P-ISSN 0858-4435
E-ISSN 2651-1231
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Homepage : http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj
ปีที่ 31 ฉบับที่ 1 (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2566) หน้า [99-113]

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็ก 6 เดือนถึง 3 ปี จากวัตถุดิบหลักภายในประเทศไทย

# Development of Complementary Food for Children Aged 6 Months to 3 Years from Main Ingredients in Thailand

ฉัตรภา หัตถโกศล*, มณีรัตน์ เตชะวิเชียร, ญาณิศา ทับเจริญ
*ภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10400*
Chatrapa Hudthagosol*, Maneerat Techavichian, Yanisa Thapcharoen
*Department of Nutrition, Faculty of Public Health, Mahidol University, Bangkok 10400*
Received 19 November 2022; Received in revised 29 December 2022; Accepted 10 January 2023

**บทคัดย่อ**

เด็กวัย 6 เดือน ถึง 3 ปี เป็นวัยที่มีการเจริญเติบโตทั้งทางร่างกาย สมอง และสติปัญญา อาหารที่เหมาะกับเด็กวัยนี้ควรเป็นอาหารที่มีประโยชน์ ให้พลังงานสูงและมีสารอาหารเพียงพอ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอาหารเสริมสำหรับเด็กที่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสำหรับเด็กวัย 6 เดือนถึง 3 ปี จากวัตถุดิบหลักธรรมชาติที่มีในประเทศไทย โดยแปรผันปริมาณฟักทองเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 7, 11, และ 15 ประเมินความชอบด้วยการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้สเกลความชอบ 9 ระดับกับผู้ทดสอบชิม 25 คน วิเคราะห์ความเป็นกรดด่าง ความหนืด และคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา ผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างของคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะ สูตรที่มีฟักทองร้อยละ 11 และ 15 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด จึงนำมาพัฒนาต่อโดยเติมวิตามินรวม ธาตุเหล็ก แคลเซียม โปรตีนจากถั่วลันเตา และฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ นำสูตรที่พัฒนาไปผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิม 98 คน พบว่าสูตรที่มีฟักทองร้อยละ 11 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี (6.05 ± 2.09 คะแนน) มากกว่าสูตรที่มีฟักทองร้อยละ 15 (5.87 ± 1.90 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ การตรวจวิเคราะห์อาหารทั้ง 2 สูตรมีความเป็นกรดต่ำ (6.34 ± 0.01 และ 6.46 ± 0.01 ตามลำดับ) และมีความหนืดสูง (6,685.80 ± 245.80 และ 39,893.33 ± 1,019.94 เซนติพอยส์ ตามลำดับ) สูตรที่มีฟักทองร้อยละ 11 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดจึงส่งตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โดยหนึ่งหน่วยบริโภค (110 กรัม) มีพลังงาน 72.48 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 1.55 กรัม โปรตีน 1.99 กรัม คาร์โบไฮเดรต 12.64 กรัม ใยอาหาร 2.57 กรัม แคลเซียม 129.80 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 1.47 มิลลิกรัม

**คำสำคัญ:** อาหารเสริมสำหรับเด็ก; คุณค่าทางโภชนาการ; เด็กวัย 6 เดือนถึง 3 ปี; ฟักทอง

***ผู้รับผิดชอบบทความ:** chatrapa@yahoo.com
**doi:**

## Abstract

Children aged 6 months to 3 years are at the age of physical, mental, and intellectual growth. A suitable diet for children at this age should be healthy, high-energy, and nutrient-rich. This study aimed to develop nutritious complementary food for children aged 6 months to 3 years by using the main natural ingredients in Thailand. The pumpkin contents were varied to four levels: 3, 7, 11, and 15 percent. The sensory preference was assessed by 25 panelists using a 9-point hedonic scale. The developed products were analyzed for pH, viscosity, and nutritional value. The results found no difference in preference scores across all attributes. Recipes containing 11 percent and 15 percent of pumpkins received the highest overall preference scores, so they were further developed by adding multivitamins, iron, calcium, pea protein, and fructooligosaccharides. The developed recipes were produced in the food industry. The sensory evaluation of 98 panelists found that recipes with 11 percent of pumpkins gained statistically significantly more color preference scores (6.05 ± 2.09 points) than recipes with 15 percent of pumpkins (5.87 ± 1.90 points) at $p<0.05$. Both formulations have low acidity (6.34 ± 0.01 and 6.46 ± 0.01, respectively) and high viscosity (6,685.80 ± 245.80 and 39,893.33 ± 1,019.94 cP, respectively). Recipes containing 11 percent of pumpkins acquired the most overall preference scores. Therefore, the nutritional value per serving size (110 grams) of this formula was analyzed, including 72.48 kcal of energy, 1.55 grams of total fat, 1.99 grams of protein, 12.64 grams of carbohydrates, 2.57 grams of dietary fiber, 129.80 milligrams of calcium and 1.47 milligrams of iron.

**Keywords:** Complementary food; Nutrition facts; Children aged 6 months to 3 years; Pumpkin

## 1. บทนำ

เด็กที่มีอายุ 6 เดือนถึง 3 ปี เป็นวัยที่มีการเจริญเติบโตและมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วทั้งทางร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ [1] ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ได้แก่ พันธุกรรม ฮอร์โมน การเลี้ยงดู การเจ็บป่วย และการได้รับสารอาหาร ปัจจุบันปัญหาด้านโภชนาการของเด็กวัยนี้ คือ การได้รับอาหารหลักไม่ครบ 5 หมู่ ขาดความหลากหลายของชนิดอาหาร ซึ่งอาจเกิดจากการเลี้ยงดูที่ไม่เหมาะสม จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย โครงสร้างของกระดูกและฟัน ความสามารถในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัดใหญ่และมัดเล็ก การเจริญเติบโตของสมองและสติปัญญาที่ไม่พัฒนาตามวัย [2] ดังนั้นการได้รับอาหารครบ 5 หมู่และมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายจึงเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างคุณภาพชีวิต ทั้งสุขภาพกาย สุขภาพใจ และสติปัญญา

เมื่อศึกษาวัตถุดิบที่เป็นอาหารธรรมชาติที่เพาะปลูกในประเทศไทย พบว่าคนไทยบริโภคข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลักที่ให้คาร์โบไฮเดรต มีกรดอะมิโนหลักเป็นกรดกลูตามิกและกรดแอสพาร์ติก มีใยอาหาร และเป็นแหล่งที่ดีของวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินบี 3 เป็นต้น [3] โดยวิตามินเหล่านี้มีความสำคัญกับเด็กในวัยนี้ [3, 4] กล้วยและฟักทองเป็นพืชพื้นเมืองที่ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ราคาไม่แพง ให้พลังงานและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับเด็ก สารอาหารที่พบในกล้วย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ใยอาหาร

วิตามิน และแร่ธาตุ ได้แก่ เหล็ก ฟอสฟอรัส แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และที่สำคัญคือมีกรดอะมิโนอาร์จีนินและฮีสติดิน ซึ่งสำคัญต่อการเจริญเติบโตของทารก [5] ฟักทองเป็นพืชตระกูลแตงที่มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะวิตามินเอ ซึ่งมักพบอยู่ในรูปของเบต้าแคโรทีน ยังมีธาตุเหล็ก วิตามินซี ไนอะซิน และมีใยอาหารสูง [6-9] แครอทเป็นผักที่อุดมไปด้วยแอลฟาและเบต้าแคโรทีน และเป็นแหล่งของโปรวิตามินเอ [10] การใส่น้ำมันในสูตรอาหารนอกจากทำให้เด็กได้รับพลังงานที่เพียงพอแล้วยังช่วยในการดูดซึมวิตามินที่ละลายในไขมัน น้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง มีกรดโอเลอิกและกรดไลโนเลอิกประมาณร้อยละ 70 [11-13]

การศึกษาในครั้งนี้มีการประเมินคุณลักษณะประสาทสัมผัสด้วยการชิมโดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือผู้ที่เคยปรุงประกอบอาหารให้เด็ก มีรายงานการศึกษาที่กล่าวว่าการประเมินประสาทสัมผัสโดยผู้ปกครองหรือพี่เลี้ยงที่รับผิดชอบการจัดเตรียมอาหารให้เด็ก จะดีกว่าการให้ผู้ปกครองหรือพี่เลี้ยงที่ไม่เคยเตรียมอาหารให้เด็กโดยตรงเป็นผู้ชิม และมีการศึกษาที่กล่าวถึงพฤติกรรมการบริโภคอาหารของเด็กว่าผู้ปกครองมีบทบาทสำคัญต่อการบริโภคอาหารและเป็นผู้กำหนดความชอบด้านอาหารของเด็ก [14] สำหรับรสชาติอาหารของเด็กควรเป็นรสชาติตามธรรมชาติของอาหารนั้นๆ ที่ไม่มีการปรุงแต่งรสชาติเพิ่มเติมจนทำให้อาหารมีรสชาติที่หวานจัดหรือเค็มจัด [15] ลักษณะอาหารของเด็กวัย 6-8 เดือน ควรเป็นอาหารที่บดละเอียด เพื่อให้กลืนง่าย เมื่อเด็กอายุ 9-12 เดือน อาหารจะมีความหยาบและมีความหนืดมากขึ้น เมื่ออายุ 1-2 ปี ลักษณะอาหารจะนิ่ม อ่อนนุ่ม เคี้ยวง่าย โดยสับเป็นชิ้นเล็กๆ และเมื่ออายุ 2-3 ปี ลักษณะอาหารควรมีเนื้อสัมผัสที่คล้ายคลึงกับผู้ใหญ่ [16]

เพื่อให้เด็กเล็กได้รับอาหารตามวัยที่เหมาะสม ครบทั้ง 5 หมู่ ได้รับสารอาหารที่หลากหลาย ที่มาจากวัตถุดิบหลายชนิดที่มีในประเทศไทย รสชาติเป็นที่ยอมรับ สีสันน่ารับประทาน เน้นรสชาติธรรมชาติของอาหารชนิดนั้นๆ สูตรอาหารที่พัฒนาในครั้งนี้จึงเน้นลักษณะอาหารที่บดละเอียดให้เหมาะกับทารกวัย 6 เดือนที่กำลังเริ่มรับประทานอาหารตามวัย และเด็กวัย 9 เดือนถึง 3 ปี สามารถรับประทานเสริมในมื้ออาหารและระหว่างมื้อได้ ดังนั้นลักษณะอาหารจึงบดละเอียดเพื่อให้กลืนได้ง่าย เป็นอาหารที่ผ่านการปรุงสุกและฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเสริมสร้างการเจริญเติบโตทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ [17] มีความปลอดภัยต่อการบริโภค จึงเป็นที่มาของการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กวัย 6 เดือนถึง 3 ปี จากวัตถุดิบหลักที่มีในประเทศไทย โดยศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบจากธรรมชาติที่เหมาะสมในการพัฒนาสูตรอาหาร ประเมินความชอบด้วยการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยการชิมกับผู้ปกครองหรือผู้ปรุงอาหารให้เด็ก วิเคราะห์ความหนืด ความเป็นกรดด่าง และคุณค่าทางโภชนาการ

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ข้าวกล้องหอมมะลิ (บริษัท ข้าวแสนดี จำกัด, ประเทศไทย) เกล็ดข้าวโอ๊ตอบชนิดละเอียด (บริษัท เจอาร์ เอฟ แอนด์ บี จำกัด, ประเทศไทย) ฟักทองและแครอท เตรียมโดยล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก และนึ่งให้สุกที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที น้ำมันรำข้าว (บริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด, ประเทศไทย) วิตามินรวม (บริษัท พรีโมเทรดดิ้ง จำกัด, ประเทศไทย) แร่ธาตุ ได้แก่ เฟอร์ริกไพโรฟอสเฟต และแคลเซียมคาร์บอเนต (ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอเชียเคมีเวชภัณฑ์, ประเทศไทย) โปรตีนจากถั่วลันเตาและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (บริษัท เพียวเคมีกัลส์ จำกัด, ประเทศไทย)

### 2.2 วิธีการทดลอง

***2.2.1 การพัฒนาสูตรอาหารเสริมสำหรับเด็กวัย 6 เดือนถึง 3 ปี***

ผลิตอาหารเสริมสำหรับเด็ก 4 สูตร ในห้องปฏิบัติการอาหารของภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุข

ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เลือกฟักทองเป็นวัตถุดิบแปรผันเนื่องจากให้สีเหลืองและมีรสชาติหวาน โดยแปรผันน้ำหนักของฟักทองเป็น 4 ระดับ หรือคิดเป็นปริมาณฟักทองเท่ากับร้อยละ 3, 7, 11 และ 15 ตามลำดับ เตรียมวัตถุดิบเริ่มจากต้มข้าวกล้องหอมมะลิจนสุก นึ่งฟักทอง แครอทและกล้วยน้ำว้า ผสมข้าวโอ๊ตกับน้ำร้อน ชั่งน้ำหนักของวัตถุดิบแต่ละชนิดตามสูตรใน Table 1 ผสมวัตถุดิบด้วยเครื่องปั่นอาหาร Vitamix รุ่น The Quiet One (บริษัท ทีเอสเอ็ม กรุ๊ป จำกัด, ประเทศไทย) จนอาหารละเอียด นำอาหารไปเข้าไมโครเวฟที่ความร้อนสูงสุดนาน 2-3 นาที ตักใส่ถ้วยชิมและเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน ก่อนที่จะให้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 25 คน ที่มีคุณลักษณะตามเกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมการวิจัย ดังนี้ เป็นเพศชายหรือเพศหญิงที่มีสัญชาติไทย อายุระหว่าง 20-50 ปี อาศัยอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นผู้ปรุงประกอบอาหารหรือผู้ที่มีหน้าที่เลี้ยงดูเด็ก ได้แก่ พ่อ แม่ ญาติ ผู้ปกครอง พี่เลี้ยงเด็ก ที่มีประสบการณ์ในการจัดหาอาหารให้เด็กที่มีอายุ 6 เดือนถึง 3 ปี ภายในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ และสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยได้รับการบอกกล่าวอย่างเต็มใจ เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ เป็นโรคที่สัมพันธ์กับการรับรู้ทางประสาทสัมผัส ได้แก่ โรคหวัดเรื้อรัง โรคในช่องปากและลำคอ และโรคตาบอดสี แพ้อาหารหรือส่วนผสมที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ สูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นประจำ เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด ความหยาบละเอียด และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยก่อนชิมให้นำอาหารมาวางให้คลายความเย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 15-20 นาที ผู้วิจัยได้กำหนดเลขสุ่ม 3 หลัก ให้กับอาหารทั้ง 4 สูตร หลังจากการชิมนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด 2 อันดับ นำสูตรที่ได้รับการคัดเลือกไปพัฒนาต่อในขั้นตอนถัดไป

***2.2.2 การคัดเลือกสูตรอาหารเสริมสำหรับเด็กวัย 6 เดือนถึง 3 ปี***

นำสูตรที่ได้รับการคัดเลือกไปผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ในขั้นตอนนี้มีการเติมวิตามินรวม 0.22 กรัม ธาตุเหล็ก 0.002 กรัม แคลเซียม 0.31 กรัม โปรตีนจากถั่วลันเตา 1.18 กรัม และฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ 0.30 กรัมต่อปริมาณอาหาร 110 กรัม อาหารที่ผ่านการบดละเอียดได้รับการบรรจุในถุงเพ้าช์ (retortable pouch) ปริมาณ 110 กรัมต่อถุง และผ่านการฆ่าเชื้อในระบบสเตอริไลซ์ด้วยเครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (retort) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่อุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที นำอาหารที่ผลิตเสร็จไปเก็บที่อุณภูมิห้องเป็นระยะเวลา 15 วัน เพื่อตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคตามมาตรฐานอุตสาหกรรมอาหาร เมื่อผ่านการเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 15 วัน นำอาหารไปวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง ความหนืด และประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิม 100 คน ที่มีคุณลักษณะตามเกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมการวิจัยข้างต้น การคำนวณผู้ทดสอบชิม Hough และคณะ [18] ได้ประมาณค่าของจำนวนผู้ทดสอบชิมโดยใช้ตารางทางสถิติเพื่อทดสอบการยอมรับ ถ้าผู้วิจัยต้องการทดสอบความชอบด้วย 9 point hedonic scale และต้องการความแตกต่างที่ 0.8 ดังนั้นค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (d) = ค่าความแตกต่างหารด้วย scale length = 0.8/8 = 0.1 ถ้าผู้วิจัยไม่ทราบค่า root mean square error divided by the scale length (RMSL) สามารถกำหนดให้ค่า RMSL = 0.23 ผู้วิจัยกำหนดให้ $\alpha$ = 5% และ $\beta$= 20% ดังนั้นเมื่อนำค่า RMSL = 0.23, $\alpha$ = 5%, $\beta$ = 20% และ d = 0.1 ไปเปิดตาราง [18] จะได้ค่าจำนวนผู้ทดสอบชิมที่เหมาะสม (N) = 84 คน แต่การศึกษานี้จะส่งอาหารทดลองไปให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทดสอบชิมที่บ้านซึ่งอาจมีผู้เข้าร่วมวิจัยถอนตัวในช่วงเก็บข้อมูล จึงกำหนดค่า drop-out rate 16% เมื่อคำนวนจำนวนผู้ทดสอบชิมสำหรับการศึกษานี้ = 84/(1-0.16) = 100 คน ผู้วิจัยจัดส่งอาหารทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ชิม แบบสอบถาม และ

แบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พร้อมกับส่งเอกสารอธิบายวิธีการทดสอบชิมและคิวอาร์โค้ดของคลิปวิดีโอวิธีการชิมไปให้ผู้ทดสอบชิมที่บ้านทางไปรษณีย์ โดยบรรจุใส่กล่องกระดาษและจัดส่งไปพร้อมกัน เมื่อจะทดสอบชิมให้บีบอาหารใส่ถ้วยชิมประมาณ 80% ของถ้วย ดูสี ดมกลิ่น ใช้ช้อนตักอาหารชิมเพื่อให้คะแนนความชอบด้านรสชาติ ความหนืด ความหยาบละเอียด และความชอบโดยรวมในแบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดื่มน้ำเปล่าล้างปากก่อนชิมอาหารสูตรถัดไป โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เอกสารรับรองโครงการวิจัย COA. No. MUPH 2022-026 ลงวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2565 เมื่อผู้ทดสอบชิมส่งคืนเอกสารทางไปรษณีย์ ผู้วิจัยจึงนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดไปตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

**2.3 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง ความหนืด และคุณค่าทางโภชนาการของสูตรอาหารที่พัฒนา**

***2.3.1 ความเป็นกรดด่าง***

วิเคราะห์ความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น Seven2Go (บริษัท เมทเล่อร์-โทเลโด จำกัด, ประเทศไทย) โดยมีวิธีการวัด คือ ใส่ตัวอย่างอาหารในถ้วยพลาสติกประมาณ 10 มิลลิลิตร นำอิเล็กโทรดจุ่มลงในตัวอย่างอาหารที่ต้องการวัด จดบันทึกค่า และวัดซ้ำอีกครั้ง

***2.3.2 ความหนืด***

วิเคราะห์ความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืด Brookfield rheometer รุ่น DV3TLV (บริษัท บรู๊คฟิว เอ็นจิเนียริ่ง แลบบอราทอรี จำกัด, ประเทศสหรัฐอเมริกา) วิธีการวัด บีบตัวอย่างอาหารที่ต้องการวัดปริมาณ 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จุ่มหัววัด LV63 ลงในตัวอย่างอาหารจนถึงรอยขีดที่กำหนดที่แกนหัววัด เสียบที่วัดอุณหภูมิข้างบีกเกอร์ ตั้งความเร็วรอบของการหมุนและกดปุ่มวัด ให้ค่า % Torque เข้าใกล้เลข 100 ให้มากที่สุด จดบันทึกค่า และวัดซ้ำอีกครั้งโดยใช้ตัวอย่างอาหารใหม่ ในการวัดความหนืดตัวอย่างอาหารที่ทำการวัดมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27.2-28.3 องศาเซลเซียส มีความเร็วรอบ 0.6-3.5 รอบต่อนาที และมีค่า % Torque อยู่ในช่วง 86.1-92.2

***2.3.3 คุณค่าทางโภชนาการ***

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้ส่งตรวจที่บริษัท ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด (มหาชน) คุณค่าทางโภชนาการที่วิเคราะห์ ได้แก่ พลังงานทั้งหมด พลังงานจากไขมัน คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด วิเคราะห์ด้วยวิธี Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling: 1993 Chapter 6 page 105-107 คอเลสเตอรอลวิเคราะห์ด้วยวิธี AOAC, 1933 สำหรับไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว โปรตีน ใยอาหาร น้ำตาล โซเดียม วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม และเหล็ก วิเคราะห์ด้วยวิธี AOAC, 2019

**2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ**

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS version 20 กำหนดค่าระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value < 0.05 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์อาหาร 4 ตัวอย่าง ด้วยวิธี one-way ANOVA และใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ความเป็นกรดด่าง และความหนืด ในผลิตภัณฑ์อาหาร 2 ตัวอย่าง ด้วยวิธี paired sample t-test แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย (Mean) ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

**Table 1** Ingredients in the different recipes of complementary food formula 1-4

| Ingredients | Formulations (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Brown rice porridge | 35.5 | 34.0 | 32.6 | 31.1 |
| Cooked oatmeal | 3.2 | 3.1 | 3.0 | 2.8 |
| Steamed carrot | 8.1 | 7.7 | 7.4 | 7.1 |
| Steamed pumpkin | 3.2 | 7.4 | 11.1 | 15.1 |
| Steamed banana | 9.7 | 9.3 | 8.9 | 8.5 |
| Rice bran oil | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.4 |
| Water | 38.7 | 37.1 | 35.5 | 34.0 |

## 3. ผลการศึกษา

### 3.1 การพัฒนาสูตรอาหารเสริมสำหรับเด็กวัย 6 เดือน ถึง 3 ปี

การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหารเสริมสำหรับเด็กที่มีการแปรผันปริมาณฟักทองเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 7, 11 และ 15 จากผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 25 คน ให้คะแนนความชอบโดยใช้สเกลความชอบ 9 ระดับ ดังแสดงใน Table 2 พบว่าทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างของคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะ ($p \geq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด 2 อันดับแรก ได้แก่ สูตรที่ 3 ฟักทองร้อยละ 11 และสูตรที่ 4 ฟักทองร้อยละ 15 ไปพัฒนาต่อ

**Table 2** Sensory acceptance from different recipes of complementary food formula 1-4 (n=25).

| Characteristics | Formulations | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| **Color** $^{ns}$ | 7.1 ± 1.5 | 7.0 ± 1.6 | 6.9 ± 1.6 | 6.7 ± 1.6 |
| **Odor** $^{ns}$ | 6.5 ± 1.7 | 6.2 ± 1.4 | 6.4 ± 1.4 | 6.6 ± 1.6 |
| **Taste** $^{ns}$ | 6.3 ± 1.7 | 6.5 ± 1.7 | 6.8 ± 1.7 | 6.9 ± 2.0 |
| **Viscosity** $^{ns}$ | 6.2 ± 1.8 | 6.4 ± 1.5 | 6.7 ± 1.3 | 6.8 ± 1.3 |
| **Fineness** $^{ns}$ | 7.0 ± 1.3 | 6.8 ± 1.3 | 6.7 ± 1.4 | 6.9 ± 1.2 |
| **Overall liking** $^{ns}$ | 6.3 ± 1.5 | 6.3 ± 1.6 | 6.6 ± 1.5 | 6.6 ± 1.7 |

Mean ± SD; $^{ns}$ Not significantly different ($p \geq 0.05$)

***3.2 การคัดเลือกสูตรอาหารเสริมสำหรับเด็กวัย 6 เดือน ถึง 3 ปี***

นำสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด 2 อันดับ ได้แก่ สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ไปจ้างผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โดยเติมวิตามินรวม ธาตุเหล็ก แคลเซียม โปรตีนจากถั่วลันเตา และฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ จึงได้เป็นสูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 ดังแสดงใน Table 3 นำอาหารทั้งสองสูตรไปวิเคราะห์ความเป็นกรดด่าง ความหนืด และประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในผู้ทดสอบชิมจำนวน 100 คน

**Table 3** Ingredients in the different recipes of complementary food formula 5 and 6.

| Ingredients | Formulations (%) | |
|---|---|---|
| | 5 | 6 |
| Brown rice porridge | 32.02 | 30.59 |
| Cooked oatmeal | 2.95 | 2.77 |
| Steamed carrot | 7.24 | 6.98 |
| Steamed pumpkin | 11.00 | 14.85 |
| Steamed banana | 8.76 | 8.32 |
| Rice bran oil | 1.43 | 1.43 |
| Water | 34.97 | 33.45 |
| Vitamin premix | 0.01789 | 0.01789 |
| Ferric pyrophosphate | 0.00179 | 0.00179 |
| Calcium carbonate | 0.27725 | 0.27725 |
| Pea protein | 1.05534 | 1.05534 |
| Fructooligosaccharide | 0.26831 | 0.26831 |

ค่าความเป็นกรดด่างและความหนืดของอาหารแสดงใน Table 4 พบว่าสูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีค่าความเป็นกรดด่างไม่แตกต่างกัน โดยสูตรที่ 5 มีค่าความเป็นกรดด่าง 6.34 ± 0.01 และสูตรที่ 6 มีค่าความเป็นกรดด่าง 6.46 ± 0.01 สำหรับความหนืดของอาหารต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (110 กรัม) พบว่าสูตรที่ 6 (ฟักทองร้อยละ 15) มีค่าความหนืด 39,893.33 ± 1,019.94 เซนติพอยส์ ซึ่งมากกว่าสูตรที่ 5 (ฟักทองร้อยละ 11) ที่มีค่าความหนืด 6,685.80 ± 245.80 เซนติพอยส์ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (110 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

**Table 4** The pH and viscosity of complementary food formula 5 and 6.

| Properties | Formulation | |
|---|---|---|
| | 5 | 6 |
| pH [ns] | 6.34 ± 0.01 | 6.46 ± 0.01 |
| Viscosity (cP) [a] | 6,685.80 ± 245.80 | 39,893.33 ± 1,019.94 |

Mean ± SD; [ns] Not significantly different ($p \geq 0.05$); [a] Significantly different ($p < 0.05$)

การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหารเสริมสำหรับเด็ก 2 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 จากผู้ทดสอบชิม 98 คน (ไม่ส่งคืนเอกสาร 2 คน) พบว่าสูตรที่ 5 มีคะแนนความชอบด้านสีมากกว่าสูตรที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรที่ 6 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ถึงแม้คุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ ความหนืด และความหยาบละเอียดของสูตรที่ 6 ได้รับคะแนนความชอบมากกว่าสูตรที่ 5 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 5 เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

**Table 5** Sensory acceptance from different recipes of complementary food formula 5 and 6 (n=98).

| Characteristics | Formulations | |
|---|---|---|
| | 5 | 6 |
| Color [a] | 5.87 ± 1.90 | 6.05 ± 2.09 |
| Odor [ns] | 6.61 ± 1.56 | 6.65 ± 1.59 |
| Taste [ns] | 6.93 ± 1.52 | 6.93 ± 1.57 |
| Viscosity [ns] | 7.03 ± 1.52 | 7.04 ± 1.61 |
| Texture [ns] | 6.95 ± 1.70 | 6.99 ± 1.63 |
| Overall liking [ns] | 7.05 ± 1.41 | 6.93 ± 1.47 |

Mean ± SD; [ns] Not significantly different ($p \geq 0.05$); [a] Significantly different ($p < 0.05$)

**Figure 1** Developed complementary food.

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสูตรที่ 5 พบว่าคุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (110 กรัม) มีพลังงานทั้งหมด 72.48 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 1.55 กรัม โปรตีน 1.99 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 12.64 กรัม ใยอาหาร 2.57 กรัม โซเดียม 23.43 มิลลิกรัม แคลเซียม 129.8 มิลลิกรัม และเหล็ก 1.47 มิลลิกรัม เมื่อคิดเป็นปริมาณที่แนะนำต่อวัน (Thai Recommended Daily Intakes, Thai RDI) ของแคลเซียม คือ ร้อยละ 15 และเหล็กร้อยละ 10 ดังแสดงใน Table 6

**Table 6** Nutrition facts of complementary food formula 5.

| Lists | Amount of nutrients in complementary food | | Nutrition facts label | % Thai RDI |
|---|---|---|---|---|
| | 100 g | 110 g | | |
| Total energy (kcal) | 65.89 | 72.48 | 70 | - |
| Energy of fat (kcal) | 12.69 | 13.96 | 15 | - |
| Total fat (g) | 1.41 | 1.55 | 1.5 | 2 |
| Saturated fat (g) | 0.33 | 0.36 | 0 | 0 |
| Cholesterol (mg) | Not found | Not found | 0 | 0 |
| Protein (g) | 1.81 | 1.99 | 2 | - |
| Total carbohydrate (g) | 11.49 | 12.64 | 13 | 4 |
| Fiber (g) | 2.34 | 2.57 | 3 | 12 |
| Sugar (g) | 3.24 | 3.56 | 4 | - |
| Sodium (mg) | 21.3 | 23.43 | 25 | 1 |
| Vitamin A (µg) | 77.1 | 84.81 | - | 10 |
| Vitamin B1 (mg) | Not found | Not found | - | 0 |
| Vitamin B2 (mg) | 0.11 | 0.12 | - | 8 |
| Calcium (mg) | 118 | 129.8 | - | 15 |
| Iron (mg) | 1.34 | 1.47 | - | 10 |

## 4. การอภิปรายผล

ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้าวกล้องเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารเด็ก เนื่องจากประเทศไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ทั้งยังเป็นแหล่งเพาะปลูกข้าวและส่งออกข้าว สำหรับฟักทองเป็นพืชหัวที่มีเบต้าแคโรทีนสูง เมื่อบริโภคเบต้าแคโรทีนเข้าสู่ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ เบต้าแคโรทีนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือดและภาวะจอประสาทตาเสื่อมได้ ในประเทศไทยมีการเพาะปลูกฟักทองทั่วประเทศ สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ผลฟักทองมีอายุการเก็บรักษาได้นาน ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้เลือกใช้ข้าวกล้องและฟักทองเป็นวัตถุดิบหลักในการพัฒนาสูตรอาหารเด็ก

การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหารสูตรที่ 1-4 ที่แปรผันปริมาณฟักทองเป็นร้อยละ 3, 7, 11 และ 15 ซึ่งผลิตภายในห้องปฏิบัติการ

อาหารของภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ไม่พบความแตกต่างของคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะอาจเนื่องมาจากปริมาณฟักทองที่ใส่ในสูตรไม่ได้แปรผันปริมาณในแต่ละสูตรให้ต่างกันมาก สำหรับการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหารสูตรที่ 5 และ 6 ซึ่งผ่านกระบวนการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยระบบสเตอริไลส์ที่อุณหภูมิสูงภายใต้ความดันเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยเฉพาะ *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เนื่องจากกระบวนการนี้ใช้ความร้อนสูงเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์ในอาหาร ความร้อนจากการฆ่าเชื้อสามารถทำลายเม็ดสีในผักและผลไม้ได้ จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการ [19] จึงอาจส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านสีที่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ฟักทองและแครอทเป็นพืชที่อุดมไปด้วยแคโรทีนอยด์ เมื่อได้รับความร้อนแคโรทีนอยด์จะเกิดปฏิกิริยาไอโซเมอร์ไรเซชันเปลี่ยนจาก 5,6 epoxide เป็น 5,8 epoxide จึงทำให้อาหารมีสีอ่อนลง [19] อีกทั้งกล้วยน้ำว้าซึ่งมีองค์ประกอบของแป้งและน้ำตาล เมื่อแป้งและน้ำตาลผ่านความร้อนสูงเป็นเวลานาน ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) [19] ส่งผลให้อาหารมีสีที่คล้ำขึ้น หลังจากคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด (สูตรที่ 5) พบว่าสูตรอาหารที่พัฒนามีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับ 6 คะแนนขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์อาหารที่พัฒนา [20]

จาก Table 4 แสดงค่าความเป็นกรดด่างและความหนืด ค่าความเป็นกรดด่างในสูตรที่ 5 คือ 6.34 และสูตรที่ 6 คือ 6.46 ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทได้แบ่งชนิดของอาหารตามค่าความเป็นกรดด่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ อาหารที่เป็นกรดมีค่าความเป็นกรดด่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.6 และอาหารที่เป็นกรดต่ำมีค่าความเป็นกรดด่างมากกว่า 4.6 [21] ดังนั้นอาหารที่พัฒนาจึงจัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่เป็นกรดต่ำและค่าที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าความเป็นกลาง (*p*H = 7) สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารที่มีส่วนผสมของกล้วยและฟักทองโดยพบค่าความเป็นกรดด่างของซุปอยู่ระหว่าง 6.40-6.66 [22] ความหนืดของอาหารสามารถบ่งชี้คุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กที่อยู่ในรูปแบบอาหารบดละเอียดกึ่งแข็งกึ่งเหลวโดยที่เด็กแต่ละคนควรได้รับอาหารที่มีความหยาบ ความละเอียดและความหนืดที่เหมาะสมกับพัฒนาการในด้านการเคี้ยว การกลืน เพื่อให้เด็กได้รับสารอาหารเพียงพอกับความต้องการของร่างกายในแต่ละช่วงวัย [23] โดยความหนืดของสูตรที่ 5 คือ 6,685.80 และสูตรที่ 6 คือ 39,893.33 เซนติพอยส์ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (110 กรัม) ซึ่งอาหารเสริมสำหรับเด็กที่มีค่าความหนืดมากกว่า 4,000 เซนติพอยส์ จัดเป็นอาหารที่มีความหนืดมาก [24] สูตรอาหารเด็กที่พัฒนามีค่าความหนืดค่อนข้างสูงอาจเนื่องมาจากทั้งสองสูตรมีส่วนประกอบหลักของอาหารที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิร้อยละ 32 กับ 31 ฟักทองร้อยละ 11 กับ 15 และกล้วยน้ำว้าร้อยละ 9 กับ 8 เมื่ออาหารบรรจุถุงเพ้าช์และผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการ สเตอริไลส์ ความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) อะไมโลสและอะไมโลแพคตินจึงคลายตัวออกจับกับน้ำที่ล้อมรอบโมเลกุลทำให้เม็ดแป้งพองตัวและมีความหนืดเพิ่มขึ้น กระบวนการที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า การสุกของแป้งหรือเจลาติไนซ์เซชัน (gelatinization) หากเม็ดแป้งพองตัวสูงสุดแล้วเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิหรือระยะเวลาให้นานขึ้นเม็ดแป้งจะแตกและมีความหนืดลดลงจากเดิม แต่เมื่ออุณหภูมิลดลงเม็ดแป้งจะเกิดการเรียงตัวใหม่และกลับมามีความหนืดเพิ่มขึ้นอีกครั้ง กระบวนการนี้เรียกว่า การคืนตัวของแป้งหรือรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) [25] ดังนั้นปริมาณของคาร์โบไฮเดรตจึงมีผลต่อความหนืดของอาหารที่ผ่านการปรุงสุก [26] สูตรอาหารที่พัฒนามี

ความหนืดสูง การลดความหนืดของอาหารจะช่วยให้เด็กสามารถรับประทานอาหารได้ง่ายและมากขึ้น โดยอาหารที่ปรับลดความหนืดจะต้องมีความเข้มข้นของพลังงานมากกว่า 1 กิโลแคลอรีต่อกรัม [23] มิฉะนั้นอาจทำให้เด็กได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ ในการลดความหนืดของอาหารจึงควรใช้นมแม่ นมดัดแปลงสำหรับทารก หรือนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกแทนการใช้น้ำเปล่าหรือน้ำซุปผักที่ให้พลังงานน้อย

ปริมาณพลังงานและสารอาหารหลัก ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ที่เด็กต้องการในหนึ่งวันจากอาหารตามวัยหรืออาหารสำหรับเด็กอายุ 6 เดือนถึง 3 ปี ในกรณีที่ได้รับนมแม่ปริมาณปานกลาง แบ่งได้เป็น 4 ช่วงวัย ดังนี้ 1) อายุ 6-8 เดือน ต้องการพลังงาน 219 กิโลแคลอรี, โปรตีน 5.4 กรัม คิดเป็นร้อยละ 9.9 ของพลังงานทั้งหมด, คาร์โบไฮเดรต 24.6 กรัม คิดเป็นร้อยละ 45 ของพลังงานทั้งหมด และไขมัน 7.3-11.0 กรัม คิดเป็นร้อยละ 30-45 ของพลังงานทั้งหมด 2) อายุ 9-11 เดือน ต้องการพลังงาน 323 กิโลแคลอรี, โปรตีน 7.9 กรัม คิดเป็นร้อยละ 9.8 ของพลังงานทั้งหมด, คาร์โบไฮเดรต 36.3 กรัม คิดเป็นร้อยละ 45 ของพลังงานทั้งหมด และไขมัน 10.8-16.2 กรัม คิดเป็นร้อยละ 30-45 ของพลังงานทั้งหมด 3) อายุ12-17 เดือน ต้องการพลังงาน 451 กิโลแคลอรี, โปรตีน 8.2 กรัม คิดเป็นร้อยละ 7.3 ของพลังงานทั้งหมด, คาร์โบไฮเดรต 50.7-62.0 กรัม คิดเป็นร้อยละ 45-55 ของพลังงานทั้งหมด และไขมัน 15.0-22.6 กรัม คิดเป็นร้อยละ 30-45 ของพลังงานทั้งหมด 4) อายุ 18-23 เดือน ต้องการพลังงาน 556 กิโลแคลอรี, โปรตีน 8.5 กรัม คิดเป็นร้อยละ 6.1 ของพลังงานทั้งหมด, คาร์โบไฮเดรต 62.6-76.5 กรัม คิดเป็นร้อยละ 45-55 ของพลังงานทั้งหมด และไขมัน 18.5-27.8 กรัม คิดเป็นร้อยละ 30-45 ของพลังงานทั้งหมด [15, 27, 28] จากการตรวจวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสูตรที่ 5 ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (110 กรัม) มีพลังงาน 72.48 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 1.55 กรัม โปรตีน 1.99 กรัม คาร์โบไฮเดรต 12.64 กรัม ใยอาหาร 2.57 กรัม แคลเซียม 129.80 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 1.47 มิลลิกรัม หรือคิดเป็นโปรตีนร้อยละ 11 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70 และไขมันร้อยละ 19 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ข้างต้นพบว่ามีสัดส่วนของโปรตีนและไขมันน้อยกว่าความต้องการของเด็กวัย 6 เดือนถึง 3 ปี ในขณะที่มีคาร์โบไฮเดรตมากกว่าความต้องการ ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่พัฒนามีสัดส่วนที่ยังไม่เหมาะกับเด็กในแต่ละช่วงวัย แต่เด็กวัย 6-8 เดือน รับประทานอาหารเสริมเพียงวันละ 1-2 มื้อโดยยังได้รับนมแม่เป็นอาหารหลัก และอายุ 9-11 เดือน ต้องการอาหารเสริมวันละ 2-3 มื้อ จนกระทั่งมีอายุมากกว่า 1 ปี จึงรับประทานอาหารวันละ 3 มื้อ ซึ่งอาหารที่พัฒนาเพื่อต้องการให้ทารกได้ฝึกการเคี้ยว การกลืน และการรับรสชาติอาหารจากธรรมชาติ สำหรับในเด็กโตอาหารที่พัฒนายังใช้เป็นอาหารว่างระหว่างมื้อได้ หากต้องการเพิ่มสัดส่วนของโปรตีนในอาหารที่พัฒนาสามารถเติมโปรตีนที่มาจากพืชและสัตว์ เช่น นมผงสำหรับทารก ถั่วเมล็ดแห้งต้มสุกต่างๆ และเติมน้ำมันพืชผสมในอาหารเพื่อเพิ่มพลังงานจากไขมันและช่วยในการดูดซึมวิตามินเอที่อยู่ในฟักทองและแครอท ซึ่งเป็นวิตามินที่ละลายในไขมันให้เข้าสู่ร่างกายได้

คุณค่าทางโภชนาการของสารอาหารรอง ได้แก่ วิตามินและแร่ธาตุ ในอาหารที่พัฒนามีการเสริมธาตุเหล็กและแคลเซียมในปริมาณที่เท่ากันทุกสูตร เพื่อต้องการให้อาหารมีแคลเซียม 125 มิลลิกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค และธาตุเหล็ก 1.5 มิลลิกรัม หรือร้อยละ 10 ของสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) พบว่าสูตรที่ 5 มีปริมาณแคลเซียมและธาตุเหล็กตรงตามปริมาณที่กำหนด แต่เมื่อเทียบกับปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (Thai DRI) พบว่าทารกอายุ 6-11 เดือนต้องการแคลเซียม 260 มิลลิกรัมต่อวัน และเด็กอายุ 1-3 ปี ต้องการแคลเซียม 500 มิลลิกรัมต่อวัน สำหรับปริมาณธาตุเหล็กที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (Thai RDA) อายุ 6-11 เดือน คือ 9 มิลลิกรัมต่อวัน และอายุ 1-3 ปี คือ 5 มิลลิกรัมต่อวัน [29] ปริมาณแคลเซียมและ

ธาตุเหล็กในผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้พัฒนามีปริมาณน้อยกว่าความต้องการของเด็กวัย 6 เดือนถึง 3 ปี ดังนั้นจึงควรให้ทารกและเด็กเล็กรับประทานอาหารอย่างอื่นร่วมด้วย เช่น เด็กอายุ 1-2 ปี บริโภคอาหารมื้อหลักวันละ 3 มื้อ ร่วมกับดื่มนมวัวรสจืดหรือนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องวันละ 2 แก้ว จะช่วยให้เด็กได้รับพลังงานและสารอาหารเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย [15] สูตรอาหารที่พัฒนามีปริมาณโซเดียม 21.3 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม เป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 158 ที่กำหนดให้อาหารเสริมสำหรับเด็กและทารกมีโซเดียมได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม [30] การพัฒนาอาหารในครั้งนี้เป็นการบรรจุในถุงเพ้าช์และผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการสเตอริไลส์อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อนอกจากทำลายเชื้อจุลินทรีย์แล้วยังทำลายวิตามินบางชนิดที่ไม่ทนความร้อน เช่น วิตามินบี 1 [19] เมื่ออาหารได้รับความร้อนวิตามินบี 1 จะสลายตัวได้ง่ายกว่าวิตามินบี 2 [31] เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่มีข้าวกล้องซึ่งอุดมไปด้วยวิตามินบี 1 [32, 33] จึงตรวจไม่พบวิตามินบี 1 ในอาหารที่พัฒนา สำหรับใยอาหารที่เด็กอายุตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไปควรได้รับใน 1 วัน คำนวณได้จากอายุ (ปี) + 5 = จำนวนกรัมของใยอาหารที่ควรได้รับต่อวัน [29] เช่น ถ้าเด็กมีอายุ 1 ปี จำนวนกรัมของใยอาหารที่ควรได้รับต่อวัน คือ 1+5 = 6 กรัม ซึ่งอาหารในสูตรที่ 5 มีการเติมฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์เพื่อเป็นอาหารให้จุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้และยังเพิ่มใยอาหารที่ช่วยในการขับถ่าย อาหารสูตรที่ 5 นี้มีใยอาหาร 3 กรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค หรือคิดเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณใยอาหารที่เด็กอายุ 1 ปีควรได้รับใน 1 วัน เมื่อทารกเริ่มบริโภคอาหารเสริมมักเกิดอาการท้องผูก อาหารที่พัฒนาจึงมีการเติมฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์เพื่อช่วยให้ทารกขับถ่ายสะดวก มีการศึกษาทางคลินิกในทารกและเด็กอายุ 6-24 เดือน โดยเติมฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารของทารกและเด็ก ซึ่งการศึกษานี้รายงานว่าการบริโภคฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์มีส่วนช่วยบรรเทาอาการท้องผูกโดยเพิ่มความถี่ของการขับถ่ายอุจจาระที่นิ่ม และยังช่วยลดจำนวนครั้งของการขับถ่ายอุจจาระที่ต้องออกแรงเบ่งและ/หรือถ่ายอุจจาระลำบากได้ [34]

## 5. สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็ก 6 เดือนถึง 3 ปี เป็นการนำวัตถุดิบที่มีในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวโอ๊ต ฟักทอง แครอท กล้วยน้ำว้า และน้ำมันรำข้าว รวมทั้งเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วยวิตามินรวม เหล็ก แคลเซียม โปรตีนและใยอาหารมาพัฒนาสูตรให้เหมาะกับเด็ก สูตรอาหารที่พัฒนามีความเป็นกรดต่ำและมีความหนืดสูง สูตรที่มีฟักทองร้อยละ 11 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีและความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรที่มีฟักทองร้อยละ 15 สูตรที่พัฒนาจึงเป็นประโยชน์กับเด็กวัย 6 เดือนขึ้นไปซึ่งเป็นวัยที่เริ่มอาหารตามวัย ดังนั้นการศึกษานี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดผลิตอาหารสำหรับเด็กในเชิงพาณิชย์เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า การศึกษาในอนาคตควรตรวจวัดค่าสีของอาหารด้วยเครื่องวัดสี ควรใช้น้ำซุปผักแทนน้ำเปล่าในสูตรอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และศึกษาผักกับผลไม้ชนิดอื่นๆ เพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค

## 6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และบริษัท พีซี วิลเล็จ จำกัด ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย และขอขอบคุณผู้ทดสอบชิมทุกท่านที่เข้าร่วมการศึกษาและให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

## 7. References

[1] Singhasame, P., Suwanwaha, S. and Sarakshetrin, A., 2017, Nutritional promotion in pre-school children, The Southern College Network, Journal of Nursing and Public Health, 4(3): 226-235. (in Thai)

[2] The Royal College of Pediatricians of Thailand, 2017, A guide for parents to educate about childcare and development. Part: Childhood age 0-3 years, The Royal College of Pediatricians of Thailand, Pediatric Society of Thailand, 68 p. (in Thai)

[3] Rohman, A., Helmiyati, S., Hapsari, M. and Setyaningrum, DL., 2014, Rice in health and nutrition, Int. Food Res. J. 21(1): 13-24.

[4] Rice Department, Diversity of Rice Product Development, 2010, Purchasing rice and products. Agricultural cooperative federation printing of Thailand, Bangkok. (in Thai)

[5] Hengsawadi, D., 2014, Banana, numerous values, good fruits with health, Food. 44: 15-18. (in Thai)

[6] Phukasmart, U., 2017, Banana: Health food, Food. 47(4): 51-55. (in Thai)

[7] Saengseesot, S. 2002, Banana: A fruit with plenty of benefits, Department of Science Service Ministry of Higher Education, Science, Research, and Innovation, 48(153): 3-5. (in Thai)

[8] Thaymuang, W., Surakit, O., Saengngam, T. and Auvuchanon, A., 2003, Nutrient content and yield quality of 13 pumpkin cultivars, Khon Kaen Agr. J. 1348-1353. (in Thai)

[9] Sratant, S, Naranong, N., Somatiti, S. and Dechowiboon, D., 1986, Processing pumpkin powder and using it to make various products, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok, 237 p. (in Thai)

[10] da Silva Dias, J.C., 2014, Nutritional and health benefits of carrots and their seed extracts, Food Nutr. Sci. 5(22): 2147-2156.

[11] Deepam, L.S.A. and Arumughan, C., 2012, Effect of saponification on composition of unsaponifiable matter in rice bran oil, J. Oleo Sci. 61(5): 241-247.

[12] Gopala Krishna, A.G., Hemakumar, K.H. and Khatoon, S., 2006, Study on the composition of rice bran oil and its higher free fatty acids value, J. Am. Oil Chem. Soc. 83(2): 117-120.

[13] Srikaeo, K. and Pradit, M., 2011, Simple techniques to increase the production yield and enhance the quality of organic rice bran oils, J. Oleo Sci. 60: 1-5.

[14] Benton, D., 2004, Role of parents in the determination of the food preferences of children and the development of obesity, Int. J. Obes. 28(7): 858-69.

[15] Thai Health Promotion Foundation, 2009, Manual of complementary food for infant and child. Beyond Enterprise, Nonthaburi, 62 p. (in Thai)

[16] Hudthagosol, C., Tantixalerm, C., Jones, TR., Sriwisan, W. and Wuttiwan, R., 2015, My first cook book + nutrition guide. Siam M & B Publishing, Bangkok, 198 p. (in Thai)

[17] Rajanagarindra Institute of Child Development, Department of Mental Health, Ministry of Public Health, 2014, Handbook for promoting the development of children from birth to five years for parents. Rajanagarindra Institute of Child Development, Chiang Mai, 97 p. (in Thai)

[18] Hough G, Wakeling I, Mucci A, Chambers E, Gallardo IM, Alves LR. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. Food Qual Prefer. 2006;17(6): 522-6.

[19] Muninnopamas, W., 2018, Principal of food processing and preservation, Center of Academic Performance Promotion, Yala Rajabhat University, Yala, 408 p. (in Thai)

[20] Sukrod, D., 2012, Product development of fermented soybean cube, Special case, Bachelor of Science Program in Microbiology, Faculty of Science, Chiang Mai University.

[21] Food and Drug Administration, Ministry of Public Health, Ministry of Public Health Notification No 355 B.E. 2556 (2013) Title: Food in a hermetically sealed container, Available Source: https://food.fda.moph.go.th / law/data/announ_moph/P355.pdf, Oct 10, 2022. (in Thai)

[22] Kaeochantranond, P., 2021, Product development of cream soup for breakfast replacement, Master Thesis, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, 114 p. (in Thai)

[23] Bureau of Dental Health, 2007, Recommendations for infant feeding guidelines, Department of Health, Ministry of Health, Bangkok. (in Thai)

[24] Gardne, J.M., Walker, S.P., Gavin, K.A. and Ashworth, A., 2002, Complementary foods in Jamaica: Viscosity, energy density, and feeding practices, Public Health Nutr. 5(2): 295-302.

[25] Sriroth, K. and Piyachomkwan, K., 2007, Flour technology. 4th Ed., Kasetsart University Press, Bangkok, 303 p. (in Thai)

[26] BeMiller, J.N. and Huber, K.C., 2008, Carbohydrates, pp. 83-151, In Damodaran, S., Parkin, K.L. and Fennema, O.R. (Ed.), Fennema's food chemistry, 4th Ed. CRC/Taylor & Francis, Boca Raton, FL.

[27] Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A.A. and Poos, M., 2002, Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids, J. Am. Diet Assoc. 102(11): 1621-1630.

[28] Dewey, K., 2003, Guiding principles for complementary feeding of the breastfed child, Pan American Health Organization, Washington DC, 38 p.

[29] Bureau of Nutrition, Department of Health, Ministry of Public Health, 2020, Dietary reference intake for Thais 2020, A.V. Progressive, Bangkok, 482 p. (in Thai)

[30] Food and Drug Administration, Ministry of Public Health, Ministry of Public Health Notification No 158 B.E. 2537 (1994) Title: Supplementary food for infants and young children, Available Source: https://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P158.pdf, Oct 9, 2022. (in Thai)

[31] Romayanukool, P., 2002, Food preservative, Odeonstore, Bangkok, 222 p. (in Thai)

[32] Bhat, T., Hussain, S.Z., Naseer, B., Hameed Rather, A. and Ahmad Mir, S., 2020, Development of thiamine-rich snacks from brown rice using extrusion technology, Br Food J. 123(5): 1732-1757.

[33] Steiger G, Müller-Fischer N, Cori H, Conde-Petit B. Fortification of rice: technologies and nutrients. Ann NY Acad Sci. 2014;1324(1):29-39.

[34] Souza DDS, Tahan S, Weber TK, Araujo-Filho HB, de Morais MB. Randomized, double-Blind, placebo-controlled parallel clinical trial assessing the effect of fructooligosaccharides in infants with constipation. Nutrients. 2018;10(11):1602.