

การผลิตอาหารเสริมสำหรับทารกโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชั่น



นางสาว วราภรณ์ จำรูญธเนศกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-578-550-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017854

i1784801x

PRODUCTION OF SUPPLEMENTARY FOOD FOR INFANT  
BY EXTRUSION PROCESS

Miss Varaporn Chamroontaneskul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Department of Food Technology  
Graduate School  
Chulalongkorn University

1991

ISBN 974-578-550-4

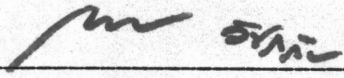




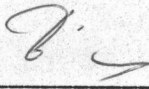
ชื่อวิทยานิพนธ์      การผลิตอาหารเสริมสำหรับทารกโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน  
โดย                      นางสาวราภรณ์ จำรูญธเนศกุล  
ภาควิชา                  เทคโนโลยีทางอาหาร  
อาจารย์ที่ปรึกษา      รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล

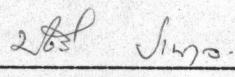
---

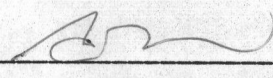
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

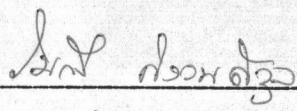
  
\_\_\_\_\_ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรไภย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
\_\_\_\_\_ ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ รัญพิทยากุล)

  
\_\_\_\_\_ กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล)

  
\_\_\_\_\_ กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา เลาสงคราม)

  
\_\_\_\_\_ กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.รเมณี สงวนติกุล)

วารสาร จารุญชเนตกุล : การผลิตอาหารเสริมสำหรับทารกโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน  
(PRODUCTION OF SUPPLEMENTARY FOOD FOR INFANT BY EXTRUSION PROCESS)

อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.พัชรี ปานกุล, 112 หน้า. ISBN 974-578-550-4

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการนำวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการหลายชนิดมาคำนวณหาสูตรอาหารเสริมที่เหมาะสมสำหรับทารกโดยโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear programming) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ชื่อ LINDO โดยสูตรที่ได้ต้องมีปริมาณสารอาหารที่ศึกษาซึ่งได้แก่ โปรตีน กรดอะมิโนที่จำเป็น วิตามินเอ บีหนึ่ง บีสอง ธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัสเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องอาหารเสริมสำหรับเด็ก จากการศึกษาพบสูตรอาหารที่เป็นไปได้ตามต้องการ 7 สูตร นำสูตรที่ได้มาผลิตโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน คัดเลือกสูตรที่สามารถผลิตได้จากกระบวนการนี้และได้รับการยอมรับมากที่สุดคือสูตรที่ประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้า 55.02% ไข่ไก่ 18.96% แครอท 3.34% นมผงขาดมันเนย 3.14% และแป้งถั่วเหลือง 20.0% ได้ศึกษาสภาวะการผลิต ได้แก่ อุณหภูมิโซนที่ 2 : 3 และความเร็วสกรูอัด พบว่าอุณหภูมิโซนที่ 2 : 3 180 °C : 180 °C ความเร็วสกรูอัด 100 รอบต่อนาที และความชื้นของส่วนผสมวัตถุดิบไม่เกิน 25% เป็นสภาวะที่เหมาะสม นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 °C จนมีปริมาณความชื้นเท่ากับหรือน้อยกว่า 5% และนำไปบดเป็นผง นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการที่ศึกษา พบว่า สารอาหารเกือบทุกตัวที่ศึกษามีปริมาณเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ยกเว้นวิตามินเอที่มีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย จากนั้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุกเดือนในระยะเวลาเก็บ 3 เดือน พบว่าวิตามินบีหนึ่งมีปริมาณลดลง แต่ผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับในการประเมินผลทางประสาทสัมผัส



ภาควิชา ..เทคโนโลยีชีวภาพอาหาร.....  
สาขาวิชา ..เทคโนโลยีการอาหาร.....  
ปีการศึกษา ..2533.....

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
.....



VARAPORN CHAMROONTANESKUL : PRODUCTION OF SUPPLEMENTARY FOOD FOR  
INFANT BY EXTRUSION PROCESS. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. PATCHAREE  
PANKUN, PhD. 112 pp. ISBN 974-578-550-4

The objective of this research is a study of supplementary food for infant from various raw materials by extrusion process. The formulas were obtained by using linear programming method with computer packaged programme called LINDO. All the computerized formulas meet the required nutritional standards set by The Ministry of Public Health -- such as protein, essential amino acid, vitamin A ,B1, B2, iron and phosphorus. From the linear programming method, there were 7 possible formulas available by the extrusion process. The most acceptable formula by panel test consisted of rice flour 55.02%, egg 18.05%, carrot 3.79%, defatted milk powder 3.14% and soy flour 20.0%. The suitable process conditions for production by extruder were : temperature zone 2 : zone 3 180 °C : 180 °C ; screw speed 100 rpm. and the moisture content at 25% by mixed weight. The extrudate was dried at 65 °C to final moisture content about 5% and grounded to powder.

The product was analyzed for nutritional values. It was found that the sample met all the required nutritional values except vitamin A which was slightly lower. The product was stored for three consecutive months and samples were drawn for analysis every month. It was found that vitamin B1 gradually decreased. However, the three month shelf-life sample was still accepted by panelists.

ภาควิชา ..... เทคโนโลยีทางอาหาร .....  
สาขาวิชา ..... เทคโนโลยีการอาหาร .....  
ปีการศึกษา ..... 2533 .....

ลายมือชื่อนิติ ..... *Varaporn Chamroontaneskul* .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... *Assoc. Prof. Patcharee Pankun* .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รศ.ดร. พัชรี ปานกุล ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และกำลังใจที่ดี ตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดการวิจัยนี้  
ขอขอบคุณ คุณสุชาติ กรณาวงษ์ ผู้จัดการฝ่ายขายบริษัทสตรองเน็ค ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ภาษาบรรจุ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนวิจัยนี้ ตลอดจนเพื่อนและเจ้าหน้าที่ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลืออย่างดีและสม่าเสมอตลอดมา

และสุดท้าย กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ความกรุณาสนับสนุนอย่างเต็มที่ในทุกด้านตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา







## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	3
3. วิธีการทดลอง.....	19
4. ผลการทดลอง.....	33
5. วิจารณ์ผลการทดลอง.....	74
6. สรุปผลการทดลอง.....	86
เอกสารอ้างอิง.....	88
ภาคผนวก ก.....	93
ภาคผนวก ข.....	108
ภาคผนวก ค.....	110
ภาคผนวก ง.....	111
ประวัติผู้เขียน.....	112

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณของสารอาหารบางชนิดที่กำหนดในประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 87 พ.ศ.2528.....	8
2.2 ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นตามข้อกำหนดในประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 87 พ.ศ.2528.....	9
3.1 ปริมาณสารอาหารที่สำคัญในวัตถุดิบตัวอย่างบางชนิดในสูตร.....	23
3.2 สมการแสดงคุณค่าทางอาหาร (Nutritional constraints) ที่ใช้ในการ ศึกษาสูตรอาหาร.....	24
3.3 สมการที่ใช้ในการคำนวณหาสูตรอาหารของสูตรแบ่งข้าวเจ้า ตับหมู แครอทและ แป้งถั่วเหลือง.....	27
4.1 อาหารเสริมครบถ้วนสำหรับเด็กที่มีนมเป็นองค์ประกอบหลักในท้องตลาด.....	34
4.2 อาหารเสริมครบถ้วนสำหรับเด็กที่มีธัญพืชเป็นองค์ประกอบหลักในท้องตลาด.....	36
4.3 อาหารเสริมเฉพาะอย่างที่วางจำหน่ายในท้องตลาด.....	37
4.4 ผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจซื้อ.....	38
4.5 การจัดกลุ่มของวัตถุดิบที่จะนำไปศึกษาสูตรอาหารเสริม.....	40
4.6 ปริมาณสารอาหารในวัตถุดิบที่ใช้ในการหาสูตรอาหารเสริม (ต่อ 100 กรัมของส่วนที่กินได้).....	43
4.7 ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นในวัตถุดิบที่ใช้ในการหาสูตรอาหารเสริม (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของส่วนที่กินได้).....	44
4.8 ผลของการเติมแหล่งของธาตุเหล็กและวิตามินเอเพิ่มเติมในกลุ่มของวัตถุดิบ.....	46
4.9 ส่วนประกอบของวัตถุดิบในสูตรอาหารเสริมที่ได้จากโปรแกรม LINDO.....	47
4.10 ปริมาณสารอาหารในสูตรอาหารเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (ปริมาณต่อ 100 กิโลแคลอรี).....	49
4.11 ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นในสูตรอาหารเสริมเปรียบเทียบกับมาตรฐานของ กระทรวงสาธารณสุข (มิลลิกรัมต่อกรัมของโปรตีน).....	50
4.12 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทั้ง 7 สูตรจากการคำนวณ (%).....	51



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.13 ปริมาณไขมันในส่วนผสมของวัตถุดิบทั้ง 7 สูตรจากการคำนวณ.....	52
4.14 ปริมาณความชื้นในสูตรอาหาร 7 สูตรที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับค่า ที่ได้จากการวิเคราะห์.....	53
4.15 ผลของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารเสริม 5 สูตร ก่อนนำไปละลายน้ำ.....	54
4.16 ผลของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารเสริม 5 สูตร หลังนำไปละลายน้ำ.....	55
4.17 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากสภาวะการผลิต ต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมก่อนละลายน้ำ.....	56
4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ที่สภาวะการผลิตต่างๆในผลิตภัณฑ์ก่อนละลายน้ำ.....	57
4.19 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะการผลิตต่างๆใน ผลิตภัณฑ์หลังละลายน้ำ.....	59
4.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ที่สภาวะการผลิตต่างๆในผลิตภัณฑ์หลังละลายน้ำ.....	60
4.21 การเปรียบเทียบคะแนนความชอบเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะอุณหภูมิต่างๆในผลิตภัณฑ์หลังละลายน้ำ.....	61
4.22 การเปรียบเทียบคะแนนความชอบเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะความเร็วสกรูอัดต่างๆในผลิตภัณฑ์หลังละลายน้ำ.....	61
4.23 สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่สภาวะการผลิตต่างๆ.....	63
4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะ การผลิตต่างๆ.....	64
4.25 ปริมาณสารอาหารในสูตรอาหารเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามประกาศ กระทรวงสาธารณสุข (ต่อ 1๐๒ กิโลแคลอรี).....	69

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.26 ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นในสูตรอาหารเปรียบเทียบกับมาตรฐานตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (มิลลิกรัมต่อกรัมของโปรตีน).....	69
4.27 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์จากการวิเคราะห์.....	70
4.28 ปริมาณความชื้นและวิตามินบีหนึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่ระยะเวลา การเก็บต่างๆ.....	71
4.29 คະແນນการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ก่อนละลายน้ำ.....	72
4.30 คະແນນการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ ในผลิตภัณฑ์หลังละลายน้ำ.....	73



## สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการผลิตอาหารเสริมโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรักชัน.....	32
4.1	ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมก่อนละลายน้ำ.....	66
4.2	ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมหลังละลายน้ำ.....	67