



# วิทยานิพนธ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดเสริมโปรตีนสำหรับนักเรียนในชนบท

**DEVELOPMENT OF SUPPLEMENTARY PROTEIN MILK  
TABLET FOR RURAL SCHOOL CHILDREN**

นางมยุรฉัตร นาทวรทัต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดเสริมโปรตีนสำหรับนักเรียนในชนบท

Development of Supplementary Protein Milk Tablet for Rural School Children

นามผู้วิจัย นางมยุรฉัตร นาทวรทัต

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

( รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, Ph.D. )

กรรมการ

( รองศาสตราจารย์วิชัย หฤทัยธนาสันต์, M.S. )

กรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์หทัยรัตน์ ริมศิริ, Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์วินัย อัจจงหาญ, M.A. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดเสริมโปรตีนสำหรับนักเรียนในชนบท

Development of Supplementary Protein Milk Tablet for Rural School Children

โดย

นางมยุรฉัตร นาทวรทัต

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาปรัชญาคุษฎีบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2550



Mayurachat Natvaratat 2007: Development of Supplementary Protein Milk Tablet for Rural School Children. Doctor of Philosophy (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Associate Professor Penkwan Chompreeda, Ph.D. 143 pages.

Milk tablet is product of Royal Chitralada Projects aimed to encourage more dairy consumption by Thai children. This study was conducted to developed milk tablet with high nutritive value from milk and egg for rural school children under Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn's Project. Consumer surveys were conducted to investigate attitudes of school children toward milk products and flavoring using star picture 9-point hedonic scale. Results showed that school children preferred milk tablet and strawberry flavor. Therefore, milk tablet with strawberry flavor was chosen for prototype product. Dried egg yolk (DEY) composed of 35% rice flour and 65% egg yolk was used in formulation to obtain specified nutritive values of the tablet. Mixture design and linear programming were employed to formulate product to obtain maximize protein and energy, minimize sugar and cost. The formulation must accept by school children and compatible with processing facilities at the Royal Chitralada Projects. Main ingredients for the tablet consist of whole milk powder, dried egg yolk powder (DEY) and sugar. The optimum formula consists of 25%DEY, 55% milk powder, 15% sugar, 0.4% cab-o-sil, 1% talcum, 3.5% comprecel and 0.1% strawberry flavor. One serving of the high nutritive value milk tablet contained 20 tablets which provide energy of 100 kilocalories, 3 g protein and 4.5g of fat which higher than the regular formulation. Consumer test was conducted with 50 school children at Nan Province using star picture 9-point hedonic scale. Result revealed that the product was accepted by those school children. They rated overall liking as “like very much” (8.8 score from 9). Shelf-life study of the high nutritive value milk tablet indicated that the tablet packed in aluminum foil laminated bag (PET/AL/LLDPE) can keep at room temperature for 6 months without adverse effect to product quality.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

/ /

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะครูและนักเรียน โรงเรียนจิตรลดา โรงเรียนอนุบาลสามเสน โรงเรียนบ้านนาขวาง โรงเรียนบ้านนาออก โรงเรียนบ้านท่าทางหลวงและโรงเรียนบ้านสบมางในความร่วมมืออย่างดียิ่ง ขอขอบคุณคุณไพบุลย์ ศิริแสงตระกูล, คุณวิสูตร คำทรงศรี, เจ้าหน้าที่สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีและเจ้าหน้าที่ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา ที่ช่วยสนับสนุนข้อมูลและประสานงาน

ขอกราบขอบพระคุณคุณแก้วขวัญ วัชโรทัย คุณรสริน สมิตะพินทุและเจ้าหน้าที่โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดาทุกท่าน และขอขอบพระคุณผู้ให้การสนับสนุนด้านทุนและวัสดุอุปกรณ์ในการวิจัย ดังนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ทุน โนวาดิสเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา, บริษัท เนชั่นแนลสตาร์ฯ

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.เพ็ญขวัญ ชมปรีดา รศ.วิชัย หฤทัยชนาสน์ ผศ.ดร.หทัยรัตน์ ริมศิริ และ ดร.วิฑูรย์ ปริญญาวิวัฒนกุล ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำการทำวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่าน และขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของ รศ.นฤดม บุญหลง อาจารย์ผู้ให้ความเมตตาแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวของข้าพเจ้า ที่เข้าใจและให้กำลังใจมาโดยตลอด ขอขอบคุณคุณปติพร ฤทธิเรืองเดช ที่ช่วยเหลือในทุกด้าน และสุดท้ายขอมอบส่วนดีของงานวิจัยนี้ให้แก่ ครู-อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ส่วนความผิดพลาดทั้งปวง ข้าพเจ้าขอน้อมรับแต่เพียงผู้เดียว

มยุรฉัตร นาทรทัต

พฤษภาคม 2550

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	44
อุปกรณ์	44
วิธีการ	46
ผลและวิจารณ์	58
สรุปและข้อเสนอแนะ	118
สรุป	118
ข้อเสนอแนะ	120
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	122
ภาคผนวก	131
ภาคผนวก ก แบบสอบถามในการทดสอบผู้บริโภคร	132
ภาคผนวก ข การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา	140
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	143

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความต้องการสารอาหารในแต่ละวันของเด็กวัยเรียน	11
2	ชนิดและปริมาณอาหารที่เด็กอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป ต้องการใน 1 วัน	11
3	ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกาย (กรัม) ในโปรตีน 100 กรัม	13
4	คุณลักษณะที่ต้องการในนมผง	17
5	องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของแป้งข้าวหอมมะลิไทย	25
6	ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของแป้งข้าวหอมมะลิตดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ	26
7	สูตรในการผลิตนมอัดเม็ด โดยใช้นมผงและไข่แดงผง	48
8	สูตรนมผสมไข่อัดเม็ดตามแผนการทดลอง Mixture design	51
9	ราคาต้นทุนวัตถุดิบต่อกิโลกรัมและปริมาณที่ใช้ในการทำโปรแกรมเชิงเส้น	52
10	ปริมาณสารอาหารของวัตถุดิบ ต่อปริมาณวัตถุดิบ 100 กรัม	53
11	ปริมาณสารอาหารที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ 1 หน่วยบริโภค	54
12	จำนวนโรงเรียนภายใต้โครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตน- ราชสุดาฯ ปี 2549	58
13	จำนวนโรงเรียนแบ่งตามภาค	59
14	จำนวนนักเรียนภายใต้โครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตน- ราชสุดาฯ ปี 2549	59
15	จำนวนนักเรียนแบ่งตามเพศ	60
16	จำนวนนักเรียนแบ่งตามภาค	60
17	ภาวะทุพโภชนาการแบ่งตามสังกัด	61
18	ภาวะทุพโภชนาการจำแนกตามภาค	61
19	ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน	65
20	ทัศนคติของครูและนักเรียนที่มีต่อนมถั่วเหลือง(เตรียมจากแป้งถั่ว)	66
21	จำนวนผู้ทดสอบจำแนกตามระดับการศึกษา	69
22	อายุของกลุ่มผู้ทดสอบจำแนกตามถิ่นที่อยู่อาศัย	69

## สารบัญดาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์	70
24	ผลการทดสอบไคสแควร์	71
25	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบเปรียบเทียบระหว่างถิ่นที่อยู่อาศัย	72
26	คะแนนจากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี Checklist screening	73
27	คุณภาพของนมอัดเม็ดผลิตจากไข่แดงผงซึ่งใช้แป้งข้าวหอมมะลิที่ระดับต่างๆ	74
28	จำนวนนักเรียนที่ร่วมทดสอบ	76
29	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดกลิ่นรสต่างๆ	77
30	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบและค่าความแข็ง(kp)	79
31	สูตรที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้น	81
32	คุณค่าทางโภชนาการคำนวณจากโปรแกรมเชิงเส้น	81
33	ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในระดับห้องปฏิบัติการและอุตสาหกรรม	88
34	คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด	89
35	คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด	90
36	คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด	91
37	กรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์ (มิลลิกรัม/100 มิลลิกรัม)	92
38	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด	94
39	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด	94
40	คุณภาพทางกายภาพตามระยะเวลาการเก็บรักษา(สัปดาห์)	97
41	คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ตามระยะเวลาการเก็บรักษา(สัปดาห์)	98
42	ต้นทุนวัตถุดิบของนมผสมไข่อัดเม็ด	99
43	รายละเอียดผลิตภัณฑ์	101
44	รายละเอียดขั้นตอนการผลิตไข่แดงผง	103
45	รายละเอียดขั้นตอนการผลิตนมผง	104
46	รายละเอียดขั้นตอนการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด	105

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
47	ตารางการวิเคราะห์อันตรายและกำหนดจุดวิกฤติในการผลิตไข่แดงผง	109
48	มาตรการควบคุมและการตรวจติดตาม ขั้นตอนที่เป็น CCP ในกระบวนการผลิตไข่แดงผง	111
49	ตารางการวิเคราะห์อันตรายและกำหนดจุดวิกฤติในการผลิตนมผง	112
50	มาตรการควบคุมและการตรวจติดตาม ขั้นตอนที่เป็น CCP ในกระบวนการผลิตนมผง	114
51	ตารางการวิเคราะห์อันตรายและกำหนดจุดวิกฤติในการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด	115
52	มาตรการควบคุมและการตรวจติดตาม ขั้นตอนที่เป็น CCP ในกระบวนการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด	117

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรรมวิธีการผลิตนมอัดเม็ดของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา	20
2	โครงสร้างของไข่	22
3	กรรมวิธีการผลิตไข่แดงผงโดยวิธี tray dryer	23
4	ลักษณะ Dendrogram การจัดกลุ่มระหว่างตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์การ จัดกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical	30
5	วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	35
6	กรรมวิธีการผลิตไข่แดงผง	48
7	จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามเพศ	61
8	จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามอายุ	62
9	จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามเชื้อชาติ	62
10	จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามรายได้ครัวเรือน	63
11	จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามการศึกษา	63
12	จำนวนผู้ทดสอบแยกตามถิ่นที่อยู่	66
13	จำนวนผู้ทดสอบแยกตามเพศ	67
14	จำนวนผู้ทดสอบแยกตามเพศและถิ่นที่อยู่อาศัย	67
15	ระดับการศึกษาของกลุ่มผู้ทดสอบ	76
16	อายุของกลุ่มผู้ทดสอบ	77
17	จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างนมผงและไข่ผง จำแนกตามระดับการศึกษา	78
18	จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างนมผงและไข่ผง จำแนกตามอายุ	79
19	Dendrogram จากการจัดกลุ่มด้วยวิธี hierarchical cluster analysis ของ 5 ตัวอย่าง	80
20	จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำแนกตามเพศ	82

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำแนกตามระดับการศึกษา	83
22	จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำแนกตามอายุ	83
23	การเตรียมไข่แดงผงโดยวิธี Tray dry	84
24	การชั่งและเตรียมวัตถุดิบ	85
25	วัตถุดิบและส่วนประกอบถูกเทลงในเครื่องผสม	85
26	วัตถุดิบและส่วนประกอบในเครื่องผสม	86
27	นำส่วนผสมที่ผสมแล้วใส่ในเครื่องตอกเมื่อด	86
28	ทำการตอกเมื่อดโดยใช้เครื่องตอกเมื่อดแบบโรตารี 15สาก	87
29	นมผสมไข่อัดเมื่อด	87
30	ผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เคลือบพลาสติกปิดสนิท	88
31	ฉลากโภชนาการผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเมื่อด	93
32	ภาวะโภชนาการโดยใช้เกณฑ์น้ำหนักเทียบอายุ	95
33	น้ำหนักของเด็กนักเรียนกลุ่มที่มีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์	96
34	น้ำหนักของเด็กนักเรียนกลุ่มที่มีน้ำหนักค่อนข้างน้อย	96
35	ค่าความเข้มของคุณลักษณะต่างๆตามระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)	99
36	แผนภูมิกระบวนการผลิตไข่แดงผง	106
37	แผนภูมิกระบวนการผลิตนมผง	107
38	แผนภูมิกระบวนการผลิตนมผสมไข่อัดเมื่อด	108

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดเสริมโปรตีนสำหรับนักเรียนในชนบท

### Development of Supplementary Protein Milk Tablet for Rural School Children

#### คำนำ

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีมีพระราชหฤทัยมุ่งมั่นที่จะช่วยเหลือราษฎร โดยเฉพาะเด็กและเยาวชนที่ยังไม่มีโอกาสหรือที่อยู่ในท้องถิ่นทุรกันดารให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ดังนั้นจากประสบการณ์ที่ทรงได้รับในระหว่างการตามเสด็จพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ไปทรงเยี่ยมราษฎรในจังหวัดต่างๆของประเทศไทย และจากการทรงปฏิบัติหน้าที่สนองพระเดชพระคุณ ทำให้พระองค์มีพระราชดำริในการทำโครงการเพื่อช่วยเหลือเด็กและเยาวชน จากปัญหาการทำมาหากิน หรือปัญหาสุขภาพอนามัย ทรงเห็นว่าหากคนมีสุขภาพไม่ดี เจ็บไข้ได้ป่วย ไม่แข็งแรง จะไม่สามารถปฏิบัติงานได้ดี และถ้าเป็นเด็กนักเรียนก็ไม่สามารถเรียนหนังสือได้ ดังนั้นในการเริ่มต้นงานพัฒนา พระองค์จึงทรงเริ่มงานด้านโภชนาการและสุขภาพอนามัยเป็นอันดับแรก โดยทรงเลือกใช้พื้นที่ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน

โครงการตามพระราชดำรินี้ นับว่าเป็นโครงการพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร โครงการแรกได้เริ่มขึ้นเมื่อปี พ.ศ.2523 โดยทรงทดลองทำโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวันในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนจำนวน 3 โรงเรียน เมื่อโครงการทดลองดำเนินการจนเป็นผลแล้วจึงมีพระราชดำริให้ดำเนินโครงการในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนทั่วประเทศ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2524 เป็นต้นมา

งานพัฒนาด้านอาหาร โภชนาการและสุขภาพอนามัย เป็นแผนงานหนึ่งในแผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดารตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหารในท้องถิ่นและแก้ไขปัญหาโภชนาการและสุขภาพอนามัย ซึ่งปัญหาโรคขาดสารอาหารที่สำคัญในเด็กนักเรียน ได้แก่ โรคขาดสารไอโอดีน และ โรคขาดโปรตีนและพลังงาน (สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2541)

การพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดารได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องตามพระราชดำริของพระองค์ โดยได้พยายามพัฒนาปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพสังคมที่แปรเปลี่ยนไปอยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามพระองค์ก็ทรงตระหนักว่าลำพังการแก้ปัญหา โดยเฉพาะปัญหาพื้นฐานทางด้านโภชนาการและสุขอนามัยนั้น การดำเนินงานแต่เพียงในโรงเรียนเท่านั้นยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องช่วยแก้ไขที่ครอบครัวของเด็ก จึงทรงมีพระราชดำริดำเนินโครงการส่งเสริมโภชนาการและสุขภาพอนามัยแม่และเด็กในถิ่นทุรกันดารขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมการแก้ปัญหาตั้งแต่เด็กอยู่ในครรภ์มารดาไปจนถึงอายุ 3 ปีก่อนที่จะเข้าโรงเรียน ผลของการพัฒนาจะนำไปสู่การเจริญเติบโตและพัฒนาการของเด็กทั้งทางร่างกาย สติปัญญาและอารมณ์ได้อย่างเต็มศักยภาพ ทำให้เด็กเติบโตเป็นคนที่มีความรู้ เป็นกำลังที่จะช่วยพัฒนาชุมชนของตนเองและของประเทศต่อไป

ผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ด เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ทำให้โปรตีนจากนม ซึ่งนอกจากจะให้คุณค่าทางโภชนาการแล้วนมอัดเม็ดยังสามารถเก็บรักษาได้นานตลอดจนสะดวกในการพกพาและบริโภค โดยโครงการผลิตนมอัดเม็ดของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อส่งเสริม โภชนาการแก่ผู้บริโภค อีกทั้งเพื่อรองรับปัญหาน้ำนมดิบภายในประเทศอีกด้วย

นอกจากนมแล้วไข่เป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ราคาไม่แพงและหาซื้อได้ง่าย ด้วยเหตุนี้จึงมีความเป็นไปได้ในการนำไข่มาช่วยเสริมโปรตีนให้แก่ นมอัดเม็ด ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดเสริมโปรตีนจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ไขปัญหาด้านโภชนาการในเด็กนักเรียนในชนบทโดยทำให้เด็กนักเรียนในชนบทได้มีแหล่งอาหารโปรตีนเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของร่างกาย ทำให้เด็กมีสุขภาพแข็งแรง นอกจากนี้โปรตีนยังช่วยเสริมสร้างเซลล์สมองซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ของเด็กในวัยเรียน อันจะเป็นผลให้เด็กเหล่านี้สามารถเติบโตขึ้นเป็นประชากรที่มีความรู้ของประเทศชาติต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจสภาวะทางโภชนาการของเด็กนักเรียนในโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ
2. เพื่อศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบและปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด
3. เพื่อพัฒนาสูตรนมผสมไข่อัดเม็ดสำหรับเด็กนักเรียนในชนบท
4. เพื่อศึกษาและประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด
5. เพื่อศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดในระดับอุตสาหกรรม
6. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด
7. เพื่อจัดทำคู่มือคุณภาพ ข้อกำหนดสำหรับวัตถุดิบ กรรมวิธีการผลิตและผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดและวางแผนในการจัดระบบ HACCP เพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับโรงงานผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด

## การตรวจเอกสาร

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหาด้านโภชนาการในเด็กนักเรียนที่อาศัยในชนบท การพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจถึงสาเหตุ และภาวะปัญหาทางด้านโภชนาการของเด็ก ตลอดจนการคัดเลือกวัตถุดิบและกรรมวิธีที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด ดังนั้นในส่วนของตรวจเอกสารนี้ได้รวบรวมข้อมูลและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งกล่าวถึง ภาพรวมโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีที่เป็นแนวทางในแก้ไขปัญหาด้านโภชนาการในเด็กนักเรียนที่อาศัยในชนบท ความต้องการสารอาหารและพลังงานของเด็กวัยเรียน ภาวะโรคขาดสารอาหาร โปรตีนและพลังงานในเด็กวัยเรียน องค์ประกอบของวัตถุดิบและกรรมวิธีที่ในการการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด เทคนิคทางสถิติในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

### 1. โครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีทรงห่วงใยภาวะโภชนาการและสุขภาพของเด็กในพื้นที่ทุรกันดาร มีพระราชดำรัสให้ดำเนินงาน โครงการเพื่อแก้ไขปัญหาโภชนาการมาเป็นเวลาหลายปี เช่น โครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวัน โครงการควบคุมโรคขาดสารอาหาร ไอโอดีน โครงการส่งเสริมโภชนาการและสุขภาพอนามัยแม่และเด็ก ฯลฯ

โครงการตามพระราชดำรินี้ นับว่าเป็นโครงการพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร โครงการแรกจึงได้เริ่มขึ้นเมื่อปี พ.ศ.2523 โดยพระองค์ทรงขอพระราชทานพระบรมราชวินิจฉัย และทรงทดลองทำโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวันในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนจำนวน 3 โรงเรียน คือ โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านหนองแจ้ จังหวัดกาญจนบุรี โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านทุ่งศาลา จังหวัดราชบุรี และ โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนบ้านคอกอ้ายเผือก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยมีจุดมุ่งหมายและแนวทางในการดำเนินงานที่ต้องการช่วยให้นักเรียนในโรงเรียนมีสุขภาพอนามัยบริบูรณ์แข็งแรง รับประทานอาหารที่ถูกสุขลักษณะและถูกตามส่วนประกอบที่จะบำรุงร่างกาย โดยอาหารที่จะให้รับประทานนั้นเป็นอาหารที่ได้มาจากผลิตผลทางการเกษตรของนักเรียนผู้รับประทานเอง ซึ่งนอกจากจะได้รับอาหารแล้ว ผลพลอยได้ที่สำคัญที่

นักเรียนจะได้รับคือ ความรู้ทางการเกษตรและด้านโภชนาการ อันจะเป็นวิชาติดตัวไปจนโตเป็นผู้ใหญ่

เมื่อโครงการทดลองดำเนินการจนเป็นผลแล้วจึงมีพระราชดำริให้ดำเนินโครงการในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนทั่วประเทศ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2524 เป็นต้นมา

### 1.1 แผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร ตามพระราชดำริ ระยะที่ 1

การพัฒนาในแผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร ตามพระราชดำริ ระยะที่ 1 ได้พยายามแก้ไขปัญหาโรคขาดสารอาหารที่สำคัญในเด็กวัยเรียน 2 โรคด้วยกัน ได้แก่ โรคขาดสารโปรตีนและพลังงานและโรคขาดสารไอโอดีน ผลการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหาโรคขาดสารโปรตีนและพลังงานช่วยลดอัตราการมีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของเด็ก(ตัวชี้วัดของการขาดสารโปรตีนและพลังงาน) จากเดิมเมื่อต้นปี 2535 คือร้อยละ 31.9 เป็นร้อยละ 16.8 ในช่วงต้นปี 2539 และในช่วงกลางของแผนฯ ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯให้ดำเนินการช่วยเหลือเด็กเล็กด้วย ซึ่งสามารถช่วยลดอัตราการขาดสารโปรตีนและพลังงานทุกระดับในเด็กวัยก่อนเรียนจากร้อยละ 17.1 เป็นร้อยละ 17.7 ในปี 2539 (สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2541)

### 1.2 แผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร ตามพระราชดำริ ระยะที่ 2

แผนงานด้านอาหาร โภชนาการและสุขภาพอนามัย ในระยะนี้จัดทำเป็นโครงการ 3 โครงการ คือ โครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวัน โครงการควบคุมโรคขาดสารไอโอดีน และโครงการส่งเสริมโภชนาการและสุขภาพอนามัยแม่และเด็กในถิ่นทุรกันดาร เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหารในท้องถิ่นและแก้ไขปัญหาโภชนาการและสุขภาพอนามัย (สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2541)

### 1.3 แผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร ตามพระราชดำริ ระยะที่ 3

แผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดารตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ระยะที่ 3 พ.ศ. 2545-2549 เป็นการดำเนินการที่ต่อเนื่องจาก

แผนฯ ระยะที่ 1 และ 2 หากแต่ปรับแนวคิดการพัฒนาแบบแยกด้านแยกโครงการ มาเป็นการพัฒนาแบบองค์รวมที่ยังคงยึดเด็กและเยาวชนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ เป็นวิธีสำคัญในการพัฒนา อีกทั้งยังให้มีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ระยะที่ 9 ด้วย โดยแผนงานด้านอาหาร โภชนาการและสุขภาพอนามัยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระดับความรุนแรงของปัญหาการขาดสารอาหารและโรคติดต่อที่สำคัญของเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร (สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2550)

ปัญหาการขาดสารอาหารในถิ่นทุรกันดารมีความรุนแรงกว่าในพื้นที่อื่นๆ ดังจะเห็นได้จากผลการพัฒนาที่ผ่านมา ซึ่งสถานการณ์ยังสูงกว่าเป้าหมายของประเทศ สาเหตุสำคัญที่สุดของการขาดสารอาหารในพื้นที่เหล่านี้ เกิดจากความไม่มั่นคงทางอาหารหรือขาดแคลนทางอาหาร นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่ช่วยเสริมทำให้สถานการณ์รุนแรงมากยิ่งขึ้นคือ การบริการสาธารณสุขที่ยังไม่ครอบคลุมและทั่วถึง ทำให้ประชาชนมีสุขภาพ และอนามัยสิ่งแวดล้อมไม่ดี รวมทั้งการมีพฤติกรรมบริโภคและพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์ แนวทางการแก้ไขปัญหาดามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีที่ดำเนินการมาโดยตลอด จึงมุ่งเน้นที่การสร้าง ความมั่นคงทางอาหาร ซึ่งเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของประชาชนที่เป็นแบบสังคมเกษตรกรรม

นอกจากปัญหาโภชนาการแล้ว ในบางพื้นที่ตามแนวชายแดนที่เป็นพื้นที่เสี่ยง เด็กและเยาวชนรวมทั้งประชาชน ต้องประสบกับการเจ็บป่วยจนถึงเสียชีวิตด้วยโรคติดต่อที่สำคัญเช่น มาลาเรีย เป็นต้น ดังกล่าวข้างต้นพื้นที่เหล่านี้บริการของรัฐยังไม่ถึง ดังนั้นแนวพระราชดำริในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงพยายามให้บุคลากรครูที่อยู่ประจำในพื้นที่ ทำหน้าที่ให้บริการเบื้องต้น เป็นการเสริมการทำงานของเจ้าหน้าที่สาธารณสุข เพื่อช่วยบรรเทาความรุนแรงและป้องกันการสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้

ดังนั้นแผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร ตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ระยะที่ 3 พ.ศ. 2545-2549 จึงกำหนดเป้าหมายไว้ดังต่อไปนี้

- ลดภาวะทุพโภชนาการของเด็กเล็ก โดยเกณฑ์น้ำหนักตามอายุ ให้ไม่เกินร้อยละ 10
- ลดภาวะทุพโภชนาการของเด็กเล็ก โดยเกณฑ์ส่วนสูงตามอายุ ให้ไม่เกินร้อยละ 10

- ลดภาวะทุพโภชนาการของเด็กประถม โดยเกณฑ์น้ำหนักตามอายุ ให้ไม่เกินร้อยละ 10
- ลดภาวะทุพโภชนาการของเด็กประถม โดยเกณฑ์ส่วนสูงตามอายุ ให้ไม่เกินร้อยละ 15
- ลดอัตราคอกของของเด็กประถมให้ไม่เกินร้อยละ 5
- ลดอัตราป่วยด้วยโรคมลาเรียในแต่ละพื้นที่ลงร้อยละ 20
- ลดอัตราความชุกของโรคหนองพยาธิลงร้อยละ 20

ภูฟ้า เป็นชื่อของเทือกเขาสูงใหญ่ในเขตอำเภอบ่อเกลือ และ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่านบริเวณแนวชายแดนไทยด้านลาว ห่างจากตัวเมืองน่านประมาณ 100 กิโลเมตร เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของชาวไทยภูเขาเผ่าต่าง ๆ กว่า 25,000 คน ตั้งบ้านเรือนอยู่อย่างกระจัดกระจาย ประกอบอาชีพด้วยการทำไร่เลื่อนลอย และจากการที่ภูฟ้าอยู่ห่างไกลพื้นที่เป็นป่าเขาการคมนาคมไม่สะดวกบางแห่งยานพาหนะไม่สามารถที่จะเข้าไปถึง ทำให้ชาวเขาเหล่านี้มีสภาพความเป็นอยู่ที่แร้นแค้น มีปัญหาสุขภาพอนามัย โดยเฉพาะ โรคคอกคอกและโรคพยาธิ ด้อยการศึกษา ขาดการพัฒนาในทุกด้าน และที่สำคัญคือการทำลายป่าไม้ ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำน่าน แม่น้ำสายสำคัญของแม่น้ำเจ้าพระยา (โอภาส, 2550)

เมื่อสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมราษฎรที่อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ได้ทอดพระเนตรเห็นความเดือดร้อนของราษฎรในปัญหาต่างๆ ดังกล่าว จึงได้พระราชทานความช่วยเหลือ โดยเริ่มที่การพัฒนาเด็กด้านการศึกษา ด้วยการจัดตั้งศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก และ โรงเรียน เพื่อให้ความรู้ทางด้านการศึกษาแก่เด็กและเยาวชน รวมทั้งการจัดตั้ง ศูนย์การเรียนรู้ชุมชนไทยภูเขา เพื่อการศึกษาสำหรับผู้ใหญ่ ส่วนปัญหาสุขภาพอนามัย โปรดให้ดำเนินการตามโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวัน โครงการควบคุมการขาดสารไอโอดีน โครงการอาหารเสริมในนม และ โครงการติดตามการเจริญเติบโตของเด็กนักเรียน (โอภาส, 2550)

## 2. โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา เป็นโครงการที่เกิดขึ้นจากการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ทรงเป็นห่วงพสกนิกรชาวไทย ทรงปรารถนาจะให้เห็นทุกคนอยู่ดีมีสุขตามสมควรแก่อัตภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกร จากการเสด็จพระราชดำเนินแปรพระราชฐานไปในจังหวัดต่างๆ ทรงพบความเดือดร้อนและปัญหามากมายและโดยที่เกษตรกรเป็นอาชีพหลักของประเทศไทย จึงทรงมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการเกษตรของไทยให้เจริญก้าวหน้า ซึ่งทำให้เกิด

เป็น “โครงการส่วนพระองค์เกี่ยวกับการเกษตร สวนจิตรลดา” ขึ้นภายในบริเวณพระตำหนักจิตรลดารโหฐาน อันเป็นที่ประทับ เพื่อศึกษางานทางการเกษตรต่างๆ สำหรับหาวิธีการแก้ไขปัญหาคือให้ถูกต้อง เช่น การเลี้ยงโคนม การเลี้ยงปลานิล การปลูกข้าว โรงสีข้าว ป่าไม้สาธิต และอื่นๆอีกมากมาย เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา การดำเนินงานมาเป็นแบบอย่างสำหรับไปปฏิบัติตามหรือปรับปรุงแก้ไขในอาชีพนั้น นอกจากนี้ยังเกิดเป็นโครงการเพื่อบำบัดความเดือดร้อนเฉพาะหน้าของราษฎรที่ขอพระราชทานพระมหากรุณาช่วยเหลือ ได้แก่ การตั้งศูนย์รวมนมเพื่อรับซื้อนมสดจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และต่อมาเมื่อเกิดปัญหามสคล้มตลาค ก็ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้สร้างโรงนมผงขึ้น เพื่อแปรรูปนมสดให้เก็บไว้ได้นาน โดยพระราชทานทรัพย์ส่วนพระองค์เป็นทุนในการก่อสร้าง (โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา, 2545)

ในการดำเนินงานของโครงการส่วนพระองค์ฯ นั้น ได้เน้นหนักให้เห็นถึงการใช้ในด้านทรัพยากรธรรมชาติ และปัจจัยทางการเกษตรที่ประเทศไทยเรามีอยู่ นำมาใช้สอยอย่างประหยัด และให้ได้ประโยชน์สูงสุด ด้วยขั้นตอนการผลิตที่สามารถทำได้ไม่ยากนัก โดยคำนึงถึงการใช้ปัจจัยทางการเกษตรและวัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์สูง เป็นการประหยัดทั้งงบประมาณและเวลา อีกทั้งอาศัยความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการศึกษา ค้นคว้าและทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลและผลที่ได้จากการทดลองนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการเกษตร และประชาชนทั่วไปที่สนใจในโครงการส่วนพระองค์ฯ นี้

2.1 โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ(โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา, 2542) คือ

2.1.1 เป็นโครงการทดลอง ทดลองทุกอย่าง โดยเก็บข้อมูลไว้เพื่อศึกษาและเพื่อผู้ที่สนใจขอข้อมูลมาเพื่อศึกษา ถ้าต้องการจะทำตามหรือคิดว่าโครงการนี้ดีเป็นตัวอย่าง ก็ขอข้อมูลไปเพื่อพิจารณา และเริ่มกิจกรรมของเขาเอง ฉะนั้นจึงตรงกับวัตถุประสงค์ ข้อที่ 2 คือ

2.1.2 เป็นโครงการตัวอย่าง

2.1.3 เป็นโครงการที่ไม่หวังกำไร หมายถึง โครงการใดก็ตามที่จัดทำขึ้นนั้น ถ้าหากว่าขาดทุนก็ยังทำต่อไปแต่จะพิจารณาโครงการอื่นซึ่งสามารถที่จะทำกำไรนำมาสนับสนุนโครงการที่ขาดทุน เพราะฉะนั้นต้องไม่ทอดทิ้งต่อการที่จะทำแล้วขาดทุนต่อไป

## 2.2. โครงการส่วนพระองค์ฯ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ

2.2.1 แบบไม่ใช่ธุรกิจ โครงการแบบไม่ใช่ธุรกิจ หมายถึง โครงการที่ได้รับความสนับสนุนจากราชการหลายๆ หน่วยงาน เพราะฉะนั้นจึงไม่มีรายรับรายจ่ายประจำ เช่น การเลี้ยงและขยายพันธุ์ปลาหมอเทศ ทำป่าไม้สาธิต นาข้าวทดลอง เลี้ยงโคนม การเลี้ยงขยาย พันธุ์ปลานิล ปลุกข้าวไร่ จัดทำแก๊สชีวภาพ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสวนพืชสมุนไพร อาคารวิจัยและพัฒนา

2.2.2 แบบกึ่งธุรกิจ ไม่ใช่ธุรกิจเต็มตัว เป็นโครงการที่มีรายรับรายจ่าย ที่เรียกกึ่งธุรกิจก็เพราะว่าไม่มีการแจกผลกำไร ไม่แบ่ง เพราะนำผลกำไรมาขยายงาน โครงการแบบกึ่งธุรกิจ มีโรงโคนม ศูนย์รวมนม โรงสีข้าวทดลอง โรงบดและอัดแกลบ ห้องปฏิบัติการทดลองเพื่อตรวจสอบคุณภาพของผลผลิต โรงผลิตน้ำผลไม้ โรงนมผงสวนดุสิต โรงนมเม็ด โรงเนยแข็ง โรงอบผลไม้ โรงบดและอัดแกลบ โรงกลั่นแอลกอฮอล์เพื่อการคั้นคว้าน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น นำมาผสมกับเบนซินเป็นแก๊สโซฮอล์ โรงหล่อเทียนหลวง โรงผลิตกระดาษสา โรงเห็ดและโรงอาหารปลา เป็นต้น กับมีโครงการวิจัยและพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตคั้นคว้าน้ำมันเชื้อเพลิงใหม่ๆ ของโครงการฯ ตลอดจนส่งเสริมเพิ่มความรู้ความสามารถให้กับเจ้าหน้าที่เป็นขวัญและกำลังใจเพื่อการวิจัยและพัฒนาของโครงการฯ

## 2.3 โรงนมเม็ด

เมื่อปี พ.ศ. 2527 โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ได้จัดทำโรงนมเม็ดขึ้นใหม่ ภายหลังจากที่ได้เคยทดลองผลิต เมื่อปี พ.ศ. 2512 ประสบปัญหาทางเทคนิค ทำให้ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ ปัจจุบัน โรงนมเม็ดผลิตนมเม็ดภายใต้วัตถุประสงค์เดิมคือ ประการแรก เพื่อเป็นการส่งเสริมโภชนาการผู้บริโภค ประการที่สอง เพื่อดำเนินงานของโรงนมผงให้คล่องตัวยิ่งขึ้น และประการสุดท้าย ก็เพื่อเป็นการแนะนำการผลิตนมเม็ดขึ้นภายในประเทศ ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มดำเนินการนมเม็ดได้รับความนิยมนอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันสามารถผลิตนมเม็ดได้วันละ 40,000 – 50,000 ซองต่อวัน ในปัจจุบันมี 2 รส ได้แก่ รสหวาน และรสช็อคโกแลต โดยส่งผลิตภัณฑ์ออกไปจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ ซูเปอร์มาร์เก็ตและร้านค้าต่างๆ

### 3. ความต้องการสารอาหารและพลังงานของเด็กวัยเรียน

#### 3.1 ความต้องการสารอาหารและพลังงาน

เด็กวัยเรียน (อายุระหว่าง 5 ถึง 14 ปี) ควรได้รับสารอาหารต่างๆในแต่ละวัน ดังนี้

3.1.1 พลังงาน ร่างกายต้องการพลังงานเพื่อการทำงานของอวัยวะต่างๆ เพื่อการเจริญเติบโต เพื่อการประกอบกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน และเพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ร่างกายได้รับพลังงานจากการบริโภคอาหารและสารอาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน โดยไขมันจะให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรีต่อกรัม ส่วนคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนจะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม

3.1.2 โปรตีน เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายเพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโต และซ่อมแซมเนื้อเยื่อ โปรตีนเป็นส่วนประกอบของฮอร์โมน เอนไซม์ สร้างภูมิคุ้มกันโรคติดเชื้อบางชนิด รักษาความสมดุลของกรด-ด่าง และความสมดุลของน้ำในร่างกาย นอกจากนี้หากร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตและไขมันไม่เพียงพอร่างกายจะนำโปรตีนไปใช้เป็นพลังงานได้ (สุวิมล, 2541) ในการกำหนดปริมาณโปรตีนของแต่ละคนจะต้องคำนึงถึงคุณภาพและความสามารถในการย่อย ดังนั้นในการกำหนดความต้องการโปรตีน จึงได้ใช้คุณภาพของโปรตีนจากนม ไข่ ปลา และเนื้อสัตว์ ซึ่งมีคุณภาพของโปรตีนเท่ากับ 100 และกำหนดความสามารถในการย่อยเท่ากับร้อยละ 85 (กรมอนามัย, 2532)

3.1.3 วิตามินและเกลือแร่ นอกจากพลังงานและโปรตีนแล้ว เด็กในวัยเรียน ควรได้รับวิตามินและเกลือแร่ ได้แก่ แคลเซียม เพื่อใช้ในการสร้างกระดูกและฟัน เหล็กเพื่อสร้างเซลล์และเลือด วิตามินเอ วิตามินบี และวิตามินซีเป็นต้น

เพศและอายุที่แตกต่างกันของเด็กในวัยเรียน จะมีความต้องการสารอาหารในแต่ละวันแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 และสำหรับชนิดและปริมาณอาหารที่เด็กอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป ที่มีความต้องการใน 1 วัน ดังแสดงในตารางที่ 2

### ตารางที่ 1 ความต้องการสารอาหารในแต่ละวันของเด็กวัยเรียน

เพศ	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (ก.ก.)	ส่วนสูง (ซ.ม.)	โปรตีน (กรัม)	พลังงาน (แคลอรี)
ชาย-หญิง	4-6	16	106	21	1450
	7-9	22	121	26	1600
ชาย	10-12	29	135	34	1850
	13-15	42	154	49	2300
หญิง	10-12	31	138	36	1700
	13-15	44	152	49	1700

ที่มา: กรมอนามัย (2532)

### ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณอาหารที่เด็กอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป ต้องการใน 1 วัน

หมู่ที่	อาหาร	ปริมาณ	หมายเหตุ : การตวงนับปริมาณ
1	นม	2 แก้ว	
	ไข่	1 ฟอง	ไข่ 1 ฟอง = เนื้อสัตว์ 2 ช้อนกินข้าว
2	เนื้อสัตว์ต่างๆและ ถั่วเมล็ดแห้ง	6 ช้อนกินข้าว	เนื้อสัตว์สุก 1 ช้อนกินข้าว(ประมาณ 15 กรัม) = ปลา ½ ตัว หรือ เต้าหู้เหลือง ¼ แผ่น
	ข้าวสุก หรือ ก๋วยเตี๋ยว หรือ ขนมจีน หรือ ขนมปัง หรือธัญพืชอื่น	8 ทัพพี	ข้าวเจ้าสุกหรือก๋วยเตี๋ยวหรือ ขนมจีน 1 ทัพพี (ประมาณ 60 กรัม) = ขนมปัง 1 แผ่น(ประมาณ 30 กรัม) = ข้าวเหนียว ½ ทัพพี(ประมาณ 35 กรัม)
3	ผักใบเขียว,เห็ด	4 ทัพพี หรือ 12 ช้อนกินข้าว	ผักสุก 1 ทัพพี ประมาณ 40 กรัม(เช่น ผักบุ้ง ตำลึง ฟักทอง แครอท ฯลฯ)
4	ผลไม้ต่างๆ ตามฤดูกาล	3 ส่วน	ผลไม้ 1 ส่วน = ส้ม 1 ผล หรือ กล้วยน้ำว้า 1 ผล หรือ ชมพู 1 ผล หรือ ฝรั่ง 1/2 ผล หรือ เงาะ 4 ผล หรือมะม่วงสุก ½ ผล หรือ มะละกอ สับปะรด 6-8 คำ ฯลฯ
5	น้ำมัน	5 ช้อนชา	น้ำมันพืชใช้ในการปรุงอาหาร

ที่มา : สำนักงานโครงการส่วนพระองค์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี (2544)

### 3.2 ภาวะโรคขาดสารอาหาร โปรตีนและพลังงานในเด็กวัยเรียน

กองโภชนาการ กรมอนามัย (2546) ได้ให้คำจำกัดความภาวะการขาดสารอาหารโปรตีนและพลังงาน โดยใช้อัตราน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเป็นเครื่องชี้วัด ดังนี้

ระดับปกติ หมายถึง น้ำหนักตัว 90 %ของน้ำหนักมาตรฐานตามอายุ  
 ขาดสารอาหารระดับ 1 หมายถึง น้ำหนักตัว 75-89.9 %ของน้ำหนักมาตรฐานตามอายุ  
 ขาดสารอาหารระดับ 2 หมายถึง น้ำหนักตัว 60-74.9 %ของน้ำหนักมาตรฐานตามอายุ  
 ขาดสารอาหารระดับ 3 หมายถึง น้ำหนักตัว <60 %ของน้ำหนักมาตรฐานตามอายุ

ยุวดี (2542) กล่าวถึงผลการศึกษาภาวะสุขภาพของนักเรียนในประเทศไทยของกองอนามัยโรงเรียน พ.ศ.2537-2538 พบว่า นักเรียนในชนบทมีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน(น้ำหนักตามอายุ)มากกว่านักเรียนในเขตเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นักเรียนระดับประถมศึกษาในเขตชนบท จะมีน้ำหนักและส่วนสูงต่ำกว่าเกณฑ์มากที่สุด ร้อยละ 17.7 และ 19.4 ตามลำดับ

ในพ.ศ. 2540 กรมอนามัยได้ทำการเฝ้าระวังภาวะการเจริญเติบโตของเด็กวัยเรียนระดับประถมศึกษาทั่วประเทศ พบว่า เด็กนักเรียนประถมศึกษามีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 11.84 และในปีพ.ศ.2541 เพิ่มขึ้นร้อยละ 12.29

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเด็กนักเรียนระดับประถมศึกษาในสังกัดต่างๆ พบว่า นักเรียนที่มีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์มากที่สุดได้แก่ โรงเรียนในสังกัด ตชด. (ร้อยละ 16.82) รองลงมาคือ โรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดต่างๆ (ร้อยละ 12.21) และที่พบน้อยที่สุดในสังกัดประถมศึกษาของ กทม. (ร้อยละ 4.57)

## 4. โปรตีน

โปรตีนเป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการเพื่อการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ตลอดจนสร้างภูมิคุ้มกันโรคและฮอร์โมนหลายชนิด คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนในอาหารจะแตกต่างกันไปตามชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบในอาหารนั้น

โปรตีนทุกชนิดประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน นอกจากนี้ อาจมีกำมะถัน ฟอสฟอรัส เหล็ก ไอโอดีน หรือโคบอลต์อยู่ด้วยในโมเลกุล โดยทั่วไปโปรตีนมีคาร์บอนอยู่ร้อยละ 45-55 ไฮโดรเจนร้อยละ 6-8 ออกซิเจนร้อยละ 19-25 และไนโตรเจนร้อยละ 14-25 โปรตีนที่มาจากสัตว์มีกำมะถันร้อยละ 0.5-2 ซึ่งอยู่ในรูปของกรดอะมิโน โปรตีนมีโครงสร้างซับซ้อน และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นสารประกอบพวงคอเลสเตอรอล คือ มีขนาดของโมเลกุลเล็กกว่าสารแขวนลอย แต่ใหญ่กว่าสารละลาย เมื่อผสมกับน้ำจึงกระจายตัวมีลักษณะขุ่นแบบไข่ขาวดิบ

โปรตีนคุณภาพสูง (high quality protein) หรือโปรตีนชนิดสมบูรณ์ (complete protein) เป็นโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นและมีอยู่ในสัดส่วนที่ร่างกายต้องการ ทั้งนี้กรดอะมิโนที่จำเป็น คือ กรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้เอง ซึ่งต้องได้รับกรดอะมิโนเหล่านี้จากอาหาร แหล่งของโปรตีนคุณภาพสูง ได้แก่ นม เนื้อสัตว์ ถั่วเหลือง (ลดาวัลย์, 2547) ตัวอย่างปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นที่พบในอาหารบางชนิดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกาย (กรัม) ในโปรตีน 100 กรัม

ชนิดกรดอะมิโน	มาตรฐาน FAO	แหล่งโปรตีน			
		ไข่	นมวัว	ถั่วเหลือง	ข้าวเจ้า
ไลซีน	4.2	6.3	7.8	6.8	3.2
ทริปโตเฟน	1.4	1.5	1.4	1.4	1.3
เฟนิลอลานีน	2.8	5.7	4.9	5.3	5.1
เมทไอโอนีน	2.2	3.2	2.4	1.7	3.0
ทริโอนีน	2.8	4.9	4.6	3.9	3.8
ลูซีน	4.8	9.0	9.0	8.0	8.2
ไอโซลูซีน	4.2	6.2	6.4	6.0	5.2
วาเลีน	4.2	7.0	6.9	5.3	6.2

ที่มา : ดัดแปลงจากเสาวณีย์ (2542)

การพิจารณาคคุณค่าทางโภชนาการสำหรับโปรตีนนั้นมีความแตกต่างจากสารอาหารชนิดอื่น นั่นคือ ต้องคำนึงถึงคุณภาพมากกว่าปริมาณ เช่น พืชบางชนิดอาจมีโปรตีนมากกว่าไข่ แต่

คุณภาพของโปรตีนดีกว่า ปัจจัยที่มีผลต่อคุณค่าอาหารโปรตีน ได้แก่ ประเภทของโปรตีน ความสามารถของร่างกายในการย่อยโปรตีน และคุณสมบัติเสริมหรือการส่งเสริมซึ่งกันและกันของโปรตีน เสาวณีย์ (2542)

#### 4.1 ชนิดของโปรตีน

โปรตีนแบ่งออกได้เป็น 3 คุณภาพ ดังนี้

4.1.1 โปรตีนชั้นดีหรือโปรตีนสมบูรณ์ (complete protein) เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูงในการซ่อมแซมและสร้างเลือด เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายทุกชนิด และอยู่ในสัดส่วนที่พอเหมาะสำหรับที่ร่างกายจะนำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ โปรตีนประเภทนี้มีอยู่ในอาหารประเภท เนื้อ นม ไข่ และถั่วเหลือง เช่น ในน้ำนมมี casein และ lactalbumin ในไข่มี ovovitellin และ ovalbumin

4.1.2 โปรตีนชั้นกลาง (partially complete protein) เป็นโปรตีนที่ช่วยให้ดำรงชีวิตอยู่ได้แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นชนิดใดชนิดหนึ่ง จึงจัดเป็นโปรตีนที่สมบูรณ์ ได้แก่ โปรตีนจากพืช ผัก และถั่วต่างๆ ยกเว้นถั่วเหลืองและถั่วลิสง

4.1.3 โปรตีนชั้นเลว (totally incomplete protein) เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำ ไม่สามารถซ่อมแซมหรือสร้างเนื้อเยื่ออะไรได้เลย จึงไม่สามารถช่วยให้ดำรงชีวิตอยู่ได้ จัดเป็นโปรตีนที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด ได้แก่ เจลาติน ซึ่งสกัดจากเอ็นเยื่อเกี่ยวพันของสัตว์ และเซอีนซึ่งเป็นโปรตีนในข้าวโพด เป็นต้น

ความสามารถของร่างกายในการย่อยโปรตีน (digestibility) หมายถึง ปริมาณของโปรตีนที่ร่างกายสามารถดูดซึมได้ โปรตีนในอาหารแต่ละชนิดย่อยได้มากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเส้นใยของโปรตีนหรือกากของเซลล์ ไลส ถ้าอาหารมีกากมากจะกระตุ้นกระเพาะให้ทำงานเร็วขึ้น อาหารจะผ่านออกเร็วย่อยได้ไม่เต็มที่ ถั่วเมล็ดแห้งดิบย่อยไม่ได้ดีเท่าถั่วเมล็ดแห้งที่ผ่านการหุงต้มแล้ว เป็นต้น

คุณสมบัติเสริมหรือการส่งเสริมซึ่งกันและกันของโปรตีน (supplementary relationship) คุณภาพของโปรตีนจะดีขึ้นกว่าเดิมถ้าใช้ด้วยกัน ทำให้โปรตีนที่ได้มีคุณภาพเพราะกรดอะมิโนที่มีมากในอาหารอย่างหนึ่งจะช่วยไปทดแทนจำนวนที่มีอยู่น้อยในอาหารอีกอย่างหนึ่ง

## 5. นมอัดเม็ด

การผลิตนมอัดเม็ดให้ได้คุณภาพที่ดีนั้น ขนาดอนุภาคของนมผงพบว่ามีผลสำคัญมาก โดยขนาดอนุภาคนมผงที่เท่ากันจะส่งผลทำให้อัตราการไหลมีความสม่ำเสมอ ถ้าอัตราการไหลไม่สม่ำเสมอจะทำให้เกิดช่องว่างของอากาศในเม็ดนม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เม็ดนมเปราะและแตกง่าย การทำนมอัดเม็ดเพื่อให้ได้คุณลักษณะที่ต้องการจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ดังนี้

- Lubricant ได้แก่ Talcum ซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้นมผงมีความลื่น ไม่จับเป็นก้อน
- น้ำตาล ได้แก่ น้ำตาลไอซิงค์ (Icing sugar) ซึ่งเป็นสารที่ให้ความหวานจากน้ำตาลที่มีขนาดเล็ก เป็นผงละเอียด ทำให้เข้าเป็นเนื้อเดียวได้ง่ายกับนมผง
- สารปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น ช็อกโกแลต กาแฟ
- Cap-O-Sil เป็นสารช่วยให้อนุภาคของนมผงแยกจากกันเป็นอิสระ ทำให้การไหลเกิดขึ้นได้ดีเมื่อผ่านเครื่องผสมตามขั้นตอน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมผสมไปอัดเม็ดนี้ ส่วนประกอบหรือวัตถุดิบที่สำคัญได้แก่ นมผง ไข่แดงผง แป้งข้าวหอมมะลิ น้ำตาลไอซิงค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

## 6. นมผง

ในการผลิตนมผงวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดคือ วิธี spray drying โดยการพ่นนมที่ผ่านการระเหยน้ำออกบางส่วนแล้วเข้าไปใน drying chamber ซึ่งมีลมร้อนพัดผ่าน นมจะแห้งเป็นผง มีความชื้นประมาณ 2-4% สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการผลิตนมผงคือ คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์จะต้องไม่แตกต่างไปจากน้ำนมดิบที่ใช้ในการผลิต (Neilsen and Ullum, 1989b) โดยองค์ประกอบของนมโคที่ใช้เป็นน้ำนมดิบในการผลิตนมผงมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน แลคโตส เอนไซม์ แร่ธาตุและเกลือแร่

## 6.1 องค์ประกอบของนมโคที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตนมผง

6.1.1 ไขมัน ในทางการค้าไขมันเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของนม โดยเฉพาะเกี่ยวกับด้านโภชนาการไขมันเป็นแหล่งพลังงานสูง นอกจากนี้ไขมันนมยังประกอบด้วยวิตามินที่ละลายในไขมันที่สำคัญร้อยละ 98-99 ของไขมันนมจะเป็นพวกไตรกลีเซอไรด์ ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 1-2 จะเป็นพวกฟอสโฟไลปิด คอเลสเตอรอล แครโรทีน และวิตามินเอ ดี อี เค เลซิตินซึ่งเป็นฟอสโฟไลปิดชนิดหนึ่งจะเป็นส่วนสำคัญ โดยจะทำหน้าที่เป็น emulsifier สำหรับไขมันนมในนม ส่วนแครโรทีนเป็นสารให้สีเหลืองซึ่งทำให้เกิดสีเหลืองในเนยและครีม นอกจากนี้แครโรทีนยังเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ (Neilsen and Ullum,1989a) ไขมันนมประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิดและกลีเซอรอล กรดไขมันแต่ละชนิดมีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกัน จึงทำให้ไขมันในนมนั้นมีลักษณะพิเศษในตัวของมันเอง เช่น กลิ่น รส (ชวนิศนดากร, 2527) สัดส่วนของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของไขมัน ตลอดจนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ง่ายเช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชัน กรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำมักจะเกิดปฏิกิริยา Enzymatic Hydrolysis ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเหม็นหืน (วรรณ และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531)

6.1.2 โปรตีน ส่วนใหญ่โปรตีนนมประกอบด้วยกรดอะมิโนมากกว่า 150 หน่วย คุณสมบัติของโปรตีนนมขึ้นอยู่กับกรดอะมิโนที่ประกอบอยู่ในโมเลกุล ตลอดจนการจัดเรียง ลำดับในเส้นโพลีเปปไทด์ โปรตีนนมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เคซีน และ โปรตีนเวย์ (whey protein)

- เคซีน เป็นโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้นในต่อมน้ำนมและเป็นโปรตีนที่มีประมาณร้อยละ 77-80 ของโปรตีนทั้งหมด อนุภาคของเคซีนประกอบด้วยน้ำร้อยละ 70 และของแข็งร้อยละ 30 โดยประมาณ เคซีนอยู่ในสภาพไมเซลล์ (micelles) แต่ละไมเซลล์ประกอบด้วยเคซีนชนิด Alpha-5 , Beta, Kappa และ Gamma ในจำนวนแตกต่างกันไป เคซีนไม่ได้อยู่ในสภาพสารละลายในน้ำนมแต่จะเป็นคอลลอยด์ที่แขวนลอยอยู่ตลอดเวลา (Neilsen and Ullum,1989a)

- โปรตีนเวย์ เป็นโปรตีนที่มีความทนต่อกรดแต่ไม่ทนความร้อน โปรตีนในเวย์ประกอบด้วยหมู่ซัลเฟอร์ ดังนั้นเมื่อได้รับความร้อนถึงจุดเดือดจะเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ นมจึงมีกลิ่นรสที่เรียกว่า cooked flavour โปรตีนเวย์ประกอบด้วยเบตาแลคตัลบูมินร้อยละ 50 และอัลฟาแลคตัลบูมินร้อยละ 12 รวมทั้งโปรตีนอื่นในปริมาณเล็กน้อย (วรรณ และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531)

6.1.3 แลคโตส เป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบในนม นมโดยทั่วไปจะมีแลคโตสประมาณร้อยละ 4.6 แลคโตสเป็นน้ำตาลสองชั้น (disaccharide) ซึ่งละลายยากกว่าและรสหวานน้อยกว่าน้ำตาลจากอ้อย (วรรณ และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531)

6.1.4 เอนไซม์ เป็นสารอินทรีย์ซึ่งโปรตีน เอนไซม์ในนมที่สำคัญได้แก่ ไลเปส คเคเตเลส เปอร์ออกซิเดส และฟอสฟาเตส

6.1.5 แร่ธาตุและเกลือแร่ น้านมเป็นแหล่งสำคัญของแคลเซียม ความสมดุลของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในน้านมคล้ายกับที่พบในระบบโครงกระดูกของคนในวัยเจริญเติบโต แคลเซียมและฟอสฟอรัสจึงมีความสำคัญมากที่สุดในการรักษากระดูกทั้งหมดใน

## 6.2 คุณลักษณะที่ต้องการในนมผงที่ใช้ในการทำนมอัดเม็ด

คุณลักษณะที่ต้องการในนมผงที่ใช้ในการทำนมอัดเม็ดแสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งปัจจัยในการผลิตที่มีผลต่อคุณลักษณะดังกล่าว ได้แก่ ปริมาณของแข็งในนมที่ระเหยก่อนพ่น ความเร็วรอบของ atomizer อุณหภูมิในการทำแห้ง และวิธีการทำแห้ง

### ตารางที่ 4 คุณลักษณะที่ต้องการในนมผง

คุณลักษณะ	ความต้องการ
การละลาย	ดี
entrapped air	เล็กน้อย
ความหนาแน่น	สูง
ฝุ่นผงดำ	น้อยที่สุด
ความชื้น	2-4 %

ที่มา: Neilsen and Ullum (1989b)

### 6.3 ข้อบกพร่อง(defects) ของนมผง

Neilsen and Ullum (1989b) ได้สรุปข้อบกพร่องของนมผงในด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นรส สรุปได้ ดังนี้

#### 6.3.1 ด้านลักษณะปรากฏ ได้แก่

- ผงไหม้เกรียม (schorched particles) เป็นข้อบกพร่องหรือตำหนิที่พบมากในการผลิตนมผง เกิดจากผลิตภัณฑ์ถูกเผาไหม้ในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน โดยได้รับอุณหภูมิสูงมากเกินไป

- คุณสมบัติในการละลายลดลง เกิดจากหลายปัจจัย เช่น ความเป็นกรดสูงเกินไป ใช้อุณหภูมิในการระเหยนมและอุณหภูมิในการทำแห้งสูงไป

- ความหนาแน่น ความหนาแน่นของนมผงควรมีค่าสูง โดยทั่วไปอยู่ประมาณ 0.6 การเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นเกิดจากปริมาณของแข็งในนมที่ระเหยสูงหรือต่ำเกินไป นอกจากนี้อาจขึ้นกับอุณหภูมิมืดร้อน และวิธีการทำแห้ง

#### 6.3.2 ด้านกลิ่นรส ได้แก่

- กลิ่นอับ (stale / musty flavour) มักเกิดกับนมผงที่เก็บไว้เป็นเวลานาน เกิดจากปริมาณความชื้นสูงและอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่เหมาะสม

- กลิ่นสุก (cooked flavour) เกิดจากซัลเฟอร์ไฮไดรด์ เนื่องจากนมได้รับความร้อนมากเกินไป

- กลิ่นหืน (rancid) เกิดจากความร้อนที่ใช้ในการผลิตมีผลไปลดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเปส

### 6.4 กรรมวิธีการผลิตนมอัดเม็ดและการตอกเม็ด (Tabletting)

กรรมวิธีการผลิตนมอัดเม็ดแสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งขั้นตอนที่นับว่ามีความสำคัญในกระบวนการผลิตขั้นอย่างหนึ่ง คือ การตอกเม็ด โดยส่วนประกอบที่สำคัญในการตอกเม็ด คือ วัตถุคิบัและสารช่วย (exipient)

เครื่องตอกเม็ด(tablet machine) มี 2 แบบ ได้แก่ เครื่องตอกชนิดซากเดี่ยว (single-punch หรือ eccentric machine) และ เครื่องตอกชนิดโรตารี (rotary press)

ผงที่นำมาตอกเม็ด แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ผงที่ไม่สามารถกดอัดได้ ผงที่สามารถกดอัดได้ แต่มีการไหลของผงไม่ดี และ ผงที่สามารถกดอัดได้และมีการไหลของผงดี

การไหลของผงจะมีผลต่อการตอกเม็ด ผงที่มีการไหลไม่ดีจะต้องมีการทำให้มีขนาดของ particle ใหญ่ขึ้นก่อน (Fayed และ Otten,1997) โดยการไหลของผง (powder flow)จะขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของ particle ความหยาบของผิวสัมผัส แรงยึดเกาะของสารนั้น และความชื้น

ปัญหาที่พบเสมอในการตอกเม็ดคือการเกิด capping และการที่ผงติดกับเครื่อง (Siaan และ คณะ, 2000) Fayed และ Otten(1997) ได้อธิบายลักษณะของเม็ดที่เกิด cap คือการที่ส่วนบนของเม็ดแยกออกจากส่วนที่เหลือหรือมีรอยแตกร้าวที่ผิวของเม็ด การลดการเกิด cap ทำได้โดยการใช้สารช่วยลื่น (lubricant) หรือปรับความเร็วรอบในการตอกเม็ด

ในการตอกเม็ด นอกจากวัตถุดิบหลักที่ใช้แล้วจะมีการเติมสารพวก excipient ได้แก่

6.4.1 สารช่วยลื่น (lubricant) เช่น แมกนีเซียมสเตียเรท สารในกลุ่มนี้จะช่วยลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในการตอกเม็ดและช่วยลดการเกิดcap

6.4.2 สารช่วยลื่น (lubricant) เช่น แมกนีเซียมสเตียเรท สารในกลุ่มนี้จะช่วยลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในการตอกเม็ดและช่วยลดการเกิดcap

6.4.3 สารช่วยการไหล (glidant) เนื่องจากการไหลของผงจะมีผลต่อการตอกเม็ดและต่อคุณภาพเม็ดที่ได้ จึงต้องมีการใช้สารช่วยการไหลเพื่อให้ผงมีการไหลที่ดีขึ้น ได้แก่ talc

6.4.4 สารยึดเกาะ (binder) ช่วยให้เกิดการเกาะยึดกันของแกรนูล ได้แก่ cornstarch, povidone, acacia, gelatin, sucrose



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตนมอัดเม็ดของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

## 6.5 ความคงทนของเม็ด

ความแข็งของเม็ด (hardness) เป็นคุณลักษณะที่สำคัญในด้านคุณภาพ โดยเฉพาะในการบรรจุ การขนส่ง ความแข็งของเม็ด (diameter hardness test) จะวัดจากแรงที่ทำให้เม็ดแตก โดยใช้แรงบีบในแนวเดียวกับเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ด โดยมีหน่วยเป็นนิวตันหรือหน่วยอื่นที่เป็นที่ยอมรับ (Fayed และ Otten, 1997)

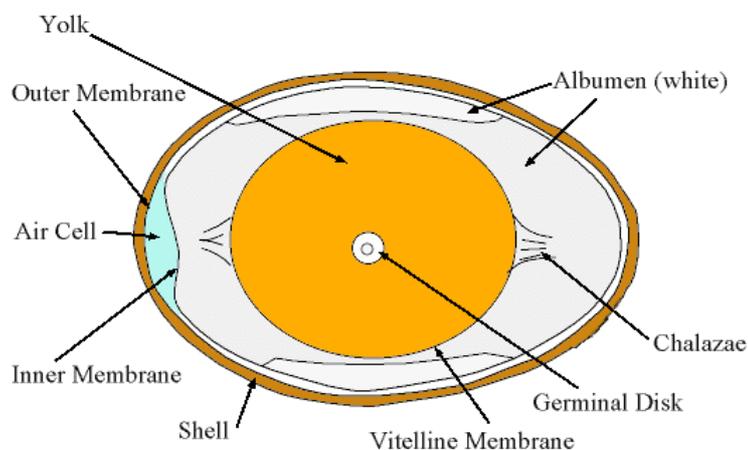
## 7. ไข่ผง

### 7.1 องค์ประกอบและสารอาหารของไข่

ไข่เป็นอาหารที่ได้รับความนิยมบริโภค เพราะไข่สามารถนำมาประกอบอาหารได้ง่าย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพสูง ไข่ประกอบด้วยไข่ขาวประมาณ 58 - 65% ไข่แดง 31 - 35% เปลือกไข่ 11% ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดนี้ จะใช้เฉพาะไข่แดง โดยการนำไข่แดงมาทำเป็นไข่ผง

ไข่แดงประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ Vitelline membrane, Germinal disc และ Yolk แสดงดังภาพที่ 2 ส่วนของไข่ Yolk กึ่งกลางของไข่แดงมีสีอ่อน เรียกว่า White yolk รอบๆ จุดกึ่งกลางมีชั้นของ Yellow yolk สลับกัน ทำให้เกิดลักษณะเป็นวงเหลืองแก่สลับเหลืองอ่อน การเกิดขึ้นสลับสีนี้นอกจากจะแตกต่างในเรื่องจำนวนเม็ดสีแล้วยังมีความแตกต่างทางองค์ประกอบ คือ ไข่แดงส่วนเข้มมีปริมาณน้ำน้อยกว่าส่วนจาง แต่มีโปรตีนและไขมันสูงกว่า ส่วนคาร์โบไฮเดรต กับเกลือแร่ต่างก็มีจำนวนเล็กน้อยใกล้เคียงกัน (Taylor, 1949; สุวรรณ, 2529)

ในไข่แดงจะมีไขมันและโปรตีน โปรตีนในไข่แดงแยกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็น granules มี 19 - 23% ของของแข็งทั้งหมดในไข่แดง และส่วนที่เป็น plasma ร้อยละ 76% โปรตีนและไลโปโปรตีนใน granules ประกอบด้วยไลโปไวเทลลิน (lipovitellins) ฟอสฟิวทิน (phosvitin) ซึ่งอยู่ในรูปของ phosvitinlipovitellin complex ส่วน plasma ประกอบด้วย globular protien ที่เรียกว่า ไลเวทิน (livetin) และไลโปไวเทลเลนิน (lipovitellenin) คาร์โบไฮเดรตในไข่แดงที่รวมกับโปรตีนในไข่แดงนั้น คือ mannose glucosamine polysaccharide (Stadelman และ Cotterill, 1995; วุฒินันท์, 2541)



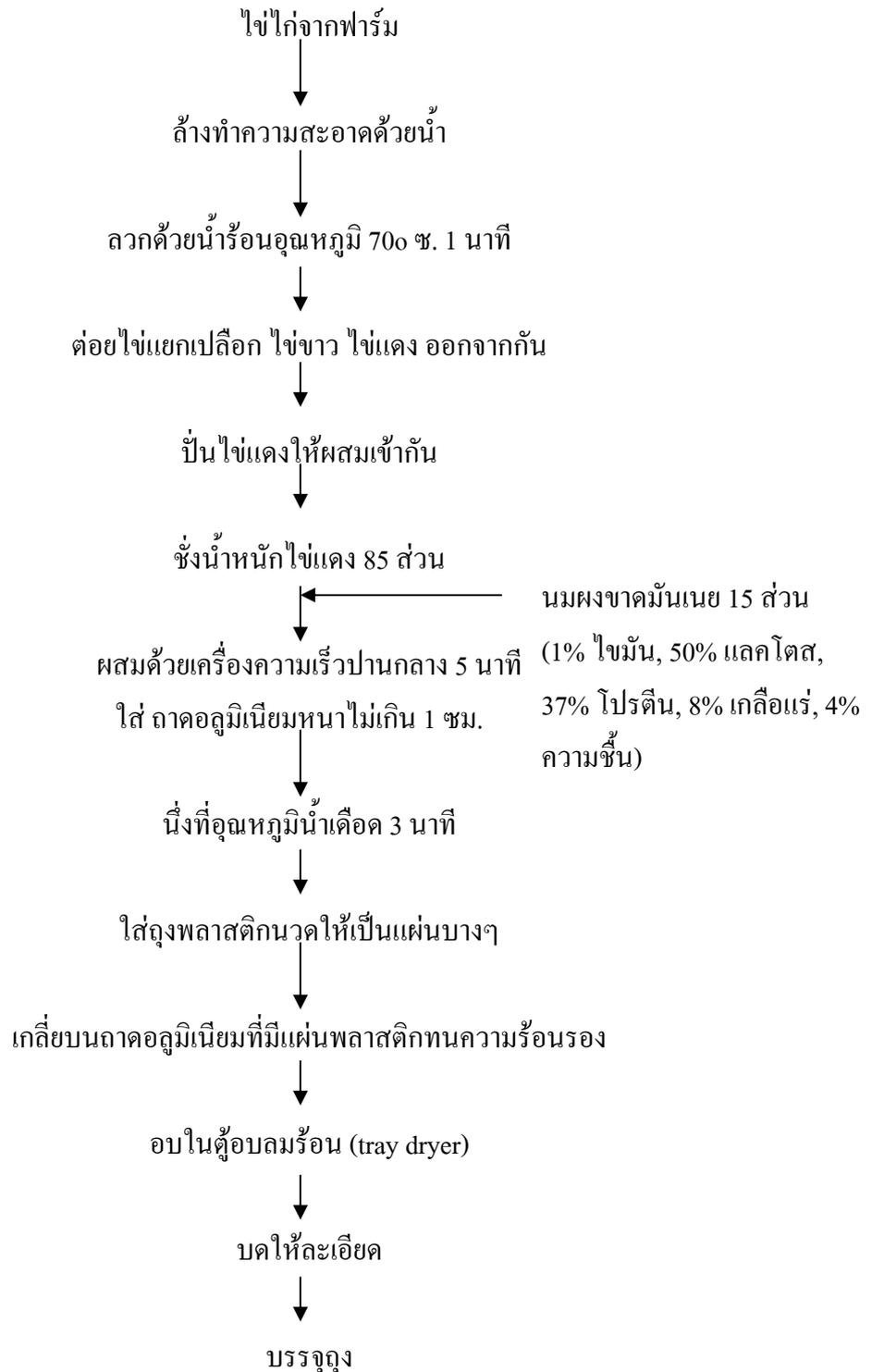
ภาพที่ 2 โครงสร้างของไข่

ที่มา: Department of Animal Sciences (2007)

สีของไข่แดงนอกจากจะขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่แล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ พันธุ์ ฤดูกาล และวิธีการเลี้ยง อินทรีย์สารที่พบในไข่แดงมีเพียงร้อยละ 2 ซึ่งประกอบด้วย กำมะถัน โปแตสเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ซึ่งพบว่าเป็นปริมาณที่น้อยมาก (Romanolf and Romanolf, 1949) โดยวุฒินันท์ (2541) พบว่าในไข่แดงมีแคลเซียม 503.4 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 229.5 มิลลิกรัม และเหล็ก 8.50 มิลลิกรัม

## 7.2 กรรมวิธีการผลิตไข่ผง

กรรมวิธีการผลิตไข่ผง โดยทั่วไปสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การทำแห้งโดย 1) วิธี spray dry เป็นการทำให้แห้งโดยพ่นไข่ให้เป็นฝอยเข้าไปสัมผัสลมร้อนใน drying chamber 2) วิธี freeze dehydration ใช้สุญญากาศกับความเย็นในการแยกน้ำออก 3) วิธี drum drying เป็นการทำให้แห้งโดยอาศัยการถ่ายเทความร้อนจากไอน้ำแก่ลูกกลิ้ง ของเหลวที่ป้อนผ่านลูกกลิ้งจะต้องมีความหนืดเพียงพอ และ 4) วิธี tray dryer เป็นการนำอาหารจัดวางในถาดแห้งที่ใช้พัดลมพาลมร้อนผ่านอาหาร ลมร้อนจะพาความชื้นออกไปทำให้อาหารแห้ง ขั้นตอนในการผลิตไข่ผงตามวิธีของ วุฒินันท์ (2541) แสดงตามแผนภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กรรมวิธีการผลิตไข่แดงผงโดยวิธี tray dryer

ที่มา: วุฒินันท์ (2541)

### 7.3 ผลของการทำแห้งและการเก็บรักษาที่มีต่อคุณสมบัติของไข่ผง

ในการทำไข่ผงเป็นการระเหยน้ำออกไปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีผลต่อคุณภาพไข่ได้แก่ กลิ่นรส สี และคุณค่าอาหาร ดังนี้

- กลิ่นรส กระบวนการทำแห้งและการเก็บรักษาจะมีผลต่อกลิ่นรสของไข่อย่างยิ่ง โดยเฉพาะถ้าผลิตภัณฑ์ไข่นั้นมีกลูโคสอยู่ด้วยจะทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (วุฒินันท์, 2541)

- สี ปัญหาสำคัญของอุตสาหกรรมการผลิตไข่ผงคือการเกิด browning เนื่องจากกลูโคสในไข่ดิบ (D'Souza and Godbole, 1989)

- คุณค่าทางอาหาร โดยทั่วไปการทำแห้งผลิตภัณฑ์ไข่โดยทั่วไปจะไม่ทำให้คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เสียไป แต่ถ้ากรรมวิธีทำแห้งไม่ถูกต้อง หรือสภาวะการเก็บไม่เหมาะสม จะพบว่าคุณค่าทางอาหารจะเสื่อมไป (ไพบุลย์, 2519) Gianninoto and Perillo (1977) พบว่า คุณค่าทางอาหารของไข่ผงจะไม่เสียไป หากมีการแยกกลูโคสออกจากไข่ก่อนการทำแห้งเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยา Maillard

## 8. แป้งข้าวหอมมะลิ

ข้าวหอมมะลิไทย หมายถึง ข้าวกล้องและข้าวขาวที่แปรรูปมาจากข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ข้าวหอมที่ผลิตในประเทศไทย ที่กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ประกาศรับรอง เช่น พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 พันธุ์กข 15 เป็นต้น ซึ่งกลิ่นหอมของข้าวหอมมะลิตามธรรมชาตินั้นขึ้นอยู่กับว่าเป็นข้าวหอมใหม่หรือข้าวเก่า เนื่องจากข้าวไทยมีปริมาณแอมิโลส แตกต่างกัน ได้แก่ ข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำ (ร้อยละ 10-20) ปานกลาง (ร้อยละ 20-25) และสูง (ร้อยละ 25-34) ทำให้สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น ข้าวที่มีปริมาณแอมิโลสสูงเหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์ประเภทเส้นหรือแผ่น เช่น ก๋วยเตี๋ยว (งามชื่น, 2537)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือ มอก. (2529) ได้ให้คำจำกัดความของแป้งข้าวเจ้า หมายถึง แป้งที่ได้จากข้าวขาวทั้งที่เป็นเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว ข้าวหักใหญ่ ข้าวหักหรือปลายข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเจ้าของพืชที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. ทั้งนี้กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวเจ้าสามารถทำได้ 2 แบบ คือ แบบไม่แห้งและแบบไม่เปียก

แป้งข้าวเจ้ามีปริมาณแอมิโลสแตกต่างกันไปได้หลายระดับขึ้นกับพันธุ์ข้าว ปริมาณแอมิโลสที่แตกต่างกันนี้จะส่งผลโดยตรงกับสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งนั้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ใช้แป้งเป็นวัตถุดิบจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมจึงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ แป้งข้าวเจ้าที่ผลิตได้แต่เดิมมักเป็นแป้งแอมิโลสสูง และเป็นแป้งชนิดโมโนเปก แต่ในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้มีการนำแป้งข้าวพันธุ์ที่มีแอมิโลสต่ำและปานกลางมาผลิตเป็นข้าวเจ้ามากขึ้น (เนื้อทอง และคณะ, 2543; สายสนม, 2537)

ปัจจุบันมีงานวิจัยหลายเรื่องที่ศึกษาถึงการนำแป้งข้าวหอมมะลิมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งศึกษาถึงคุณสมบัติทั้งทางด้านเคมี กายภาพ ดังเช่น งานวิจัยของพจนีย์ (2546) ได้ทำการศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวหอมมะลิไทยและการนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋ พบว่าคุณภาพทางเคมีแป้งข้าวหอมมะลิไทยที่แสดงดังตารางที่ 5 อยู่ในมาตรฐานของแป้งข้าวเจ้าที่กำหนดว่าต้องมีความชื้น ไม่มากกว่าร้อยละ 13 ถ้าไม่เกินร้อยละ 0.50 และปริมาณแอมิโลสไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านความชื้นเหน็ดพบว่าแป้งข้าวหอมมะลิไทยมีความสามารถในการดูดซึมน้ำและพองตัวได้มากกว่าแป้งสาลีและมีผลต่างของความเหน็ดสุดท้ายกับความเหน็ดต่ำสุดมากกว่าแป้งสาลี ซึ่งส่งผลให้เนื้อสัมผัสของปาท่องโก๋ที่ใช้แป้งข้าวหอมมะลิไทยทดแทนแป้งสาลีมีความกรอบมากกว่า

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของแป้งข้าวหอมมะลิไทย

องค์ประกอบ	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละ)	10.53
โปรตีน (ร้อยละ)	7.38
ไขมัน (ร้อยละ)	0.15
เถ้า (ร้อยละ)	0.34
เส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	0.12
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	92.01
แอมิโลส (ร้อยละ)	23.13
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.53

ที่มา: พจนีย์ (2546)

นอกจากนี้ยังพบว่ามีการนำแป้งข้าวหอมมะลิไทยไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อทดแทนแป้งสาลี เช่น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ บะหมี่ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของแป้งข้าวหอมมะลิตดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณที่ใช้ (ร้อยละ)	เอกสารอ้างอิง
ขนมจีน	95	คันสนีย์(2543)
หมี่สั่วและบะหมี่	35-40	วารุณี และคณะ (2543)
ขนมปังหวาน	30	พรวิณัส (2544)
หมั่นโถวจากแป้งสาลี	35	ศรีเวียง (2544)
ปาต่องโก้	40	พจนีย์ (2546)
กะหรี่ปั๊ฟ	30	สุพัตรา (2546)
ขนมปังเสริมโปรตีนและใยอาหาร	37	ลดาวัลย์ (2547)

## 9. โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming หรือ LP) จัดเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) รูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการหาค่าความเหมาะสมสูงสุดหรือต่ำสุดภายใต้เงื่อนไขบังคับหรือข้อจำกัดต่างๆ เช่น ทำให้เกิดกำไรสูงสุด หรือ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด(รัฐพล, 2543)

คำว่า โปรแกรมมิ่ง (Programming) หมายถึง การวางแผน ส่วนคำว่า เชิงเส้น (Linear) เป็นคำขยายความของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีลักษณะเป็นสมการเชิงเส้น ดังนั้นความหมายโดยรวม หมายถึง การวางแผนสำหรับกิจกรรมต่างๆเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ลักษณะของโปรแกรมเชิงเส้น (LP) จะประกอบไปด้วยการสร้างสมการวัตถุประสงค์ (Objective function) ภายใต้การสร้างเงื่อนไขบังคับหรือข้อจำกัด (Constraints) ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เราพิจารณาในแต่ละเงื่อนไขเป็นส่วนประกอบ โดยที่ตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ (Non-Negativity Restriction)

การใช้โปรแกรมเชิงเส้น (LP) ในการหาค่าความเหมาะสมของปัญหาที่เราสนใจ ถ้าลักษณะของปัญหานั้นง่าย ๆ อาจจะใช้วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ทั่วไปหาคำตอบได้ แต่ถ้าลักษณะของปัญหานั้นมีขนาดใหญ่ หรือมีสมการเข้ามาเกี่ยวข้องมากก็จำเป็นต้องใช้วิธีการอื่นช่วยในการหาคำตอบ รวมถึงการจัดโครงสร้างของปัญหาเพื่อให้ง่ายต่อการหาคำตอบที่ต้องการ

## 9.1 ขั้นตอนการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

ขั้นตอนการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงในการแก้ปัญหา ทำได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

9.1.1 การสร้างรูปแบบของตัวปัญหา (Formulation of linear programming models) เริ่มต้นจากการค้นหาตัวแปร หรือกำหนดตัวแปรของปัญหา ก่อน แล้วสมมติเป็นสัญลักษณ์ทางพีชคณิต เช่น รูป  $X Y Z$  เป็นต้น เมื่อกำหนดตัวแปรแล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องสร้าง

ก. สร้างสมการเป้าหมาย (Objective function) คือสมการที่เราต้องการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization) โดยจะต้องมีสมการเป้าหมายเดียว (Single objective) เช่น ต้องการหาค่าไรสูงสุด

ข. สร้างข้อจำกัด (Building the constraints) ต้องค้นหาว่าปัญหานี้มีข้อจำกัดอะไรบ้างที่เกี่ยวกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปต่างๆ ดังนี้

1) อยู่ในรูปสมการ (Linear equation) เช่น

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 = b_1$$

2) อยู่ในรูปอสมการ (Linear inequalities) เช่น

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 \geq \text{หรือ} \leq b_1$$

ค. สร้างตัวแปรทุกตัวให้มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าศูนย์ (Non-negativity restriction) หมายความว่า  $X_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$  เป็นข้อจำกัดของปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นตรงว่าคำตอบที่ได้มานั้นค่าตัวแปรจะเป็นลบไม่ได้

## 9.1.2 การแก้ปัญหา

รัฐพล (2543) ได้สรุปว่าวิธีการวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของโปรแกรมเชิงเส้นสามารถทำได้หลายวิธี คือ

- ก. วิธีกราฟ เป็นการเขียนเส้นตรงเพื่อหาคำตอบ วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายแต่มีข้อจำกัดในการใช้คือ หาคำตอบที่แน่นอนไม่ได้ และใช้ในกรณีที่มิตัวแปรในปัญหาไม่เกิน 2 ตัว
- ข. วิธีจำกัดขอบข่ายคำตอบ วิธีนี้ใช้ในกรณีที่สมการมีตัวแปรเพียง 2 ตัว
- ค. วิธีพีชคณิต เป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบในกรณีที่มิตัวแปร 3 ตัวหรือมากกว่า แต่เป็นวิธีที่ยุ่งยากและซับซ้อนมาก
- ง. วิธีซิมเพล็กซ์ เป็นวิธีที่สามารถหาคำตอบในกรณีที่มิตัวแปรจำนวนมาก ซึ่งในปัจจุบันนับว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับกันมาก แต่อย่างไรก็ตามถ้าตัวแปรในสมการหรือสมการมีจำนวนมากๆ ได้มีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการคำนวณ ทำให้การหาคำตอบของโปรแกรมเชิงเส้นสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

## 9.2 โครงสร้าง ของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรง

โครงสร้าง ของปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นตรง ซึ่งประกอบด้วย สมการเป้าหมาย (objective) ข้อจำกัด (Constraints) และ ตัวแปรทุกตัวมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับศูนย์ (Non-negative restriction) ถ้าต้องการจะ Minimization หรือ Maximization สมการเป้าหมาย(Z) ดังอยู่ในรูป

$$Z = c_1X_1 + C_2X_2 + \dots + c_jX_j + \dots + c_nX_n$$

ภายใต้ข้อจำกัด (Subject to constraints)

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq , = , \geq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq , = , \geq b_2$$

·  
·  
·

$$a_{k1}X_1 + a_{k2}X_2 + \dots + a_{kn}X_n \leq , = , \geq b_k$$

และอยู่ภายใต้เงื่อนไข Non-negative restrictions

$$X_j \geq 0, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

## 10. การวิเคราะห์การรวมกลุ่ม (Cluster Analysis)

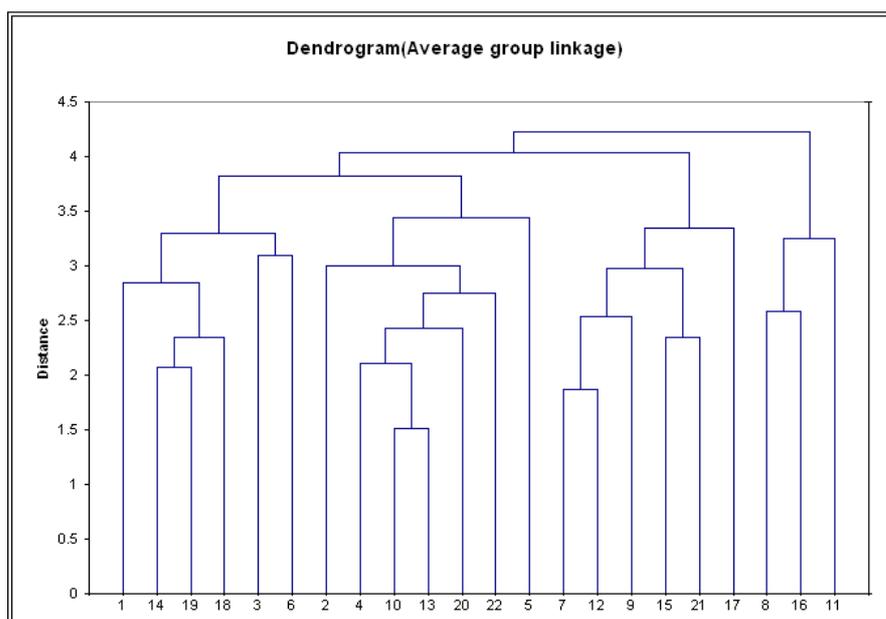
Cluster analysis หรือ การรวมกลุ่ม คือ งานที่ทำการรวมส่วนต่างๆ ในแต่ละส่วนที่ต่างชนิดกันให้อยู่ในรวมกันเป็นกลุ่มย่อย หรือคลัสเตอร์ (Clusters) โดยในแต่ละคลัสเตอร์อาจจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่ต่างชนิดกัน วิธีการนี้จะไม่พึ่งพาอาศัยการกำหนดหมวดหมู่ล่วงหน้า โดยข้อมูลจะรวมตัวกันบนพื้นฐานของความคล้ายในตัวเอง โดยให้ตัวแปรอยู่ในกลุ่มเดียวกันมีความสัมพันธ์กันมากกว่าตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกัน ตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกันมีความสัมพันธ์กันน้อย หรือไม่มี ความสัมพันธ์กันเลย

วิธีการวิเคราะห์แบบ Cluster นี้แบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ Hierarchical และ Nonhierarchical ความแตกต่างหลักๆ ของข้อสังเกตจะถูกกำหนดโดยวิธี Hierarchical ซึ่งไม่มีโอกาสที่เคลื่อนย้ายไปยังกลุ่มอื่นได้ (cluster) เหมือนวิธี Nonhierarchical

### 10.1 Hierarchical

Hierarchical เป็นเทคนิคที่นิยมใช้มากในการแบ่งกลุ่ม case หรือแบ่งกลุ่มตัวแปร โดยส่วนใหญ่จะใช้เทคนิคที่เริ่มต้นด้วยการกำหนดข้อมูลที่เป็นค่าสังเกตแต่ละค่าอยู่ในกลุ่มของมันเอง และพยายามหาค่าสังเกตอื่นที่มีความใกล้เคียงกันจัดมารวมกลุ่มกัน จนกระทั่งเหลือเพียงกลุ่มเดียว (one cluster) ผลของการวิเคราะห์มักจะแสดงในรูปกราฟ Dendrogram แสดงดังภาพที่ 4 การใช้เทคนิค Hierarchical ใช้กรณีดังนี้

- (1) ในกรณีที่ใช้ในการแบ่ง case นั้น จำนวน case ต้องไม่มากนัก (จำนวน case ควรต่ำกว่า 200 ถ้าตั้งแต่ 200 ขึ้นไปใช้ K-Means Cluster) และจำนวนตัวแปรต้องไม่มากเช่นกัน
- (2) ไม่จำเป็นต้องทราบจำนวนกลุ่มมาก่อน
- (3) ไม่จำเป็นต้องทราบว่าตัวแปรใดหรือ case ใดอยู่กลุ่มใดก่อน



ภาพที่ 4 ลักษณะ Dendrogram การจัดกลุ่มระหว่างตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี Hierarchical

ที่มา: Resampling Stats, Inc. (2007)

## 10.2 Nonhierarchical

Nonhierarchical เป็นวิธีที่รวมถึงวิธี k-means และ วิธี Fuzzy Objective Function (FOA) ซึ่งวิธีการทั้งสองนี้ผู้ใช้จะต้องระบุจำนวนของกลุ่มที่ต้องการในการแบ่งกลุ่มและจำนวนการคำนวณซ้ำไปมาหลายๆ รอบทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้จะให้แน่ใจว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่ากลางของการแบ่งกลุ่ม การใช้ k-means จะใช้เมื่อมีจำนวน case มาก โดยจะต้องทำการกำหนดจำนวนกลุ่ม (cluster) ที่ต้องการ เช่น กำหนดให้มี k กลุ่ม เทคนิค k-means จะมีการทำงานหลายๆ รอบ (Iteration) โดยในแต่ละรอบจะมีการรวมตัวอย่างให้ไปอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีระยะห่างจากค่ากลางของกลุ่มน้อยที่สุด แล้วคำนวณค่ากลางของกลุ่มใหม่ จะทำเช่นนี้จนค่ากลางของกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง (กัลยา, 2544)

ตัวแปรที่ใช้ในเทคนิค K-Means Clustering จะต้องเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ คือเป็นสเกล อันตรภาค (Interval Scale) หรือสเกลอัตราส่วน (Ratio Scale) โดยไม่สามารถใช้กับข้อมูลที่อยู่ในรูปความถี่ หรือ Binary เหมือนเทคนิค Hierarchical

### 10.3 ข้อแตกต่างระหว่างเทคนิค Hierarchical กับ K-Means

10.3.1 เทคนิค K-Means ใช้เมื่อจำนวน case หรือจำนวนข้อมูลมาก โดยทั่วไปนิยมใช้เมื่อ  $n$  มากกว่า หรือเท่ากับ 200 เพราะเมื่อ  $n$  มาก เทคนิค K-Means จะง่ายกว่า และใช้ระยะเวลาในการคำนวณน้อยกว่าการใช้เทคนิค Hierarchical หรือกล่าวได้ว่าเมื่อมีจำนวน case ไม่มากควรใช้เทคนิค Hierarchical

10.3.2 เทคนิค K-Means นั้น ผู้ใช้จะต้องกำหนดจำนวนกลุ่มที่แน่นอนไว้ล่วงหน้า กรณีที่ผู้วิเคราะห์ยังไม่แน่ใจว่าควรมีกี่กลุ่มที่เหมาะสม ผู้วิเคราะห์อาจจะใช้วิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

1) ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี K-Means หลายๆ ครั้ง แต่ละครั้งกำหนดจำนวนกลุ่มแตกต่างกันไป เช่น เป็น 3, 4 หรือ 5 กลุ่ม แล้วพิจารณาหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม แต่เมื่อมีข้อมูลมาก วิธีนี้จะทำให้เสียเวลามาก

2) ใช้ข้อมูลบางส่วนทำการวิเคราะห์โดยวิธี Hierarchical เพื่อหาจำนวนกลุ่มที่ควรจะเป็น จากนั้นจึงใช้เทคนิค K-Means กับข้อมูลทั้งหมดที่มี

10.3.3 เทคนิค Hierarchical นั้น ผู้วิเคราะห์จะ Standardized ข้อมูลหรือไม่ก็ได้ แต่โดยวิธี K-Means จะต้องทำการ Standardized ข้อมูลก่อนเสมอ

10.3.4 วิธี K-Means จะหาระยะห่างโดยวิธี Euclidean distance โดยอัตโนมัติ ขณะที่ Hierarchical ผู้วิเคราะห์มีสิทธิ์ที่จะเลือกการคำนวณระยะห่าง หรือความคล้ายได้

## 11. ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นการพัฒนา ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการที่เป็นระบบซึ่งเป็นการรวมเอาความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ เช่น ความรู้ทางการตลาด ผู้บริโภค การแปรรูป ลักษณะของผลิตภัณฑ์ การวางแผนการตลาด ความรู้ด้านจิตวิทยา รวมทั้งความรู้ด้านวิศวกรรมมาใช้ โดยมีจุดมุ่งหมาย

เพื่อที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมาซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของตลาดและผู้บริโภคได้ (หทัยรัตน์,2549)

ไพโรจน์ (2539) ได้เรียบเรียงกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยแบ่งออกได้เป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

11.1 การรวบรวมความคิดผลิตภัณฑ์และการค้นหรือสร้างความคิดผลิตภัณฑ์ (Exploration or Product Idea Generation) เป็นสิ่งที่ต้องกระทำก่อน โดยแหล่งที่มาของความคิดอาจมาจากแหล่งเดียวหรือหลายแหล่ง ซึ่งอาจหาได้จาก

11.1.1 ผู้บริโภคหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ โดยใช้การสำรวจหรือสอบถามจากผู้บริโภค หรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์โดยตรง ซึ่งจะได้ข้อมูลทั้งข้อดีและข้อเสียของผลิตภัณฑ์ ข้อเสนอแนะ คำวิจารณ์ของผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการพิจารณาความเปลี่ยนแปลงจากอุดมคติของผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ สามารถนำไปสู่การปรับปรุงปัญหาต่าง ๆ

11.1.2 ร้านค้าที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์

11.1.3 การติดตามการดำเนินงานของกลุ่มแข่งขันในธุรกิจเดียวกัน

11.1.4 พนักงานหรือตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์

11.1.5 ผู้บริหารของบริษัท

11.1.6 ผู้จัดการฝ่ายต่าง ๆ ในบริษัท

11.1.7 นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ หรือที่ปรึกษาของบริษัท

11.1.8 การสำรวจผลิตภัณฑ์ในตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศ

11.1.9 แหล่งอื่น ๆ เช่น งานแสดงสินค้า งานนิทรรศการ งานแสดงเทคโนโลยี นิตยสาร วารสาร หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

11.2 การกลั่นกรองความคิดผลิตภัณฑ์(Product Idea Screening)

เป็นการนำความคิดที่รวบรวมได้นามากลั่นกรอง เอาความคิดที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ออกไป เพื่อนำความคิดที่เป็นไปได้มาปฏิบัติ โดยข้อมูลที่จะนำมากลั่นกรอง แนวความคิดผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นข้อมูลที่สอดคล้องกับโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเทคนิคและวิธีการที่นำไปใช้ คือ การคัดเลือกตามลำดับความเกี่ยวข้อง(Sequential screening) และการคัดเลือกตามลำดับคะแนนของน้ำหนักเกณฑ์ที่กำหนด(Checklist screening)

### 11.3 การพัฒนาและทดสอบแนวความคิดผลิตภัณฑ์(Development and Product Concept Testing)

ความคิดที่ผ่านการกลั่นกรองแล้ว จะต้องนำมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อใคร มีประโยชน์อย่างไรกับกลุ่มเป้าหมาย สอดคล้องกับนโยบายของบริษัทอย่างไร เป็นต้น แล้วทำการสรุปความคิดนั้นออกมา สุดท้ายจะเหลือเพียงความคิดเดียวที่ดีที่สุดที่จะถูกนำไปพัฒนา วิธีการและเทคนิคที่นิยมใช้ได้แก่ การศึกษาความเป็นไปได้ของปัจจัยความสำเร็จต่าง ๆ (Probability screening) ซึ่งจะมีความยุ่งยากกว่าวิธีที่ใช้ในการกลั่นกรองผลิตภัณฑ์

### 11.4 การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technological Studies)

ความคิดที่ผ่านการกลั่นกรองแล้ว ต้องสอดคล้องและเป็นไปได้ทางเทคนิค ตลอดจนเงินลงทุนในเทคนิคนั้น ความพร้อมของบริษัท

### 11.5 การวิเคราะห์เชิงธุรกิจ (Business Analysis)

เป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับยอดจำหน่าย การคาดคะเนผลกำไรที่จะเกิดขึ้น แนวโน้มความต้องการของผู้บริโภค ความถี่ในการใช้ผลิตภัณฑ์ เพื่อนำมาใช้ในการกำหนด ขั้นตอนการผลิตทั้งหมด สามารถวางแผนการผลิต การเหลือสินค้าคงคลัง การตั้งราคาให้สอดคล้องกับการลงทุน

### 11.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development)

เป็นการเปลี่ยนจากความคิดผลิตภัณฑ์มาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีตัวตนจริง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้จริง ๆ เพราะเป็นขั้นตอนที่มีค่าใช้จ่ายและการใช้เวลาเกิดขึ้นอย่างจริงจัง โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีทั้งการพัฒนาสูตร พัฒนาการวิธีการผลิต และการเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์

### 11.7 การทดสอบผลิตภัณฑ์ (Product Testing)

เพื่อเป็นการทดสอบว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วเหมาะสมในเชิงการค้าตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการทดสอบผลิตภัณฑ์ จะทำการทดสอบคุณภาพและการเก็บรักษา รวมถึงการทดสอบตลาด

### 11.8 การจำหน่ายเชิงพาณิชย์ (Commercialization)

ขั้นตอนนี้จะมีการวางแผน ตั้งแต่การเตรียมแผนการผลิต วางแผนเรื่องการใช้วัตถุดิบ จนกระทั่งถึงการขนส่ง การวางผลิตภัณฑ์ แผนการตลาดที่สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ใหม่

## 12. การประเมินลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นวิธีการที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ ข้อมูลที่ได้รับนั้นมาจากประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การมองเห็น การดม การชิม การสัมผัส และการได้ยิน ความรู้สึกต่าง ๆ นั้นเกิดโดยการส่งสัญญาณที่เส้นประสาทโดยผ่านทางระบบประสาทวนกลางไปยังสมอง และจะแสดงความรู้สึกต่าง ๆ ออกมาซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์การรับรู้ในอดีต ความคาดหวัง และปัจจัยในการรับรู้อื่น ๆ (Bourne, 1982)

วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ (Rosenthal, 1999) กล่าวคือ

(1) วิธีการทดสอบความแตกต่าง (discrimination / difference test) เป็นวิธีการทดสอบว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่ นิยมใช้ในอุตสาหกรรม ซึ่งวิธีการทดสอบสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ ทดสอบความแตกต่างโดยรวมทั้งหมด และ ทดสอบว่าตัวอย่างใดที่มีคุณลักษณะเฉพาะที่มากกว่าหรือน้อยกว่าตัวอย่างอื่น ๆ ตัวอย่างวิธีการทดสอบความแตกต่างได้แก่ Paired comparison, Duo-trio และ R-index เป็นต้น

(2) วิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (descriptive test) เป็นวิธีการทดสอบว่าอะไรคือ สิ่งที่แตกต่างกัน และปริมาณความแตกต่างนั้นมีมากเท่าใด ตัวอย่างวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา ได้แก่

Quantitative descriptive analysis (QDA), The spectrum method, The texture profile method เป็นต้น Stone และ Sidel (1993) กล่าวว่า การทดสอบเชิงพรรณนาเป็นวิธีที่ทำให้ได้รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณซึ่งจะต้องอาศัยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว

(3) วิธีการทดสอบการยอมรับหรือความชอบ (Affective test) เป็นวิธีการทดสอบเพื่อบอกว่าจะอะไรคือสิ่งที่ผู้ทดสอบชอบ และทำไมถึงชอบ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความแตกต่างและวิธีทดสอบเชิงพรรณนาจะแตกต่างจากวิธีทดสอบการยอมรับ ดังแสดงในภาพที่ 5 โดยวิธีการทดสอบความแตกต่างและวิธีการทดสอบเชิงพรรณนานั้นจะเป็นวิธีทดสอบเชิงการวิเคราะห์ (Analytical test) ซึ่งในการประเมินคุณลักษณะของอาหารจะใช้ผู้ทดสอบจำนวนน้อยที่ได้รับการคัดเลือกว่ามี ความสามารถในการทดสอบตัวอย่างเป็นเครื่องมือในการวัดค่า ในขณะที่วิธีการทดสอบความชอบนั้นจะใช้วิธีการ Hedonic test ทำการวัดค่าการตอบสนองของประชากรผู้บริโภคที่มีต่ออาหารในเทอมของความชอบหรือไม่ชอบ โดยทั่วไปข้อมูลที่ได้จากวิธีทดสอบเชิงการวิเคราะห์ และวิธีการทดสอบการยอมรับจะไม่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง เนื่องจากทั้งประเภทและจำนวนคนที่ใช้ในการทดสอบมีความแตกต่างกัน

### 13. การทดสอบทางประสาทสัมผัสในเด็ก

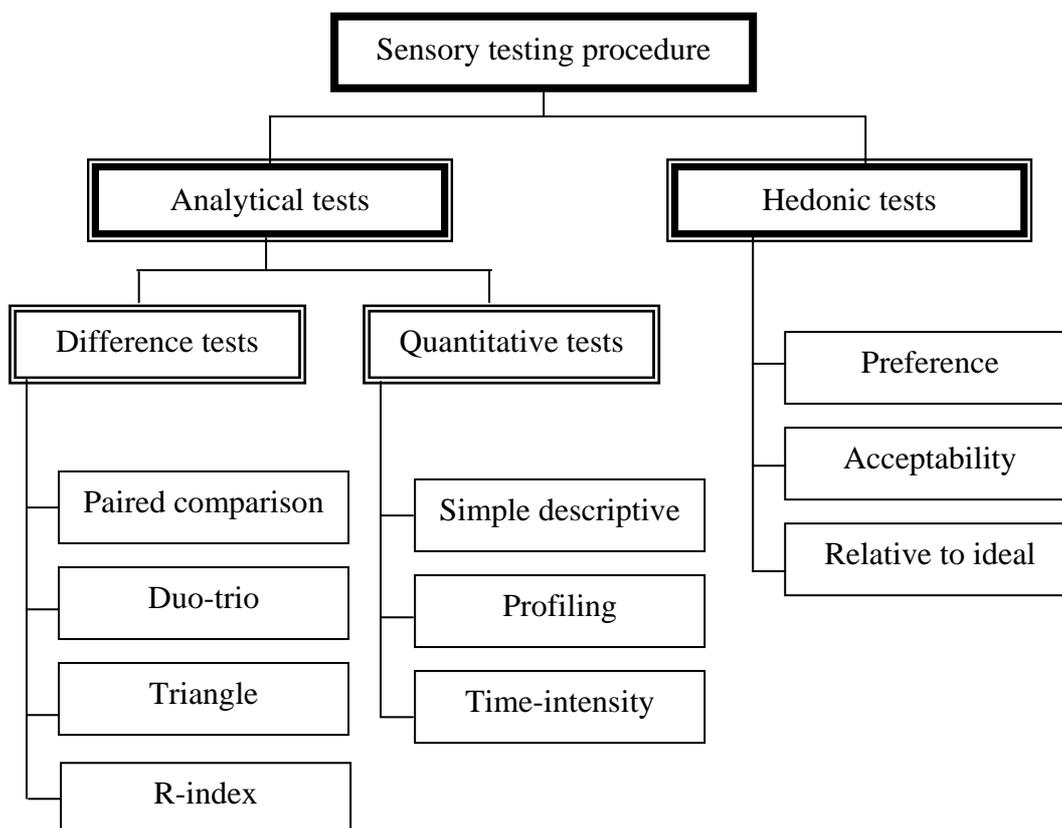
#### 13.1 ข้อจำกัดและปัญหาที่พบในการทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในเด็ก

Resurreccion (1998) กล่าวว่าในการทดสอบทางประสาทสัมผัสในเด็กจะพบ 3 ปัญหาหลักๆ ได้แก่

##### ก. ทักษะในการใช้คำ

ทักษะในการใช้คำที่จำกัดของเด็กมีผลต่อความเข้าใจต่อคำถามที่เด็กได้รับ เด็กจะแปลความหมายและเข้าใจแตกต่างไปจากผู้ใหญ่ (Thomas, 1992) อีกทั้งยังมักสับสนกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส Moskowitz (1985) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเด็ก พบว่า เด็กมักสับสนระหว่างความหวานกับรสที่ผิดปกติ นอกจากนี้เด็กยัง

ลักษณะระหว่างรสชาติกับเนื้อสัมผัส (Moskowitz,1994) เด็กอายุ 5-7 ปีจะมีทักษะการอ่านที่ไม่ดีพอ ดังนั้นจึงต้องอาศัยการสัมภาษณ์ซึ่งทำให้เปลืองแรงงานและค่าใช้จ่าย



ภาพที่ 5 วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ที่มา : Rosenthal (1999)

ข. การมีความสนใจในช่วงสั้นๆ

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสส่วนใหญ่จะต้องใช้ความตั้งใจในการทดสอบ เพื่อจะแยกแยะความแตกต่างของตัวอย่างหรือบ่งชี้สิ่งที่ชอบ การทดสอบในเด็กส่วนใหญ่มัก ตกแต่งห้องให้มีสีสันเพื่อให้เด็กรู้สึกสนุกสนานในระหว่างการทดสอบ แต่อาจทำให้เด็กขาดสมาธิ จากการทดสอบที่กำลังปฏิบัติอยู่

### ค. ความยากในการเข้าใจ

เนื่องจากความแตกต่างในกระบวนการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งในบางครั้งวิธีทดสอบตามวิธีมาตรฐานอาจยากต่อการเรียนรู้และเข้าใจของเด็ก จึงต้องมีการดัดแปลงวิธีทดสอบเพื่อให้เหมาะสมกับทักษะการเรียนรู้ของเด็ก

#### 13.2 ความสามารถในการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเด็กในวัยต่างๆ

ได้มีการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในเด็กวัยต่างๆ ได้แก่ ในเด็กอายุ 5 ถึง 10 ปี (Kroll,1990) ในเด็กอายุ 8-10ปี (Spaeth และคณะ, 1992) ในเด็กอายุ 2-10 ปี ( Kimmel และคณะ,1994)และในเด็กอายุ 3-4 ปี (Birch,1981)

เด็กอายุ 2 – 3 ปี จะสามารถทำการทดสอบการยอมรับได้แต่จะไม่สามารถทดสอบความแตกต่างได้ (Kimmel และคณะ,1994) เด็กอายุ 5-7 ปี จะสามารถทำการทดสอบความแตกต่างได้ และเด็กอายุ 8 ปีขึ้นไปจะสามารถทำการทดสอบความแตกต่างได้ทุกวิธี

#### 13.3 การทดสอบความชอบด้วยวิธี Hedonic Scale ในเด็ก

การทดสอบความชอบด้วยวิธี Hedonic scale นิยมใช้สเกลรูปภาพโดยเฉพาะสเกลรูปภาพในการทดสอบความชอบในเด็กและผู้ที่มีข้อจำกัดในการอ่านหรือทำความเข้าใจ( Lawless และ Heymann ,1997)

ในการเลือกใช้สเกลสำหรับการทดสอบในเด็กนั้น จำนวนสเกลที่เหมาะสมสำหรับเด็กโดยส่วนมากนิยมใช้ชนิด 3 สเกล ( Birch และ Sullivan, 1991 ; Phillips และ Kolasa, 1980 ; Birch และคณะ, 1990) นอกจากนี้ได้มีการใช้สเกลชนิด 5สเกล (Fallon และคณะ, 1984) และ 7 สเกล(Kimmel และคณะ,1994) ในเด็กอายุ4 ปี อย่างไรก็ตามไม่ควรใช้สเกลที่ไม่มีคำอธิบายประกอบเนื่องจากเด็กมักจะเลือกให้คะแนนเฉพาะหัวหรือท้ายสเกลเท่านั้น (Moskowitz,1985)

การใช้สเกลชนิด 5 สเกลซึ่งมีคำอธิบายประกอบจะสามารถใช้ได้เ็นเด็ก 4 ปีขึ้นไป (Chen และคณะ, 1996) และสเกลชนิด 7 สเกลที่มีคำอธิบายจะใช้ได้ในเด็กอายุ 5 ปีขึ้นไป

(Kroll,1990) นอกจากนี้ Kroll (1990) ยังพบว่า เด็กอายุ 5-7ปี สามารถใช้สเกลชนิด 9 สเกลพร้อมคำอธิบายได้ดี

#### 14. การศึกษาอายุการเก็บ

##### 14.1 คำจำกัดความของอายุการเก็บ

อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร หมายถึง เวลาในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ จนกระทั่งผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ความสำคัญของการศึกษาอายุการเก็บ คือ กำหนดวันหมดอายุของอาหาร เพื่อให้ผู้บริโภคทราบ และเป็นการประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลานี้ เช่น คุณค่าทางอาหาร ความปลอดภัย ตามที่ระบุไว้ ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่ผ่านการแปรรูป ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออายุการเก็บ คือ จุลินทรีย์ ส่วนผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการแปรรูป ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออายุการเก็บ คือ ปัจจัยทางด้านกายภาพและเคมี การศึกษาอายุการเก็บ ควรกระทำอย่างยิ่งสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เพิ่งออกสู่ตลาด (รุ่งนภา, 2539)

##### 14.2 วิธีการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

14.2.1 การทดลองเก็บจริง ทำได้โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในสถานที่ที่วางขายในท้องตลาดตั้งแต่ผลิตออกมาและการทดสอบตลอดเวลา ซึ่งอาจกำหนดเป็นเดือนละครั้ง จนกระทั่งผู้บริโภคไม่ยอมรับ แสดงว่าหมดอายุการเก็บ วิธีนี้ได้รายละเอียดมาก แต่มีข้อเสียคือ ใช้เวลาในการศึกษานาน (Marsh,1986)

14.2.2 คำนวณโดยการประมาณ ทำได้โดยใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ดังสมการของ Davis (1970) ดังนี้

$$t = \frac{W}{A \times P \times p}$$

เมื่อ	t	=	อายุการเก็บรักษา
	W	=	ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น
	A	=	อัตราการซึมผ่านของความดันไอน้ำของภาชนะบรรจุ

P = ความแตกต่างของความดันไอระหว่างผลิตภัณฑ์และบรรยากาศ  
ภายนอกกระหว่างการเก็บรักษา

p = ความดันของบรรยากาศภายนอกกระหว่างการเก็บรักษา

โดยการคำนวณหาอายุการเก็บรักษา จะคำนวณจากค่าพารามิเตอร์ W, A, P และ p ที่ได้จากการทดลอง การหาอายุการเก็บรักษาโดยวิธีนี้ส่วนมากเป็นการหาอายุการเก็บรักษาเนื่องจากการเสื่อมเสียเพียงอย่างเดียว

14.2.3 วิธีเร่งการเก็บ (Accelerated storage test) วิธีการนี้คล้ายกับการเก็บรักษาจริง แต่เร่งเวลาการเสียบของผลิตภัณฑ์ให้เร็วขึ้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์ เทคนิคที่ใช้ได้แก่  $Q_{10}$  ซึ่งเทคนิคนี้สามารถใช้ทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ ได้ ดังสมการของ Lubuza (1982) ดังนี้

$$Q_{10} = \frac{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_1}{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_1 + 10^\circ \text{ C}}$$

$$Q_{10}^{\Delta/10} = \frac{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_1}{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_2}$$

$$\Delta = \text{ผลต่างของ } T_1 \text{ และ } T_2$$

14.2.4 วิธีการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulating shelf life) เป็นการศึกษายุการเก็บรักษาโดยการเลียนแบบสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงๆ โดยการสร้างสถานการณ์และปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มาพิจารณาแล้วคำนวณหาอายุการเก็บรักษา (Quast and Karel, 1973)

## 15. ผลของการบริโภคผลิตภัณฑ์ติดต่อกันเป็นเวลานานต่อความชอบผลิตภัณฑ์

Rolls และ de Waal (1985) พบว่า เมื่อทดลองให้ผู้พบบริโภคอาหารชนิดเดียวกันติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ความชอบและความต้องการรับประทานอาหารนั้นลดลง เนื่องจากเกิดความเบื่อ การเข้าใจเหตุผลและลักษณะของการเกิดการเบื่อในอาหารเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Moskowitz, 1980)

Siegel และ Pilgrim (1958) กล่าวว่า อาหารที่มีการยอมรับสูงในตอนต้นจะทำให้เกิดความเบื่ออย่างช้าๆ ในขณะที่อาหารที่มีการยอมรับต่ำจะทำให้เกิดความเบื่ออย่างรวดเร็วเมื่อมีการบริโภคซ้ำ นอกจากนี้เมื่อให้ผู้ทดสอบบริโภคอาหารเป็นเวลาติดต่อกัน ยังพบว่าอาหารแต่ละชนิดจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความชอบต่างกัน โดยอาหารพวกธัญพืชจะมีความชอบสูงขึ้น นมและขนมปังไม่มีการเปลี่ยนแปลงความชอบ ส่วนเนื้อกระป๋องและผักซึ่งได้รับความชอบสูงในตอนต้นกลับมีความชอบลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเบื่อที่เกิดกับอาหารแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน โดยอาหารส่วนใหญ่ที่ได้รับความชอบสูงในตอนต้นจะค่อยๆเกิดความเบื่ออย่างช้าๆ

Hetherington และคณะ (2000) ได้ทดลองให้ผู้ทดสอบบริโภคช็อคโกแลต และมันฝรั่งทอดติดต่อกันเป็นเวลา 15 วัน พบว่า ความชอบที่มีต่อช็อคโกแลตลดลง ส่วนความชอบต่อมันฝรั่งทอดไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังพบว่า ความชอบที่มีต่ออาหารเมื่อเริ่มต้นจะมีผลต่อการเกิดความเบื่อในอาหาร โดยลักษณะของอาหารและลักษณะการบริโภคจะมีผลต่อการเกิดความเบื่ออาหารได้

## 16. ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร

ระบบ HACCP เป็นระบบป้องกันอันตรายในอาหารที่ได้ออกแบบมาเพื่อคุ้มครองผู้บริโภค ให้ได้รับความปลอดภัยจากการบริโภคอาหาร เนื่องจากระบบ HACCP มีการควบคุมขั้นตอนสำคัญในห่วงโซ่ของการจัดหาอาหาร ซึ่งเป็นจุดวิกฤตที่หากเลยในการควบคุมแล้ว อาจจะทำให้อาหารไม่ปลอดภัย จึงจำเป็นจะต้องควบคุมจุดวิกฤตอย่างเข้มงวด ทำให้มั่นใจได้ว่า อาหารจะมีความปลอดภัยในระดับที่น่าพอใจ ด้วยเหตุนี้ ระบบ HACCP จึงได้รับความสนใจจากฝ่ายผู้ควบคุมอาหาร จนกระทั่งนำออกมาเป็นกฎหมายบังคับให้การผลิตอาหารบางประเภทที่มีความเสี่ยงสูงต้องใช้ระบบ HACCP ในการผลิตเป็นผลให้ระบบนี้แพร่หลายไปทั่วโลก กอรปกับได้มีการจัดทำคู่มือขึ้นมาเพื่อแนะนำวิธีการจัดทำระบบ HACCP ภายในองค์กร ด้วยเหตุนี้พัฒนาการของระบบ HACCP จึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาอันสั้น ล่าสุดคู่มือของคณะผู้จัดทำที่ได้รับการแต่งตั้งโดยรัฐบาลสหรัฐฯ ที่มีชื่อย่อว่า NACMCF ได้ปรับปรุงแนวทางการจัดทำระบบ HACCP ฉบับล่าสุด คือ ฉบับปี ค.ศ. 1997 โดยผนวกเอาโปรแกรมพื้นฐานเข้ามาด้วย นอกจากนี้คณะกรรมการร่างมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ ยังได้แนะนำให้ผลิตสินค้าอาหารเพื่อการส่งออกนาระบบ HACCP มาใช้ในการผลิต ระบบ HACCP สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการผลิตหรือการจัดการอาหารได้ทุกประเภท แต่ผู้นาระบบไปใช้ต้องปรับขั้นตอนและวิธีการให้เหมาะสมกับกิจการของตนเป็นกรณี ๆ ไป คำราเล่มนี้นอกจากจะใช้ประกอบการเรียนการสอนแล้ว ยังสามารถใช้เป็นคู่มือสำหรับผู้ประกอบการผลิต/จัดบริการอาหารที่ประสงค์จะจัดทำระบบ HACCP ขึ้นภายในองค์กร ได้

นำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำหรือประกอบการฝึกอบรม แต่จะต้องปรับแต่งหรือออกแบบวิธีการเชิงปฏิบัติให้เหมาะสมตามสถานการณ์ สอดคล้องกับวัฒนธรรมองค์กรตามสภาพปัญหาที่ควรนำมาพิจารณาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเป็นราย ๆ ไป(สุมณฑา,2543)

สุวิมล (2539) กล่าวว่า ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร( Hazard Analysis Critical Control Point )หรือ ระบบ HACCP เป็นระบบการจัดการเกี่ยวกับการผลิตอาหารให้ปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยอาศัยหลักการของการป้องกัน (Prevention) แทนที่จะเป็นการแก้ไขปัญหา

ความมุ่งหมายของระบบHACCP คือ การมุ่งไปที่การควบคุม ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม ต่างๆ การปรับปรุงการออกแบบกระบวนการผลิตควรได้รับการพิจารณา หากตรวจพบอันตรายที่ต้องควบคุม แต่ไม่สามารถหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมได้( สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2540)

คำว่า “อันตราย” หรือ Hazard หมายถึงสิ่งซึ่งเป็นโทษเมื่อบริโภคเข้าไป“อันตราย” ในความหมายของ HACCP แบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ อันตรายชีวภาพ อันตรายเคมี และอันตรายกายภาพ

#### 16.1 หลัก 7 ประการของ HACCP

หลักการที่1 การประเมินอันตรายที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การเก็บรักษา การจัดจำหน่าย และวิธีการเตรียมของผู้บริโภค พร้อมมาตรการป้องกัน

หลักการที่ 2 การกำหนดจุดควบคุมวิกฤต โดยใช้ CCP decision tree

หลักการที่ 3 กำหนดค่าจำกัดจุดวิกฤตทุกจุดที่จัดว่าเป็นจุดควบคุมวิกฤตเพื่อใช้ในการควบคุมตามมาตรการป้องกันที่กำหนดไว้

หลักการที่ 4 กำหนดวิธีการเฝ้าระวังติดตาม ณ จุดควบคุมวิกฤตนั้นๆ

หลักการที่ 5 กำหนดวิธีการหรือมาตรการแก้ไข ณ จุดควบคุมวิกฤตเมื่อมีการเบี่ยงเบนไปจากค่าจำกัดวิกฤตที่กำหนดไว้

หลักการที่ 6 กำหนดวิธีการทวนสอบเพื่อให้แน่ใจว่าโปรแกรม HACCPที่จัดทำขึ้น ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

## หลักการที่ 7 กำหนดระบบการเก็บเอกสารและข้อมูลทั้งหมดของโปรแกรม HACCP

### 16.2 การประยุกต์ใช้

การเตรียมความพร้อม ( Implementation ) สำหรับจัดทำแผนงาน HACCP ควรทำการศึกษาคู่มือของโคเด็กซ์ คือ Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCPs) System and Guidelines for its application 1997 ก่อน เนื่องจากมีคำอธิบายเกี่ยวกับโปรแกรมนี้ ความจำเป็นที่จะต้องกำหนดผู้รับผิดชอบการทบทวนโปรแกรมต่างๆ ที่ผู้ประกอบการใช้อยู่ เพื่อสอบกลับว่าสามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดพื้นฐานที่ต้องการให้ทำได้ทั้งหมดหรือไม่ มีการควบคุมต่างๆ ตามความจำเป็น รวมทั้งมีการควบคุมระบบเอกสารอย่างไร จะออกแบบระบบตรวจติดตามอย่างไร โคเด็กซ์เป็นองค์การสากลที่ไม่หวังผลกำไร มีบทบาทในการร่างมาตรฐานระหว่างประเทศ ประกอบด้วยสมาชิกมากกว่า 150 ประเทศ ประเทศไทยก็เป็นสมาชิกของโคเด็กซ์ด้วยประเทศหนึ่ง องค์การการค้าโลก (WTO) อาศัยมาตรฐานของโคเด็กซ์ในการอ้างอิงและตัดสินข้อพิพาททางการค้า วิธีการทำงานของโคเด็กซ์มีความความชัดเจนและโปร่งใส รับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของสมาชิกโดยอาศัยการอ้างอิงและข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ โคเด็กซ์ได้จัดทำคู่มือ (Manual) แนวทางการดำเนินงาน (Guidelines) และคำแนะนำ ( Recommended ) เกี่ยวกับหลักการทั่วไปของสุขลักษณะอาหาร คู่มือการใช้ระบบ HACCP และคำแนะนำในการจัดทำระบบ HACCP จำแนกตามประเภทอาหาร (สมณฑา, 2543)

การประยุกต์ใช้หลักการ HACCP มีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2540)

- (1) จัดตั้งทีม HACCP
- (2) การอธิบายรายละเอียดผลิตภัณฑ์
- (3) การชี้หาวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์
- (4) การจัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิต
- (5) การตรวจสอบความถูกต้องของแผนภูมิกระบวนการผลิต
- (6) ระบุอันตรายทุกชนิดที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต ทำการวิเคราะห์อันตรายและพิจารณาหามาตรการในการควบคุมอันตรายที่ตรวจพบ ( หลักการที่ 1 )
- (7) การหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม ( หลักการที่ 2 )

- (8) การกำหนดค่าวิกฤตของแต่ละจุดวิกฤต ( หลักการที่ 3 )
- (9) การกำหนดการตรวจติดตาม ( หลักการที่ 4 )
- (10) การกำหนดวิธีแก้ไข ( หลักการที่ 5 )
- (11) การกำหนดวิธีการทวนสอบ ( หลักการที่ 6 )
- (12) การกำหนดวิธีจัดทำเอกสารและการจัดเก็บบันทึกข้อมูล ( หลักการที่ 7 )
- (13) การฝึกอบรม

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

#### 1. วัตถุดิบที่ใช้การผลิต

1.1 นมผง (whole milk powder )ผลิตโดยโรงนมผงสวนดุสิต โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

1.2 ไข่ผง เตรียมโดยวิธี tray dry คัดแปลงจากภูตินันท์(2541)

1.3 น้ำตาลไอซิ่ง

1.4 สารแคปไอซิล

1.5 แป้งทัลคัม

1.6 สาร Comprecel

1.7 สารปรุงแต่งกลิ่นรส

#### 2. วัสดุ

ซองอลูมิเนียมฟอยล์เคลือบพลาสติก (PET/AL/LLDPE)

#### 3. อุปกรณ์สำหรับเตรียมวัตถุดิบ

3.1 เครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Tray Dryer) ของ B.W.S. Trading Ltd., Thailand

3.2 เครื่องผสมแป้ง(mixer)

3.3 เครื่องบดอาหาร (Blender) Philips HR1701, (Philips, The Natherlands)

3.4 ถุงพลาสติกชนิดทนความร้อน

3.5 อุปกรณ์เครื่องครัว

#### 4. อุปกรณ์ในการผลิตนมอัดเม็ด

4.1 เครื่องตอกเม็ดชนิดสากเดี่ยวและโรตารี ของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

- 4.2 เครื่องผสมนมเม็ด ของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา
- 4.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดหยาบ
- 4.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด Mettler PM2500 (Mettler Toledo, Switzerland)
- 4.5 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

## 5. อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพ

- 5.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ
  - 5.1.1 เครื่องวัดค่าสี Chroma meter
  - 5.1.2 เครื่องวัดค่า Water activity Aqua lab CX3 (Aqua lab, U.S.A.)
  - 5.1.3 เครื่องวัดความแข็งของเม็ด VK200 (Venkle, U.S.A.)
  - 5.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 3ตำแหน่ง Mettler PM2500(MettlerToledo, Switzerland)
- 5.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี
  - 5.2.1 เครื่องมือชุดวิเคราะห์ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย เถ้า และพลังงาน (AOAC, 2000)
  - 5.2.2 เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของนมและผลิตภัณฑ์นม Milkoscan 133B (Foss Electric , Denmark)
  - 5.2.3 เครื่องมือชุดวิเคราะห์น้ำตาล
  - 5.2.4 เครื่องมือชุดวิเคราะห์หาความหืน Thiobarbituric acid
  - 5.2.5 เครื่องวัด pH pH211 (Hanna Instruments,Italy)
  - 5.2.6 เครื่องมือชุดวิเคราะห์กรดอะมิโน
- 5.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์
  - 5.3.1 เครื่องมือชุดวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด
  - 5.3.2 เครื่องมือชุดวิเคราะห์หายีสต์และรา
  - 5.3.3 เครื่องมือชุดวิเคราะห์หาโคลิฟอร์ม และ E. coli
  - 5.3.4 เครื่องมือชุดวิเคราะห์หาเชื้อ Staphylococcus aureus
  - 5.3.5 เครื่องมือชุดวิเคราะห์หาเชื้อ Salmonella

- 5.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส
  - 5.4.1 ห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส
  - 5.4.2 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส
  - 5.4.3 แบบสอบถาม
- 5.5 อุปกรณ์วิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผล
  - 5.5.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
  - 5.5.2 โปรแกรมการวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

### วิธีการ

#### 1. การสำรวจสถานะโภชนาการและพฤติกรรมในการบริโภคอาหารของเด็กนักเรียนในโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ

##### 1.1 การสำรวจสถานะโภชนาการของเด็กนักเรียนในโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ

ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานะโภชนาการของเด็กนักเรียนในโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ทั่วประเทศ เพื่อศึกษาปัญหาและกำหนดพื้นที่เป้าหมาย

##### 1.2 การศึกษาพฤติกรรมในการบริโภคอาหารของเด็กนักเรียนในพื้นที่เป้าหมาย

ทำการสัมภาษณ์ครู ผู้เกี่ยวข้อง และเด็กนักเรียนในพื้นที่เป้าหมายเพื่อศึกษารูปแบบ (Pattern) และพฤติกรรมในการบริโภคอาหารที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา ตลอดจนสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม (socioeconomic) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป โดยสัมภาษณ์อาจารย์ใหญ่หรือผู้อำนวยการโรงเรียนในตำบลภูฟ้าพัฒนา อำเภอเบตง กะลือ จังหวัดน่าน จำนวน 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านนาออก โรงเรียนบ้านนาขวาง โรงเรียนบ้านห่างทางหลวง และโรงเรียนบ้านสบมาง การสัมภาษณ์กระทำในระหว่างวันที่ 4-6 กันยายน 2545

## 2. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ (Product Screening)

2.1 ทำการศึกษาอัตราความชอบของเด็กนักเรียนที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลือง นมสดยูเอชที และนมอัดเม็ด เพื่อเป็นการคัดเลือกชนิดตลอดจนรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคเป้าหมายต้องการ โดยทำการศึกษาอัตราความชอบของเด็กนักเรียนที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมทั้ง 3 ชนิด คือ นมถั่วเหลืองยูเอชที นมสดยูเอชที และนมอัดเม็ด โดยให้ผู้บริโภคเป้าหมายหรือให้กลุ่มผู้ทดสอบทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี Hedonic ชนิด 9 สเตล ซึ่งใช้ภาพดาวแทนสเตล เพื่อคัดเลือกหาผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราความชอบสูงสุด ในระหว่างเดือนสิงหาคม-กันยายน 2546

2.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ นมถั่วเหลืองยูเอชทีชนิดไม่ผสมนมผง ยี่ห้อ ไวตามิลค์ ปริมาตร 50 มล.ต่อผู้ทดสอบ 1 คน นมยูเอชที รสจืด ยี่ห้อ ไทย-เคนมาร์ค ปริมาตร 50 มล.ต่อผู้ทดสอบ 1 คนและนมผงอัดเม็ดรสหวาน ตรา โรงนมผงสวนดุสิต ปริมาณ 5 เม็ดต่อผู้ทดสอบ 1 คน โดยตัวอย่างทั้ง 3 จะนำเสนอที่อุณหภูมิห้อง ( $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) และนำเสนอครั้งละ 1 ผลิตภัณฑ์

2.3 กลุ่มผู้ทดสอบเป็นเด็กนักเรียนในระดับประถมศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 จำนวน 756 คน โดยเป็นนักเรียนจากโรงเรียนในเขตกรุงเทพฯซึ่งเป็นตัวแทนของเด็กในเขตเมืองจำนวน 429 คน และเด็กนักเรียนในจังหวัดน่านซึ่งเป็นตัวแทนเด็กในชนบท จำนวน 327 คน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอัตราความชอบของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มที่มีต่อผลิตภัณฑ์นม

2.4 ผู้ทดสอบประเมินและให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ในคุณลักษณะด้านกลิ่น รสหวาน และความชอบรวม ซึ่งใช้คะแนน 1 ถึง 9 คะแนน ดังนี้ 1ดาว = ไม่ชอบมากที่สุด 2ดาว = ไม่ชอบมาก 3ดาว = ไม่ชอบ 4ดาว = ไม่ชอบเล็กน้อย 5ดาว = บอกรไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 6ดาว = ชอบเล็กน้อย 7ดาว = ชอบ 8ดาว = ชอบมาก และ 9ดาว = ชอบมากที่สุด (ตัวอย่างแบบสอบถาม ดังแสดงในภาคผนวก ก1 )

2.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ (Analysis of Variance ; ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีLSD ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบ ได้แก่ ถิ่นที่อยู่ เพศ อายุ กับข้อมูลด้านคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ โดยใช้ การทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

### 3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์

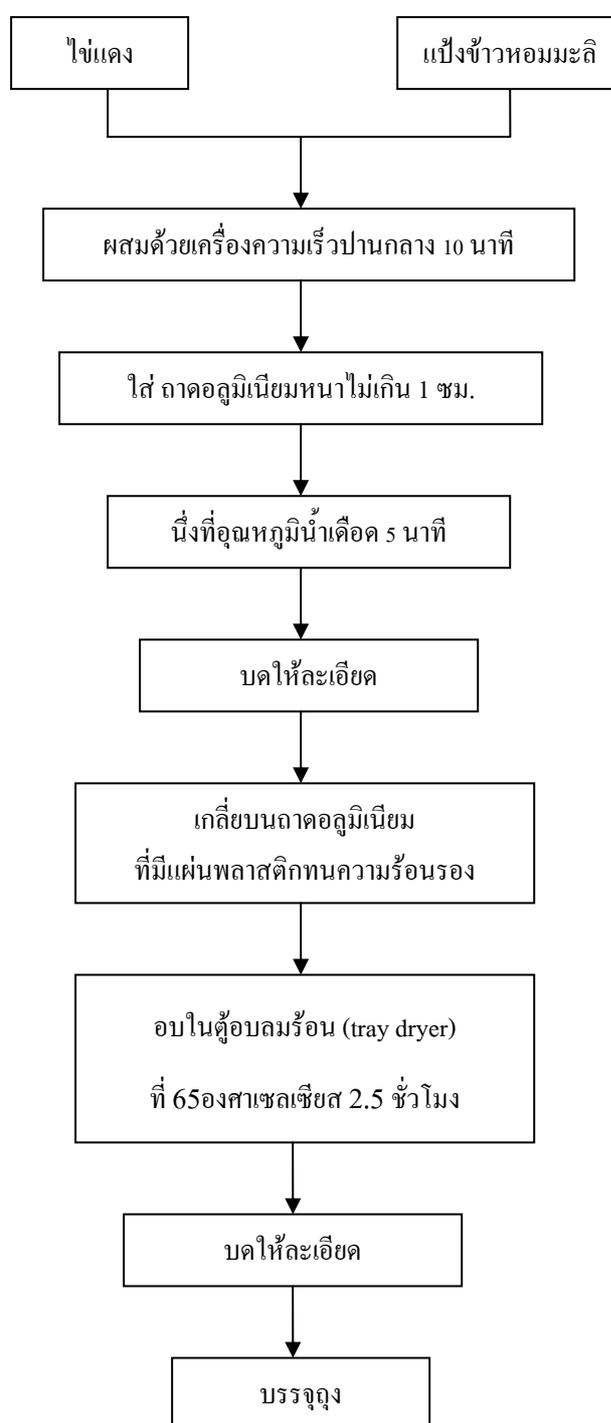
#### 3.1 การศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้ในการผลิตไข่ผง

3.1.1 ทำการผลิตไข่แดงผงตามวิธีที่แสดงในภาพที่ 6 ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของวุฒินันท์ (2541) โดยใช้แป้งข้าวทดแทนการใช้หางนมผงในการปรับไขมัน เพื่อหาปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิที่เหมาะสมในการเตรียมไข่แดงผงที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตนมอัดเม็ด ปริมาณแป้งข้าวที่ใช้ในการศึกษา คือ 20, 27.5 และ 35% นำไข่แดงผงทั้ง 3 สิ่งทดลองมาผลิตเป็นนมอัดเม็ดตามกรรมวิธีการผลิตของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (ภาพที่ 1) โดยใช้ทดแทนนมผงในสูตรพื้นฐานในอัตราส่วนนมผงต่อไข่แดงผง เท่ากับ 3:1 ส่วน ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สูตรในการผลิตนมอัดเม็ดโดยใช้นมผงและไข่แดงผง

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (%)
นมผง	58.9
ไข่แดงผง	19.6
น้ำตาลไอซิ่ง	20.0
สารcab-o-sil	0.5
แป้งทาลคัม	1.0

3.1.2 นำนมอัดเม็ดที่ผลิตได้จากไข่แดงผงทั้ง 3 สิ่งทดลอง มาวัดค่าคุณภาพ ได้แก่ ความแข็ง(kp) ด้วยเครื่องวัดค่าความแข็ง VK200 (Venkle,USA), , water activity ด้วยเครื่องวัดค่า Water activity Aqua lab CX3 (Aqua lab, U.S.A.) และ เปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกคือสิ่งทดลองที่ให้ค่าความแข็งสูงกว่า 5 kp จะถูกคัดเลือกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดต่อไป



ภาพที่ 6 กรรมวิธีการผลิตไข่แดงผง

ที่มา : ดัดแปลงจากวุฒินันท์ (2541)

### 3.2 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ

ทำการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาส่วนประกอบทางโภชนาการ (Proximate Analysis) ของนมผงและไข่ผง ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า ความชื้น และพลังงาน (AOAC, 2000) รวมทั้งกรดอะมิโน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาสูตรต่อไป

### 3.3 การคัดเลือกกลิ่นรส

3.3.1 ทำการคัดเลือกกลิ่นรสที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเป้าหมาย ระหว่างวันที่ 30-31 มกราคม 2547 กลิ่นรสที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ กลิ่นวานิลลา, ส้ม, กล้วย และสตอเบอรี่ โดยทำการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดตามสูตรในตารางที่ 7 และกลิ่นรสต่างๆ ในปริมาณ 0.1% นำผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดทั้ง 4 สิ่งทดลองมาหาอัตราความชอบที่ผู้บริโภคเป้าหมายมีต่อผลิตภัณฑ์โดยวิธี Hedonic ชนิด 9 สเตลซึ่งใช้รูปภาพดาวแทนสเตล เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราความชอบสูงที่สุดสำหรับการพัฒนาต่อไป ผู้ทดสอบประเมินและให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ในคุณลักษณะด้านกลิ่น และความชอบรวม และใช้คะแนน 1 ดาวถึง 9 ดาว เช่นเดียวกับข้อ 2 (ภาคผนวก ก2)

3.3.2 กลุ่มผู้ทดสอบเป็นเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 220 คน จากโรงเรียนบ้านนาออก โรงเรียนบ้านนาขวาง โรงเรียนบ้านห่างทางหลวงและโรงเรียนสบมาง ตำบลภูฟ้าพัฒนา จังหวัดน่าน

3.3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ (Analysis of Variance; ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

### 3.4 การพัฒนาสูตร (Formulation)

3.4.1 ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างนมผงและไข่ผง ในการผลิตนมอัดเม็ดเสริมโปรตีน เพื่อให้ได้สูตรที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรส สหวาน ความแข็ง เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและสามารถผลิตได้โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์ของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

โดยใช้แผนการทดลอง Mixture design ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาคือปริมาณของส่วนผสมหลักได้แก่นมผง ไข่แดงผงและน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สูตรนมผสมไข่อัดเม็ดตามแผนการทดลอง Mixture design

สูตร	ไข่แดงผง (%)	น้ำตาล (%)	นมผง (%)	ส่วนผสมอื่นๆ* (%)
A	40	20	35	5
B	40	10	45	5
C	25	10	60	5
D	25	20	50	5
E**	32.5	15	47.5	5

หมายเหตุ \* ส่วนผสมอื่นๆ: cab-o-sil, แป้งทัลคัม, comprecel และกลีนิสตรอบเออรี่

\*\* ทำซ้ำที่จุดกลาง (centroid)

3.4.2 นำนมผสมไข่อัดเม็ดทั้ง 5 สูตรมาวัดค่าความแข็งด้วยเครื่องวัดค่าความแข็ง และศึกษาอัตราความชอบที่ผู้บริโภคเป้าหมายมีต่อผลิตภัณฑ์โดยวิธี Hedonic ชนิด 9 สเตล ซึ่งใช้ภาพดาวแทนสเตล เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราความชอบสูงที่สุดสำหรับการพัฒนาต่อไป ผู้ทดสอบประเมินและให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ในคุณลักษณะด้านสี ความแข็ง กลีนิสตรอบเออรี่ ความหวาน และความชอบรวม โดยใช้คะแนน 1 ดาว ถึง 9 ดาว คะแนนเช่นเดียวกับข้อ 2 การทดสอบกระทำในระหว่างวันที่ 20-21 กันยายน 2548

3.4.3 กลุ่มผู้ทดสอบเป็นเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 234 คน จากโรงเรียนอนุบาลสามเสน โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้งใน 2 วัน แต่ครั้งผู้ทดสอบจะทำการประเมิน 3 ตัวอย่าง จาก 6 ตัวอย่าง(ทำซ้ำตัวอย่างที่จุดกลาง) ตัวอย่างบรรจุในถุงซิปลาสติก นำเสนอครั้ง 1 ตัวอย่าง (2 เม็ด)

3.4.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ (Analysis of Variance; ANOVA) ,ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD และ

ใช้วิธี Cluster analysis ในการจัดกลุ่มของตัวอย่างที่มีค่าความแข็งและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเหมือนกัน ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

### 3.5 การพัฒนาสูตรโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง

ทำการศึกษาสูตรสำหรับการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด โดยคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการ ต้นทุนการผลิต และการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง (LINDO) ช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้คุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมสำหรับเด็กวัยเรียน โดยกำหนดให้มีสัดส่วนของสารอาหารที่สำคัญ คือ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย แคลเซียม เหล็กและพลังงานที่ได้รับ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวัน สำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปี ขึ้นไป (Thai RDI) และให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาต่ำที่สุด โดยราคาของวัตถุดิบและปริมาณที่ใช้ในการทำโปรแกรมเชิงเส้นแสดงไว้ในตารางที่ 9 ปริมาณสารอาหารของวัตถุดิบแสดงไว้ในตารางที่ 10 และตารางที่ 11 แสดงปริมาณสารอาหารที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ 1 หน่วยบริโภค

ตารางที่ 9 ราคาต้นทุนวัตถุดิบต่อกิโลกรัมและปริมาณที่ใช้ในการทำโปรแกรมเชิงเส้น

วัตถุดิบ	ราคา(บาท)/กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ในการทำโปรแกรมเชิงเส้น(%)	
		ปริมาณต่ำสุด	ปริมาณสูงสุด
ไข่แดงผง	180	25	32.5
นมผง	150	-	-
น้ำตาล	17	15	20
Cab-o-sil	350	0.4	0.4
แป้งทาลค์ม	28	1	1
comprecel	100	3.5	3.5
กลี้นสตรอบอรี่	2000	0.1	0.1

ตารางที่ 10 ปริมาณสารอาหารของวัตถุดิบ ต่อปริมาณวัตถุดิบ 100 กรัม

สารอาหาร	วัตถุดิบ		
	ไข่แดงผง**	นมผง	น้ำตาล
ไขมัน (%)	31.8	27.8	
โปรตีน (%)	21.4	20.2	
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	523.7	541.4	400
กรดแอสพาร์ติก (%กรัม)	1.914	1.326	
เซรีน (%กรัม)	1.497	0.936	
กลูตามิก (%กรัม)	2.589	4.069	
ไกลซีน (%กรัม)	0.576	0.241	
ฮิสทีดีน (%กรัม)	0.294	0.321	
อาร์จีนีน (%กรัม)	1.217	0.549	
ทรีโอนีน (%กรัม)*	0.886	0.77	
อะลานีน (%กรัม)	1.003	0.581	
โพรลีน (%กรัม)	0.691	1.661	
แวลีน (%กรัม)*	0.853	1.115	
เมไทโอนีน (%กรัม)*	0.439	0.63	
ซีสทีน (%กรัม)*	0.508	0.081	
ไลซีน (%กรัม)*	1.315	1.088	
ไอโซลิวซีน (%กรัม)*	0.652	0.794	
ลิวซีน (%กรัม)*	1.467	1.249	
เฟนิลอะลานีน (%กรัม)*	0.669	0.767	
ไทโรซีน (%กรัม)*	0.716	0.607	
กรดอะมิโนทั้งหมด (%กรัม)	16.569	16.178	

หมายเหตุ \*\*ไข่แดงผง+แป้งข้าวหอมมะลิ35%

ตารางที่ 11 ปริมาณสารอาหารที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ 1 หน่วยบริโภค

สารอาหาร	ปริมาณที่ต้องการ(10 % Thai RDI)
โปรตีน (%)	3.6
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	185
ทรีโอนีน (%กรัม)*	0.109
แวลีน (%กรัม)*	0.102
เมไทโอนีน (%กรัม)*	0.084
ไลซีน (%กรัม)*	0.186
ไอโซลิวซีน (%กรัม)*	0.093
ลิวซีน (%กรัม)*	0.140
เฟนิลอะลานีน (%กรัม)*	0.084

### 3.6 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Acceptability Test)

ทำการศึกษการยอมรับของผู้บริโภคโดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบกับเด็กนักเรียนในพื้นที่เป้าหมายโดยใช้แบบสอบถามในระหว่างวันที่ 19-20 มกราคม 2549

ผลิตภัณฑ์บรรจุในซองอูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิทของละ 20 เม็ด นำผลิตภัณฑ์มาทำการศึกษาอัตราความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ กลุ่มผู้ทดสอบคือเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่1และ2 จำนวน 50 คน จากโรงเรียนสบบาง ตำบลภูฟ้าพัฒนา อำเภอป่าสัก จังหวัดน่าน ผู้ทดสอบประเมินความชอบโดยรวมโดยวิธีhedonic ชนิด 9 สเตลซึ่งใช้รูปภาพดาวแทนสเตล โดยใช้คะแนน 1ดาว ถึง 9 ดาวตามข้อ2 (ภาคผนวก ก3) รวมทั้งประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์

### 4. การผลิตในระดับอุตสาหกรรม

ทดลองทำการขยายกำลังผลิตจากระดับห้องปฏิบัติการเป็นระดับอุตสาหกรรม เพื่อประเมินการนำข้อมูลระดับห้องปฏิบัติการไปใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรม รวมทั้งเพื่อเป็นการยืนยันว่าสูตรนมผสมไข่อัดเม็ดที่พัฒนาขึ้นมาสามารถนำมาผลิตได้จริงในระดับอุตสาหกรรม การผลิต

ระดับอุตสาหกรรมจะทำการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดครั้งละ 150 กิโลกรัมตามขนาดการผลิตขั้นต่ำของเครื่องมืออุปกรณ์ โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่ของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ผลิตภัณฑ์บรรจุของละ 20 เม็ด ในซองอลูมิเนียมพอยล์(PET/AL/LLDPE)ที่ปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สำหรับใช้ในการวิจัยลำดับต่อไป

## 5. การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากข้อ 4 มาทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

### 5.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

5.1.1 วัดค่าความแข็งด้วยเครื่องวัดค่าความแข็งVK200 (Vankle,USA)

5.1.2 วัดความหนาของเม็ดโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์

5.1.3 ชั่งน้ำหนักเม็ดด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

5.1.4 วัดค่าสีด้วยเครื่อง Chromameter

5.1.5 วัดค่า water activity

### 5.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

5.2.1 วิเคราะห์หาความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใย เยื่อ และพลังงาน (AOAC , 2000 )

5.2.2 วิเคราะห์หาปริมาณ TBA ( Pearson, 1976)

### 5.3 วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

5.3.1 จำนวนเชื้อทั้งหมด ( AOAC , 2000 )

5.3.2 จำนวนยีสต์และรา ( AOAC , 2000 )

5.3.3 จำนวนโคลิฟอร์มและ *E. coli* ( AOAC , 2000 )

5.3.4 จำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ( AOAC , 2000 )

5.3.5 จำนวนเชื้อ *Salmonella* ( AOAC , 2000 )

#### 5.4 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

5.4.1 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและจัดทำฉลากโภชนาการ

5.4.2 วิเคราะห์กรดอะมิโน โดยการใช้วิธี HPLC-Acid hydrolysis

#### 5.5 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเชิงพรรณนา โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 8 คน ทำการให้คะแนนความเข้มโดยประเมินคุณภาพด้านสี ความแข็ง กลิ่นรสไข่ กลิ่นรสสตรอเบอรี่และความหวาน สเกลที่ใช้เป็นสเกลชนิดเส้นตรงขนาดความยาว 150 มิลลิเมตร

#### 6. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคหลังจาการบริโภคผลิตภัณฑ์ติดต่อกันระยะเวลาหนึ่ง (Extended use test)

6.1 ทำการศึกษาโดยนำผลิตภัณฑ์ให้ผู้บริโภคเป้าหมายทำการบริโภคอย่างต่อเนื่องทุกวัน เป็นเวลา 3 เดือน (เดือน มกราคม- มีนาคม 2549) จากนั้นศึกษาอัตราความชอบและการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทุก 1 เดือน รวมทั้งศึกษาสภาวะทางโภชนาการ โดยใช้เกณฑ์น้ำหนักเทียบอายุ

6.2 กลุ่มผู้ทดสอบ คือ เด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่1และ2 จำนวน 50 คน จากโรงเรียน สบมาง ตำบลภูฟ้าพัฒนา อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ผู้ทดสอบประเมินความชอบโดยรวมโดยวิธี hedonic ชนิด 9 สเกลซึ่งใช้รูปภาพดาวแทนสเกล โดยใช้คะแนน 1 ดาว ถึง 9 ดาว ตามข้อ2 รวมทั้งประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์

6.3 นอกจากนี้จะทำการชั่งน้ำหนักกลุ่มผู้ทดสอบทุกเดือน ตลอดระยะเวลา 3 เดือน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาสภาวะทางโภชนาการของกลุ่มผู้ทดสอบการศึกษาและเปรียบเทียบอัตรา น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ก่อนและหลังการบริโภคผลิตภัณฑ์

## 7. การศึกษาอายุการเก็บรักษา

ศึกษาอายุการเก็บรักษาในสถานะจริงที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาในการเก็บรักษา 6 เดือน ทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ตามวิธีในข้อ 5.1-5.3 และทางประสาทสัมผัส โดยวิธีทดสอบเชิงพรรณนาใช้สเกลเส้นตรง(line scale) ที่มีความยาว 150 มิลลิเมตร มีคุณลักษณะ ดังนี้ คือ ความแข็ง ความหวาน กลิ่นรสไข่ กลิ่นสตอเบอรี่ กลิ่นหืน ทำการทดสอบทุกๆ 2 สัปดาห์ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บรักษาที่เวลาต่างๆกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น วิเคราะห์ผลโดยวิธีทางสถิติ นอกจากนี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

## 8. การคำนวณต้นทุนในการผลิต

ทำการคำนวณต้นทุนในการผลิต โดยใช้ข้อมูลราคาของวัตถุดิบในการคำนวณ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์จริงต่อไป

## 9. การจัดทำคู่มือคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด

จัดทำคู่มือคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด โดยใช้หลักการวิเคราะห์อันตราย และจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร(HACCP) เป็นแนวทางในการดำเนินการจัดทำรายละเอียดผลิตภัณฑ์รวมทั้งข้อกำหนดสำหรับวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ภาชนะบรรจุ และผลิตภัณฑ์ โดยการรวบรวมข้อมูลวัตถุดิบ และภาชนะบรรจุจากผู้ขาย(supplier) ส่วนผลิตภัณฑ์ ใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์คุณภาพ

จากนั้นทำการสร้างแผนภูมิการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดและทำการศึกษาและวิเคราะห์จุดวิกฤตของกระบวนการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด เพื่อกำหนดจุดวิกฤตและจัดวางระบบ HACCP สำหรับเป็นต้นแบบให้โรงงานผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดนำไปใช้ต่อไป

## ผลและวิจารณ์

### 1. ผลการสำรวจสถานะโภชนาการและพฤติกรรมในการบริโภคอาหารของเด็กนักเรียนในโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ

#### 1.1 การสำรวจสถานะโภชนาการของเด็กนักเรียนในโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลด้านสถานะโภชนาการของเด็กนักเรียนในโครงการตามพระราชดำริฯ สรุปข้อมูลได้ดังนี้

##### 1.1.1 จำนวนโรงเรียนในโครงการ

ในปี 2549 จำนวนโรงเรียนในโครงการฯมีจำนวน 501 แสดงดังตารางที่ 12 โดยเป็นโรงเรียนสังกัด กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน จำนวน 182 โรงเรียน สังกัด สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด จำนวน 87 โรงเรียนและสำนักงานการศึกษานอกโรงเรียน 232 โรงเรียน โดยมีโรงเรียนในภาคต่างๆ ดังนี้ ภาคเหนือ 350 โรงเรียน ภาคอีสาน 70 โรงเรียน ภาคกลาง 37 โรงเรียน และภาคใต้ 44 โรงเรียน แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 12 จำนวนโรงเรียนภายใต้โครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯปี 2549

สังกัด	จำนวนโรงเรียน
กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน	182
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด	87
สำนักงานการศึกษานอกโรงเรียน	232
รวม	501

### ตารางที่ 13 จำนวนโรงเรียนแบ่งตามภาค

สังกัด	ภาคเหนือ	ภาคอีสาน	ภาคกลาง	ภาคใต้
กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน	67	41	33	41
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด	51	29	4	3
สำนักงานการศึกษานอกโรงเรียน	232	0	0	0
รวม	350	70	37	44

#### 1.1.2 จำนวนนักเรียน

ในปี 2549 โครงการฯ มีนักเรียนทั้งหมด 55,195 คน เป็นนักเรียนในสังกัด กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน 18,527 คน สังกัด สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด จำนวน 18,451 คนและสำนักงานการศึกษานอกโรงเรียน 10,165 คน (ตารางที่ 14) เป็นเด็กผู้ชาย 28,246 คน หรือ ร้อยละ 51 และเด็กผู้หญิง 26,949 คน หรือ ร้อยละ 49 แสดงดังตารางที่ 15 เด็กนักเรียนในโครงการฯส่วนใหญ่ อยู่ในภาคเหนือ( ร้อยละ 51) รองลงมาคือ ภาคอีสาน(ร้อยละ 22) แสดงดังตารางที่ 16

### ตารางที่ 14 จำนวนนักเรียนภายใต้โครงการตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯปี 2549

สังกัด	จำนวนนักเรียน
กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน	26,579
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด	18,451
สำนักงานการศึกษานอกโรงเรียน	10,165
รวม	55,195

ตารางที่ 15 จำนวนนักเรียนแบ่งตามเพศ

สังกัด	นักเรียนชาย	นักเรียนหญิง
กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน	13,832	12,747
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด	9,323	9,128
สำนักงานการศึกษานอกโรงเรียน	5,091	5,074
รวม	28,246	26,949

ตารางที่ 16 จำนวนนักเรียนแบ่งตามภาค

สังกัด	ภาคเหนือ	ภาคอีสาน	ภาคกลาง	ภาคใต้
กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน	9,645	4,887	5,010	7,037
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด	8,584	7,093	1,078	1,696
สำนักงานการศึกษานอกโรงเรียน	10,165	0	0	0
รวม	28,394	11,980	6,088	8,733

### 1.1.3 เชื้อชาติของนักเรียน

ในด้านเชื้อชาติ เด็กนักเรียนที่อาศัยบริเวณชายแดนมีหลายเชื้อชาติ ในภาคเหนือ ส่วนใหญ่จะเป็นไทยพื้นเมืองและชาวเขา เช่น กะเหรี่ยง มูเซอ ม้ง ในจังหวัดน่าน ชาวเขาส่วนใหญ่จะเป็นลาวะ ส่วนในภาคกลางและตะวันตก จะเป็นไทย กะเหรี่ยงและพม่า

### 1.1.4 สภาวะโภชนาการ

ทางด้านสภาวะทางโภชนาการ พบว่าในปี 2549 จำนวนร้อยละ 7.25 ของนักเรียนในโครงการฯ มีปัญหาทุพโภชนาการ จากตารางที่ 17 เมื่อเปรียบเทียบเด็กนักเรียนในสังกัด กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด และสังกัดสำนักงานการศึกษานอกโรงเรียน พบว่านักเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด มีปัญหาทุพโภชนาการสูงที่สุด เมื่อจำแนกตามพื้นที่ พบว่าเด็กนักเรียนในภาคเหนือมีปัญหาทุพ

โภชนาการมากที่สุด โดยมีร้อยละ 9.08 (ตารางที่18) ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพภูมิประเทศที่เป็นที่สูง และห่างไกลจึงก่อให้เกิดการขาดแคลนอาหาร

ตารางที่ 17 ภาวะทุพโภชนาการแบ่งตามสังกัด

สังกัด	%น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์
กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน	4.95
สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด	10.19
สำนักงานการศึกษานอกโรงเรียน	7.55

ตารางที่ 18 ภาวะทุพโภชนาการจำแนกตามภาค

สังกัด	%น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์
ภาคเหนือ	9.08
ภาคอีสาน	6.43
ภาคกลาง	4.01
ภาคใต้	7.17

นักเรียนในจังหวัดน่านเป็นกลุ่มที่ประสบปัญหาทุพโภชนาการสูง โดยมีอัตราของทุพโภชนาการสูงถึงร้อยละ 14.33 โดยนักเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดน่านมีอัตราทุพโภชนาการร้อยละ 14.58 ดังนั้นจึงกำหนดให้ โรงเรียนสังกัด สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดน่านซึ่งอยู่ภายใต้โครงการตามพระราชดำริฯ เป็นพื้นที่เป้าหมายในการทำวิจัยต่อไป

## 1.2 ศึกษาพฤติกรรมในการบริโภคอาหารของเด็กนักเรียนในพื้นที่เป้าหมาย

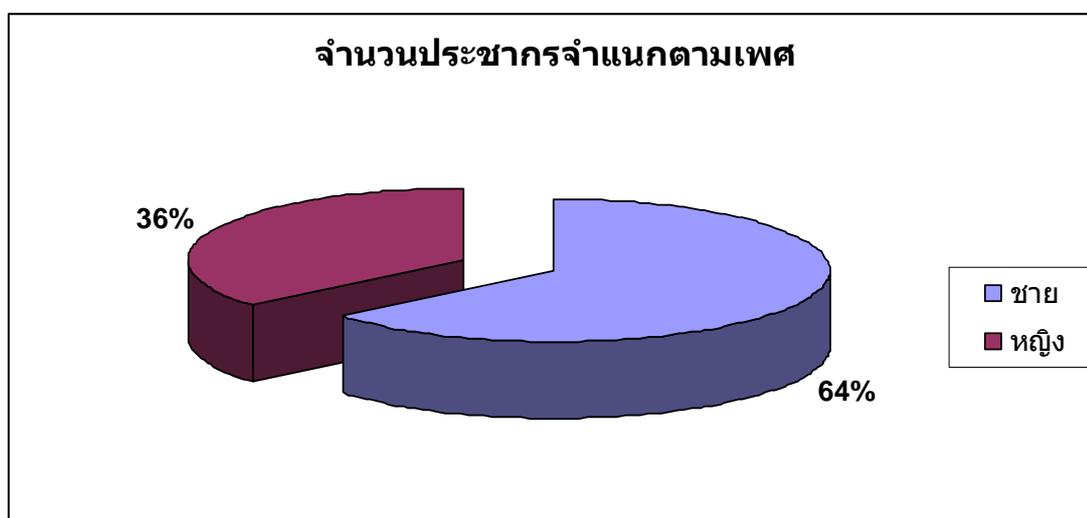
ผลการศึกษารูปแบบ (Pattern) และพฤติกรรมในการบริโภคอาหารที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา ตลอดจนสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม (socioeconomic) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลทางเศรษฐกิจสังคม ได้มาจากการสัมภาษณ์และการสืบค้น  
แบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

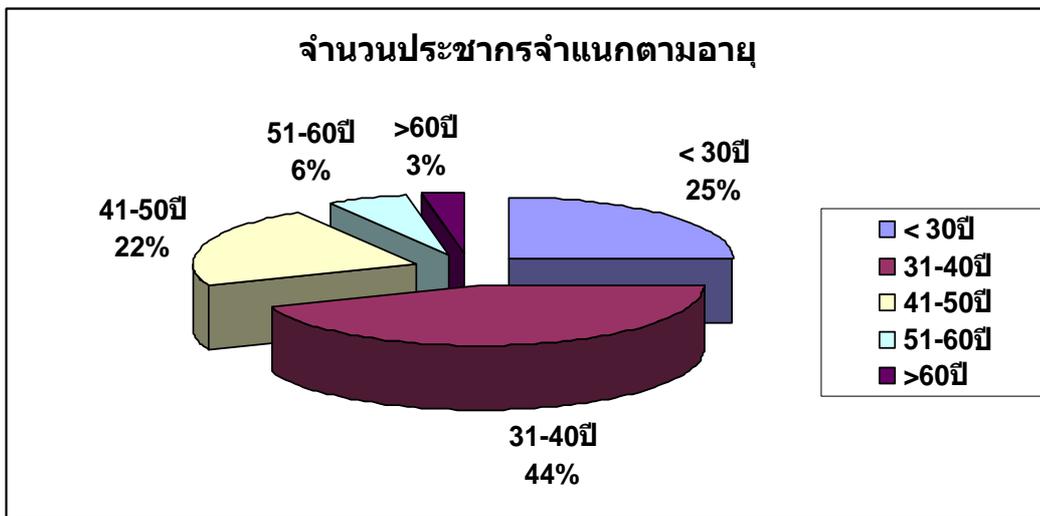
### 1.2.1 การสืบค้นข้อมูลทั่วไปและข้อมูลทางเศรษฐกิจสังคม

ข้อมูลจากกรมการปกครอง (2546) รายงานว่า อำเภอบ่อเกลือ มีประชากร  
ทั้งหมด 16,339 คน เป็นชาย 8,337 คน หญิง 8,002 คน อาชีพ ส่วนใหญ่คือ ชาวไร่ รองลงมาคือ  
ชาวนาและชาวสวน ประชากรส่วนใหญ่เป็นลัวะ รองลงมาคือ ไทยถิ่น/ไทยพื้นเมืองและม้ง  
ตามลำดับ

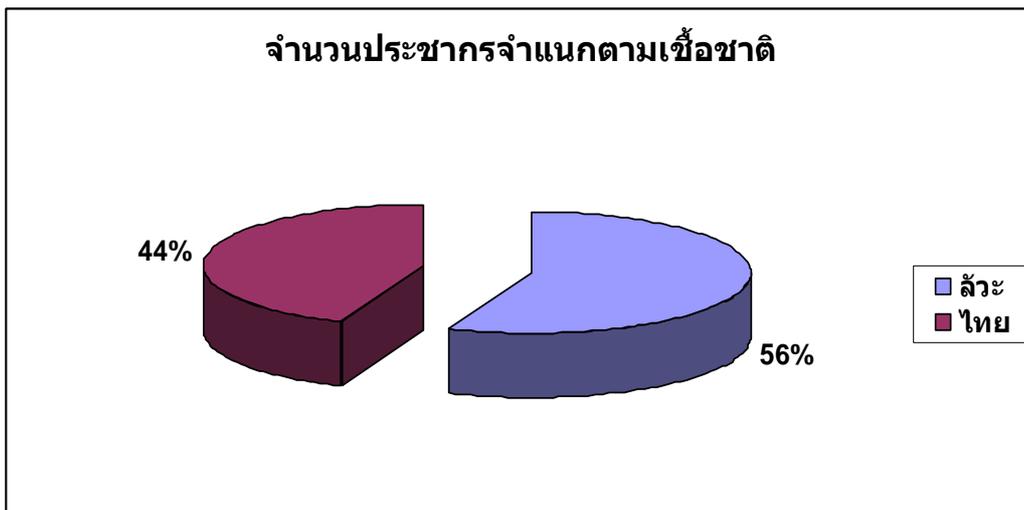
มงคล (2545) ได้สำรวจข้อมูลทั่วไปและเศรษฐกิจสังคมของประชากรใน  
อำเภอบ่อเกลือ รายงานว่า ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพทำไร่ ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ  
ประชากรส่วนใหญ่มีฐานะยากจน โดยมีรายได้เฉลี่ยเพียง 10,380 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ซึ่งรายได้ที่  
ได้รับไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต ดังนั้นแหล่งอาหารส่วนใหญ่จึงได้จากป่า นอกจากนี้ยังพบว่า  
ประชากรส่วนใหญ่ไม่ได้รับการศึกษา(ภาพที่ 7-11)



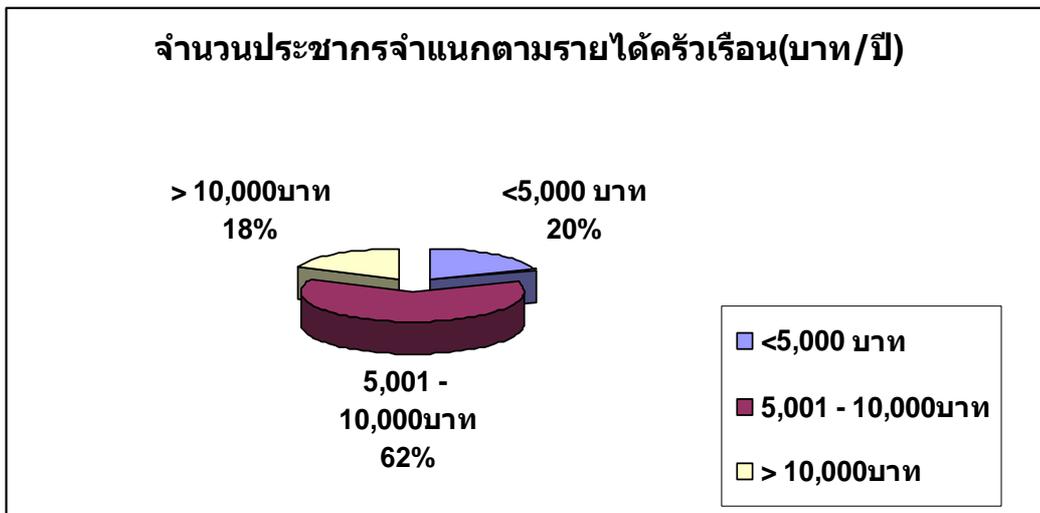
ภาพที่ 7 จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามเพศ



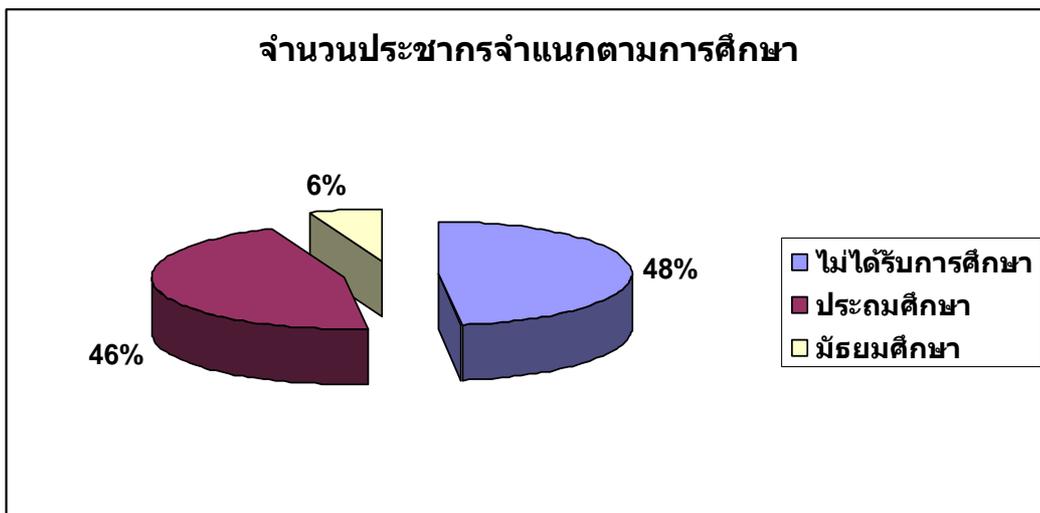
ภาพที่ 8 จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามอายุ



ภาพที่ 9 จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามเชื้อชาติ



ภาพที่ 10 จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามรายได้ครัวเรือน



ภาพที่ 11 จำนวนประชากรในอำเภอบ่อเกลือจำแนกตามการศึกษา

### 1.2.2 การสัมภาษณ์

ทำการสัมภาษณ์อาจารย์ใหญ่/ผู้อำนวยการ โรงเรียน โดยให้ความสนใจในด้านสถานะโภชนาการและปัจจัยที่จะมีผลต่อสถานะโภชนาการของเด็กนักเรียน เช่น วิถีชีวิต สภาพเศรษฐกิจสังคม พฤติกรรมการบริโภค และความเชื่อที่มีผลต่อการบริโภค โดยใช้นักเรียนจาก 4 โรงเรียนใน อำเภอเบะเกลือ คือ บ้านนาออก บ้านนาขวาง บ้านห่างทางหลวง และบ้านสบมาง เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษา

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์อาจารย์ใหญ่ทั้ง 4 โรงเรียน แสดงดังตารางที่ 19 สรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มาจากครอบครัวที่มีฐานะยากจน ส่วนใหญ่เป็นเชื้อชาติลาวะ โดยนักเรียนส่วนมากนับถือศาสนาพุทธและมีบางส่วนที่ยังคงนับถือผี โดยทั่วไปไม่มีข้อห้ามหรือความเชื่อในการบริโภคยกเว้นบ้านห่างทางหลวงซึ่งบางส่วนยังคงนับถือผีและคนกลุ่มนี้มีข้อห้ามในการกินไก่

ตารางที่ 19 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

ข้อมูล	บ้านนาออก	บ้านนาขวาง	บ้านสบมาง	บ้านห่างทางหลวง
จำนวนนักเรียน	33	83	261	102
เชื้อชาติ	ไทย	ไทย	ไทย, ลัวะ	ไทย, ลัวะ
ศาสนา	พุทธ	พุทธ	พุทธ	พุทธ, คริสต์
นับถือ	-	-	-	วิญญาณ/ผี
ข้อห้าม				
และความเชื่อ	-	-	-	ไม่รับประทานไก่
อาหารกลางวัน	มี	มี	มี	มี
อาหารเสริม	มี	มี	มี	มี
ชนิดอาหารเสริมที่โรงเรียนจัดให้	นมถั่วเหลือง, นมยูเอชที	นมถั่วเหลือง, นมยูเอชที	นมถั่วเหลือง, นมยูเอชที	นมถั่วเหลือง, นมยูเอชที
ทูปโภชนาการ	มี	เล็กน้อย	เล็กน้อย	มี

จากตารางที่ 19 พบว่านักเรียนทั้ง 4 โรงเรียนมีโครงการอาหารกลางวันซึ่งไม่ค่อยเพียงพอ เนื่องจากได้รับเงินงบประมาณเพียงคนละ 6 บาทต่อวัน และได้รับนมเป็นอาหารเสริมจากโครงการนมโรงเรียนทุกวันที่มาโรงเรียน นอกจากนี้ยังได้รับนมถั่วเหลืองจากโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนฯ เป็นอาหารเสริมทุกเช้า อย่างไรก็ตามยังคงพบปัญหาทุกโภชนาการในนักเรียนของทั้ง 4 โรงเรียน โดยบ้านนาขวางและสบมางมีปัญหาเล็กน้อย ส่วนบ้านห่างทางหลวง และบ้านนาออก ยังพบในอัตราที่สูง

ตารางที่ 20 แสดงทัศนคติของเด็กนักเรียนที่มีต่อนมถั่วเหลือง สำหรับนมถั่วเหลืองที่เด็กนักเรียนได้รับ เป็นนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งถั่ว จึงมีสีและกลิ่นรสไม่เป็นที่ยอมรับของเด็ก ทำให้เด็กปฏิเสธที่จะดื่ม ครูจึงต้องคอยบังคับ เด็กๆจึงมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อนมถั่วเหลือง สำหรับทัศนคติของครู มองว่านมถั่วเหลืองนี้เป็นแหล่งโปรตีนที่ดีสำหรับเด็ก และสามารถเก็บได้นานโดยไม่ต้องแช่เย็น แต่มีข้อเสียคือ การเตรียมค่อนข้างยุ่งยากโดยครูที่รับผิดชอบต้องมาโรงเรียนแต่เช้าเพื่อมาเตรียมต้มนมถั่วเหลืองให้เด็กๆ และเด็กไม่ชอบดื่มครูจึงต้องคอยบังคับ

ตารางที่ 20 ทัศนคติของครูและนักเรียนที่มีต่อนมถั่วเหลือง(เตรียมจากแป้งถั่ว)

	ทัศนคติที่ดี	ทัศนคติที่ไม่ดี
ครู	- เป็นแหล่งโปรตีน - เก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง - อายุการเก็บนาน	- ต้องมีขั้นตอนการเตรียม ยุ่งยาก
นักเรียน		ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์เนื่องจาก - กลิ่นถั่ว - สีคล้ำ - ลักษณะปรากฏไม่เป็นเนื้อเดียวกัน - ความรู้สึกตกค้างในปาก

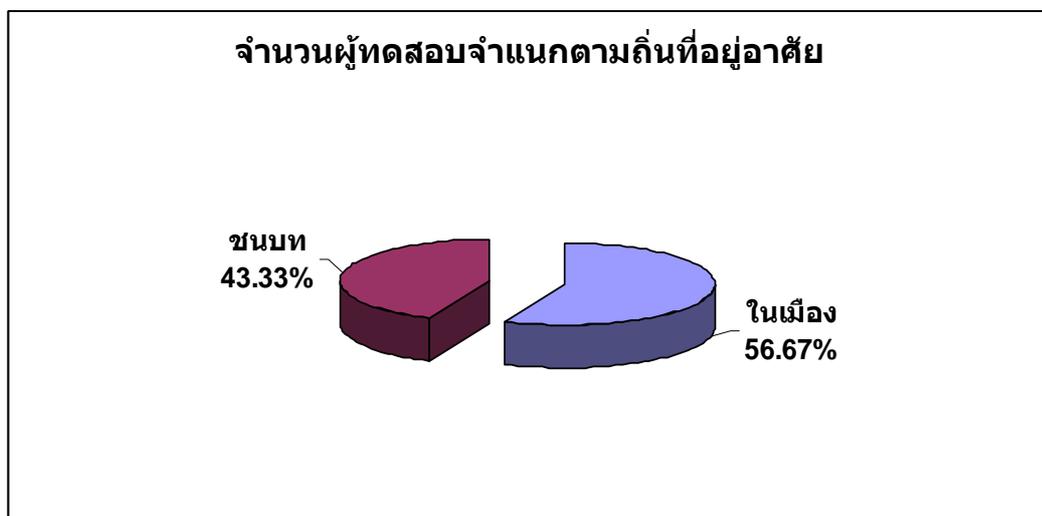
จากข้อมูลที่ได้ สรุปได้ว่า ลักษณะทางประชากรศาสตร์และสภาพเศรษฐกิจสังคมของประชากร รวมทั้งการไม่ยอมรับอาหารเสริมอันเนื่องมาจากคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส มีส่วนทำให้เกิดสภาพทุพโภชนาการในเด็กนักเรียน

## 2. ผลการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ( Product Screening)

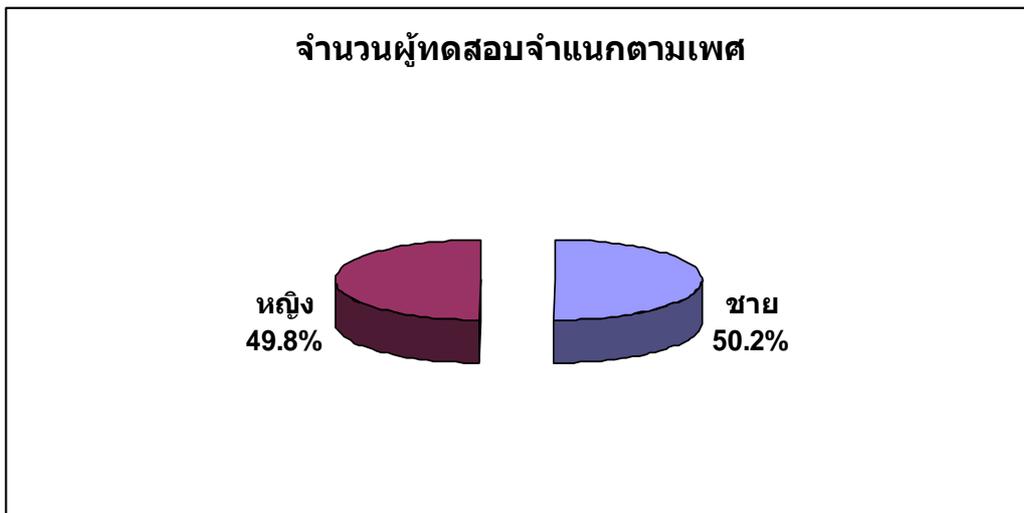
การศึกษาอัตราความชอบของเด็กนักเรียนที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลือง นมสดยูเอชที และนมอัดเม็ด ได้ผลดังนี้

### 2.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มผู้ทดสอบ

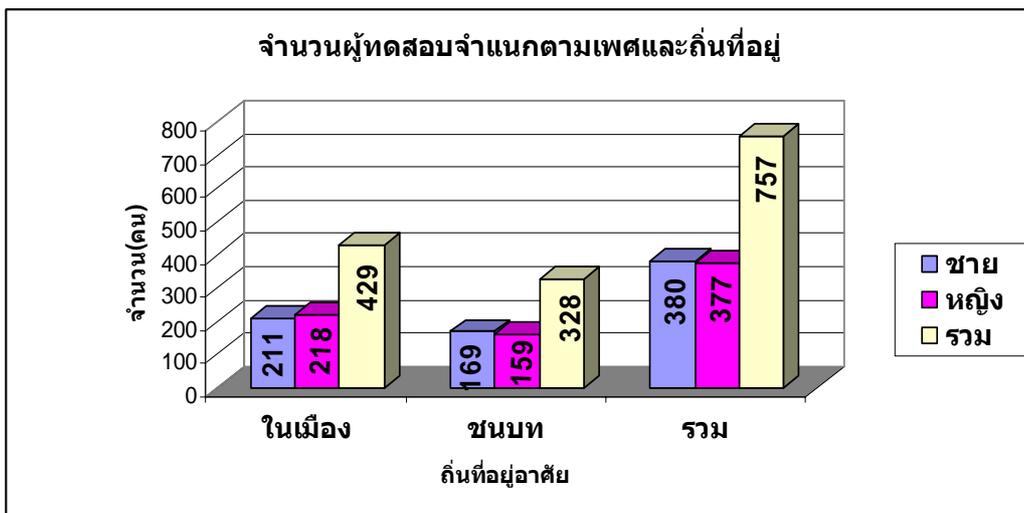
กลุ่มผู้ทดสอบมีจำนวน 757 คน ประกอบด้วยเด็กนักเรียนในเมือง(กรุงเทพฯ) จำนวน 429 คนหรือ ร้อยละ 56.67 และนักเรียนในชนบท(น่าน)จำนวน 328 คน หรือร้อยละ 43.33 ดังแสดงในภาพที่ 12 เมื่อจำแนกตามเพศ (ดังภาพที่ 13 และ 14) กลุ่มผู้ทดสอบประกอบด้วยเพศหญิง 377 คนหรือ ร้อยละ 49.8 โดยเป็นนักเรียนในเมือง 218 คน และเป็นนักเรียนในชนบท 159 คน สำหรับเพศชายมีจำนวน 380 คน หรือ ร้อยละ 50.2 ของผู้ทดสอบและเป็นนักเรียนในเมือง 211 คน เป็นนักเรียนในชนบท 169 คน



ภาพที่ 12 จำนวนผู้ทดสอบแยกตามถิ่นที่อยู่



ภาพที่ 13 จำนวนผู้ทดสอบแยกตามเพศ



ภาพที่ 14 จำนวนผู้ทดสอบแยกตามเพศและถิ่นที่อยู่อาศัย

จำนวนผู้ทดสอบจำแนกตามระดับการศึกษาและ แสดงดังตารางที่ 21 และ 22ตามลำดับ จากตารางที่ 21 พบว่ากลุ่มผู้ทดสอบเป็นนักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มากที่สุด รองลงมาคือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3,1,4, 5 และ6 ตามลำดับ โดยมีจำนวนนักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 ดังนี้ 158,177,162,153,60 และ47คน และผู้ทดสอบซึ่งเป็นเด็กในเขตเมืองมีจำนวนมากกว่าผู้ทดสอบในเขตชานบท จากตารางที่ 22 แสดงข้อมูลในด้านอายุของกลุ่มผู้ทดสอบ ซึ่งส่วนใหญ่มี

อายุในช่วง 7 ถึง 9 ปี โดยมีผู้ทดสอบอายุ 7 ปีมากที่สุด คือมีจำนวน 172 คน รองลง มาคืออายุ 8 และ 9ปี มีจำนวน 165และ 144 คนตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบช่วงอายุของผู้ทดสอบทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มในเขตเมืองมีอายุในช่วง 6-10 ปี ส่วนกลุ่มเด็กในชนบท มีอายุช่วง 7-13 ปี

**ตารางที่ 21** จำนวนผู้ทดสอบจำแนกตามระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	เมือง	ชนบท	รวม
ป.1	110	48	158
ป.2	120	57	177
ป.3	104	58	162
ป.4	95	58	153
ป.5	0	60	60
ป.6	0	47	47

**ตารางที่ 22** อายุของกลุ่มผู้ทดสอบจำแนกตามถิ่นที่อยู่อาศัย

อายุ (ปี)	เมือง	ชนบท	รวม
6	75	0	75
7	117	55	172
8	112	53	165
9	99	45	144
10	26	65	91
11	0	47	47
12	0	48	48
13	0	15	15

## 2.2 การศึกษาอัตราความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์นม

ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมทั้ง 3 ชนิดในด้านกลิ่น รสหวาน และความชอบรวม แสดงดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	กลิ่น			รสหวาน			ความชอบรวม		
	เมือง	ชนบท	รวม	เมือง	ชนบท	รวม	เมือง	ชนบท	รวม
นมถั่วเหลือง	5.79 <sup>b</sup>	7.55 <sup>b</sup>	6.55 <sup>b</sup>	6.67 <sup>b</sup>	7.71 <sup>b</sup>	7.12 <sup>b</sup>	6.55 <sup>c</sup>	7.65 <sup>b</sup>	7.02 <sup>b</sup>
นมยูเอชที	6.14 <sup>b</sup>	7.31 <sup>b</sup>	6.64 <sup>b</sup>	-	-	-	7.14 <sup>b</sup>	7.17 <sup>c</sup>	7.15 <sup>b</sup>
นมอัดเม็ด	6.77 <sup>a</sup>	8.55 <sup>a</sup>	7.54 <sup>a</sup>	7.56 <sup>a</sup>	8.47 <sup>a</sup>	7.96 <sup>a</sup>	8.23 <sup>a</sup>	8.73 <sup>a</sup>	8.44 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

n = 757

คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด

จากตารางที่ 23 ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละคุณลักษณะ ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

- กลิ่น ผลการทดสอบความชอบของเด็กนักเรียนที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านกลิ่น นมผงอัดเม็ด ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดและมีความแตกต่างจากนมถั่วเหลืองและนมยูเอชทีอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนนมถั่วเหลืองและนมยูเอชทีมีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

- ความหวาน จากคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ในด้านความหวาน พบว่า คะแนนของทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดย นมผงอัดเม็ด ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่านมถั่วเหลือง

- ความชอบรวม พบว่า นมผงอัดเม็ด ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด รองลงมาคือนมยูเอชทีและนมถั่วเหลืองตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่า คะแนนของนมผงอัดเม็ดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคะแนนความชอบของนมยูเอชทีและนมถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

### 2.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างถิ่นที่อยู่ เพศ และอายุของผู้ทดสอบกับคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์

เมื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างถิ่นที่อยู่ เพศ และอายุของผู้ทดสอบกับคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบค่าไคสแควร์ ได้ผลดังตารางที่ 24 คือ ถิ่นที่อยู่มีความสัมพันธ์กับคะแนนความชอบกลิ่น ความหวานและความชอบรวมของ ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ในขณะที่อายุมีความสัมพันธ์กับคะแนนความชอบของนมยูเอชทีและนมอัดเม็ดแต่ไม่สัมพันธ์กับความชอบรวมของนมถั่วเหลือง ส่วนเพศไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนความชอบของทั้งนมยูเอชทีและนมอัดเม็ด แต่มีความสัมพันธ์กับคะแนนความชอบกลิ่นและความหวานของนมถั่วเหลือง

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบไคสแควร์

ปัจจัย	นมยูเอชที		นมถั่วเหลือง			นมอัดเม็ด		
	กลิ่น	ความชอบรวม	กลิ่น	รสหวาน	ความชอบรวม	กลิ่น	รสหวาน	ความชอบรวม
ถิ่นที่อยู่	54.90*	43.51*	74.76*	42.18*	42.75*	135.55*	57.67*	27.30*
อายุ	100.54*	96.11*	84.26*	110.67*	73.81	115.93*	121.07*	88.62*
เพศ	8.68	14.70	19.81*	20.28*	3.86	8.0	5.79	3.74

หมายเหตุ \* หมายถึงปัจจัยที่ศึกษาที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

$$n = 757$$

### 2.4 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนความชอบ

จากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความชอบระหว่างนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มพบว่า นักเรียนในเมืองและในชนบทมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์นมต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 25 โดยในด้านความชอบรวมที่มีต่อนมยูเอชทีของเด็กทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนในด้านกลิ่นจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยนักเรียนในชนบทจะให้คะแนนความชอบสูงกว่านักเรียนในเมือง สำหรับนมผงอัดเม็ดและนมถั่วเหลืองมีผลในทางเดียวกันคือคะแนนความชอบ

ของผู้ทดสอบทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยกลุ่มนักเรียนในชนบทให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์สูงกว่านักเรียนในเมือง

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบเปรียบเทียบระหว่างถิ่นที่อยู่อาศัย

ถิ่นที่อยู่	นมอัดเม็ด			นมยูเอชที		นมถั่วเหลือง		
	กลิ่น	รส หวาน	ความ ชอบรวม	กลิ่น	ความ ชอบรวม	กลิ่น	รส หวาน	ความ ชอบรวม
เมือง	6.77 <sup>b</sup>	7.56 <sup>b</sup>	8.23 <sup>b</sup>	6.14 <sup>b</sup>	7.14	5.79 <sup>b</sup>	6.67 <sup>b</sup>	6.55 <sup>b</sup>
ชนบท	8.55 <sup>a</sup>	8.47 <sup>a</sup>	8.73 <sup>a</sup>	7.31 <sup>a</sup>	7.17	7.55 <sup>a</sup>	7.71 <sup>a</sup>	7.65 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

n = 757

คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด

จากตารางที่ 25 ในด้านของความหวาน ผู้ทดสอบทั้ง 2 กลุ่มให้คะแนนสอดคล้องกันคือให้คะแนนนมผงอัดเม็ดเป็นอันดับที่ 1 รองลงมาคือนมถั่วเหลือง ส่วนกลิ่นและความชอบรวมนั้นนักเรียนในชนบทให้คะแนน นมอัดเม็ด นมยูเอชทีและนมถั่วเหลืองตามลำดับ แต่นักเรียนในเมืองให้คะแนนนมผงอัดเม็ดสูงที่สุด รองลงมาคือ นมถั่วเหลืองและนมยูเอชทีตามลำดับ

จากผลการศึกษาอัตราความชอบผลิตภัณฑ์นม 3 ชนิด พบว่านมอัดเม็ดได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบของผลิตภัณฑ์คล้ายลูกอมหรือขนม ทำให้เด็กมีความชอบมากกว่านมยูเอชทีและนมถั่วเหลือง โดยเฉพาะนมถั่วเหลืองซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เด็กส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคย เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบระหว่างกลุ่มผู้ทดสอบพบว่ามีความแตกต่างกันโดยกลุ่มนักเรียนในชนบทจะให้คะแนนความชอบในระดับที่สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในเมือง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กลุ่มนักเรียนในชนบทส่วนใหญ่มีฐานะยากจนและขาดแคลนอาหาร จึงเห็นคุณค่าและให้ความสำคัญต่ออาหารที่ได้รับเป็นอย่างมาก เมื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านประชากรศาสตร์กับคะแนนความชอบ พบว่า ถิ่นที่อยู่ และอายุมีความสัมพันธ์กับคะแนนความชอบ แม้ว่าเพศจะไม่มีความสัมพันธ์กับความชอบของนมยูเอชทีและนมผงอัดเม็ด แต่ข้อมูลที่ได้นั้น

สอดคล้องกับที่ Meilgaard *et. al.* (1999) กล่าวว่า ปัจจัยต่างๆ ได้แก่ อายุ เพศ รายได้ เชื้อชาติ จะ มีผลทำให้ความชอบหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์แตกต่างกันได้

## 2.5 การจัดทำข้อกำหนดแนวคิดผลิตภัณฑ์

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในข้อ 1 และ 2 นำมาจัดทำข้อกำหนดแนวคิดผลิตภัณฑ์โดยใช้ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ เศรษฐศาสตร์สังคม คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ และเครื่องจักร อุปกรณ์ของโครงการส่วนพระองค์มาประกอบการพิจารณาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์นมทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 26) พบว่า นมอัสสัมมีข้อได้เปรียบมากกว่าทั้งในด้าน ความชอบ อายุการเก็บ เทคโนโลยี ในการผลิต การขนส่ง เป็นต้น

ตารางที่ 26 คะแนนจากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี Checklist screening

ปัจจัยที่พิจารณา	นมยูเอชที	นมถั่วเหลือง	นมอัสสัม
ความชอบ ( 3 )	2	1	3
เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต ( 3 )	2	1	3
ความสะดวกในการบริโภค ( 3 )	2	2	3
ความสะดวกในการขนส่ง ( 3 )	1	1	3
วิธีการเก็บรักษา/การจัดเก็บ ( 3 )	2	2	3
อายุการเก็บรักษา ( 3 )	3	3	3
รวม (18)	12	10	18

ดังนั้นข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูง กลิ่นรสเป็นที่ยอมรับ ลักษณะเป็นเม็ดกลมแบน ไม่มีการแตกหัก มีองค์ประกอบด้านเคมีเหมือนนมอัสสัม ทางด้าน จุลินทรีย์ต้องไม่พบ Coliforms และ Samonella บรรจุจำนวน 20 เม็ดในถุงออลูมิเนียมฟอยล์เคลือบ พลาสติก (PET/AL/LDPE) อายุการเก็บรักษา 6 เดือน ในอุณหภูมิห้อง

### 3. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์

#### 3.1 การศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้ในการผลิตไข่แดงผง

จากการศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้ในการผลิตไข่แดงผงของสิ่งทดลองทั้งสามสิ่งทดลอง โดยการวิเคราะห์คุณภาพของนมอัดเม็ดทั้งสามสิ่งทดลอง ได้ผลแสดงดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 คุณภาพของนมอัดเม็ดผลิตจากไข่แดงผงซึ่งใช้แป้งข้าวหอมมะลิที่ระดับต่างๆ

ค่าคุณภาพ	สิ่งทดลอง (ไข่แดง: แป้งข้าวหอมมะลิ)		
	A ( 80 : 20 )	B ( 72.5 : 27.5 )	C ( 65 : 35 )
ไขมัน (%)	14.003 <sup>b</sup>	13.385 <sup>a</sup>	12.293 <sup>a</sup>
ค่าความแข็ง (kp)	2.62 <sup>a</sup>	2.85 <sup>a</sup>	6.40 <sup>b</sup>
ความชื้น (%)	2.448 <sup>a</sup>	3.325 <sup>b</sup>	3.878 <sup>b</sup>
a <sub>w</sub>	0.229 <sup>a</sup>	0.296 <sup>b</sup>	0.309 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากตารางที่ 27 พบว่า สิ่งทดลองA มีไขมัน 14.0% ความชื้น 2.448% water activity 0.229 ค่าความแข็ง 2.62 kp สิ่งทดลองB มีไขมัน 13.4% ความชื้น 3.325% water activity 0.296 ค่าความแข็ง 2.85 kp และสิ่งทดลองC มีไขมัน 12.3% ความชื้น 3.878% water activity 0.309 ค่าความแข็ง 6.40 kp ซึ่ง พบว่าค่าความแข็งและ%ไขมันมีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้ในการเตรียมไข่แดงผง โดยปริมาณไขมันจะแปรผกผันกับปริมาณแป้งข้าวที่ใช้ในการเตรียมไข่แดงผง กล่าวคือ เมื่อปริมาณแป้งข้าวที่ใช้ในการเตรียมไข่แดงผงเพิ่มขึ้น %ไขมันในผลิตภัณฑ์จะลดลง ส่วนค่าความแข็งของเม็ดจะแปรตามปริมาณแป้งข้าวที่ใช้ในการเตรียมไข่แดงผงโดยเมื่อปริมาณแป้งข้าวที่ใช้ในการเตรียมไข่แดงผงเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นด้วย

สิ่งทดลอง C เป็นสิ่งทดลองที่ให้ค่าความแข็งสูงสุดและมีค่าความแข็งของเม็ดสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ มีค่าความแข็ง 6.40kp ดังนั้นสิ่งทดลอง C จึงถูกคัดเลือกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดต่อไป

จากผลการทดลอง สรุปได้ว่าการเตรียมไข่แดงผงโดยเตรียมจากไข่แดง 65% และแป้งข้าวหอมมะลิ 35% เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตนมอัดเม็ด

### 3.2 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ

#### 3.2.1 การวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาส่วนประกอบทางโภชนาการ

ตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาส่วนประกอบทางโภชนาการ (Proximate Analysis) ของนมผงและไข่ผง ได้แก่ ไขมัน โปรตีน ความชื้น และพลังงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาสูตร

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาการ พบว่า ไข่แดงผง 35% แป้งข้าวหอมมะลิมีไขมัน 31.8% โปรตีน 21.35% พลังงาน 523.7 kcal ในขณะที่นมผงประกอบด้วย ไขมัน 27.8% โปรตีน 20.2% และพลังงาน 541.38kcal ซึ่งไข่แดงผงและนมผงมีคุณค่าทางโภชนาการที่ใกล้เคียงกัน

สำหรับคุณลักษณะทางกายภาพของไข่แดงผงที่ได้ มีค่า water activity 0.136 และมีสีเหลืองออกส้มเข้ม โดยมีค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  เท่ากับ 72.996, 13.914 และ 64.147 ตามลำดับ

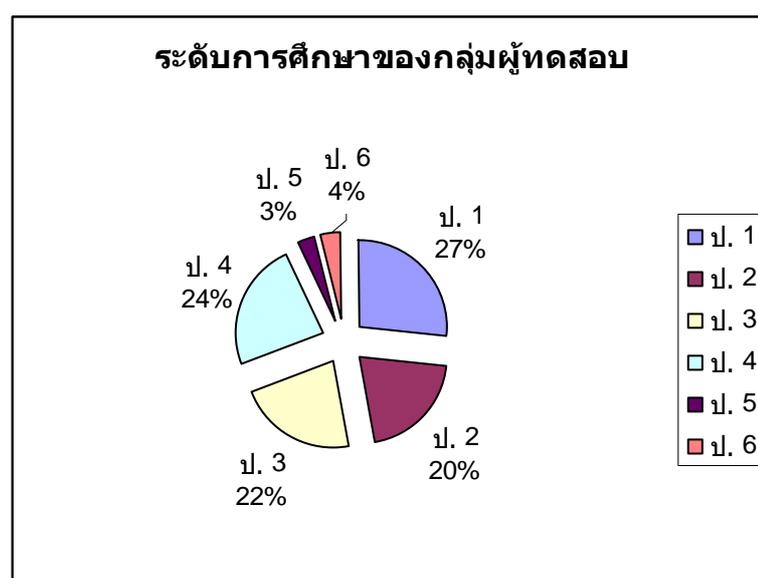
### 3.3 การคัดเลือกกลิ่นรส

จากผลการทดลอง กลุ่มผู้ทดสอบเป็นเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 220 คน จากโรงเรียนบ้านนาออก 32 คน โรงเรียนบ้านนาขวาง 25 คน โรงเรียนบ้านท่าทางหลวง 56 คน และโรงเรียนบ้านสบมาง 107 คน (ตารางที่ 28) โดยส่วนใหญ่อยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 4, 3

และ 2 ตามลำดับ (ภาพที่ 15) อายุของผู้ทดสอบอยู่ในช่วง 6-14 ปี โดยส่วนใหญ่มีอายุ 7-10 ปี (ภาพที่ 16)

ตารางที่ 28 จำนวนนักเรียนที่ร่วมทดสอบ

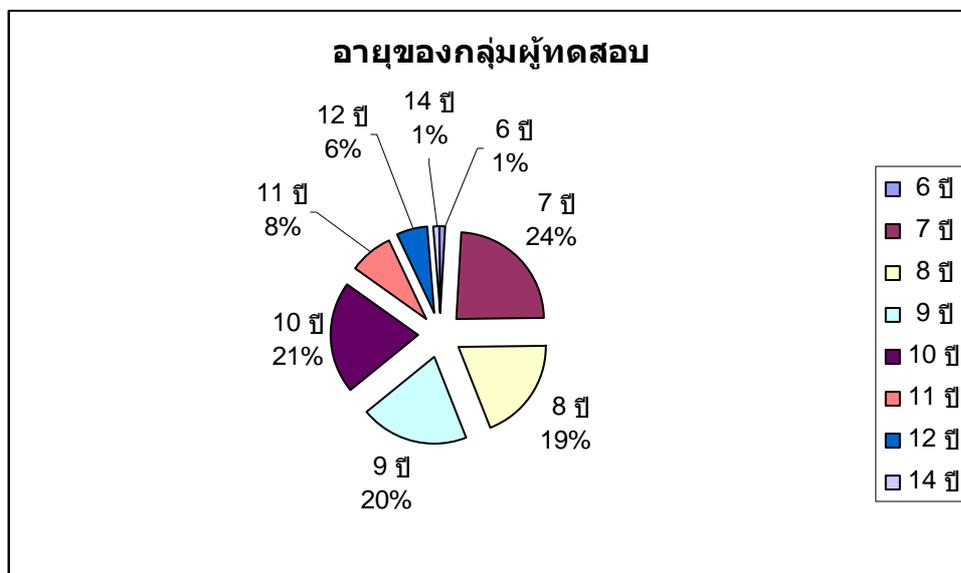
โรงเรียน	จำนวน(คน)	เปอร์เซ็นต์
บ้านนาออก	32	14.5
บ้านนาขวาง	25	11.4
บ้านสบมาง	107	48.6
บ้านท่าทางหลวง	56	25.5
รวม	220	100.0



ภาพที่ 15 ระดับการศึกษาของกลุ่มผู้ทดสอบ

ตารางที่ 29 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดกลิ่นรสต่างๆ ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่านมอัดเม็ดกลิ่นรสสตรอเบอร์รี่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลิ่นรสอื่นๆ

ดังนั้นกลิ่นรสสตรอเบอร์รี่จึงถูกเลือกเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมผสม ไข่อัดเม็ดต่อไป



ภาพที่ 16 อายุของกลุ่มผู้ทดสอบ

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดกลิ่นรสต่างๆ

กลิ่นรส	คะแนนความชอบ
วานิลลา	7.35 <sup>b</sup>
กล้วย	7.50 <sup>b</sup>
ส้ม	7.67 <sup>b</sup>
สตรอเบอร์รี่	8.23 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

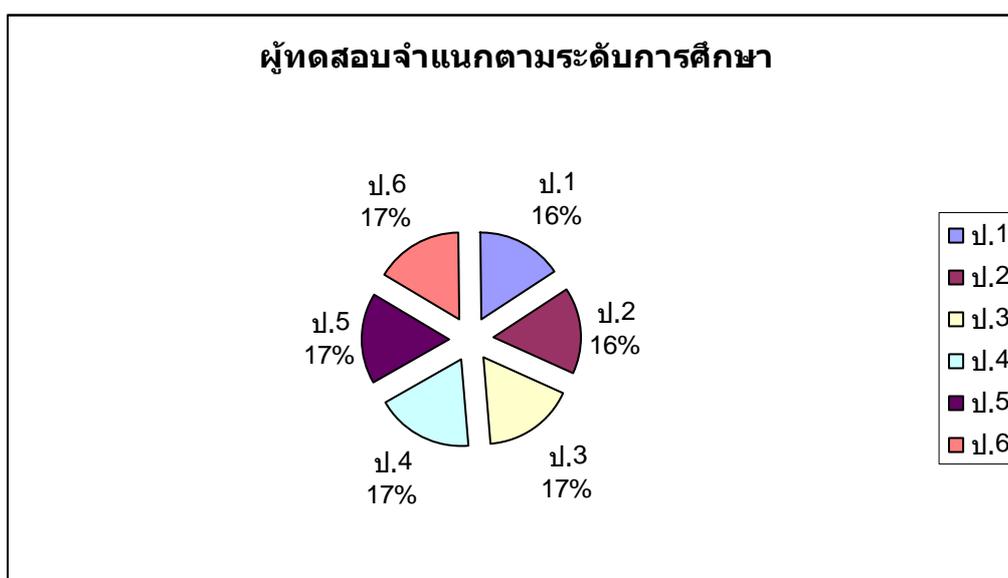
n = 220

คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด

### 3.4 ผลการพัฒนาสูตร (Formulation)

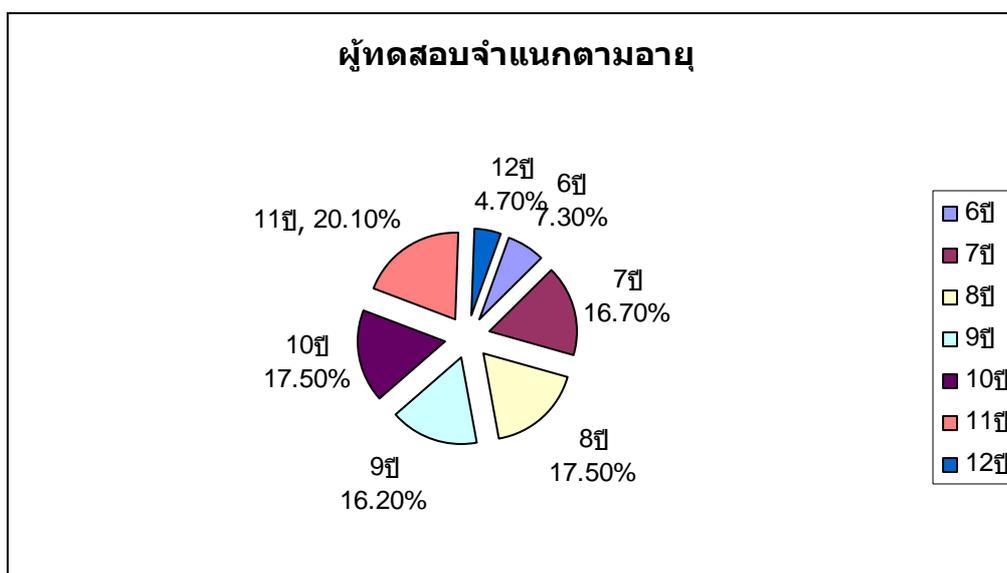
#### 3.4.1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างนมผงและไข่ผง

ผลจากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างนมผงและไข่ผง ในการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด โดยใช้แผนการทดลอง Mixture design กลุ่มผู้ทดสอบคือนักเรียนชั้น ป.1-6 โรงเรียนอนุบาลสามเสน จังหวัดกรุงเทพฯ จำนวน 234 คน ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มผู้ทดสอบดังแสดงในภาพที่ 17-18 โดยร้อยละ 50.4 ของผู้ทดสอบเป็นเพศหญิง และร้อยละ 49.6 เป็นเพศชาย อายุของผู้ทดสอบอยู่ในช่วง 6-12 ปี โดยผู้ทดสอบส่วนใหญ่อายุ 11ปี(ร้อยละ 20.1)



ภาพที่ 17 จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างนมผงและไข่ผง จำแนกตามระดับการศึกษา

ค่าความแข็งและค่าเฉลี่ยความชอบในทุกคุณลักษณะของทั้ง 5 ตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 30 ตัวอย่างส่วนใหญ่ได้รับคะแนนความชอบในช่วง 6-7 คะแนนจาก 9 ตัวอย่าง D และ E ได้รับคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุดและมีค่าความแข็งอยู่ในเกณฑ์เดียวกับค่าความแข็งของสูตรพื้นฐาน ในขณะที่ตัวอย่าง B ได้รับคะแนนความในด้านความแข็งน้อยที่สุดและสอดคล้องกับค่าความแข็งที่วัดได้



ภาพที่ 18 จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างนมผงและไข่ผง จำแนกตามอายุ

ตารางที่ 30 ค่าความแข็ง(kp)และค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ

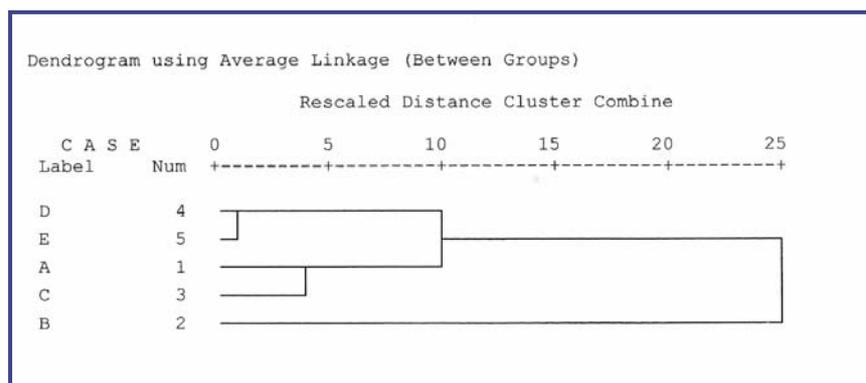
คุณลักษณะ	Trt A	Trt B	Trt C	Trt D	Trt E
ค่าความแข็ง(kp)	2.05 <sup>ab</sup>	1.86 <sup>a</sup>	2.11 <sup>b</sup>	3.89 <sup>c</sup>	3.75 <sup>c</sup>
สี	6.87 <sup>ab</sup>	6.60 <sup>a</sup>	6.95 <sup>b</sup>	7.72 <sup>c</sup>	7.61 <sup>c</sup>
ความหวาน	6.73 <sup>b</sup>	6.00 <sup>a</sup>	7.15 <sup>c</sup>	7.50 <sup>d</sup>	7.59 <sup>d</sup>
ความแข็ง	5.58 <sup>b</sup>	3.91 <sup>a</sup>	6.70 <sup>c</sup>	6.62 <sup>c</sup>	6.86 <sup>c</sup>
กลิ่นรสไข่	6.04 <sup>b</sup>	5.56 <sup>a</sup>	6.67 <sup>c</sup>	6.81 <sup>c</sup>	6.96 <sup>c</sup>
กลิ่นรสสตรอเบอร์รี่	6.36 <sup>b</sup>	5.92 <sup>a</sup>	6.76 <sup>c</sup>	6.98 <sup>cd</sup>	7.16 <sup>d</sup>
ความชอบรวม	7.15 <sup>b</sup>	5.89 <sup>a</sup>	7.57 <sup>c</sup>	7.72 <sup>c</sup>	7.60 <sup>c</sup>

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

### 3.4.2 การจำแนกกลุ่มด้วยวิธี Cluster analysis

เมื่อนำค่าคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะและค่าความแข็งของสิ่งทดลองทั้ง 5 สิ่งทดลองมาทำการจัดกลุ่มด้วยวิธี cluster analysis ได้ผลกราฟ Dendrogram แสดงดังภาพที่ 19

จากภาพที่ 19 พบว่าตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้คือ กลุ่มแรกประกอบด้วย ตัวอย่าง D และ E กลุ่มที่สองประกอบด้วยตัวอย่าง A และ C และกลุ่มสุดท้ายคือตัวอย่าง B ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่าง D และ E และได้รับคะแนนความชอบสูงรวมทั้งมีค่าความแข็งที่สูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ ดังนั้นจากการทดลองจึงเลือกตัวอย่าง D และ E เพื่อใช้ในการพัฒนาสูตรต่อไป



ภาพที่ 19 Dendrogram จากการจัดกลุ่มด้วยวิธี hierarchical cluster analysis ของ 5 ตัวอย่าง

### 3.4.3 การพัฒนาสูตรโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง

เนื่องจากส่วนประกอบในสูตรมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะค่าความแข็ง เป็นผลให้ปริมาณไข่แดงผงและน้ำตาลที่ใช้ในสูตรถูกจำกัด ดังนั้นตัวอย่าง D และ E จึงถูกนำมาพัฒนาสูตรอีกครั้งโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง โดยใช้ปริมาณไข่แดงผง 25-32.5% และน้ำตาล 15-20% โดยมีเป้าหมายให้ได้สูตรที่มีโปรตีนและพลังงานสูงสุด ใช้น้ำตาลต่ำสุดและราคาต่ำสุด สูตรที่เหมาะสมซึ่งได้จากการโปรแกรมเชิงเส้นตรงแสดงในตารางที่ 31 โดยประกอบด้วย ไข่แดงผง 25% นมผง 55% น้ำตาล 15% cab-O-sil 0.4% แป้งทัลคัม 1.0% comprecel 3.5% และ

กลี้นสตรอเบอรี 0.1% สูตรที่ได้จากการคำนวณมีราคา 13.72 บาท ต่อ 100 กรัม ( กิโลกรัมละ 137.2 บาท )

### ตารางที่ 31 สูตรที่ได้จากการโปรแกรมเชิงเส้น

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
ไข่แดงผง (%)	25.0
นมผง (%)	55.0
น้ำตาล (%)	15.0
Cab-O-Sil (%)	0.4
แป้งทัลคัม (%)	1.0
Comprecel (%)	3.5
กลี้นสตรอเบอรี (%)	0.1
Cost(B/100g)	13.723

ตารางที่ 32 แสดงคุณค่าทางโภชนาการซึ่งคำนวณได้จากโปรแกรมเชิงเส้น โดยมีโปรตีน ไขมัน และพลังงาน เท่ากับ 15.848% ,22.886% และ 457.85kcal ตามลำดับ

### ตารางที่ 32 คุณค่าทางโภชนาการคำนวณจากโปรแกรมเชิงเส้น

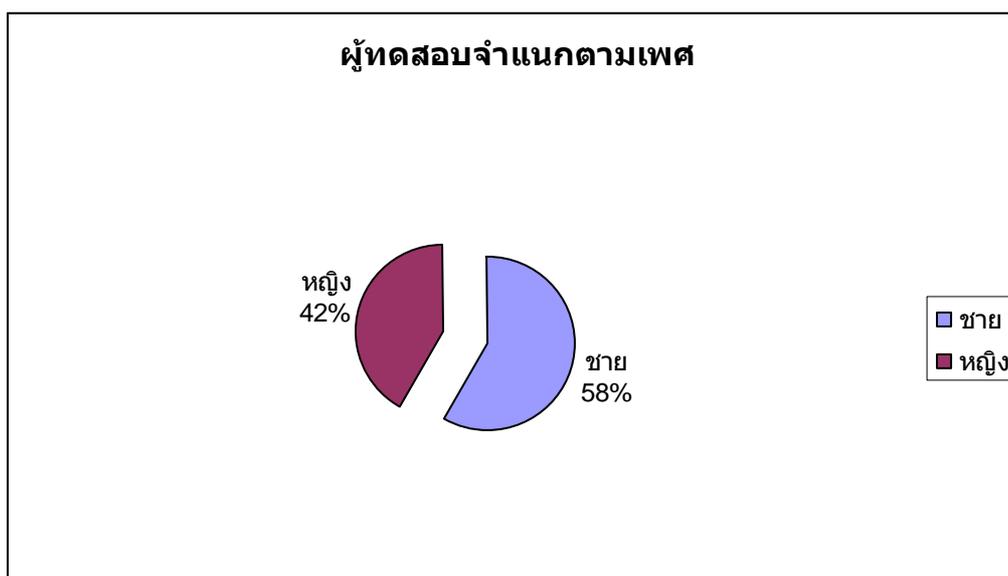
คุณค่าทางโภชนาการ ( ต่อ 100 กรัม)	
โปรตีน (กรัม)	15.848
ไขมัน (กรัม)	22.886
พลังงาน (kcal)	457.85
ทรีโอนีน	0.627
วาลีน	0.809
เมทไทโอนีน	0.442
ไลซีน	0.896
ไอโซลูซีน	0.584
ลูซีน	1.030
เฟนิลอลานีน	0.575

### 3.5 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Acceptability Test)

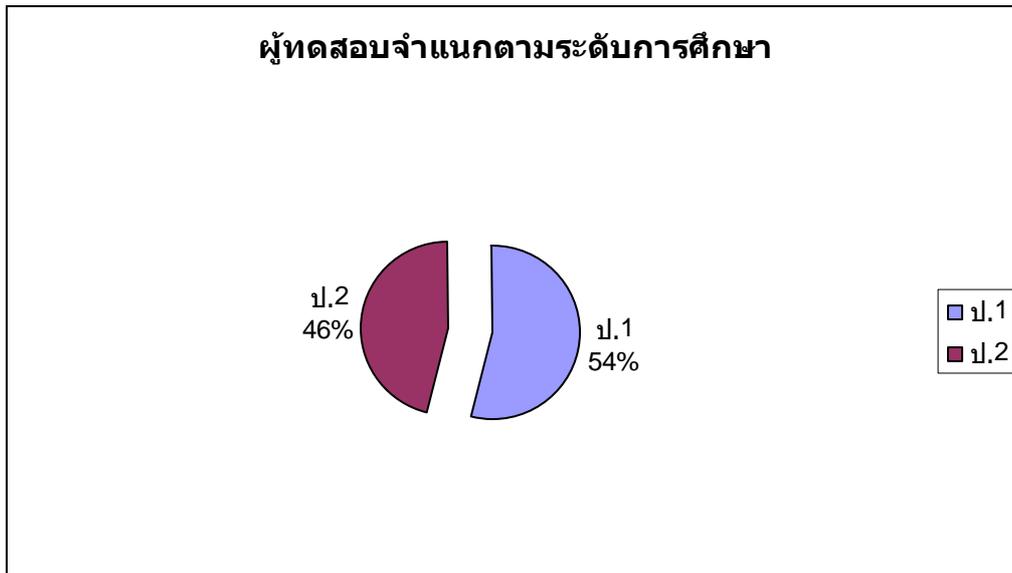
ผลจากการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้อ 3.4 ไปทดสอบกับเด็กนักเรียนในพื้นที่เป้าหมาย โดยใช้แบบสอบถาม กลุ่มผู้ทดสอบประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 2 โรงเรียนบ้านสบมาง อำเภอกู่ฟ้าพัฒนา เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีอายุน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ค่อนข้างสูง

#### 3.5.1 จำนวนผู้ทดสอบ

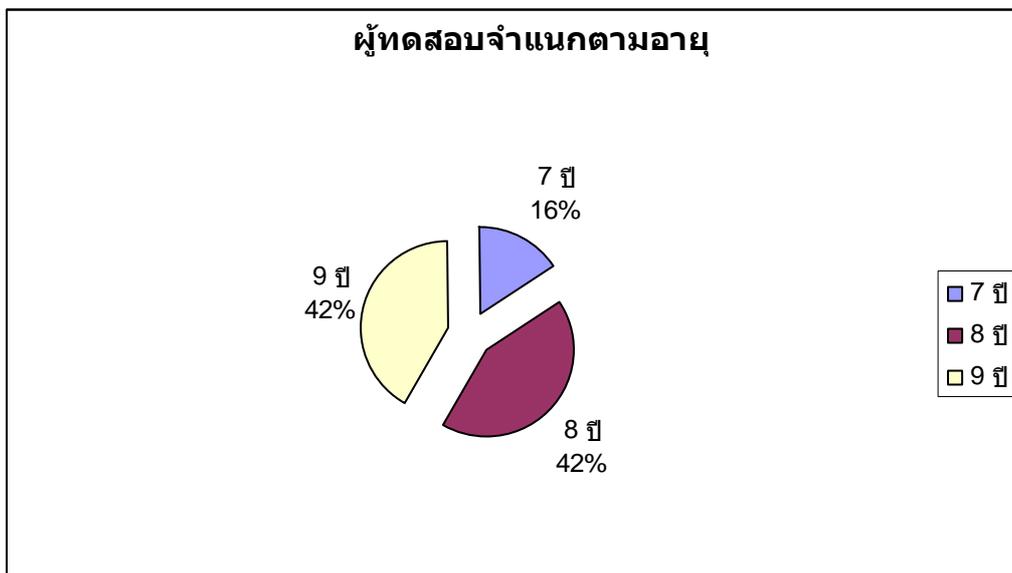
กลุ่มผู้ทดสอบเป็นเพศหญิง 42% ชาย 58% มีอายุระหว่าง 7-9 ปี และเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 54% นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 46% แสดงดังภาพที่ 20-22



ภาพที่ 20 จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำแนกตามเพศ



ภาพที่ 21 จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำแนกตามระดับการศึกษา



ภาพที่ 22 จำนวนผู้ทดสอบในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำแนกตามอายุ

### 3.5.2 การทดสอบความชอบ

จากผลการทดสอบความชอบที่ผู้ทดสอบมีต่อผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 8.8 คะแนนจาก 9 คะแนน ส่วนผลการทดสอบการยอมรับพบว่าผู้ทดสอบทั้งหมดให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ สาเหตุที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับและให้คะแนนความชอบที่ระดับชอบมาก-ชอบมากที่สุด อาจเนื่องมาจากสภาพทางเศรษฐกิจสังคมของผู้ทดสอบซึ่งอยู่ในชนบทที่ห่างไกล ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีฐานะยากจนและขาดอาหาร ดังนั้นจึงให้ความสำคัญและเห็นคุณค่าของอาหารมากกว่า ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่าถิ่นที่อยู่อาศัย อายุและเพศของผู้บริโภคมีผลต่อคะแนนความชอบซึ่งสอดคล้องกับ Meilgaard *et al.* (1999)

## 4. ผลการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

ภาพที่ 23- 30 แสดงขั้นตอนในการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดโดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่ของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากนำไข่แดงผง นมผง น้ำตาลและส่วนประกอบอื่นๆตามสูตรใส่ลงในถังผสม จากนั้นทำการผสมส่วนผสมจนเข้ากันดี นำส่วนผสมใส่ในเครื่องตอกเม็ดเพื่อทำการตอกเป็นเม็ดออกมา ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เคลือบพลาสติกโพลีเอทิลีนซึ่งปิดสนิท



ภาพที่ 23 การเตรียมไข่แดงผงโดยวิธี Tray dry



ภาพที่ 24 การชั่งและเตรียมวัสดุพิษ



ภาพที่ 25 วัสดุพิษและส่วนประกอบถูกเทลงในเครื่องผสม



ภาพที่ 26 วัตถุดิบและส่วนประกอบในเครื่องผสม



ภาพที่ 27 นำส่วนผสมที่ผสมแล้วใส่ในเครื่องตอกเม็ด



ภาพที่ 28 ทำการตอกเม็ดโดยใช้เครื่องตอกเม็ดแบบโรตารี 15 สถานี



ภาพที่ 29 นมผสม ไอซ์เม็ด



ภาพที่ 30 ผลิตรัณฑ์บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เคลือบพลาสติกปิดสนิท

จากทดลองทำการขยายกำลังผลิตจากระดับห้องปฏิบัติการเป็นระดับอุตสาหกรรม พบว่าสูตรที่พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถนำมาทำการผลิตได้จริงในระดับอุตสาหกรรม โดยในขั้นตอนการตอกเม็ดด้วยเครื่องตอกชนิดโรตารี จะต้องทำการปรับความเร็วรอบของซากตอกให้เหมาะสม เพื่อให้ความแข็งที่ต้องการ อย่างไรก็ตามผลิตรัณฑ์ที่ผลิตได้มีความแข็งน้อยกว่านมอัดเม็ดสูตรพื้นฐานเล็กน้อย อันเป็นผลจากอิทธิพลของส่วนประกอบหลัก คือ ปริมาณไข่แดงผงและน้ำตาลที่ใช้ในสูตร ค่าคุณภาพของผลิตรัณฑ์ที่ผลิตได้ในระดับห้องปฏิบัติการและระดับอุตสาหกรรมดังแสดงในตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ค่าคุณภาพของผลิตรัณฑ์ที่ผลิตได้ในระดับห้องปฏิบัติการและระดับอุตสาหกรรม

ปัจจัยคุณภาพ	นมผสมไข่อัดเม็ด		นมอัดเม็ดสูตรพื้นฐาน
	ห้องปฏิบัติการ	อุตสาหกรรม	
ค่าความแข็ง(kp)	3.41	2.32	5.37
ความชื้น (%)	2.28	2.31	1.97
$a_w$	0.193	0.219	0.166

## 5. ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากข้อ 4 มาทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ได้ผล ดังนี้

### 5.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นเม็ดกลมแบน สีเหลืองอ่อน และมีคุณภาพทางกายภาพ ดังแสดงในตารางที่ 34

ตารางที่ 34 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด

ปัจจัยคุณภาพ	%
$a_w$	0.219
Hardness (kp)	2.32
TBA	0.956
L*	89.223
a*	0.455
b*	22.875
ความชื้น	2.31
โปรตีน	16.06
ไขมัน	21.90
คาร์โบไฮเดรต	55.95
เยื่อใย	5.52
เถ้า	4.050

จากตารางที่ 34 พบว่าผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย โปรตีน 16% ไขมัน 22% คาร์โบไฮเดรต 56% เยื่อใย 5.5% และ เถ้า 4% เมื่อพิจารณาคุณภาพทางกายภาพพบว่าผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดมีค่า water activity 0.219 ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ความชื้น 2.31% อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด (ต้องไม่เกิน 5%) และค่าความแข็งเท่ากับ 2.32 kp ซึ่งน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน แต่ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

## 5.2 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์จากตารางที่ 35 พบว่า ผลผลิตภัณฑ์มีปริมาณเชื้อ  $1.4 \times 10^3$  CFU ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ไม่พบเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* ในตัวอย่าง 0.1 กรัมและไม่พบเชื้อ *Salmonella* ในตัวอย่าง 25 กรัม ซึ่งผลผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางด้านเชื้อจุลินทรีย์ตามที่มาตรฐานกำหนด

ตารางที่ 35 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด

จุลินทรีย์	ผลผลิตภัณฑ์	ค่ามาตรฐาน*
ปริมาณเชื้อทั้งหมด (CFU/g)	$1.4 \times 10^3$	น้อยกว่า $1.0 \times 10^5$
Yeast&Mold (โคโลนี/กรัม)	น้อยกว่า 10	-
<i>E. coli</i> (ในตัวอย่าง 0.1 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>S. aureus</i> (ในตัวอย่าง 0.1 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Salmonella</i> (ในตัวอย่าง 25 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ \* ค่ามาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 266(พ.ศ. 2545) เรื่อง นมปรุงแต่ง

## 5.3 คุณภาพทางด้านโภชนาการ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการแสดงดังตารางที่ 36 พบว่า ผลผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด 100 กรัม ให้พลังงาน 480 กิโลแคลอรี และประกอบด้วย ไขมัน 22 % โปรตีน 16% คาร์โบไฮเดรต 55% แคลเซียม 400 มิลลิกรัม วิตามินเอ 160 ไมโครกรัม วิตามินบี1 และ บี2 0.16 และ 1.15 มิลลิกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 36 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด

รายการ	ปริมาณต่อ 100 กรัม	
	นมผสมไข่อัดเม็ด	นมอัดเม็ด สูตรพื้นฐาน
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	479.67	477*
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	195.75	183.6
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	21.75	20.4*
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	10.78	8.91
โคเลสเตอรอล (กรัม)	309.69	92*
โปรตีน (กรัม)	16.17	13.2*
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (กรัม)	54.81	60.1*
น้ำตาล (กรัม)	42.65	49.43
โซเดียม (มิลลิกรัม)	168.34	144.62
วิตามินA (ไมโครกรัม)	161.8	156*
วิตามินB1 (มิลลิกรัม)	0.16	0.21*
วิตามินB2 (มิลลิกรัม)	1.15	1.07*
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	398.54	481*
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.56	0.98

\* แหล่งที่มา : คณะกรรมการสวัสดิการกรมอนามัย (2545)

สำหรับกรดอะมิโน ผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด 100 กรัม ประกอบไปด้วย ทรีโอนีน ไทโรซีน วาลีน ไลซีน ไอโซลูวีน ลูซีน และเฟนิลอลานีน 0.67, 0.58, 1.03, 1.10, 0.84, 1.57 และ 0.79 มิลลิกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 37

ตารางที่ 37 กรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์ (มิลลิกรัม/100 มิลลิกรัมตัวอย่าง)

กรดอะมิโน	นมผสมไข่อัดเม็ด	นมอัดเม็ดสูตรพื้นฐาน	นมผงชนิดจืด*
กรดแอสพาร์ติก	1.28	1.008	1.995
เซรีน	1.17	0.712	1.457
กรดกลูตามิก	3.03	3.094	5.328
ไกลซีน	0.45	0.183	0.506
ฮีสทีดีน	0.42	0.244	0.73
อาร์จีนีน	0.87	0.417	0.869
ทรีโอนีน	0.67	0.586	1.073
อะลานีน	0.73	0.442	0.873
โพรลีน	1.38	1.263	2.999
ไทโรซีน	0.58	0.462	1.269
แวลีน	1.03	0.848	1.64
ไลซีน	1.10	0.827	1.848
ไอโซลิวซีน	0.84	0.604	1.346
ลิวซีน	1.57	0.950	2.526
เฟนิลอะลานีน	0.79	0.583	1.236

\* แหล่งที่มา : FAO ( 2007 )

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์นมอัดเสริมโปรตีนไขสามารถจัดทำฉลากโภชนาการได้ดัง  
แสดงในภาพที่ 31 เพื่อใช้เป็นข้อมูลทางโภชนาการสำหรับผู้บริโภคได้ต่อไป

#### 5.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนความเข้ม (0-15)  
พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าความเข้มของคุณลักษณะต่างๆ (ตารางที่ 38) ดังนี้ ความแข็ง รสหวาน กลิ่น  
รสไข กลิ่นรสสตรอเบอร์รี่และสีเหลือง 7.8,7.5,6.8,7.9 และ 5.0 ตามลำดับ

ข้อมูลโภชนาการ			
หนึ่งหน่วยบริโภค : 20 เม็ด ( 20 กรัม)			
จำนวนหน่วยบริโภคต่อซอง : 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค			
พลังงานทั้งหมด 100 กิโลแคลอรี ( พลังงานจากไขมัน 40 กิโลแคลอรี )			
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*			
ไขมันทั้งหมด	4.5 ก.		7 %
ไขมันอิ่มตัว	2 ก.		10 %
โคเลสเตอรอล	60 มก.		20 %
โปรตีน	3 ก.		
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	11 ก.		4 %
ใยอาหาร	0 ก.		0 %
น้ำตาล	9 ก.		
โซเดียม	35 มก.		1 %
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*			
วิตามินเอ	4 %	วิตามินบี 1	2 %
วิตามินบี 2	15 %	แคลเซียม	10 %
เหล็ก	2 %		
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี			
ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่างๆ ดังนี้			
ไขมันทั้งหมด		น้อยกว่า	65 ก.
ไขมันอิ่มตัว		น้อยกว่า	20 ก.
โคเลสเตอรอล		น้อยกว่า	300 มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด			300 ก.
ใยอาหาร			25 ก.
โซเดียม		น้อยกว่า	2,400 มก.
พลังงาน(กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 ; โปรตีน = 4 ; คาร์โบไฮเดรต = 4			

ภาพที่ 31 ฉลากโภชนาการผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด

ตารางที่ 38 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด

คุณลักษณะ	ความเข้ม	
	นมผสมไข่อัดเม็ด	นมอัดเม็ดสูตรพื้นฐาน
ความแข็ง	7.8	9.2
รสหวาน	7.5	10.4
กลิ่นรสไข่	6.8	-
กลิ่นสตรอเบอรี่	7.9	-
สีเหลือง	5.0	-

6. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคหลังจากการบริโภคผลิตภัณฑ์ติดต่อกันระยะเวลาหนึ่ง  
(Extended use test)

6.1 การทดสอบความชอบและการยอมรับ

หลังจากให้ผู้ทดสอบตามข้อ 5.1 ทำการบริโภคผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด วันละ 1 ซอง (20เม็ด) อย่างต่อเนื่องทุกวัน เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าอัตราความชอบและการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละเดือนยังคงสูงโดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในระดับ "ชอบมากที่สุด" (คะแนนความชอบเท่ากับ 9 คะแนน) ตลอดระยะเวลา 3 เดือน รวมทั้งผู้ทดสอบทุกคนยอมรับผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา(ตารางที่ 39 )

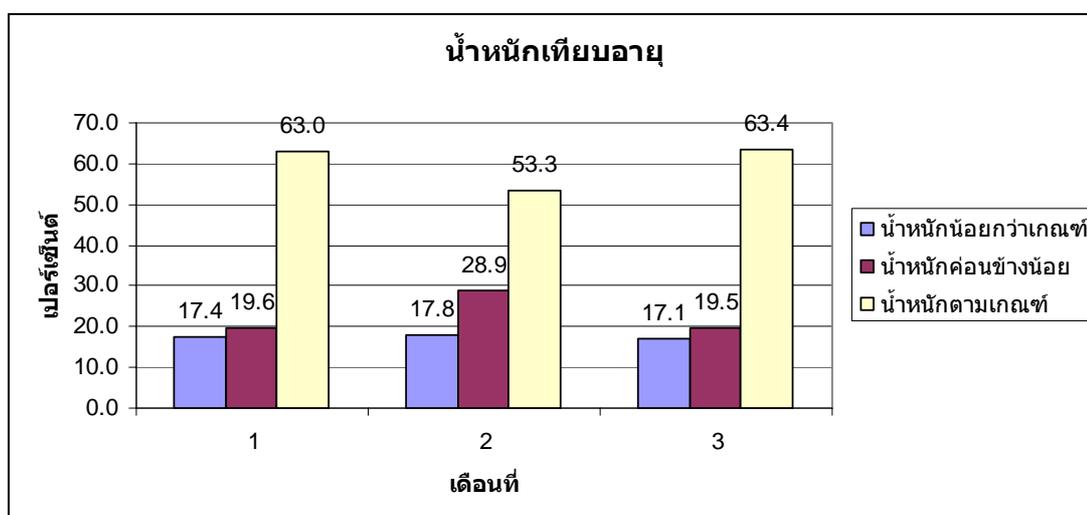
ตารางที่ 39 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด

	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
คะแนนความชอบ	8.89	9.00	9.00
การยอมรับ	ยอมรับ	ยอมรับ	ยอมรับ

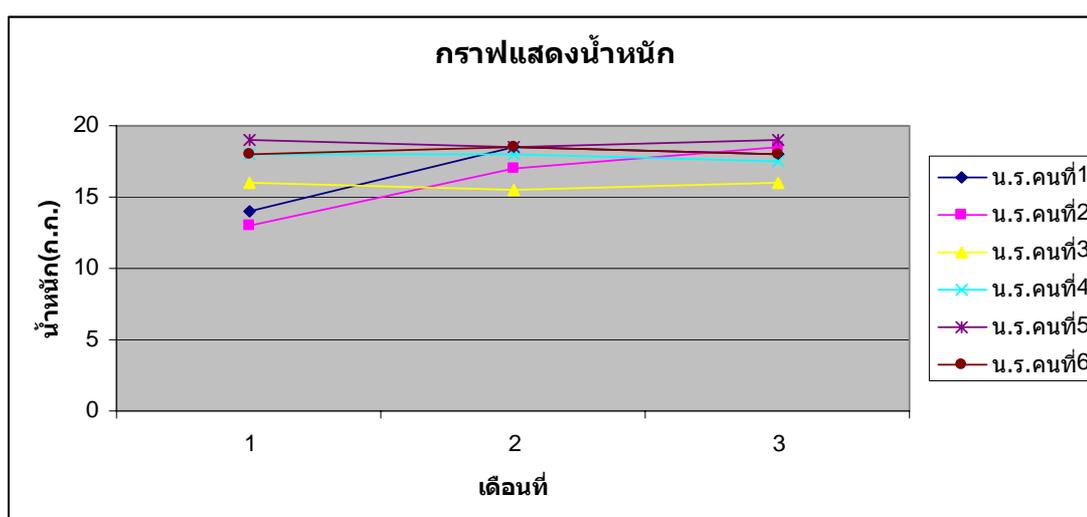
จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคเป้าหมายเป็นอย่างดี แม้จะได้รับการบริโภคติดต่อกันในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ผู้บริโภคยังคงให้การยอมรับอย่างคงที่

## 6.2 สภาวะทางโภชนาการ

เมื่อศึกษาสภาวะทางโภชนาการ โดยใช้เกณฑ์น้ำหนักเทียบอายุ พบว่าอัตราน้ำหนักน้อยกว่าเกณฑ์ของกลุ่มผู้ทดสอบในเดือนที่ 1, 2 และ 3 คือ 17.4%, 17.8% และ 17.1% ตามลำดับ (ภาพที่ 32) ซึ่งจะเห็นว่าในเดือนที่สอง อัตราน้ำหนักน้อยกว่าเกณฑ์สูงขึ้นเล็กน้อยเทียบกับเดือนแรก และกลับลดลงในเดือนที่ 3

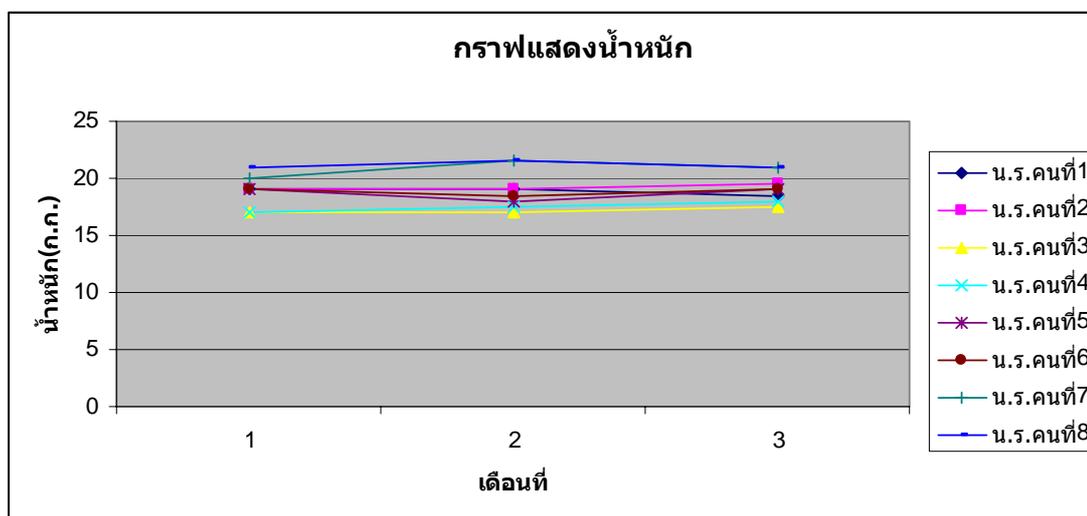


ภาพที่ 32 สภาวะโภชนาการ โดยใช้เกณฑ์น้ำหนักเทียบอายุ



ภาพที่ 33 น้ำหนักของเด็กนักเรียนกลุ่มที่มีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์

ภาพที่ 33 และ 34 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของนักเรียนในกลุ่มที่มีน้ำหนักน้อยกว่าเกณฑ์และน้ำหนักค่อนข้างน้อย



ภาพที่ 34 น้ำหนักของเด็กนักเรียนกลุ่มที่มีน้ำหนักค่อนข้างน้อย

จากภาพที่ 33 และ 34 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของนักเรียนในกลุ่มที่มีน้ำหนักน้อยกว่าเกณฑ์และน้ำหนักค่อนข้างน้อย ซึ่งพบว่าน้ำหนักของนักเรียนในช่วง 3 เดือนที่ทำการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยมีบางส่วนที่น้ำหนักเพิ่มขึ้นและบางส่วนที่น้ำหนักคงที่หรือลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น พยาธิสภาพของเด็กแต่ละคน หรือสภาพทางเศรษฐกิจสังคม รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาอาจไม่เพียงพอที่จะเห็นความเปลี่ยนแปลง

## 7. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุในซองออลูมิเนียมพอยล์เคลือบพลาสติก ซึ่งปิดสนิท บรรจุของละ 20 เม็ด โดยทำการเก็บรักษาในสภาวะจริงที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาในการเก็บรักษา 6 เดือน ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

### 7.1 คุณภาพทางกายภาพ

พบว่า ค่า water activity อยู่ในช่วง 0.219-0.318 %ความชื้นอยู่ในช่วง 2.13-2.82 ค่าความแข็งของเมล็ดอยู่ในช่วง 2.13-2.41 kp และกรดไซโอบาร์บิทูริกอยู่ในช่วง 0.948-1.259 (ตารางที่ 40) โดยคุณภาพต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาที่เก็บรักษา แต่คุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และเป็นไปตามมาตรฐาน

ตารางที่ 40 คุณภาพทางกายภาพตามระยะเวลาการเก็บรักษา(สัปดาห์)

เวลา(สัปดาห์)	aw	%ความชื้น	ค่าความแข็ง(kp)	TBA
0	0.219	2.31	2.32	0.956
2	0.214	2.51	2.22	0.948
4	0.233	2.39	2.36	0.972
6	0.243	2.42	2.41	0.972
8	0.271	2.57	2.18	1.099
10	0.283	2.77	2.26	0.988
12	0.307	2.82	2.13	1.259
24	0.318	2.79	2.22	1.023

### 7.2 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

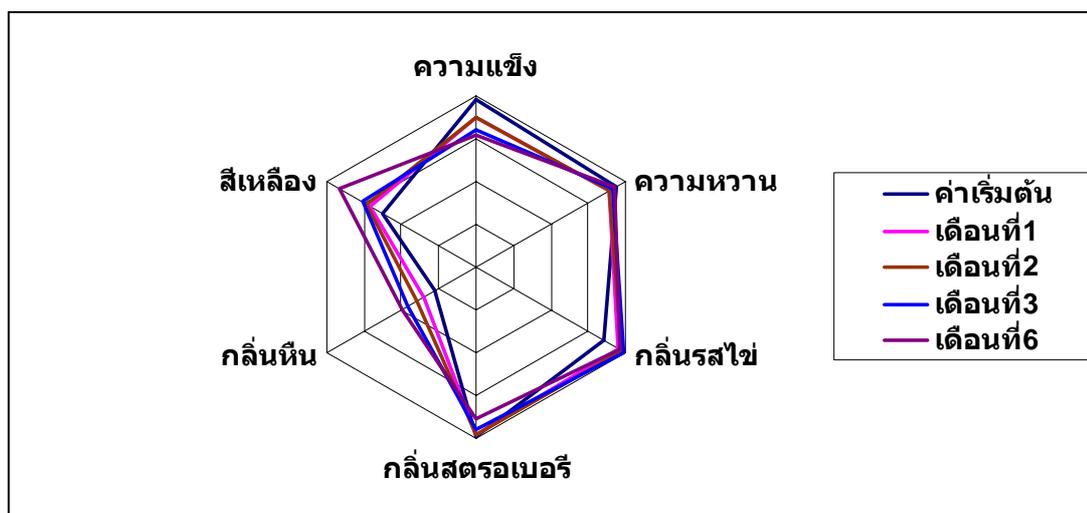
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์พบว่าตลอดระยะเวลา 6 เดือนที่ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษา ผลลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ดังนี้ ปริมาณเชื้อทั้งหมดอยู่ในช่วง 850 -4100 CFUต่อกรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคลิโคนีต่อกรัม ไม่พบเชื้อ *E. coli* , *S. aureus* ในตัวอย่าง 0.1 กรัมและไม่พบเชื้อ *Salmonella* ในตัวอย่าง 25 กรัม (ตารางที่ 41) ซึ่งผลลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามที่มาตรฐานกำหนดตลอด 6 เดือนที่ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 41 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ตามระยะเวลาการเก็บรักษา(สัปดาห์)

เวลา (สัปดาห์)	ปริมาณเชื้อ ทั้งหมด (CFU/กรัม)	ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	<i>E. coli</i> (ใน 0.1 กรัม)	<i>S. aureus</i> (ใน 0.1 กรัม)	<i>Salmonella</i> (ใน 25 กรัม)
0	$1.4 \times 10^3$	น้อยกว่า 10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2	$8.5 \times 10^2$	น้อยกว่า 10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
4	$1.9 \times 10^3$	น้อยกว่า 10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
6	$2.2 \times 10^3$	น้อยกว่า 10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
8	$9.8 \times 10^2$	น้อยกว่า 10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
10	$1.8 \times 10^3$	น้อยกว่า 10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
12	$2.3 \times 10^3$	น้อยกว่า 10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
24	$4.1 \times 10^3$	น้อยกว่า 10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

### 7.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษา โดยวัดจากค่าความเข้มของแต่ละคุณลักษณะ ดังนี้ ความแข็ง 6.2-7.8 ความหวาน 7.1-7.5 กลิ่นรสไข่ 6.8-7.9 กลิ่นสตรอเบอร์รี่ 7.1-7.9 สีเหลือง 5.0-7.3 และความหืน 2.2-3.9 โดยแม้ว่าความหืนจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ภาพที่ 35 แสดงค่าความเข้มของคุณลักษณะต่างๆตามระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)



ภาพที่ 35 ค่าความเข้มของคุณลักษณะต่างๆตามระยะเวลาการเก็บรักษา(เดือน)

## 8. ผลการคำนวณต้นทุนในการผลิต

ผลจากการคำนวณต้นทุนในส่วนของวัตถุดิบ พบว่า นมผสมไข่อัดเม็ดมีราคาต้นทุนวัตถุดิบ กิโลกรัมละ 137.23 บาท (ตารางที่ 42) โดยมีราคาสูงกว่าราคาต้นทุนวัตถุดิบของนมอัดเม็ดสูตรพื้นฐานซึ่งมีราคาประมาณกิโลกรัมละ 120 บาทเล็กน้อย

### ตารางที่ 42 ต้นทุนวัตถุดิบของนมผสมไข่อัดเม็ด

ส่วนประกอบ	ปริมาณ(กรัม)	ราคา(บาท/ก.ก.)	จำนวนเงิน(บาท)
ไข่แดงผง	25	180	4.50
นมผง	55	150	8.25
น้ำตาล	15	17	0.255
Cab-O-Sil	0.4	350	0.14
แป้งทัลคัม	1	28	0.028
Comprecel	3.5	100	0.35
กลิ่นสตรอปเบอรี่	0.1	2000	0.20
รวม	100	-	13.723

## 9. ผลการจัดทำคู่มือคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด

ผลจากการกำหนดรายละเอียดผลิตภัณฑ์และการวิเคราะห์จุดวิกฤตของกระบวนการผลิตนมอัดเม็ดเสริมไข่ผง เพื่อกำหนดจุดวิกฤตและจัดวางระบบ HACCP สำหรับเป็นต้นแบบให้โรงงานผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดนำไปใช้ต่อไปได้รายละเอียด ดังนี้

### 9.1 รายละเอียดผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 43 แสดงรายละเอียดผลิตภัณฑ์ คือ ลักษณะผลิตภัณฑ์เป็นเม็ดกลมแบน ไม่มีการแตกหัก สีเหลืองอ่อน มีความชื้นไม่เกิน 5% ความแข็งไม่ต่ำกว่า 2 kp ทางด้านจุลินทรีย์ต้องไม่พบ Coliforms และ Samonella บรรจุจำนวน 20 เม็ดในซองออลูมิเนียมฟอยล์เคลือบพลาสติก (PET/AL/LDPE) อายุการเก็บรักษา 6 เดือน ในอุณหภูมิห้อง

### 9.2 รายละเอียดวัตถุดิบและส่วนผสม

9.2.1. นมผง ลักษณะทางกายภาพ เป็นผงแห้งละเอียด เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เป็นก้อนแข็ง มีสีขาวหรือครีม ไม่มีการแต่งเติมด้วยสีสังเคราะห์ มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ คุณลักษณะทางเคมี มีความชื้นไม่เกิน 5% ไขมันเนยไม่น้อยกว่า 26% คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ มีปริมาณเชื้อทั้งหมดไม่เกิน 100,000 โคโลนีต่อกรัม แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม์น้อยกว่า 90 โคโลนีต่อกรัม ไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

9.2.2. ไข่แดงผง ลักษณะ เป็นผงแห้งสีเหลืองเข้มออกส้ม เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เป็นก้อนแข็ง มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นหืน ไม่มีสิ่งแปลกปลอม มีความชื้น 2-3% ไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

9.2.3. น้ำตาล เป็นผงแห้งละเอียดลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน มีสีขาว รสหวาน มีกลิ่นตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์และไม่พบสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 0.8%

ตารางที่ 43 รายละเอียดผลิตภัณฑ์

1.ชื่อผลิตภัณฑ์	นมผสมไข่อัดเม็ด
2.ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	เป็นเม็ดกลมแบน ไม่แตกหัก สีเหลืองอ่อน a <sub>w</sub> 0.2-0.4 ความชื้น ไม่เกิน 5% ความแข็งไม่น้อยกว่า 2 kp ไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค
3.ลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์	พร้อมบริโภค
4.ภาชนะบรรจุ	ซองออลูมิเนียมพอยล์เคลือบพลาสติก (PET/AL/LDPE)
5.ขนาดบรรจุ	20 เม็ด
6. อายุการเก็บรักษา	6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง
7. กลุ่มผู้บริโภค	เด็กนักเรียนในชนบทภายใต้โครงการตาม พระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ
8. ข้อเสนอแนะการใช้บนฉลาก	-วันเดือนปีที่ผลิต -วันเดือนปีที่หมดอายุ
9.การควบคุมจำเพาะระหว่างขนส่ง	-ระมัดระวังการกระแทก -เก็บในที่แห้ง,ที่อุณหภูมิห้อง

9.2.4. Cab-o-sil เป็นผงละเอียดสีขาว เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืนหรือกลิ่นรสไม่พึงประสงค์และไม่พบสิ่งแปลกปลอม

9.2.5 แป้งทัลคัม เป็นผงแห้งละเอียดสีขาว เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืนหรือกลิ่นรสไม่พึงประสงค์และไม่พบสิ่งแปลกปลอม ความชื้นไม่เกิน 0.5%

9.2.6 Comprecel เป็นผงแห้งละเอียดสีขาว เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีกลิ่นอับ กลิ่นหืนหรือกลิ่นรสไม่พึงประสงค์และไม่พบสิ่งแปลกปลอม

9.2.7 กลิ่นรสสตรอเบอร์รี่เป็นผงแห้งละเอียดสีขาว เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีกลิ่น

อับ กลิ่นหืนหรือกลิ่นรสไม่พึงประสงค์และไม่พบสิ่งแปลกปลอม

### 9.3 รายละเอียดขั้นตอนการผลิต

รายละเอียดขั้นตอนการผลิตสำหรับวัตถุดิบหลัก ได้แก่ นมผงและไข่แดงผง ดังแสดงในตารางที่ 44 และ 45 ตามลำดับ สำหรับรายละเอียดขั้นตอนการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดแสดงในตารางที่ 46

9.4 การจัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิตไข่แดงผง, นมผงและนมผสมไข่อัดเม็ด ดังแสดงในภาพที่ 36-38 ตามลำดับ

9.5 ผลการวิเคราะห์อันตรายและกำหนดจุดวิกฤตสำหรับการผลิตไข่แดงผง, นมผงและนมผสมไข่อัดเม็ด ดังแสดงในตารางที่ 47-49 ตามลำดับ

ตารางที่ 44 รายละเอียดขั้นตอนการผลิตไข่ผง

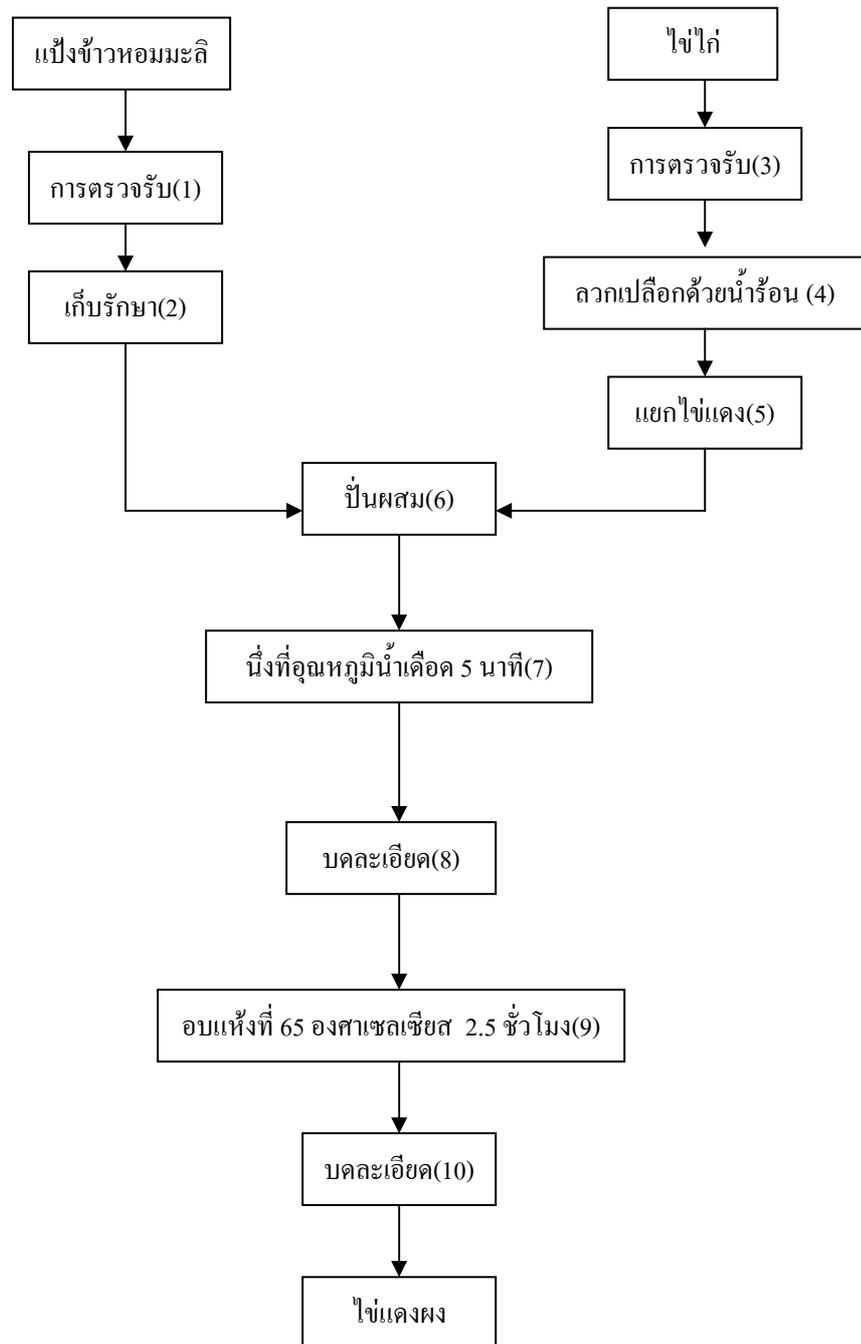
ลำดับที่	ขั้นตอนการผลิต/วัตถุดิบ	รายละเอียดของขั้นตอน
1	ไข่ไก่	พนักงานควบคุมคุณภาพตรวจ รับตาม Raw Material Specification
2	ทำความสะอาด	ล้างทำความสะอาด ใช้น้ำร้อนล้างภายนอก
3	แยกไข่แดง	คัดแยกโดยควบคุมสุกลักษณะ และจัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง
4	แป้งข้าว	พนักงานควบคุมคุณภาพตรวจ รับตามRaw Material Specification จัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง
5	ผสมไข่แดงและแป้งข้าว	พนักงานผลิตปฏิบัติงานตาม เอกสาร การควบคุมการผลิต
6	นำไปนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที	พนักงานควบคุมอุณหภูมิและ เวลาที่ใช้ในการนึ่ง
7	บดด้วยเครื่องบดอาหาร	
8	นำไปอบแห้งที่ 65 องศาเซลเซียส นาน 2.5 ชั่วโมง	ควบคุมอุณหภูมิและเวลาใน การอบแห้ง
9	บรรจุ	บรรจุในถุงพลาสติก NYLON/LLDPE แล้วผนึก ปากถุงให้ปิดสนิท เก็บที่ อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 45 รายละเอียดขั้นตอนการผลิตนมผง

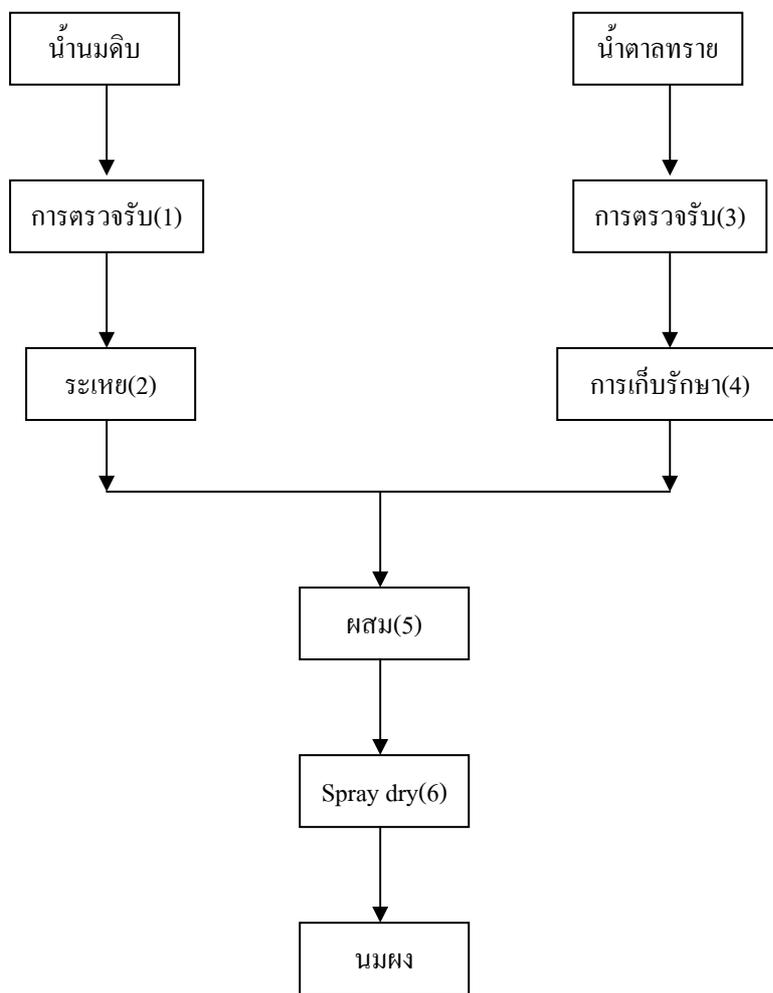
ลำดับที่	ขั้นตอนการผลิต/วัตถุดิบ	รายละเอียดของขั้นตอน
1	นมดิบ	พนักงานควบคุมคุณภาพตรวจรับนมดิบตาม Raw Material Specification
2	กรอง/จัดเก็บใน cooling tank	จัดเก็บที่อุณหภูมิ <math>< 4^{\circ}\text{C}</math>
3	น้ำตาล	พนักงานควบคุมคุณภาพตรวจรับตาม Raw Material Specification และจัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง
4	จัดเก็บน้ำตาล	จัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง
5	การระเหย	พนักงานผลิตปฏิบัติงานตามเอกสาร การควบคุมการผลิต
6	เติมน้ำตาล	พนักงานผลิตเติมน้ำตาลปริมาณ วัด Total soluble solid โดยใช้ refractometer ให้ได้ 65°Brix
7	การทำแห้งด้วยวิธี Spray dry	พนักงานผลิตปฏิบัติงานตามเอกสาร การควบคุมการผลิต
8	บรรจุ	พนักงานผลิตบรรจุนมผงด้วยถุงพลาสติก NYLON/LLDPE ให้มีน้ำหนักถุงละ 10 กิโลกรัม แล้ว seal ปากถุงให้ปิดสนิท

ตารางที่ 46 รายละเอียดขั้นตอนการผลิตนมผสมไปอัดเม็ด

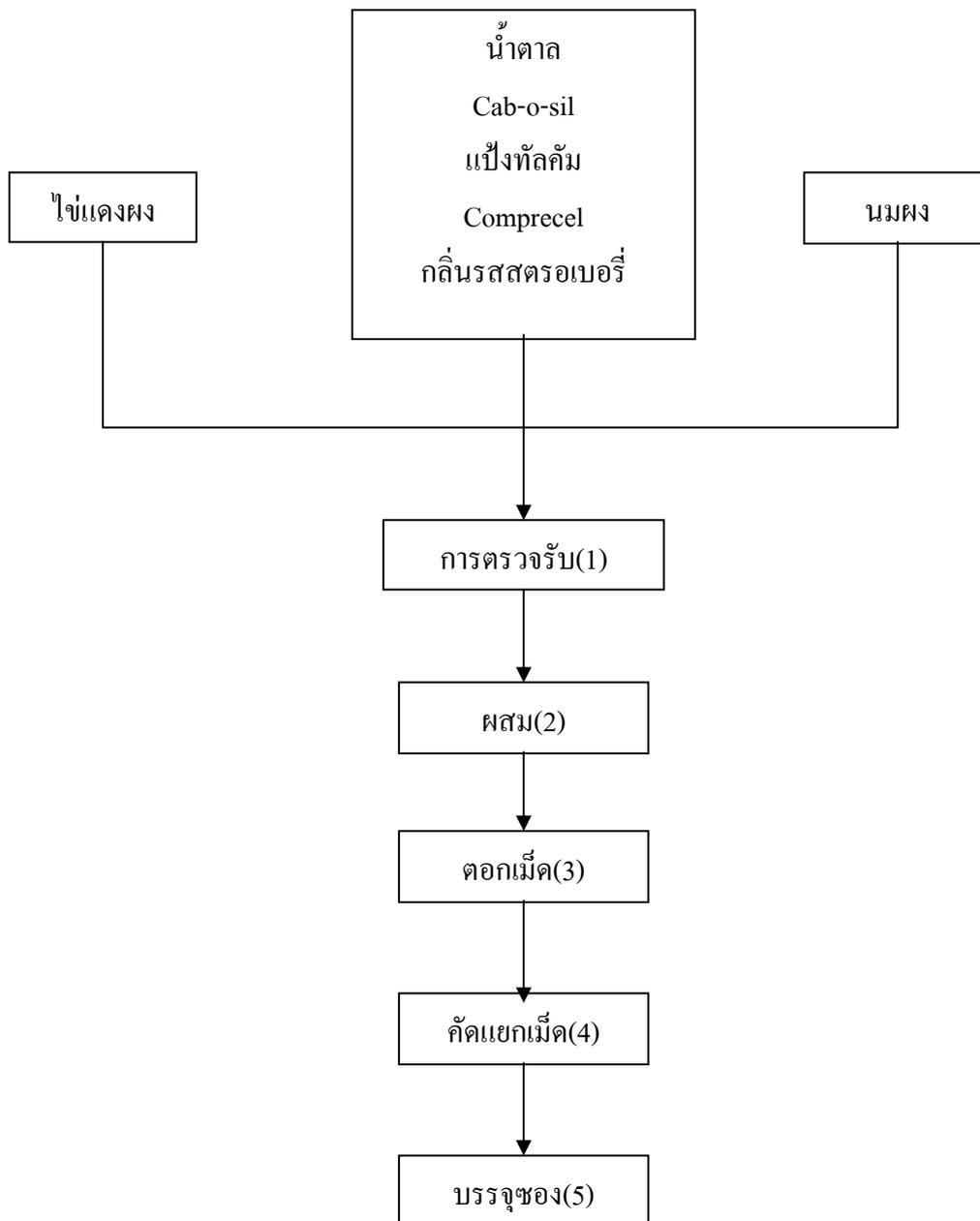
ลำดับที่	ขั้นตอนการผลิต/วัตถุดิบ	รายละเอียดของขั้นตอน
1	นมผง	พนักงานควบคุมคุณภาพตรวจ รับตาม ข้อกำหนด
2	ไข่แดงผง	พนักงานควบคุมคุณภาพตรวจ รับตาม ข้อกำหนด
3	น้ำตาล	พนักงานควบคุมคุณภาพตรวจ รับตามข้อกำหนด จัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง
4	ส่วนผสมอื่นๆ : - cab-o-sil - แป้งทัลคัม - Comprecel - กลิ่นรสสตรอเบอร์รี่	พนักงานควบคุมคุณภาพตรวจ รับตามข้อกำหนด จัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง
5	ผสมวัตถุดิบและส่วนผสม	พนักงานผลิตปฏิบัติงานตาม เอกสาร การควบคุมการผลิต
6	ตอกเม็ด	พนักงานผลิตปฏิบัติงานตาม เอกสาร การควบคุมการผลิต
7	คัดแยกเม็ด	พนักงานผลิตปฏิบัติงานตาม เอกสาร การควบคุมการผลิต
8	บรรจุ	บรรจุในซองอลูมิเนียมฟอยล์ เคลือบพลาสติก PET/AL/LDPE ที่ปิดสนิท เก็บ ที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 36 แผนภูมิกระบวนการผลิตใส้แดงผง



ภาพที่ 37 แผนภูมิกระบวนการผลิตนมผง



ภาพที่ 38 แผนภูมิกระบวนการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด

ตารางที่ 47 การวิเคราะห์อันตรายและกำหนดจุดวิกฤตในการผลิตไข่แดงผง

ขั้นตอน	B/C/P	อันตราย/สาเหตุ/แหล่งที่มาของ อันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP ( Y/N )
				Q1	Q2	Q3	Q4	
การตรวจรับ(1,3) แป้งข้าวหอมมะลิ, ไข่ไก่	B	การมีอยู่ของPathogenic bacteria	-การตรวจรับวัตถุดิบตามขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน -สั่งซื้อวัตถุดิบตามที่ระบุในทะเบียน รายชื่อผู้ขาย	y	n	y	y	N
	C,P	-						
การเก็บรักษา(2) แป้งข้าวหอมมะลิ	B	การปนเปื้อนของ Pathogenic bacteria	ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอน การปฏิบัติงาน	y	n	n		N
	C,P	-						
การทำความสะอาด เปลือกไข่(4)	B	การปนเปื้อนของ Pathogenic bacteria	ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอน การปฏิบัติงาน	y	n	y	y	N
	C,P	-						
การแยกไข่แดง(5)	P	การปนเปื้อนของเปลือกไข่	การตรวจสอบตามขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน	y	n	n		N
	C,P	-						

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ขั้นตอน	B/C/P	อันตราย/สาเหตุ/แหล่งที่มาของ อันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)
				Q1	Q2	Q3	Q4	
การปั่นผสม(6) ไข่แดง, แป้งข้าว	B	การปนเปื้อนของ Pathogenic bacteria	ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอน การปฏิบัติงาน	y	n	n		N
	C,P	-						
การนึ่งไข่แดง(7)	B	การเหลือรอดของ เชื้อที่ทนความร้อน(Thermophile)	การปฏิบัติตามคู่มือปฏิบัติงาน	y	y			Y
	C,P	-						
การบด(8,10)	B	การปนเปื้อนของ Pathogenic bacteria	ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอน การปฏิบัติงาน	y	n	n		N
	C	-						
	P	การปนเปื้อนของ เศษโลหะ ฝุ่นผง	Cleaning Procedure, โปรแกรม บำรุงรักษาเครื่องจักร, คู่มือปฏิบัติงาน	n	n			N
การอบแห้ง(9)	B	การเหลือรอดของ เชื้อที่ทนความร้อน(Thermophile)	การปฏิบัติตามคู่มือปฏิบัติงาน	y	y			Y
	C,P	-						

ตารางที่ 48 มาตรการควบคุมและการตรวจติดตาม ขั้นตอนที่เป็น CCP ในกระบวนการผลิตไข่แดงผง

ขั้นตอน	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มา	การควบคุม (Control)	มาตรการควบคุม (Control Measures)	ค่าวิกฤต (Critical Limits)	การตรวจติดตาม (Monitoring)	การแก้ไข (Corrective Actions)
การนึ่งไข่แดง(7)	การเหลืรอดของเชื้อที่ทนความร้อน	การควบคุมการอยู่รอดของเชื้อที่ทนความร้อน	มีการควบคุมอุณหภูมิและเวลาตามที่กำหนดในคู่มือปฏิบัติงาน	มีการควบคุมอุณหภูมิและเวลาตามที่กำหนดในคู่มือปฏิบัติงาน	-เจ้าหน้าที่งานควบคุมคุณภาพทำการสุ่มตรวจทุก Lot -Record : บันทึกการควบคุมการปฏิบัติงาน	หากพบว่ามี การเหลืรอดของเชื้อที่ทนความร้อน เกินมาตรฐานที่กำหนด ให้เจ้าหน้าที่งานควบคุมคุณภาพทำการ Hold และทำการ Second check หากพบว่ามี การเหลืรอดของเชื้อที่ทนความร้อน เกินมาตรฐานที่กำหนด ให้ทำการ Reject
การอบแห้ง(9)	การเหลืรอดของเชื้อที่ทนความร้อน	การควบคุมการอยู่รอดของเชื้อที่ทนความร้อน	มีการควบคุมอุณหภูมิและเวลาตามที่กำหนดในคู่มือปฏิบัติงาน	มีการควบคุมอุณหภูมิและเวลาตามที่กำหนดในคู่มือปฏิบัติงาน	-เจ้าหน้าที่งานควบคุมคุณภาพทำการสุ่มตรวจทุก Lot -Record : บันทึกการควบคุมการปฏิบัติงาน	หากพบว่ามี การเหลืรอดของเชื้อที่ทนความร้อน เกินมาตรฐานที่กำหนด ให้เจ้าหน้าที่งานควบคุมคุณภาพทำการ Hold และทำการ Second check หากพบว่ามี การเหลืรอดของเชื้อที่ทนความร้อน เกินมาตรฐานที่กำหนด ให้ทำการ Reject

ตารางที่ 49 การวิเคราะห์อันตรายและกำหนดจุดวิกฤตในการผลิตนมผง

ขั้นตอน	B/C/P	อันตราย/สาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)
				Q1	Q2	Q3	Q4	
การตรวจรับ(1) นมดิบ	B	การมีอยู่ของPathogenic bacteria	-การตรวจรับวัตถุดิบตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน	y	n	y	n	Y
	C	การตกค้างของสารปฏิชีวนะ	ปฏิบัติงาน	y	n	y	n	Y
	P	การมีชิ้นส่วนของแมลง ฟันผง เศษไม้ เศษเชือก	-สั่งซื้อวัตถุดิบตามที่ระบุในทะเบียนรายชื่อผู้ขาย	y	n	n		N
การระเหยม(2)	B	การเพิ่มจำนวนของPathogenic bacteria	ควบคุมระยะเวลาในการปฏิบัติงานตามคู่มือปฏิบัติงาน	y	n	n		N
	C,P	-						
การตรวจรับ(3) น้ำตาลทราย	B	การมีอยู่ของPathogenic bacteria	-การตรวจรับวัตถุดิบตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน -สั่งซื้อวัตถุดิบตามที่ระบุในทะเบียนรายชื่อผู้ขาย	y	n	y	y	N
	C,P	-						
การเก็บรักษา(4) น้ำตาลทราย	B	การปนเปื้อนของ Pathogenic bacteria	ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน	y	n	n		N
	C,P	-						

ตารางที่ 49 (ต่อ)

ขั้นตอน	B/C/P	อันตราย/สาเหตุ/แหล่งที่มาของ อันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)
				Q1	Q2	Q3	Q4	
การผสม(5) นม, น้ำตาล	B	การปนเปื้อนของ Pathogenic bacteria	ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอน การปฏิบัติงานและการทำความสะอาด	y	n	n		N
	C,P	-						
การทำแห้ง(6)	B	การปนเปื้อนเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค (Pathogen)	-ควบคุมการทำแห้งตามขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน - Cleaning Procedure	y	y			Y
	C	-						
	P	การปนเปื้อนของ เศษโลหะ ฝุ่นผง	Cleaning Procedure, โปรแกรม บำรุงรักษาเครื่องจักร, คู่มือปฏิบัติงาน	y	n	y	n	Y

ตารางที่ 50 มาตรการควบคุมและการตรวจติดตาม ขั้นตอนที่เป็น CCP ในกระบวนการผลิตนมผง

ขั้นตอน	อันตราย/สาเหตุ หรือแหล่งที่มา	การควบคุม (Control)	มาตรการควบคุม (Control Measures)	ค่าวิกฤต (Critical Limits)	การตรวจติดตาม (Monitoring)	การแก้ไข (Corrective Actions)
การตรวจรับ (1) นมดิบ	การมีอยู่ของ Pathogenic bacteria	ควบคุมการเจริญของเชื้อ Pathogen	เก็บน้ำนมดิบที่ อุณหภูมิ 3-5 องศา เซลเซียส	เก็บน้ำนมดิบที่ อุณหภูมิ 3-5 องศา เซลเซียสไม่เกิน 24 ชั่วโมง	เจ้าหน้าที่งานควบคุมคุณภาพ ทำการตรวจเชื้ออุณหภูมิทุก ครั้งที่มีการรับนมดิบ	-Reject นมดิบที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์ ที่กำหนด - แจ้ง Supplier ให้เข้มงวดใน ขั้นตอนการขนส่ง
	การตกค้างของสาร ปฏิชีวนะ	ควบคุมไม่ให้มีสาร ปฏิชีวนะในน้ำนม	ใช้ Test kit for antibiotic residues	ไม่พบสารปฏิชีวนะ ตกค้าง	เจ้าหน้าที่งานควบคุมคุณภาพ ทำการตรวจทุกครั้งที่ได้รับนม ดิบ	Reject นมดิบที่ตรวจพบสาร ปฏิชีวนะตกค้าง
การทำแห้ง(6)	การปนเปื้อนเชื้อที่ ก่อให้เกิดโรค (Pathogen)จาก อุปกรณ์ที่ไม่สะอาด	มีการควบคุมการทำความ สะอาดของเครื่อง Spay dry	- มีการทำความสะอาด เครื่อง Spay dry ทุก ครั้งหลังปฏิบัติงาน	ไม่มีการปนเปื้อนของ เชื้อ Pathogen	-QAทำการทวนสอบการทำให้ ความสะอาด (Swab test) -QC ทำการสุ่มตรวจ เชื้อจุลินทรีย์ทุกlot	-หากพบว่าการทำความสะอาด ไม่สมบูรณ์ให้แจ้งโรงงานเพื่อทำ ความสะอาดใหม่ - reject หากพบเชื้อเกินมาตรฐาน
	การปนเปื้อนของ เศษโลหะ ฝุ่นผง	-มีการควบคุมการทำความ สะอาดของเครื่อง Spay dry - มีการบำรุงรักษาตาม โปรแกรม	- มีการทำความสะอาด เครื่อง Spay dry ทุก ครั้งหลังปฏิบัติงาน - Daily maintenance	ไม่มีการปนเปื้อนของ เศษโลหะ ฝุ่นผง	QC ทำการสุ่มตรวจทาง กายภาพ(visual)ทุกถุง	-Reject หากพบการปนเปื้อน

ตารางที่ 51 การวิเคราะห์อันตรายและกำหนดจุดวิกฤตในการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด

ขั้นตอน	B/C/P	อันตราย/สาเหตุ/แหล่งที่มาของ อันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP ( Y/N )
				Q1	Q2	Q3	Q4	
การตรวจรับ(1) นมผง, ไข่แดงผง, ส่วนผสมอื่นๆ	B	การปนเปื้อนของ Vegetative Pathogens จากพนักงานและอุปกรณ์	-การตรวจรับวัตถุดิบตามขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน -ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอน การปฏิบัติงาน	y	n	y	n	Y
	C	-						
	P	การมีชิ้นส่วนของแมลง ฝุ่นผง เศษ ไม้ เศษเชือก เศษโลหะ	การตรวจรับวัตถุดิบตามขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน	y	y			Y
การผสม(2) นมผง, ไข่แดงผง, ส่วนผสม	B	การปนเปื้อนของ Vegetative Pathogens จากพนักงานและอุปกรณ์	-ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอน การปฏิบัติงาน, -โปรแกรมการทำความสะอาด	y	n			N
	C,P	-						
การตอกเม็ด(3)	B	การปนเปื้อนของ Vegetative Pathogens จากพนักงานและอุปกรณ์	-ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอน การปฏิบัติงาน, -โปรแกรมการทำความสะอาด	y	n	y	y	N

ตารางที่ 51 (ต่อ)

ขั้นตอน	B/C/P	อันตราย/สาเหตุ/แหล่งที่มาของ อันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP ( Y/N )
				Q1	Q2	Q3	Q4	
	C	การปนเปื้อนจากสารทำความสะอาด, สารหล่อลื่น	-โปรแกรมการทำความสะอาด, -โปรแกรมบำรุงรักษาเครื่องจักร, -คู่มือปฏิบัติงาน	y	n	y	y	N
	P	เศษโลหะ,เศษผงฝุ่นจากเครื่อง	-โปรแกรมการทำความสะอาด, -โปรแกรมบำรุงรักษาเครื่องจักร, -คู่มือปฏิบัติงาน	y	n	y	y	N
<u>การคัดแยกเมล็ด(4)</u>	B	การปนเปื้อนของ Vegetative Pathogensจากพนักงานและอุปกรณ์	-ควบคุมสุขลักษณะที่ดีตามขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน, -โปรแกรมการทำความสะอาด	y	n	n		N
	C,P	-						
<u>การบรรจุ(5)</u>	B	การปนเปื้อนของ Vegetative Pathogensเนื่องจากปิดผนึกของไม่ สนิท	-คู่มือปฏิบัติงาน - โปรแกรมบำรุงรักษาเครื่องจักร	y	y			Y
	C,P	-						

ตารางที่ 52 มาตรการควบคุมและการตรวจติดตาม ขั้นตอนที่เป็น CCP ในกระบวนการผลิตนมผสม ไข่อัดเม็ด

ขั้นตอน	อันตราย/สาเหตุ หรือแหล่งที่มา	การควบคุม (Control)	มาตรการควบคุม (Control Measures)	ค่าวิกฤต (Critical Limits)	การตรวจติดตาม (Monitoring)	การแก้ไข (Corrective Actions)
การตรวจรับ (1) นมผง, ไข่แดงผง, ส่วนผสมอื่นๆ	การปนเปื้อนของ Vegetative Pathogens จาก พนักงานและ อุปกรณ์	การควบคุมการปนเปื้อนของ Vegetative Pathogens	มีการสุ่มตรวจวัตถุดิบทุก Lot. ไม่ให้มีการปนเปื้อนของเชื้อเกินมาตรฐานที่กำหนด	ไม่พบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค	เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพทำการสุ่มตรวจวัตถุดิบทุกlot	หากพบว่ามีปริมาณเชื้อ เกินมาตรฐานที่กำหนด ให้เจ้าหน้าที่งานควบคุมคุณภาพทำการแจ้งโรงงานเพื่อทำการ Hold วัตถุดิบ และทำการ Second check อีกครั้ง หากพบว่ามีปริมาณเชื้อ เกินมาตรฐานที่กำหนด ให้ทำการ Reject วัตถุดิบ Lot. นี้
	การมีชิ้นส่วนของแมลง ผุ่นผง เศษไม้ เศษเชือก เศษโลหะ	ควบคุมการปนเปื้อนของชิ้นส่วนของแมลง ผุ่นผง เศษไม้ เศษเชือก เศษโลหะ	มีการสุ่มตรวจวัตถุดิบทุก Lot. ไม่ให้มีการปนเปื้อนของเศษผุ่นผง โลหะ	ไม่พบการปนเปื้อนชิ้นส่วนของแมลง ผุ่นผง เศษไม้ เศษเชือก เศษโลหะ	-เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพทำการสุ่มตรวจวัตถุดิบทุกlot - ตรวจสอบทางกายภาพด้วยสายตา	หากพบมีการปนเปื้อน ให้เจ้าหน้าที่งานควบคุมคุณภาพทำการ Reject วัตถุดิบ Lot. นี้
การบรรจุ(5)	- การปนเปื้อนของ Pathogen เนื่องจาก ปิดผนึกซองไม่สนิท	ควบคุมการทำงานของเครื่องบรรจุ	มีการตรวจเช็คเครื่องบรรจุก่อนการผลิต	ไม่พบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	-Operator บันทึกการทำงานของเครื่องทุก 1 ชั่วโมง -QA สุ่มตรวจของทุก ชั่วโมง	- Operator ทำการตรวจเช็คความผิดปกติ และทำการแก้ไข - Hold ผลิตภัณฑ์ก่อนจะพบการเบี่ยงเบน 1 ชั่วโมง และนำผลิตภัณฑ์ที่ Hold มาทำการสุ่มตรวจทางกายภาพอีกครั้ง

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดสำหรับเด็กนักเรียนในชนบท มีขั้นตอนการดำเนินงาน คือ การสำรวจสถานะทางโภชนาการของเด็กนักเรียนในโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี การศึกษาอัตราความชอบของเด็กนักเรียนที่มีต่อผลิตภัณฑ์นม การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่จะพัฒนา ศึกษาคุณภาพวัตถุดิบ การพัฒนาสูตร การวัดค่าทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การทดสอบผู้บริโภค และการศึกษาอายุการเก็บ โดยผลการดำเนินงานทั้งหมด สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการสถานะทางโภชนาการ พบว่าในปี2549 7.25% ของนักเรียนในโครงการฯ มีปัญหาทุพโภชนาการ โดยนักเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด มีปัญหาทุพโภชนาการสูงที่สุด เมื่อจำแนกตามพื้นที่ พบว่าเด็กนักเรียนในภาคเหนือมีปัญหาทุพโภชนาการมากที่สุด โดยมี 9.08% นักเรียนในจังหวัดน่านเป็นกลุ่มที่ประสบปัญหาทุพโภชนาการสูง โดยมีอัตราของทุพโภชนาการสูงถึง 14.33 % โดยนักเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดน่านมีอัตราทุพโภชนาการ 14.58% จากการสัมภาษณ์อาจารย์ใหญ่โรงเรียนบ้านนาออก, บ้านนาขวาง, บ้านห่างทางหลวงและบ้านสบมาง จังหวัดน่านสรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มาจากครอบครัวที่มีฐานะยากจน ส่วนใหญ่เป็นเชื้อชาติลัวะ โดยนักเรียนส่วนมากนับถือศาสนาพุทธ นักเรียนทั้ง 4 โรงเรียนมีโครงการอาหารกลางวันซึ่งไม่ค่อยเพียงพอเนื่องจากได้รับเงินงบประมาณน้อย และได้รับนมเป็นอาหารเสริมจากโครงการนมโรงเรียนทุกวันที่มาโรงเรียน นอกจากนี้ยังได้รับนมถั่วเหลืองจากโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนฯ เป็นอาหารเสริมทุกเช้า อย่างไรก็ตามยังคงพบปัญหาทุพโภชนาการในนักเรียนของทั้ง 4 โรงเรียน ในอัตราที่ค่อนข้างสูง

2. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบโดยการศึกษาอัตราความชอบของเด็กนักเรียนที่มีต่อผลิตภัณฑ์นม 3 ชนิด คือ นมยูเอชที นมถั่วเหลืองและนมอัดเม็ด พบว่านมอัดเม็ดได้รับความชอบมากที่สุด ทั้งในด้านความหวาน กลิ่นรสและความชอบโดยรวม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบของผลิตภัณฑ์คล้ายลูกอมหรือขนม เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบระหว่างเด็กนักเรียนในเมืองและในชนบทพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มนักเรียนในชนบทจะให้คะแนนความชอบในระดับที่สูงกว่ากลุ่มนักเรียนในเมือง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กลุ่มนักเรียนในชนบทส่วน

ใหญ่มีฐานะยากจนและขาดแคลนอาหาร จึงเห็นคุณค่าและให้ความสำคัญต่ออาหารที่ได้รับเป็นอย่างมาก เมื่อทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านประชากรศาสตร์กับคะแนนความชอบพบว่า ถิ่นที่อยู่ และอายุมีความสัมพันธ์กับคะแนนความชอบ แม้ว่าเพศจะไม่มีความสัมพันธ์กับความชอบของนมยูเอชทีและนมผงอัดเม็ด

การศึกษาและการเตรียมวัตถุดิบ โดยการศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิที่ใช้ในการผลิตไข่แดง พบว่าการใช้ไข่แดง 65% และแป้งข้าวหอมมะลิ 35% เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเตรียมไข่แดงสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ดซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งตามเกณฑ์ ไข่แดงที่เตรียมได้มี ไขมัน 31.8% โปรตีน 21.35% พลังงาน 523.7 kcal ส่วนนมผงประกอบด้วย ไขมัน 27.8% โปรตีน 20.2% และพลังงาน 541.38kcal

3. การพัฒนาสูตร โดยการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตนมผสมไข่อัดเม็ด ดังนี้ ไข่แดง 25% นมผง 55% น้ำตาล 15% cab-O-sil 0.4% แป้งทาลค์ 1.0% comprecel 3.5% และกลีโคลีนสโตรเบอร์รี่ 0.1% สูตรที่ได้จากการคำนวณมีราคาต่อโลกรัมละ 138 บาท โดยประมาณ

4. การวัดค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ water activity 0.219 ความชื้น 2.31% ค่าความแข็ง 2.32 kp คุณภาพทางเคมี มีโปรตีน 16% ไขมัน 22% คาร์โบไฮเดรต 56% เยื่อใย 5.5% และ เถ้า 4% และมีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐาน ทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด 100 กรัม ให้พลังงาน 480 กิโลแคลอรี ไขมัน 22 % โปรตีน 16% คาร์โบไฮเดรต 55% แคลเซียม 400 มิลลิกรัม วิตามินเอ 160 ไมโครกรัม วิตามินบี1 และ บี2 0.16 และ 1.15 มิลลิกรัมตามลำดับ และผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ด 100 กรัม ประกอบไปด้วย ทริโอฟีน ไทโรซีน วาลีน ไลซีน ไอโซลิวีน ลูซีน และเฟนิลอลานีน 0.67, 0.58, 1.03, 1.10, 0.84, 1.57 และ 0.79 มิลลิกรัม ตามลำดับ

5. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้บริโภคเป้าหมายจำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดในระดับชอบมากที่สุด โดยได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 8.8 คะแนน และผู้บริโภคทั้งหมด ยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ และเมื่อทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคหลังจากการบริโภคผลิตภัณฑ์ติดต่อกันระยะเวลาหนึ่ง (Extended use test) พบว่าแม้ผู้บริโภคได้รับผลิตภัณฑ์ทุกวันเป็นเวลา 3

เดือน แต่ผู้บริโภครยังให้การยอมรับตลอดระยะเวลาศึกษา และให้คะแนนความชอบในระดับชอบมากที่สุด ส่วนการเปลี่ยนแปลงในด้านน้ำหนักของนักเรียนนั้นยังไม่ชัดเจนเนื่องจากมีอิทธิพลจากปัจจัยภายนอก

6. ผลการศึกษาอายุการเก็บโดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในตู้ฟอยด์ลามิเนต ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา โดยไม่การเสื่อมเสียของค่าปัจจัยทางคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และค่าทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์นมผสมไข่อัดเม็ดซึ่งได้จากการศึกษาวิจัยนี้ สามารถใช้เป็นอาหารเสริมโปรตีนสำหรับเด็กนักเรียนในชนบทซึ่งมีปัญหาทุพโภชนาการ ผลิตภัณฑ์ที่ได้้นอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการแล้วยังมีคุณสมบัติที่สะดวกในการขนส่ง มีอายุการเก็บรักษาที่นานจึงเหมาะในการใช้เป็นอาหารเสริมแก่เด็กในชนบท การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดเสริมโปรตีนจากไข่นอกจากจะเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ไขปัญหาด้านโภชนาการในเด็กนักเรียนในชนบทโดยทำให้เด็กนักเรียนในชนบทได้มีแหล่งอาหารโปรตีนเพิ่มขึ้นแล้ว ยังเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น ได้แก่ ไข่ไก่ แป้งข้าวเจ้า รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์การผลิตที่ไม่ยุ่งยาก นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสารอาหารอื่นๆสำหรับเด็กและสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการก่อตั้งโรงงานผลิตนมอัดเม็ดเสริมโปรตีนจากไข่เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

#### ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาการพัฒนา นมอัดเม็ดสำหรับเด็ก โดยเสริมสารอาหารอื่นๆ ตามสภาวะทางโภชนาการของเด็กในแต่ละพื้นที่ เช่น เหล็ก ไอโอดีน ฟลูออไรด์
2. ศึกษาการผลิตไข่ผงโดยใช้วัตถุดิบและส่วนผสมที่มีอยู่ในท้องถิ่น เพื่อเป็นต้นแบบในการส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปดำเนินการได้
3. ศึกษาการผลิตอาหารเสริมสำหรับผู้บริโภคกลุ่มอื่น โดยใช้วัตถุดิบและเครื่องมืออุปกรณ์ที่หาได้ในประเทศ

4. ศึกษาการใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทอื่นหรือสภาวะการเก็บต่าง ๆ เพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมอนามัย. 2532. **ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย**. คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรได้รับของประชาชนไทย. กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ. 159 น.
- กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2546. **โรคขาดโปรตีนและกำลังงาน**. แหล่งที่มา : [http:// www.anamai.moph.go.th/nutri](http://www.anamai.moph.go.th/nutri), 4 มีนาคม 2546.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2544. **การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวด้วย SPSS for window**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 218 น.
- คณะกรรมการสวัสดิการกรมอนามัย. 2545. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ. 132 น.
- โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา. 2542. **โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา**. พิมพ์ครั้งที่ 2, โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา, พระราชวังดุสิต, กรุงเทพฯ.
- โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา. 2545. **40ปี โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา**. (ซีดีรอม วิดีทัศน์). โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา, พระราชวังดุสิต, กรุงเทพฯ.
- งามชื่น คงเสรี. 2537. **ศักยภาพพันธุ์ข้าวไทยสู่การแปรรูป**, น. 7-15. ใน การประชุมวิชาการ : ศักยภาพข้าวไทยทิศทางใหม่สู่อุตสาหกรรม 4 กุมภาพันธ์ 2537. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชวนิศนดากร วรวรรณ, ม.ร.ว. 2527. **การเลี้ยงโคนม**. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 365 น.
- เนื่อทอง วานานวัช, อรอนงค์ นัยวิกุล และปริศนา สุวรรณภรณ์. 2543. **การใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง**. *จดหมายข่าวผลิใบ* 3(3) : 2-15.

พจนีย์ พงศ์พจน์. 2546. การพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตปาท่องโก๋จากแป้งข้าวหอมมะลิ  
ไทยผสมแป้งสาลี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พรวิñas ปิ่นหยง. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2519. การเสื่อมเสียและการแปรรูปไข่. มหาวิทยาลัยสงขล  
นครินทร์,สงขลา. 90 น.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์  
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ยุวดี คาคการณ์ไกล. 2542. สถานการณ์ด้านสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อมในประเทศ  
ไทย. กรมอนามัย,นนทบุรี. 132 น.

รัฐพล กิตตินรรัตน์. 2543. แบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมิ่งเพื่อบริหารเงินทุนของสหกรณ์ออม  
ทรัพย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา วิสิษฐุครการ. 2539. การประเมินอายุการเก็บของอาหาร. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะ  
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลดาวัดย์ เจริญรัตนศรีสุข. 2547. การพัฒนาแป้งขนมปังเสริมโปรตีนและใยอาหารพร้อมใช้.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณมา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิลละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. สำนักพิมพ์  
โอเดียนสตาร์,กรุงเทพฯ. 187 น.

วารุณี วารุญญานนท์, สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์, วิภา สุโรจนะเมธากุล, รัศมี ศุภศรี และ พัชร  
ตั้งตระกูล. 2543. การใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น, น. 464-517. ใน  
รายงานการวิจัยชุดโครงการวิจัยข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว. สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,  
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

วุฒินันท์ คงทัด. 2541. การพัฒนาอาหารเสริมโปรตีนชนิดอัดเม็ดจากไข่แดงผงและนม  
ผงเพื่อเป็นอาหารของเด็กในวัยเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ.

ศรีเวียง ทิพกานนท์. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าว. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คันสนีย์ เนียมเปรม. 2543. การพัฒนาแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุกสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมจีน.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 264 น.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2537. ผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากแป้งข้าว, น. 19-24. ใน การประชุมวิชาการ  
: ศักยภาพข้าวไทยทิศทางใหม่สู่อุตสาหกรรม 4 กุมภาพันธ์ 2537.  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2541.  
แผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดาร ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราช-  
สุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ระยะที่ 2 พ.ศ.2540-2544. สำนักพระราชวัง, กรุงเทพฯ. 59 น.

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2544.  
คู่มือการปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดสารอาหารของเด็กแรกเกิดถึง14ปี ตาม  
พระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. สวนจิตรลดา, พระราชวัง  
ดุสิต, กรุงเทพฯ. 24 น.

สำนักงานโครงการส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี. 2550.

แผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดารตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพ

รัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี ระยะที่3 พ.ศ. 2545 -2549. แหล่งที่มา:

[http://kanchanapisek.or.th/kp14/plan3/method\\_main.htm](http://kanchanapisek.or.th/kp14/plan3/method_main.htm) , 28 มีนาคม 2550

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า.

มอก. 638-2529.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2540. ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุด

วิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหารและคำแนะนำในการนำไปใช้. มาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 19น.

สุพัตรา เลิศวิชยวัฒนา. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าววงอก. วิทยานิพนธ์ปริญญา

โท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2543. ความปลอดภัยของอาหาร(การใช้ระบบHACCP). สมาคมส่งเสริม

เทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ. 412 น.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529. ไข่และเนื้อไก่. โรงพิมพ์อมรการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 382 น.

สุวิมล กิรติพิบูล. 2539. HACCPและISO 9000 ในอุตสาหกรรมแปรรูปผักและผลไม้.

เอกสารประกอบการฝึกอบรม.มูลนิธิอินเทอร์เน็ตฯเนชั่นแนลไลฟ์สไตล์อินสตีทิวต์ประเทศไทย

และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

สุวิมล ไทวิวิชญ์. 2541 . การศึกษาอาหารเสริมพลังงานแก่เด็กวัยก่อนวัยเรียน. คณะ

มนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 46 น.

เสาวนีย์ จักรพิทักษ์. 2542. หลักโภชนาการปัจจุบัน. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ.

หทัยรัตน์ ริมศิริ. 2549. กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์, น. 22-38. ใน รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, บรรณาธิการ. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โอภาส เสวีกุล. 2550. **รัตนราชกุมารี (กาแฟพัฒนา)**. สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์. แหล่งที่มา : <http://thaisnews.com/prdnews/48/page17.htm> , 22 กุมภาพันธ์ 2550.

AOAC. 2000. **AOAC Official Methods of Analysis**. 17<sup>th</sup> ed., The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1588 p.

Birch, L.L. 1981. Generalization of a modified food preference. **Child Dev.** 52: 755-758

Birch, L.L., L. McPhee, L. Steinberg and S. Sullivan. 1990. Conditioned flavor preferences in young children. **Physiol. Behav.** 47:501-505

Birch, L.L., and S. Sullivan. 1991. Measuring children's food preferences. **J. Sch. Health** 61(5):212-213

Bourne, M.C.1982. **Food Texture and Viscosity**. Concept and measurment. New York. Academic Press. 352 p.

Carpenter,R. P., D. H. Lyon and T. A. Hasdell. 2000. **Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control**. 2<sup>nd</sup> edition. Aspen Publishers,Inc.,Maryland. 210 p.

Chen, A.W., Resurreccion, A.V.A., and Paguio, L.P.1996. Age appropriate hedonic scales to measure food preference of young children. **J. Sens. Stud.** 11:141-163

- D'Souza, S.F. and S.S. Godbole. 1989. Removal of glucose from egg prior to spray drying by fermentation with immobilized yeast cells. **Biotechnol. Lett.** 11 (3) :211-212
- David, E.G. 1970. Evaluation and selection of flexible film for food packaging. **Food Technology** 22 (2) : 62.
- Department of Animal Sciences. 2007. **Egg Structure : Overview**. Avian Sciences Net, Dept. of Animal Sciences, Purdue University. Available Source : <http://ag.ansc.purdue.edu/poultry/class.htm> , February 22, 2007.
- Fayed, M.E. and L. Otten. 1997. **Handbook of Powder Science and technology**. 2<sup>nd</sup> edition. Chapman and Hall, New York. 898 p.
- FAO. 2007. **Amino-Acid Content of Milk and Milk Products**. Amino-Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins. Available Source: <http://www.fao.org/docrep/005/ac854t/AC854T52.htm> , March 28, 2007.
- Gianninoto, S.I. and G. Perillo. 1977. Liquid and dried eggs in the food industry. **Industrie-Alimentary**. 16(12): 81-88
- Hetherington, M.M., Bell, A. and Rolls, B.J.2000. Effects of repeat consumption on pleasantness, preference and intake. **British Food Journal**. 102 (7): 507-521
- Kimmel,S.A., Sigman-Grant,M., and Guinard, J.X. 1994. Sensory testing with young children. **Food Technol.** 48(3):92-99
- Kroll,B.J. 1990. Evaluating rating scales for sensory testing with children. **Food Technol.**44(11):78-86

- Lawless, H.T. and H. Heymann.1998. **Sensory Evaluation of Food Principles and Practices**. Chapman & Hall. 819p.
- Lubuza, T.P. 1982. **Shelf Life Dating of Food**. Food and Nutrition Press Inc., Westport, Connecticut 500 p.
- Marsh, K.S. 1986. **The Wiley Encyclopedia of Packaing Technology**. John Wiley and Sons Inc., New York. 582 p.
- Meilgaard, M., G. V. Civille and B. T. Carr. 1999. **Sensory Evaluation Techniques**.3<sup>rd</sup> edition. CRC Press, New York.387 p.
- Moskowitz, H.R. 1980. Psychometric evaluation of food preferences. **Journal of Foodservice Systems**. 1: 149-67.
- Moskowitz, H.R. 1985. **New Direction for Product Testing and Sensory Analysis of Food**. Food and Nutrition Press, Westport. CT.
- Moskowitz, H.R. 1994. **Food Concepts and Products: Just-in-Time Development**. Food and Nutrition Press, Westport. CT.
- Nielsen, E.W. and J.A. Ullum. 1989a. **Dairy Technology1**. Danish Turnkey Dairy Ltd.,Denmark. 110p.
- . 1989b. **Dairy Technology2**. Danish Turnkey Dairy Ltd., Denmark. 286 p.
- Pesrson, D. 1976. **The Chemical Analysis of Food**. 7<sup>th</sup> ed., Churchill livingstone, Edinburgh.

Phillips, B.K., and Kolasa, K.K. 1980. Vegetable preferences of preschoolers in day care. **J. Nutr. Educ.** 12(4):192-195

Pliner, P. 1982. The effect of mere exposure on liking for edible substances. **Appetite.** 3: 283-290

Quast, O.G. and M. Kareal. 1973. Simulating shelflife. **Modern Packaging** 46(3) : 50

Resampling Stats, Inc. 2007. **XLMiner User Guide.** Available Source :  
[http://www.resample.com/xlminer/help/HClst/HClst\\_ex.htm](http://www.resample.com/xlminer/help/HClst/HClst_ex.htm) , February 25, 2007

Resurreccion, A. V. A. 1998. **Consumer Sensory Testing for Product Development.** Aspen Publishers, Inc., Maryland, USA.

Rolls, E.T. and de Waal, W.L. 1985. Long term sensory-specific satiety: evidence from an Ethiopian refugee camp. **Physiology & Behavior.** 34 : 1017-1020

Romanolf, A.L. and A.J. Romanolf. 1949. **The Avien Egg.** John Wiley and Sons, Inc. New York.

Rosenthal, A. J. 1999. **Food Texture Measurement and Perception.** Aspen Publishing, Inc. USA. 311 p.

Siaan, M., K. Pintye-Hodi, P. Szabo-Revesz, P. Jr. Kasa and I. Eros. 2000. Influence of Avicel PH – 301 on the compressibility of alpha-methyldopa and phenobarbitone in direct compression. **Drug Development and Industrial Pharmacy.** 26(9):1013-1018

Siegel, P.S. and Pilgrim, F.J. 1958. The effect of monotony on the acceptance of food. **American Journal of Psychology.** 71: 756-759

Spaeth, E.E., Chambers, E., and Schwenke, J.R. 1992. A comparison of acceptability scaling methods for use with children. In **Product Testing with Consumers for Research Guidance: Special Consumer Group**. L.S. Wu and A.E. Gelinas, Eds. American Society for Testing Materials(ASTM), Philadelphia, PA. pp.65-77

Stadelman, W.J. and O.J. Cotterill. 1977. **Egg Science and Technology**. The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut.

Stone, H. and J.L. Sidel. 1993. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press, Inc., San Diego.

Taylor, L.W. 1949. **Fertility and hatchability of Chicken and Turkey Eggs**. University of California, Berkeley.

Thomas, R.M.1992. **Comparing Theories of Child Development**. 3<sup>rd</sup> ed. Wadsworth, Belmont,CA.

**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามในการทดสอบผู้บริโภคร

## ภาคผนวก ก1

## คำอธิบาย

- ให้นักเรียนเขียนชื่อ และอายุลงบนใบคำตอบ และเขียนเลขรหัสของตัวอย่างที่ได้รับในช่องมุมซ้ายมือด้านบนของกระดาษคำตอบ
- ให้นักเรียนรับประทานตัวอย่างนมและให้คะแนนความชอบที่มีต่อตัวอย่างนมโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยมหน้ารูป ★ โดยให้รูป ★ แทนคะแนนความชอบ ดังนี้

★	= ไม่ชอบมากที่สุด
★ ★	= ไม่ชอบมาก
★ ★ ★	= ไม่ชอบปานกลาง
★ ★ ★ ★	= ไม่ชอบเล็กน้อย
★ ★ ★ ★ ★	= เฉยๆ
★ ★ ★ ★ ★ ★	= ชอบเล็กน้อย
★ ★ ★ ★ ★ ★ ★	= ชอบปานกลาง
★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★	= ชอบมาก
★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★	= ชอบมากที่สุด

ผลิตภัณฑ์.....

ชื่อ.....

อายุ.....

ชั้น.....

กรุณารับประทานนมและให้คะแนนความชอบโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยมหน้า

★ โดยให้รูป ★ แทนคะแนนความชอบ (★ 1 ดวง = ไม่ชอบ และ ★ 9 ดวง = ชอบมาก)

กลิ่น	
	★
	★ ★
	★ ★ ★
	★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

รสหวาน	
	★
	★ ★
	★ ★ ★
	★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

ความชอบ	
	★
	★ ★
	★ ★ ★
	★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★

## ภาคผนวก ก2

## คำอธิบาย

- ให้นักเรียนเขียนชื่อ และอายุลงบนใบคำตอบ และเขียนเลขรหัสของตัวอย่างที่ได้รับในช่องมุมขวามือด้านบนของกระดาษคำตอบ
- ให้นักเรียนรับประทานตัวอย่างนมและให้คะแนนความชอบที่มีต่อตัวอย่างนมโดยใช้เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยมได้รูป ★ โดยให้รูป ★ แทนคะแนนความชอบ ดังนี้

★ = ไม่ชอบมากที่สุด	★ ★ ★ ★      = ชอบเล็กน้อย ★ ★
★ ★ = ไม่ชอบมาก	★ ★ ★ ★      = ชอบปานกลาง ★ ★ ★
★ ★ ★      = ไม่ชอบปานกลาง	★ ★ ★ ★      = ชอบมาก ★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★      = ไม่ชอบเล็กน้อย	★ ★ ★ ★      = ชอบมากที่สุด ★ ★ ★ ★ ★
★ ★ ★ ★      = เฉยๆ ★	

ชื่อ..... ชั้น..... อายุ.....ปี รหัสตัวอย่าง.....

กลิ่น →

★	★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

รสหวาน →

★	★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

ความชอบ →

★	★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

## ภาคผนวก ก3

ชื่อ .....

ผลิตภัณฑ์.....

ชั้น..... อายุ.....ปี

กรุณารับประทานนมและให้คะแนนความชอบโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสี่เหลี่ยมหน้ารูป

★ โดยให้รูป ★ แทนคะแนนความชอบ ดังนี้

1 ★ = ไม่ชอบมากที่สุด

6 ★ = ชอบเล็กน้อย

2 ★ = ไม่ชอบมาก

7 ★ = ชอบปานกลาง

3 ★ = ไม่ชอบปานกลาง

8 ★ = ชอบมาก

4 ★ = ไม่ชอบเล็กน้อย

9 ★ = ชอบมากที่สุด

5 ★ = เลขๆ

1. ท่านรู้สึกอย่างไรกับ สี ของผลิตภัณฑ์นี้

1 ★	2 ★	3 ★	4 ★	5 ★	6 ★	7 ★	8 ★	9 ★

2. ท่านรู้สึกอย่างไรกับ ความแข็ง ของผลิตภัณฑ์

1 ★	2 ★	3 ★	4 ★	5 ★	6 ★	7 ★	8 ★	9 ★

3. ท่านรู้สึกอย่างไรกับ กลิ่นรสใหม่ ของผลิตภัณฑ์

1 ★	2 ★	3 ★	4 ★	5 ★	6 ★	7 ★	8 ★	9 ★

4. ท่านรู้สึกอย่างไรกับ กลิ่นรสตรอบเบอร์รี่ ของผลิตภัณฑ์

1 ★	2 ★	3 ★	4 ★	5 ★	6 ★	7 ★	8 ★	9 ★

5. ท่านรู้สึกอย่างไรกับ เนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์

1 ★	2 ★	3 ★	4 ★	5 ★	6 ★	7 ★	8 ★	9 ★

6. กรุณาให้คะแนน ความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์

1 ★	2 ★	3 ★	4 ★	5 ★	6 ★	7 ★	8 ★	9 ★

7. ท่านจะรับประทานผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

รับประทาน

ไม่รับประทาน

8. ผลิตภัณฑ์นี้ผลิตจากนมและไข่ ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงาน ที่ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย หลังจากทราบข้อมูลนี้แล้ว ท่านจะรับประทานผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

รับประทาน

ไม่รับประทาน

**ภาคผนวก ข**

**การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา**

## นิยามศัพท์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

### 1. ลักษณะปรากฏ

1.1 สีเหลือง หมายถึง สีเหลืองโดยรวมของผลิตภัณฑ์

### 2. เนื้อสัมผัส

2.1 ความแข็ง หมายถึง แรงที่ใช้ในการกัดผลิตภัณฑ์ครั้งแรก

### 3. กลิ่นรส

3.1 กลิ่นรสไข่ หมายถึง กลิ่นรสของไข่เมื่อผลิตภัณฑ์อยู่ในปาก

3.2 กลิ่นรสสตอเบอรี่ หมายถึง กลิ่นรสสตอเบอรี่เมื่อผลิตภัณฑ์อยู่ในปาก

### 4. รสชาติ

4.1 รสหวาน หมายถึง รสหวานที่ได้รับจากสารที่ให้รสหวาน



## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางมยุรฉัตร นาทวรทัต
วัน เดือน ปี ที่เกิด	12 พฤศจิกายน 2507
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2530 - วท.บ.(เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ.2537- วท.ม.(พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	รองผู้อำนวยการด้านอุตสาหกรรมและวิจัยพัฒนา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-พระราชทรัพย์ส่วนพระองค์สมเด็จพระเทพ รัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี - ทุนโนวาติสเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา