชแผ่นกรอบ 12 กรัม น้ำตาลทรายขาว 8 กรัม และครีมเทียมชนิดผง 10 กรัม หรือธัญพืชแผ่นกรอบ 10 กรัม น้ำตาลทรายขาว 8 กรัม และนมถั่วเหลืองชนิดผง 12 กรัม เครื่องดื่มธัญพืชซึ่งบรรจุของละ 30 กรัม มีราคาต้นทุนการผลิตของละ ประมาณ 1.45-1.60 บาท ทั้งนี้คิดเฉพาะค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (ตารางที่ 12)

การเตรียมเพื่อบริโภค เครื่องดื่มธัญพืช (Instant Nutritious Cereal Drink) ขนาดบรรจุ 30 กรัม เติมน้ำร้อน 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะได้เครื่องดื่มร้อนที่มีความหวานและความข้นพอเหมาะมีความข้น 12 องศาบริกซ์ กลิ่น รสดี

4. ศึกษาอายุการเก็บของเครื่องดื่มธัญพืช

เครื่องดื่มธัญพืชเสริมโปรตีนจากไข่ผง รสน้ำผึ้ง และรสโกโก้ บรรจุในถุงโพลีเอทิลีนเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil laminated polyethylene) และบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน ชนิดหนา พบว่าเก็บได้ 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยที่มีการละลายดี และสี กลิ่น รสใกล้เคียงเมื่อเริ่มเก็บ ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้ชิม แต่การเก็บที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เก็บได้นาน 6 เดือน หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส

วิจารณ์ผล

1. รัญพืชที่ใช้ในการผลิตรัญพืชแผ่นกรอบจำเป็นต้องเตรียมให้อยู่ในรูปผงละเอียด ผ่านการบดโดยวิธีบดแห้ง(dry mill) ด้วยเครื่องบดละเอียด (Ultra centrifugal mill) ซึ่งในการผลิตระดับอุตสาหกรรมจะใช้เครื่องโม่ไฟฟ้า รัญพืชที่ผ่านการบดโดยวิธีบดแห้งนี้ให้รัญพืชผงละเอียด ซึ่งเหมาะสมเป็นส่วนผสมของรัญพืชแผ่นกรอบเพราะเมื่อให้ความร้อนทำให้สุกชั้นได้ดีและใช้ระยะเวลาสั้นและสะดวกในการเตรียมอัตราส่วนรัญพืชผงแต่ละชนิดเพื่อให้ได้รัญพืชแผ่นกรอบที่มีสูตรต่างๆ ตามต้องการ

2. รัญพืชแผ่นกรอบผลิตได้จากรัญพืชชนิดเดียวหรือหลายชนิด การใช้รัญพืชต่างชนิดกันหรือใช้รัญพืชแต่ละชนิดปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณค่าทางอาหาร ในการผลิตสามารถใช้รัญพืชชนิดหนึ่งทดแทนอีกชนิดหนึ่งในกรณีที่รัญพืชชนิดนั้นๆ เกิดขาดแคลน เช่น ใช้ข้าวเจ้าแทนข้าวสาลีซึ่งเป็นรัญพืชที่ส่วนใหญ่ได้มาจากการนำเข้าจากต่างประเทศ การเติมถั่วเมล็ดแห้งที่มีปริมาณโปรตีนสูง เช่น ถั่วเหลือง ก็จะมีผลให้รัญพืชแผ่นกรอบมีคุณค่าอาหารทางด้านโปรตีน และปริมาณกรดอะมิโนสูงขึ้น นอกจากนี้แล้วการผสมรัญพืชชนิดอื่น เช่น ข้าวโพด หรือพืชเมล็ดแห้ง เช่น ลูกเดือย จะเพิ่มคุณค่าทางอาหารด้านวิตามินและเกลือแร่แก่ผู้บริโภคได้ทางหนึ่ง

3. การเติมไข่ไก่สตร้อยละ 10 หรือไข่ผงร้อยละ 3 ร่วมกับการเติมน้ำผึ้งร้อยละ 3-5 และหรือเติมร่วมกับโกโก้ผงร้อยละ 0.8 ได้รัญพืชแผ่นกรอบมีกลิ่นรสน้ำผึ้ง หรือโกโก้ เป็นที่ยอมรับของผู้ชิม มีปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น

4. เครื่องตีรัญพืชสูตรที่ประกอบด้วย รัญพืชแผ่นกรอบกับครีมเทียมชนิดผงและน้ำตาลทราย ก็จะได้คุณค่าทางอาหารในด้านไขมัน และมีพลังงานเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) เหมาะเป็นอาหารที่ให้กำลังงาน และกรณีที่ผสมกับนมผง เช่น นมถั่วเหลืองผง ก็จะมีเพิ่มคุณค่าทางด้านโปรตีน นอกจากนี้แล้วอาจผลิตจำหน่ายในรูปรัญพืชแผ่นกรอบซึ่งผู้บริโภคสามารถนำไปเติมในเครื่องตีร้อนหรือนมสดได้

5. เครื่องตีรัญพืชบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนเคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์ และถุงโพลีเอทิลีน ชนิดหนาเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำที่ 15 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานถึง 12 เดือน และมีอายุการเก็บยาวนานกว่าที่อุณหภูมิห้องซึ่งเก็บได้เพียง 6 เดือน ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่เร่งการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส โดยเกิดกลิ่นหืนอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน

สรุปผลการทดลอง

การผลิตเครื่องต้มัญพืช ผลิตภัณฑ์ในลักษณะัญพืชแผ่นกรอบโดยนำัญพืชชนิดละเอียดชนิดเดียวหรือหลายชนิด เติมน้ำปรุงแต่งกลิ่นรส และสารเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ให้ความร้อนเพื่อให้มีความชื้นพอเหมาะ นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง ัญพืชแผ่นกรอบที่มีลักษณะเนื้อหนาคือใช้ัญพืชผงร้อยละ 60-63 น้ำตาลทรายขาวร้อยละ 16-20 และกลูโคสซีรับร้อยละ 11-13 ชนิดและปริมาณของัญพืช และพืชเมล็ดแห้งที่ใช้เป็นองค์ประกอบมีผลต่อคุณค่าทางอาหาร ัญพืชแผ่นกรอบที่ผลิตโดยใช้ข้าวสาลีผงร้อยละ 54.5 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวสาลีร้อยละ 40 ผสมกับข้าวเจ้า ข้าวโพด และถั่วเหลือง ร้อยละ 8 10 และ 5 ตามลำดับ และสูตรที่ใช้ข้าวเจ้า ร้อยละ 40 ผสมข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และลูกเดือย ร้อยละ 10 5 5 และ 3 ตามลำดับ ให้ปริมาณโปรตีน ร้อยละ 9.70 11.2 และ 7.75 ตามลำดับ

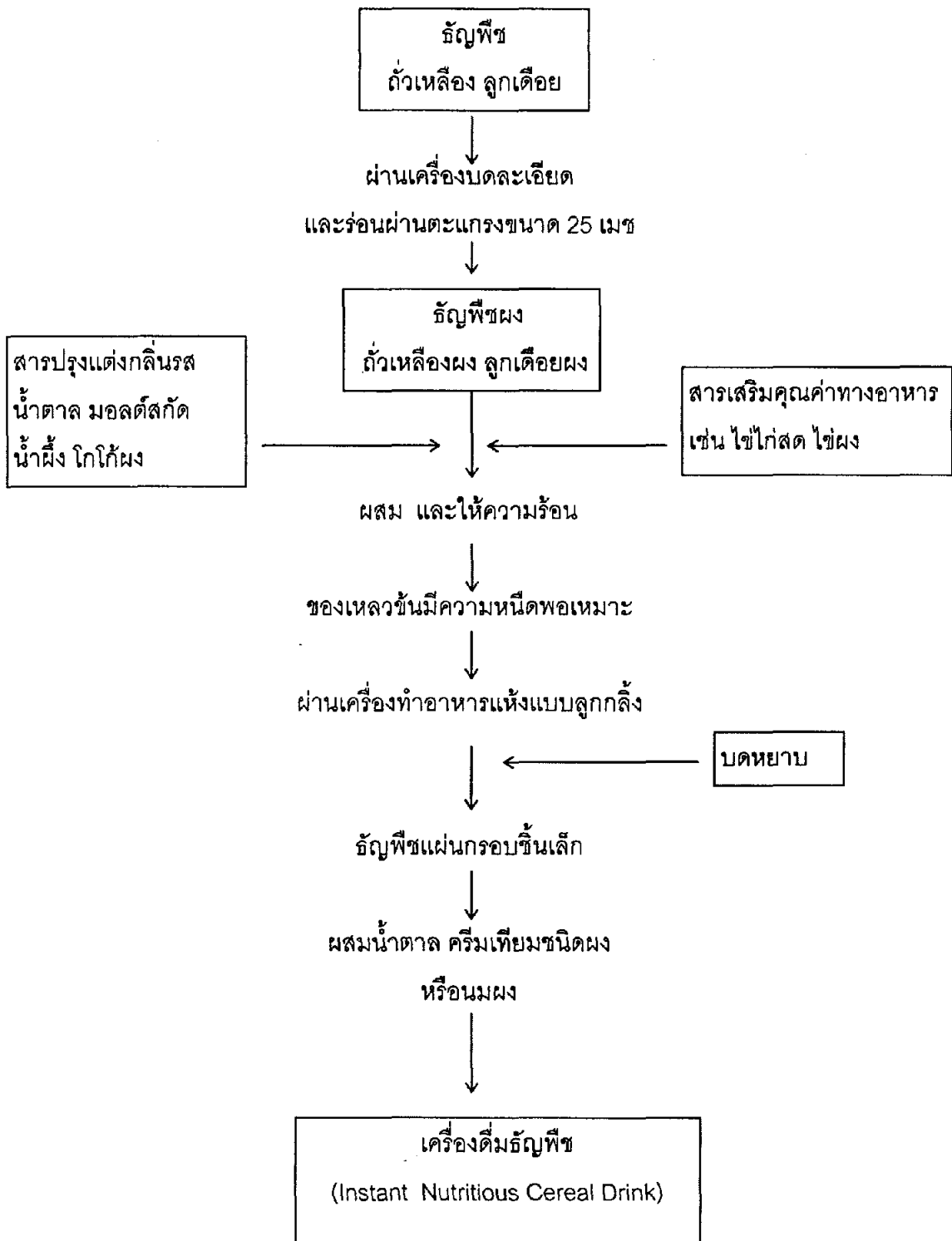
การใช้ถั่วเมล็ดแห้งที่มีปริมาณโปรตีนสูง เช่น ถั่วเหลือง หรือการเติมไข่ไก่สดหรือไข่ผง ช่วยให้ัญพืชแผ่นกรอบมีคุณค่าทางอาหารด้านโปรตีนและกรดอะมิโนสูงขึ้น ัญพืชแผ่นกรอบที่ผลิตจากัญพืชผงร้อยละ 60 เมื่อเพิ่มโปรตีนโดยผสมถั่วเหลืองผง ในอัตราส่วน ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และลูกเดือย เท่ากับ 40:20:20:10:10 หรือ 40:10:20:20:10 และ 40:30:10:10:10 ให้ปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.03 10.0 และ 8.09 ตามลำดับ ปริมาณไข่ไก่สดที่เติมได้สูงสุดคือ ร้อยละ 10 ถ้าใช้ไข่ผงเติมได้สูงสุดที่ระดับ ร้อยละ 3 และการเติมร่วมกับน้ำผึ้ง ร้อยละ 3-5 และโกโก้ผง ร้อยละ 0.8 ได้ัญพืชแผ่นกรอบมีกลิ่นรสดี การเติมไข่ผงร้อยละ 2 และ 3 ในสูตรัญพืชแผ่นกรอบที่มีัญพืชผง ประกอบด้วย ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และลูกเดือย ในอัตราส่วน 40:30:10:10:10 ให้ปริมาณโปรตีนร้อยละ 9.29 และ 9.97 ตามลำดับ

ัญพืชแผ่นกรอบสามารถนำไปบริโภคได้ 2 ลักษณะ คือ การบรรจุสำเร็จรูปเป็นเครื่องต้มัญพืช โดยบรรจุพร้อมน้ำตาลทรายขาวและครีมเทียมหรือนมผง หรือใช้บริโภคคู่กับเครื่องต้มร้อน หรือนมสด เครื่องต้มัญพืชที่บรรจุถุงพอลิเอทิลีนชนิดหนา หรือบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานถึง 12 เดือน โดยมีสี กลิ่นรส ปกติ และการละลายดี แต่ที่อุณหภูมิห้องเก็บได้นานประมาณ 6 เดือน สำหรับการเตรียมเพื่อบริโภค เครื่องต้มัญพืชขนาดบรรจุ 30 กรัม เติมน้ำร้อน 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้เครื่องต้มร้อนที่มีรสหวานพอเหมาะ กลิ่นรสดีเป็นที่ยอมรับของผู้ชิม

เอกสารอ้างอิง

1. Department of Health 1992. **Nutritive values of Thai Foods.**
1 st ed. (Thai) Thailand. ISBN 974-7976-13-7 97p.
2. Maiz S.A. 1970. **Cereal Technology.** The AVI Publishing
Comp, Inc. Wesport Connecticut.
3. Dorothea Van Gundy Jones. 1968. **Nutritional Value of soybean.**
The soybean cookbook. ARC Books, Inc, New York. pp. 8 - 11
4. Macrae R. , R.K. Robinson and M.J. Sadler. 1993. **Soya Beans Encyclopaedia of
Food Science Food Technology and Nutrition.** Vol.6 pp. 4215 - 4230.
5. AOAC 1984. **Official Method of Analysis.** 13 th ed. Washington, DC.
6. Backman Instruction manual, 1985. **The System 6300 Series
High Performance Amino Acid Analysers.**
7. Matheson, N.A. 1974. **The determination of tryptophan in
purified proteins and in feeding-stuffs.** Br. J. Nutrition.
31,393-400.
8. Miller, R.C. 1988. **Continuous Cooking of Breakfast Cereal in
Cereal Foods World 33(3) : 284-291.**

ภาคผนวก



แผนผังที่ 1 กรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มธัญพืช

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตร

ส่วนประกอบ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
	ร้อยละ		
ข้าวสาลี*	54.5	40	10
ข้าวเจ้า	-	8	40
ข้าวโพด	-	10	5
ลูกเดือย	-	-	3
ถั่วเหลือง	-	5	5
น้ำตาล	23.5	20	20
กลูโคสซีรัป	15.8	11	11
โกโก้ผง	6.2	-	-
มอลต์สกัด	-	6	6

หมายเหตุ

* ข้าวสาลีพันธุ์หนัก (hard wheat)

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตร และ เครื่องดื่มธัญพืช (ธัญพืชแผ่นกรอบสูตร 3 ผสมครีมเทียมผง น้ำตาล ในอัตราส่วน 1:1:1)

คุณค่าทางอาหาร		ธัญพืชแผ่นกรอบ			เครื่องดื่มธัญพืช
		สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	
ความชื้น	ร้อยละ	4.57	4.77	4.08	2.84
โปรตีน (Nx6.25)	ร้อยละ	9.70	11.2	7.75	7.57
ไขมัน	ร้อยละ	2.84	3.45	2.80	18.0
กาก	ร้อยละ	1.09	1.21	0.56	0.16
เถ้า	ร้อยละ	1.18	1.21	0.84	1.30
คาร์โบไฮเดรต(โดยการคำนวณ)	ร้อยละ	77.62	78.16	83.77	70.13
ค่าพลังงานความร้อน	กิโลแคลอรี/100 กรัม	374.8	388.5	392.1	472.8
วิตามินบี 1	มิลลิกรัม/100 กรัม	1.56	-	1.33	-
ไนอะซิน	มิลลิกรัม/100 กรัม	0.29	-	0.16	-
เหล็ก	มิลลิกรัม/100 กรัม	7.44	-	2.36	-

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบ 2 สูตร ที่ใช้น้ำตาล และ กลูโคสซีรัปในปริมาณที่ต่างกันโดยใช้ข้าวเจ้าเป็นส่วนผสมหลักและเติมธัญพืชชนิดอื่นในปริมาณเท่ากันและคุณลักษณะของแผ่นกรอบที่ได้

ส่วนประกอบ	ธัญพืชแผ่นกรอบ	
	สูตร 1 (ร้อยละ)	สูตร 2 (ร้อยละ)
ข้าวเจ้า	40	40
ข้าวสาลี	10	10
ข้าวโพด	5	5
ถั่วเหลือง	5	5
ลูกเดือย	3	3
มอลต์สกัด	6	6
น้ำตาล	20	16
กลูโคสซีรัป	11	15

ลักษณะเนื้อ ธัญพืชแผ่นกรอบสูตร 1 เป็นแผ่นหนากว่าสูตร 2

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตรโดยใช้อัตราส่วนธัญพืชแต่ละชนิดต่างๆ กัน และใช้ข้าวเจ้าเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของธัญพืชผง

(ก)

ส่วนประกอบ	ธัญพืชผง		
	สูตร 1 (ร้อยละ)	สูตร 2 (ร้อยละ)	สูตร 3 (ร้อยละ)
ข้าวเจ้า	40	40	40
ข้าวสาลี	20	10	30
ข้าวโพด	20	20	10
ถั่วเหลือง	10	20	10
ลูกเดือย	10	10	10

ธัญพืชแผ่นกรอบ : ใช้ธัญพืชผง 3 สูตรข้างต้นเป็นส่วนผสมดังนี้

(ข)

ส่วนประกอบ	อัตราส่วน (ร้อยละ)
ธัญพืชผง	60
น้ำตาล	20
กลูโคสซีรัป	11
มอลต์สกัด	5
น้ำผึ้ง	4

ตารางที่ 5 คุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตร

คุณค่าทางอาหาร		ธัญพืชแผ่นกรอบ		
		สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ความชื้น	ร้อยละ	3.07	2.43	3.47
โปรตีน (Nx6.25)	ร้อยละ	8.03	10.0	8.09
ไขมัน	ร้อยละ	1.71	2.83	1.77
กาก	ร้อยละ	0.83	0.89	0.89
เถ้า	ร้อยละ	0.90	1.12	0.91
คาร์โบไฮเดรต (โดยการ คำนวณ)	ร้อยละ	85.46	82.73	83.62
ค่าพลังงานความร้อน	กิโลแคลอรี/100กรัม	389.35	396.39	382.77

ตารางที่ 6 ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นของธัญพืชแผ่นกรอบ 3 สูตร มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม ต่อ
กรัมโปรตีน

กรดอะมิโนจำเป็น	ธัญพืชแผ่นกรอบเสริมโปรตีนจากไข่ผง			FAO/WHO*
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	
ไอโซ-ลิวซีน	31	32	32	40
ลิวซีน	80	79	75	70
ไลซีน	**19(35)	**20(36)	**16(29)	55
เมทไอโอนีน+ซิสทีน	39	37	41	35
เฟนิลอะลานีน+ไทโรซีน	84	84	77	60
ทรีโอนีน	31	32	31	40
ทริปโตเฟน	11	11	12	10
วาเลีน	39	39	41	50

* จาก Report of a Joint FAO/WHO Committee, 1973 (Provisional amino acid scoring pattern)

** กรดอะมิโนตัวที่ขาด (limiting amino acid)

ตัวเลขที่อยู่ใน () เป็น Chemical score

$$\text{Chemical score} = \frac{\text{ปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีนของตัวอย่าง}}{\text{ปริมาณกรดอะมิโนใน FAO/WHO}} \times 100$$

ปริมาณกรดอะมิโนใน FAO/WHO

ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบแต่ละสูตรได้แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบของธัญพืชผ่านกรอบ เสริมโปรตีนจากไข่ไก่สด 3 สูตร

ส่วนประกอบ	ธัญพืชผ่านกรอบ		
	สูตร 1 (ร้อยละ)	สูตร 2 (ร้อยละ)	สูตร 3 (ร้อยละ)
ข้าวเจ้า	40	20	-
ข้าวสาลี	10	30	40
ข้าวโพด	5	5	10
ลูกเดือย	3	3	3
ถั่วเหลือง	5	5	5
มอลต์สกัด	6	6	6
น้ำตาล	20	20	20
กลูโคสซีรัป	11	11	11
น้ำผึ้ง	5*	-	5
ไข่ไก่สด	10*	10*	13.3*

ทดสอบการยอมรับ

สูตร 1 กลิ่นรสดีไม่คาว

สูตร 2 กลิ่นค่อนข้างคาว

สูตร 3 กลิ่นคาวน้อยกว่าสูตร 2

เครื่องตีธัญพืช ประกอบด้วย

ธัญพืชผ่านกรอบ : น้ำตาล : ครีมผง ในอัตราส่วนละ 5:5:5 กรัม

เครื่องตีธัญพืชปริมาณ 15 กรัม เติมน้ำร้อน 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร

* ส่วนประกอบที่เติมคิดเป็นร้อยละขององค์ประกอบส่วนใหญ่

ตารางที่ 8 ส่วนประกอบของธัญพืชแผ่นกรอบเสริมโปรตีนจากไข่ผง

ส่วนประกอบ	ธัญพืชแผ่นกรอบ		
	สูตร A (ร้อยละ)	สูตร B (ร้อยละ)	สูตร C (ร้อยละ)
ธัญพืชผง*	60	60	60
น้ำตาล	18	16	14
กลูโคสซีรัป	11	13	15
มอลต์สกัด	5	3	3
น้ำผึ้ง	3	5	6
ไข่ผง	3	3	2
โกโก้ผง	0.8	0.8	-

* ประกอบด้วย ข้าวเจ้า:ข้าวสาลี:ข้าวโพด:ลูกเดือย:ถั่วเหลือง ในอัตราส่วน 40:30:10:10:10

คุณลักษณะของธัญพืช
แผ่นกรอบ

ธัญพืชแผ่นกรอบสูตร A และ
สูตร B สีน้ำตาล มีรสโกโก้
และหอมน้ำผึ้งเล็กน้อย
ลักษณะเนื้อหนาดีกว่าสูตร C
โดยสูตร B หนากว่าสูตร A
เล็กน้อย กรอบ

ธัญพืชแผ่นกรอบสูตร C สี
น้ำตาลอ่อน มีกลิ่นรสน้ำผึ้ง
กลิ่นหอมดีแต่ลักษณะเนื้อ
ไม่หนากรอบ

ตารางที่ 9 คุณค่าทางอาหารของธัญพืชแผ่นกรอบ เสริมโปรตีนจากไข่ผง 3 สูตร

คุณค่าทางอาหาร		ธัญพืชแผ่นกรอบ		
		สูตร A	สูตร B	สูตร C
ความชื้น	ร้อยละ	2.80	2.62	2.78
โปรตีน (Nx6.25)	ร้อยละ	9.97	9.97	9.29
ไขมัน	ร้อยละ	3.30	3.29	2.38
กาก	ร้อยละ	0.86	0.98	0.82
คาร์โบไฮเดรต (โดยการ คำนวณ)	ร้อยละ	1.09	1.09	0.99
ค่าพลังงานความร้อน	กิโลแคลอรี/100กรัม	81.98	82.05	83.74

ตารางที่ 10 ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นของธัญพืชแผ่นกรอบเสริมโปรตีนจากไข่ผง 3 สูตร มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม ต่อ กรัมโปรตีน

กรดอะมิโนจำเป็น	ธัญพืชแผ่นกรอบเสริมโปรตีนจากไข่ผง			FAO/WHO*
	สูตร A	สูตร B	สูตร C	
ไอโซ-ลิวซีน	34	34	35	40
ลิวซีน	76	76	79	70
ไลซีน	**17(31)	**16(29)	**18(33)	55
เมทไอโอนีน+ซิสตีน	43	44	44	35
เฟนิลอะลานีน+ไทโรซีน	79	79	76	60
ทรีโอนีน	34	33	34	40
ทริปโตเฟน	12	13	10	10
วาเลีน	44	43	44	50

* จาก Report of a Joint FAO/WHO Committee, 1973 (Provisional amino acid scoring pattern)

** กรดอะมิโนตัวที่ขาด (limiting amino acid)

ตัวเลขที่อยู่ใน () เป็น Chemical score

$$\text{Chemical score} = \frac{\text{ปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีนของตัวอย่าง} \times 100}{\text{ปริมาณกรดอะมิโนใน FAO/WHO}}$$

ตารางที่ 11 ส่วนประกอบของเครื่องตีมัทญพิช ซึ่งใช้ธัญพืชแผ่นกรอบ เสริมโปรตีนจากไข่ผง

เครื่องตีมัทญพิช	1	2	3
ส่วนประกอบของเครื่องตีมัทญพิช :			
ธัญพืชแผ่นกรอบ	5	12	10
น้ำตาลทราย	5	8	8
ครีมเทียม	5	10	-
นมถั่วเหลืองผง	-	-	12
การเตรียมเพื่อบริโภค :			
ปริมาณน้ำร้อนที่ใช้เติม มิลลิลิตร	80	140	140
ลักษณะ และกลิ่นรส	หวานพอเหมาะ (11-12 องศาบริกซ์) แต่ความชื้นน้อยไป กลิ่นรสดี	หวานพอเหมาะ (12 องศาบริกซ์) ความชื้นพอเหมาะ กลิ่นรสดี	หวานพอเหมาะ (12 องศาบริกซ์) ความชื้นพอเหมาะ กลิ่นรสดี

ตารางที่ 12 ราคาเครื่องตีมัทญพิช ซึ่งบรรจุของละ 30 กรัม

รายการ		สูตร 2	สูตร 3
ธัญพืชแผ่นกรอบ	บาท	0.95	0.80
ครีมเทียมหรือนมผง	บาท	0.55	0.55
กลิ่นรส	บาท	0.10	0.10
รวมราคา ต่อ 1 ซอง	บาท	1.60	1.45

หมายเหตุ ในการคิดราคานี้ คิดเฉพาะค่าวัตถุดิบ ไม่รวมค่าน้ำค่าไฟ ค่าสีกรอของเครื่องจักร และแรงงาน



ภาพที่ 1 ธัญพืชและพืชเมล็ดแห้งซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มธัญพืช



ภาพที่ 2 ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วเหลือง และถั่วคั่วซึ่งผ่านการบดละเอียด



ภาพที่ 3 ธัญพืชผง ถั่วเหลืองผง ลูกเดือยผง สารปรุงแต่งกลิ่นรส สารเสริมคุณค่าทางอาหารและน้ำ ผ่านความร้อนทำให้ได้ของเหลวข้นมีความหนืดพอเหมาะ



ภาพที่ 4 ธัญพืชแผ่นกรอบ ซึ่งผลิตโดยผ่านส่วนผสมเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer)



ภาพที่ 5 เครื่องดื่มธัญพืช ซึ่งได้จากธัญพืชแผ่นกรอบชิ้นเล็ก ผสมน้ำตาลทรายขาว ครีมเทียมชนิดผงหรือนมผง



ภาพที่ 6 เครื่องดื่มธัญพืชซึ่งเติมน้ำร้อน ได้เครื่องดื่มร้อน ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง