

## มะนาวผงสำเร็จรูปสูตรเข้มข้น

### Lime Concentrate Powder

พูนศิริ ทิพย์เนตร<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ต.นาบัว อ.เมือง จ.เพชรบุรี 76000

<sup>2</sup>หน่วยวิจัยเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ต.นาบัว อ.เมือง จ.เพชรบุรี 76000

#### บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตมะนาวผงสูตรเข้มข้นด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อพัฒนาคุณภาพของมะนาวผงให้มีรสเปรี้ยวและกลิ่นคล้ายมะนาวสด โดยศึกษาหาอัตราส่วนปริมาณน้ำมะนาวผลดิบกับน้ำมะนาวผลสุกในการผลิตมะนาวผงที่เหมาะสมให้มีคุณสมบัติดังกล่าว และเปรียบเทียบมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยสูตรต่างๆ กับมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี โดยเปรียบเทียบจากผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณ กรดซิตริก ความเป็นกรด-เบส (pH) ความชื้น และการทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัส พบว่ามะนาวผงสูตรเข้มข้นสูตร 2 อัตราส่วนน้ำมะนาวผลดิบ 1 ต่อน้ำมะนาวผลสุก 2.3 ใช้น้ำมะนาวผลดิบ 150 mL ต่อน้ำมะนาวผลสุก 350 mL และมอลโตเด็คทิน (200 g) 12% brix มีลักษณะผงสีครีม รสเปรี้ยว และมีกลิ่นคล้ายมะนาวผลดิบมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบมะนาวผงสูตรเข้มข้นสูตร 2 กับมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านสูตร 1 และ 2 พบว่าน้ำมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีปริมาณวิตามินซี ( $0.015 \pm 0.000$ ) น้อยกว่าน้ำมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง ทั้งสองสูตร ( $0.078 \pm 0.000$ ) แต่มีปริมาณกรดซิตริก ( $0.379 \pm 0.003$ ) และค่าความเป็นกรดมากกว่า ( $\text{pH} = 2.55 \pm 0.01$ ) น้ำมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านสูตร 1 ( $2.90 \pm 0.01$ ) และ สูตร 2 ( $2.64 \pm 0.01$ ) และจากผลการทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัสกับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน พบว่าการยอมรับโดยรวมของมะนาวผงสูตรเข้มข้นสูตร 2 ( $3.20 \pm 0.83$ ) มีมากกว่ามะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านสูตร 1 ( $2.80 \pm 0.61$ ) แต่น้อยกว่ามะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านสูตร 2 เล็กน้อย ( $2.95 \pm 0.51$ ) และผลการทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์มะนาวผงพบว่าการยอมรับโดยรวมของมะนาวผงสูตรเข้มข้นสูตร 2 ( $3.40 \pm 0.75$ ) มีมากกว่ามะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านสูตร 1 ( $2.80 \pm 0.61$ ) และสูตร 2 ( $3.05 \pm 0.60$ )

**คำสำคัญ:** มะนาวผงสูตรเข้มข้น การทำแห้งแบบพ่นฝอย

#### Abstract

Quality of lime concentrate powder was developed by using spray drying to improve its smell and taste as a fresh lime juice. These development were done by vary the ratio of green peel lime juice with yellow peel lime juice. All formulas of lime concentrate powder were compared with lime powder formula 1 and 2 from wife house community at Thayang, Petchaburi. The physical property, quantity of Vitamin C and citric acid, pH, humidity and sensory evaluation questionnaire of all lime concentrate powder were determined. It was found that lime concentrate powder formula 2 obtained from mixing of green peel lime

juice 150 mL per yellow peel lime juice 350 mL with maltodextrin 200 g 12% brix yielded the best formula because it has a good cream color, a good taste and a good smell like a fresh lime juice. Comparing with lime powder formula 1 and 2 from wife house community at Thayang, it showed that quantity of Vitamin C of spray drying lime powder formula 2 was lower than both formula of wife house community's lime powder. While Citric acid and acidity of spray drying lime powder formula 2 was higher than wife house community's lime powder. Based on 20 sensory evaluation questionnaires, spray drying lime powder formula 2 was favor than wife house community's lime powder formula 1. It was slightly less favor than wife house community's lime powder formula 2. Moreover, lime juice from this spray drying lime powder was favor than both formula of wife house community's lime powder.

**Key words:** Lime concentrate powder, Spray drying

## บทนำ

ปัจจุบันมะนาวนับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมอย่างมากเพราะเนื่องจากมะนาวมีประโยชน์หลายประการ ตัวอย่างเช่น ใช้เป็นส่วนประกอบอาหารที่มีรสเปรี้ยวหลายชนิดที่คนไทยนิยมรับประทาน ใช้ทำเป็นเครื่องดื่มดับกระหายช่วยให้ชุ่มคอ ใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำยาล้างจาน และสามารถใช้ทำความสะอาดภาชนะที่เป็นทองแดงหรือทองเหลืองให้เงางาม เป็นต้น นอกจากนี้ น้ำมะนาวยังอุดมไปด้วยวิตามิน บี 1 บี 2 วิตามินซี และธาตุอาหารที่จำเป็นอีกหลายชนิด ทุกๆ ส่วนของมะนาวไม่ว่าใบ ผล ลำต้นหรือเมล็ด สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในแง่สมุนไพรรักษาโรคต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง [1]

ในการจัดจำหน่ายมะนาวผู้ปลูกสามารถจำหน่ายได้ราคาดี โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งประมาณเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนของทุกปี มะนาวจะมีผลผลิตออกสู่ตลาดน้อย ราคาขายเมื่อถึงมือผู้บริโภค

จะมีราคาสูงถึงผลละ 2 – 5 บาท ส่วนในช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายนมะนาวจะมีราคาถูกลงมากคือประมาณผลละ 0.25 บาท โดยเฉพาะมะนาวผลสุกจะมีราคาถูกลงกว่ามะนาวผลสดมากเพราะเนื่องจากคุณภาพของน้ำมะนาวที่ได้ต่ำกว่าน้ำมะนาวผลสด ผู้บริโภคจึงไม่นิยมบริโภคน้ำมะนาวประเภทนี้

ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับมะนาวผลสุกและเพื่อเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนมะนาวในช่วงที่มะนาวมีราคาแพง ผู้ทำการวิจัยจึงได้ทำการศึกษาการแปรรูปมะนาวให้เป็นมะนาวผงสำเร็จรูปสูตรเข้มข้นขึ้น โดยทำการศึกษาอัตราส่วนผสมของน้ำมะนาวจากมะนาวผลสดกับมะนาวผลสุกที่เหมาะสมกับการทำแห้งแบบพ่นฝอยซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการแปรรูปอาหารในภาคอุตสาหกรรมหลายๆ ชนิด เช่น นม ชุบ กาแฟ และชา เป็นต้น [2] [3] [4] ให้มีรสเปรี้ยวและกลิ่นคล้ายมะนาวผลสดมากที่สุด

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

## สารเคมี

ตารางที่ 1 ชื่อสารเคมี ความบริสุทธิ์ และบริษัทผู้ผลิตสารเคมี

สารเคมี	ความบริสุทธิ์	บริษัทผู้ผลิต
1. L – ascorbic acid	AR.Grade	E.Merck , Dramstadt
2. Metaphosphoric acid	AR.Grade	Riedel – de Hean
3. 2, 6- dichlorophenoindophenol	AR.Grade	Ajax Laboratory
4. Phenolphthalein	AR.Grade	Ajax Laboratory
5. Citric acid	AR.Grade	A Division of Clyde Industries Limited
6. Sodium hydroxide	AR.Grade	S.P.A. MILANO
7. Maltodextrin	DE 10-13	ABBRA CORPORATION LIMITED
8. Ethanol 95%	AR.Grade	J.T. Baker , Merck

## อุปกรณ์

ตารางที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์	บริษัท	รุ่น
1. Spray Dryer	Labplant Ltd.	SD - 05
2. Refractometer (แบบมือถือ)	Becthai Bangkok Equipment and Chemical CO.,Ltd.	-
3. Hot plate	Becthai Bangkok Equipment and Chemical CO.,Ltd.	S/N00936851
4. pH meter	Becthai Bangkok Equipment and Chemical CO.,Ltd.	S/N
5. Hot air oven	Becthai Bangkok Equipment and Chemical CO.,Ltd.	S/N
6. Dessicator	-	-
7. เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง	Becthai Bangkok Equipment and Chemical CO.,Ltd.	S/N

## วิธีการทดลอง

## 1. ขั้นตอนการเตรียมน้ำมะนาววัตถุดิบและการทำแห้งแบบพ่นฝอย

- 1.1 การเตรียมมอลโตเด็กทิน 20% W/V
  - ชั่งมอลโตเด็กทินมา 200 g แล้วนำมาละลายน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 mL จนได้ความเข้มข้น 20% W/V
- 1.2 เตรียมน้ำมะนาวมาผสมมอลโตเด็กทิน
- 1.3 นำน้ำมะนาวที่ได้ไปผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

- นำน้ำมะนาวที่ผสมมอลโตเด็กทินแล้วใส่ในปีกเกอร์ขนาด 1 L
- เปิดเครื่อง spray dryer โดยปรับตั้งสภาวะเครื่อง ดังนี้  
Inlet temp 170 °C  
Air flow 8 - 9 mL/hr  
Pump flow 10 - 11 mL/hr  
Compressure air pressure 1.2 bar
- ทำการป้อนน้ำมะนาวผสมมอลโตเด็กทิน เข้าเครื่องอย่างต่อเนื่อง ปล่อยให้เครื่องทำงานจนกระทั่งน้ำมะนาวเข้าไปหมด

- จากนั้นรอจนกว่า Inlet temp ลดลงถึง 50°C แล้วปิดเครื่อง
- เปิดเอาผลผลิตภัณฑ์ที่ได้ (มะนาวผง) จากขวดเก็บผลผลิตภัณฑ์แล้ว

**2. การศึกษาวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของน้ำมะนาวจากผลสด มะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงจากกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี**

**ตอนที่ 1** การหาปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวจากผลสด มะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี โดยวิธีการไทเทรต

1. เตรียมสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน โดยชั่ง ascorbic acid 100 mg ละลายในสารละลาย metaphosphoric acid 5 % W/V จนมีปริมาตรครบ 100 mL

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานวิตามินซี 10 mL ไทเทรตด้วยสารละลาย 2,6-dichlorophenoinodophenol 0.1% จนกระทั่งเกิดเป็นสีชมพู ทำการไทเทรต 3 ครั้ง บันทึกปริมาตรของ 2,6-dichlorophenoinodophenol 0.1% ที่ใช้

3. ปิเปตสารละลาย metaphosphoric acid 4% 10 mL ไทเทรตด้วยสารละลาย 2,6-dichlorophenoinodophenol 0.1% จนกระทั่งเกิดเป็นสีชมพู ทำการไทเทรตเช่นเดียวกับข้อที่ 2

4. ปิเปตน้ำมะนาวจากผลสด (ทั้งน้ำมะนาวผลดิบและน้ำมะนาวผลสุก) อย่างละ 10 mL หยด metaphosphoric acid 4% ทำการไทเทรตเช่นเดียวกับข้อที่ 2

สำหรับมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงจากกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง ให้ทำการชั่งมะนาวผงมา 1.5 g มาละลายน้ำจนครบ 40 mL จากนั้นปิเปตมา 10 mL มาไทเทรตด้วย 2, 6- dichloro phenoinodophenol 0.1% หยด metaphosphoric acid 4% ทำการไทเทรตเช่นเดียวกับข้อที่ 2

5. นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณวิตามินซี ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณวิตามินซี (mg/100 mL)} = \frac{0.02 \times (T - B) \times 100}{(S - B)}$$

เมื่อกำหนดให้

T = ปริมาณ 2,6-dichlorophenoinodophenol 0.1% ที่ใช้ในการไทเทรตกับน้ำมะนาว 10 mL

B = ปริมาณ 2,6-dichlorophenoinodophenol 0.1% ที่ใช้ในการไทเทรตกับ metaphosphoric acid 4%

S = ปริมาณ 2,6-dichlorophenoinodophenol 0.1% ที่ใช้ในการไทเทรตกับ สารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

**ตอนที่ 2** การหาปริมาณกรดซิตริกในน้ำมะนาวจากผลสด มะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง โดยวิธีการไทเทรต

1. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำมะนาวผลสด 1.0 mL เติมน้ำกลั่นประมาณ 10 mL และหยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1- 2 หยด เขย่าให้เข้ากัน ในกรณีมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยและมะนาวผงกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง น้ำมะนาวผง 1.5 g มาละลายน้ำจนมีปริมาตรครบ 100 mL

2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำมะนาวผง 1.0 mL เติมน้ำกลั่นประมาณ 10 mL และหยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1- 2 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3. ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1.0 N จนกระทั่งถึงจุดยุติ นำปริมาตรของสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้มาคำนวณหา % citric acid ดังสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ citric acid} = \frac{N \text{ base} \times \text{mL. base} \times \text{meq.wt. of citric acid} \times 100}{\text{ปริมาตรของตัวอย่าง (mL)}}$$

เมื่อกำหนดให้

N base คือ Normality ของสารละลาย ไฮเดียมไฮดรอกไซด์ mL.base คือ ปริมาณของสารละลายไฮเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการไทเทรต

meq.wt. of citric acid คือ น้ำหนักโมเลกุลสมมูลย์ของ citric acid เท่ากับ 0.06404

**ตอนที่ 3** การวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบส (pH) ในน้ำมะนาวจากผลสด มะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

1. นำน้ำมะนาว มา 50 mL ใส่ลงในปิกรเกอร์
2. นำมาวัด pH โดยเครื่อง pH meter แล้วอ่านค่าที่วัดได้
3. บันทึกผลการทดลอง

**ตอนที่ 4** การปริมาณความชื้นในมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี โดยวิธี AOAC 1984

1. เตรียมโดยชั่งมะนาวผง 2.000 g ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ในภาชนะที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
2. นำไปอบที่ตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C นาน 3 ชั่วโมง
3. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
4. ทดลองอบซ้ำอีกประมาณครึ่งชั่วโมงหรือจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่
5. คำนวณหาปริมาณความชื้น จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละ} = \frac{(A - B) \times 100}{W}$$

เมื่อกำหนดให้

A = น้ำหนักภาชนะหาความชื้นกับน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนักภาชนะหาความชื้นกับน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

W = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

### 3. ขั้นตอนในการผลิตมะนาวผงของกลุ่ม

แม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

วิธีการทำ สูตรที่ 1

1. นำมะนาวมาล้างให้สะอาดแล้วนำมาผ่าคั้นเอาเฉพาะน้ำ
2. นำน้ำมะนาวที่คั้นแล้วมาตุนน้ำเดือดจนกระทั่งเป็นสีน้ำตาลใช้เวลา 3-4 ชั่วโมง (มะนาว 20 ผล ตุนให้เหลือ 1 ซ้อนโต๊ะ)
3. นำน้ำมะนาวที่ตุนได้มาวัดกับส่วนผสมคือ น้ำตาลไอซิ่ง 1 kg : น้ำมะนาว 2 ซ้อนโต๊ะ และเกลือ 1.5 ซ้อนโต๊ะ นวดให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน
4. นำมาทอดผ่านตะแกรงเพื่อให้เป็นเกล็ด
5. นำเกล็ดที่ได้เข้าตู้อบลมร้อนเพื่อให้แห้งโดยใช้อุณหภูมิ 50-80°C ใช้เวลา 3-4 ชั่วโมง
6. นำมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เตรียมไว้และพร้อมที่จะจำหน่ายได้

วิธีการทำ สูตรที่ 2

1. นำมะนาวมาล้างให้สะอาดแล้วนำมาผ่าคั้นเอาเฉพาะน้ำ
2. นำน้ำมะนาวที่คั้นแล้วมาตุนน้ำเดือดจนกระทั่งเป็นสีน้ำตาลใช้เวลา 3-4 ชั่วโมง (มะนาว 20 ผล ตุนให้เหลือ 1 ซ้อนโต๊ะ)
3. นำน้ำมะนาวที่ตุนได้มาวัดกับส่วนผสมคือ น้ำตาลไอซิ่ง 1 kg : น้ำมะนาว 10 ซ้อนโต๊ะ นวดให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน
4. นำมาทอดผ่านตะแกรงเพื่อให้เป็นเกล็ด
5. นำเกล็ดที่ได้เข้าตู้อบลมร้อนเพื่อให้แห้งโดยใช้อุณหภูมิ 50-80°C ใช้เวลา 3-4 ชั่วโมง
6. นำมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เตรียมไว้และพร้อมที่จะจำหน่ายได้

### 4. การทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัส

1. ใช้แบบสอบถาม
2. สอบถามโดยมีจำนวนคน 20 คน
3. นำแบบสอบถามที่ได้มาคำนวณหาค่าทางสถิติ ( $\bar{x} \pm SD$ ) เพื่อนำไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลที่ได้ต่อไป

**ผลการศึกษา****ตอนที่ 1** การทำแห้งแบบพ่นฝอย

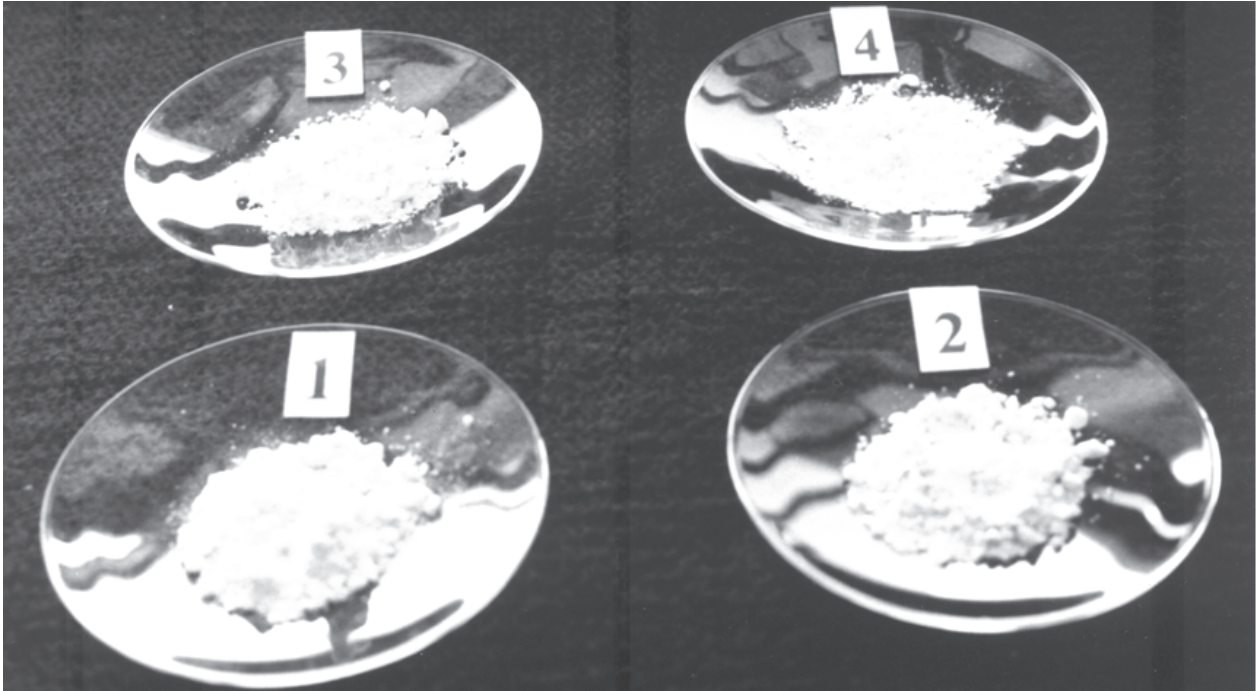
การทดลองได้ใช้อัตราส่วนปริมาณน้ำมะนาวผลดิบกับผลสุกในการทำแห้งแบบพ่นฝอยด้วยการปรับอัตราส่วนปริมาณน้ำมะนาวผลดิบกับผลสุกและสภาวะ

ที่ใช้ในการทำมะนาวผง คือ Inlet temp 170°C Air flow 8–9 mL/hr Pump flow 10 – 11 mL/hr Compressure air pressure 1.2 bar ได้ผลการทดลอง ดังตาราง 3 และรูป 1-2

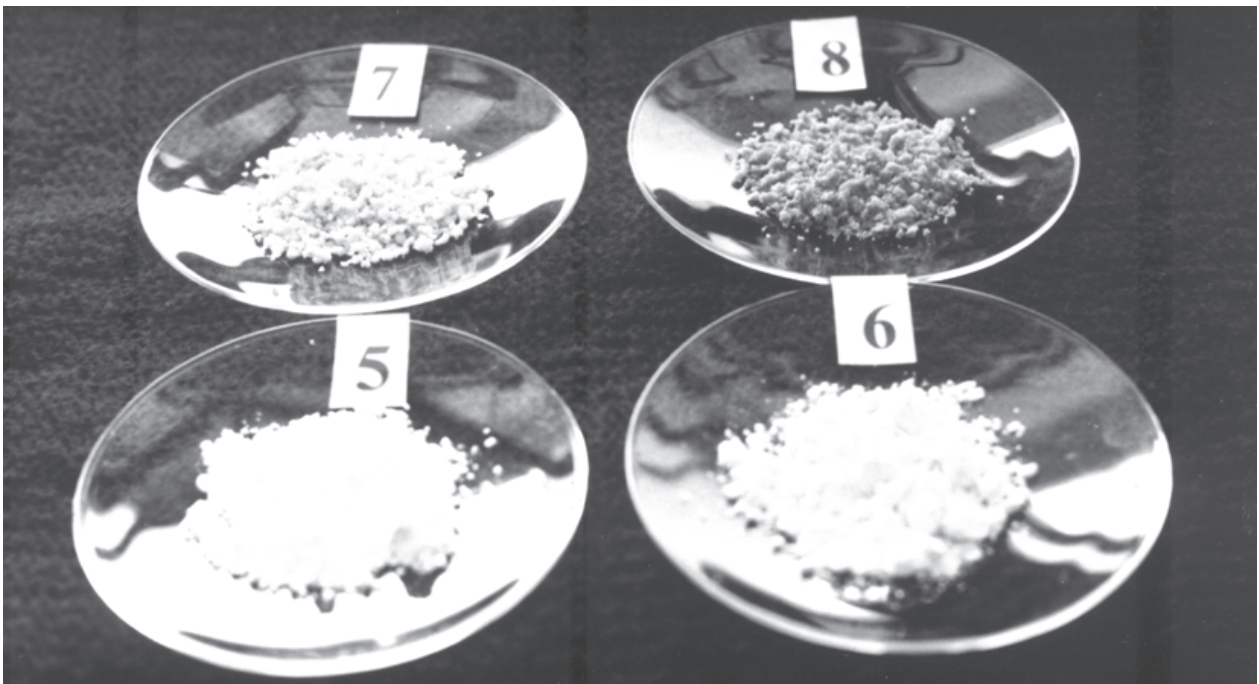
**ตารางที่ 3** ผลการศึกษาอัตราส่วนปริมาณน้ำมะนาวผลดิบกับผลสุกที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบพ่นฝอย

การทดลอง ครั้งที่	ปริมาณอัตราส่วนน้ำมะนาวผลดิบกับผลสุก	สี	กลิ่น	รส	ผลการทดลอง		
					น้ำหนัก มะนาว ผงที่ได้ (g)	เวลาที่ใช้ในการ ทำแห้งแบบ พ่นฝอย (ชั่วโมง)	
1. มะนาวผลดิบ อัตราส่วน 1:0	น้ำมะนาว 500 mL (200 g) 12 % brix	มอลโทเดกซ์ทรีน	ครีม	คล้ายมะนาว	เปรี้ยว ขมเล็กน้อย	36.39	2:45
2. มะนาวผลสุก อัตราส่วน 0:1	น้ำมะนาว 500 mL (200 g) 12 % brix	มอลโทเดกซ์ทรีน	ครีม	คล้ายมะนาวสุก	เปรี้ยว	38.60	2:38
3. มะนาวผสมสูตร 1 อัตราส่วน 1:1	น้ำมะนาวดิบ 250 ต่อมะนาวสุก 250 mL มอลโทเดกซ์ทรีน (200 g) 12 % brix	มอลโทเดกซ์ทรีน	ครีม	คล้ายมะนาว	เปรี้ยว ขมเล็กน้อย	45.65	2:30
4. มะนาวผสมสูตร 2 อัตราส่วน 1:2.3	น้ำมะนาวดิบ 150 ต่อมะนาวสุก 350 mL มอลโทเดกซ์ทรีน (200 g) 12 % brix	มอลโทเดกซ์ทรีน	ครีม	คล้ายมะนาว	เปรี้ยว	35.65	2:30
5. มะนาวผสมสูตร 3 อัตราส่วน 1:4	น้ำมะนาวดิบ 100 ต่อมะนาวสุก 400 mL มอลโทเดกซ์ทรีน (200 g) 12 % brix	มอลโทเดกซ์ทรีน	ขาว	คล้ายมะนาวสุก	เปรี้ยวน้อย	37.35	2:35
6. มะนาวผสมสูตร 4 อัตราส่วน 1:9	น้ำมะนาวดิบ 50 ต่อมะนาวสุก 450 mL มอลโทเดกซ์ทรีน (200 g) 12 % brix	มอลโทเดกซ์ทรีน	ครีม	คล้ายมะนาวสุก	เปรี้ยว	38.75	2:40
7. มะนาวของกลุ่ม แม่บ้านสูตรที่ 1	-	-	ขาวน้ำตาล อ่อนๆ	คล้ายมะนาว น้อยมาก	เปรี้ยว เปรี้ยว	-	-
8. มะนาวของกลุ่ม แม่บ้านสูตรที่ 2	-	-	น้ำตาล	คล้ายมะนาว น้อยมาก	อมหวาน เปรี้ยวอมหวาน ขมเล็กน้อย	-	-





ภาพที่ 1 มะนาวผงที่ได้จากกระบวนการทำแห้งแบบฟนฝอย (1) ครั้งที่ 1 (2) ครั้งที่ 2 (3) ครั้งที่ 3 และ (4) ครั้งที่ 4



ภาพที่ 2 มะนาวผงที่ได้จากกระบวนการทำแห้งแบบฟนฝอย (5) ครั้งที่ 5 และ (6) ครั้งที่ 6 มะนาวผงที่ได้จากกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี (7) สูตรที่ 1 และ (8) สูตรที่ 2

## ตอนที่ 2 การหาปริมาณวิตามินซีโดยวิธีการไทเทรต

ตารางที่ 4 ผลการไทเทรตหาปริมาณวิตามินซีในสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน metaphosphoric acid 4% ของน้ำมะนาวสด มะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

ตัวอย่าง	ปริมาตร 2,6-dichlorophenolindophenol 0.1% ที่ใช้ (mL)				ปริมาณวิตามินซี ( $\bar{X} \pm SD$ )
	1	2	3	เฉลี่ย	
วิตามินซีมาตรฐาน	26.00	25.50	25.00	25.50	-
metaphosphoric acid 4%	0.10	0.10	0.10	0.10	-
น้ำมะนาวผลดิบ	8.00	9.00	8.00	8.33	0.648 $\pm$ 0.045
น้ำมะนาวผลสุก	7.50	8.00	8.00	7.83	0.608 $\pm$ 0.023
น้ำมะนาวผงจากผลดิบ	0.20	0.20	0.30	0.23	0.009 $\pm$ 0.004
อัตราส่วน 1:0					
น้ำมะนาวผงจากผลสุก	0.30	0.30	0.40	0.33	0.017 $\pm$ 0.004
อัตราส่วน 0:1					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.012 $\pm$ 0.000
อัตราส่วน 1:1					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 2	0.30	0.30	0.30	0.30	0.015 $\pm$ 0.000
อัตราส่วน 1:2.3					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 3	0.20	0.30	0.20	0.23	0.009 $\pm$ 0.004
อัตราส่วน 1:4					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 4	0.25	0.30	0.25	0.26	0.012 $\pm$ 0.001
อัตราส่วน 1:9					
น้ำมะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.078 $\pm$ 0.000
น้ำมะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.078 $\pm$ 0.000



## ตอนที่ 3 การหาปริมาณกรดซิตริกโดยวิธีการไทเทรต

ตารางที่ 5 ผลการไทเทรตหาปริมาณกรดซิตริกในน้ำมะนาวสด มะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

ตัวอย่าง	ปริมาตร 0.1N NaOH ที่ใช้ (mL)				ปริมาณกรดซิตริก ( $\bar{x} \pm SD$ )
	1	2	3	เฉลี่ย	
น้ำมะนาวผลดิบ	11.68	11.67	11.66	11.67	$7.473 \pm 0.006$
น้ำมะนาวผลสุก	11.52	11.43	11.42	11.46	$7.336 \pm 0.035$
น้ำมะนาวผงจากผลดิบ	0.54	0.55	0.54	0.54	$0.347 \pm 0.003$
อัตราส่วน 1:0					
น้ำมะนาวผงจากผลสุก	0.57	0.59	0.58	0.58	$0.371 \pm 0.006$
อัตราส่วน 0:1					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 1	0.60	0.60	0.60	0.60	$0.384 \pm 0.000$
อัตราส่วน 1:1					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 2	0.60	0.59	0.59	0.59	$0.379 \pm 0.003$
อัตราส่วน 1:2.3					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 3	0.37	0.38	0.37	0.37	$0.239 \pm 0.003$
อัตราส่วน 1:4					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 4	0.60	0.58	0.58	0.59	$0.375 \pm 0.007$
อัตราส่วน 1:9					
น้ำมะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 1	0.12	0.12	0.12	0.12	$0.076 \pm 0.000$
น้ำมะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 2	0.32	0.32	0.32	0.31	$0.206 \pm 0.000$

## ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบส (pH)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบส (pH) ในน้ำมะนาวสด มะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

ตัวอย่าง	ค่า pH ที่อ่านได้				ความเป็นกรด-เบส ( $\bar{x} \pm SD$ )
	1	2	3	เฉลี่ย	
น้ำมะนาวผลดิบ	2.28	2.26	2.28	2.27	$2.27 \pm 0.01$
น้ำมะนาวผลสุก	2.25	2.24	2.26	2.25	$2.36 \pm 0.20$
น้ำมะนาวผงจากผลดิบ	2.57	2.55	2.56	2.56	$2.56 \pm 0.01$
อัตราส่วน 1:0					
น้ำมะนาวผงจากผลสุก	2.50	2.53	2.52	2.51	$2.51 \pm 0.01$
อัตราส่วน 0:1					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 1	2.53	2.55	2.53	2.54	$2.53 \pm 0.01$
อัตราส่วน 1:1					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 2	2.56	2.54	2.56	2.55	$2.55 \pm 0.01$
อัตราส่วน 1:2.3					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 3	2.59	2.58	2.60	2.59	$2.59 \pm 0.01$
อัตราส่วน 1:4					
น้ำมะนาวผงผสมสูตร 4	2.56	2.55	2.54	2.55	$2.55 \pm 0.01$
อัตราส่วน 1:9					
น้ำมะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 1	2.93	2.88	2.90	2.90	$2.90 \pm 0.01$
น้ำมะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 2	2.64	2.66	2.63	2.64	$2.64 \pm 0.01$

### ตอนที่ 5 การหาปริมาณความชื้นในมะนาวผง

ตารางที่ 7 ผลการหาปริมาณความชื้นในมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย และมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

ตัวอย่าง	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	( $\bar{x} \pm SD$ )
มะนาวผงผลดิบ อัตราส่วน 1:0	10.07	10.07 $\pm$ 0.11
มะนาวผงผลสุก อัตราส่วน 0:1	9.13	9.13 $\pm$ 1.29
มะนาวผงผสมสูตร 1 อัตราส่วน 1:1	6.86	6.86 $\pm$ 1.57
มะนาวผงผสมสูตร 2 อัตราส่วน 1:2.3	8.96	8.96 $\pm$ 1.61
มะนาวผงผสมสูตร 3 อัตราส่วน 1:4	4.90	4.90 $\pm$ 0.06
มะนาวผงผสมสูตร 4 อัตราส่วน 1:9	7.72	7.72 $\pm$ 0.07
มะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 1	2.09	2.09 $\pm$ 0.11
มะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 2	3.95	3.95 $\pm$ 0.02

### ตอนที่ 6 การทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัส

ตัวอย่างมะนาวผงที่นำมาทดสอบมีดังนี้ และผลการทดสอบความพึงพอใจทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 6-7

- |                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| 1. มะนาวผงจากผลดิบ              | อัตราส่วน 1:0   |
| 2. มะนาวผงจากผลสุก              | อัตราส่วน 0:1   |
| 3. มะนาวผงผสมสูตร 1             | อัตราส่วน 1:1   |
| 4. มะนาวผงผสมสูตร 2             | อัตราส่วน 1:2.3 |
| 5. มะนาวผงผสมสูตร 3             | อัตราส่วน 1:4   |
| 6. มะนาวผงผสมสูตร 4             | อัตราส่วน 1:9   |
| 7. มะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 1 |                 |
| 8. มะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 2 |                 |

**ตารางที่ 8** ผลการทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์มะนาวผง

ลักษณะที่ทดสอบ	ตัวอย่างมะนาวผง							
	มะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย						มะนาวผงกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี	
	ผลดิบ	ผลสุก	ผสมสูตร 1	ผสมสูตร 2	ผสมสูตร 3	ผสมสูตร 4	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
สี	3.35±0.74	2.90±0.71	3.30±1.08	3.75±0.78	3.70±0.97	3.20±0.89	3.40±1.14	2.80±0.95
กลิ่น	3.15±0.98	3.00±1.07	3.30±0.57	3.45±0.94	3.30±0.65	3.10±1.25	2.90±1.11	2.85±0.81
กลิ่น แปลกปลอม	2.80 ± 0.69	2.95±0.75	3.10±0.71	3.10±0.78	3.00±0.56	2.85±0.58	2.90±0.64	2.90±0.64
รสเปรี้ยว	3.20±0.83	3.45±0.88	3.40±0.88	4.00±0.72	3.45±0.99	3.75±0.91	1.90±0.64	3.00±0.79
รสแปลกปลอม	2.85±0.67	2.90±0.85	2.95±0.82	3.10±0.71	3.10±0.78	3.20±0.76	2.70±0.73	2.90±0.55
การยอมรับโดยรวม	2.75±0.71	2.75±0.44	2.80±0.52	3.20±0.83	3.00±0.56	2.75±0.55	2.80±0.61	2.95±0.51

หมายเหตุ: ค่าในตาราง คือ  $\bar{x} \pm SD$

ตัวอย่างมะนาวผงซึ่งนำมาทดสอบมีดังนี้

- |                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. มะนาวผงจากผลดิบซง               | อัตราส่วน 1:0   |
| 2. มะนาวผงจากผลสุกซง               | อัตราส่วน 0:1   |
| 3. มะนาวผงผสมสูตร 1 ซง             | อัตราส่วน 1:1   |
| 4. มะนาวผงผสมสูตร 2 ซง             | อัตราส่วน 1:2.3 |
| 5. มะนาวผงผสมสูตร 3 ซง             | อัตราส่วน 1:4   |
| 6. มะนาวผงผสมสูตร 4 ซง             | อัตราส่วน 1:9   |
| 7. มะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 1 ซง |                 |
| 8. มะนาวผงกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 2 ซง |                 |

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์มะนาวผง

ลักษณะที่ ทดสอบ	ตัวอย่างมะนาวผง							
	มะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย						มะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ. เพชรบุรี	
	ผลดิบ	ผลสุก	ผสมสูตร 1	ผสมสูตร 2	ผสมสูตร 3	ผสมสูตร 4	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
สี	3.35±0.74	2.90±0.71	3.30±1.08	3.75±0.78	3.70±0.97	3.70±0.92	3.40±1.14	2.80±0.95
กลิ่น	3.15±0.98	3.30±0.86	3.30±0.57	3.50±0.76	3.45±0.94	3.40±1.04	2.90±1.11	2.85±0.81
กลิ่น แปลกปลอม	3.05±0.82	3.20±0.83	3.10±0.71	3.20±0.76	3.15±0.58	3.25±0.71	2.90±0.64	2.90±0.64
รสเปรี้ยว	3.55±0.75	3.45±0.88	3.50±0.82	3.85±0.93	3.70±0.92	3.90±0.85	1.90±0.64	3.20±0.76
รสแปลกปลอม	3.05±0.75	3.10±0.85	3.05±0.82	3.35±0.74	3.30±0.73	3.45±0.75	2.70±0.73	2.90±0.55
การยอมรับ โดยรวม	3.15±0.87	3.10±0.64	3.10±0.71	3.40±0.75	3.20±0.52	3.50±0.82	2.80±0.61	3.05±0.60

หมายเหตุ: ค่าในตาราง คือ  $\bar{x} \pm SD$

### อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพมะนาวผงให้มีรสเปรี้ยวและกลิ่นคล้ายมะนาวสด และเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยกับมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี พบว่าผลการทดลองไทเทรต หาปริมาณวิตามินซี และปริมาณกรดซิตริกในน้ำมะนาวผลดิบและผลสุกมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเทียบกับน้ำมะนาวผงจากผลดิบและผลสุกจากการทำแห้งแบบพ่นฝอยพบว่าวิตามินซี และกรดซิตริก มีค่าลดลง เนื่องจากวิตามินซี และกรดซิตริก สามารถถูกออกซิไดส์โดยอากาศ แสงสว่าง และความร้อนในการอบแห้งแบบพ่นฝอยไปบางส่วน ดังนั้นในการไทเทรตหาปริมาณวิตามินซี และกรดซิตริก จึงต้องใช้ความระมัดระวัง เช่น ควรทำในที่ที่แสงสว่างน้อย หรือมีสิ่งป้องกันไม่ให้น้ำมะนาวสัมผัสกับอากาศโดยตรง เพื่อให้ผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีและกรดซิตริกของมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยแต่ละสูตรพบว่าปริมาณไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเทียบกับ

มะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน อ.ท่ายาง และพบว่าปริมาณวิตามินซีมีน้อยกว่า แต่ปริมาณกรดซิตริกของมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยทุกสูตรมีปริมาณสูงกว่ามะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน ดังนั้นจึงทำให้น้ำมะนาวที่ได้จากมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยยังคงมีรสเปรี้ยวที่ใกล้เคียงกับน้ำมะนาวสด และเมื่อพิจารณาผลที่ได้จากการวัด pH จะพบว่ามะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยทุกสูตรมีความเป็นกรดมากกว่ามะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านทั้ง 2 สูตร ซึ่งคาดว่าเกิดจากปริมาณของกรดซิตริกที่มีอยู่สูงกว่ามะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านเป็นหลัก สอดคล้องกับผลการทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์มะนาวผงและผงของกลุ่มแม่บ้านกับที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยซึ่งพบว่าผู้บริโภค มีความพึงพอใจในรสเปรี้ยวของมะนาวผงสูตรที่ 2 มากที่สุด แต่ไม่ชอบรสเปรี้ยวของมะนาวผงสูตร 1 ของกลุ่มแม่บ้านมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่ามะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยทุกสูตร ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในรสเปรี้ยวมากกว่ามะนาวผงที่ได้จากกลุ่มแม่บ้านทั้ง 2 สูตร ดังตารางที่ 6 และ 7

ในการทดลองเมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของน้ำมะนาวผงที่ผลิตได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยกับน้ำมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านพบว่า มีสี รสชาติ และกลิ่นแตกต่างกันเพราะเนื่องจากกรรมวิธีในการผลิตแตกต่างกันดังรูปที่ 1 และ 2 จากรูปจะเห็นว่ามะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีลักษณะผงสีขาว หรือครีม อีกทั้งในมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยจากผลดิบ สูตร 1 และสูตร 2 มีกลิ่นคล้ายมะนาวสดมากที่สุด ขณะที่มะนาวจากกลุ่มแม่บ้านมีสีเข้มออกน้ำตาล และกลิ่นคล้ายมะนาวสดน้อยกว่า เมื่อพิจารณาผลการทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ มะนาวผง และผงชงของกลุ่มแม่บ้านกับที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย แล้วพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจในกลิ่นของมะนาวผงและผงชงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยทุกสูตรมากกว่าของกลุ่มแม่บ้านทั้ง 2 สูตร ขณะที่ผู้บริโภคมีความพึงพอใจกับมะนาวผงสูตร 2 ที่ได้จากการผสมน้ำมะนาวผลดิบต่อผลสุก 1 ต่อ 2.3 มากที่สุด และพึงพอใจกับสีของมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านสูตร 2 น้อยที่สุด ดังตารางที่ 8 และ 9

ในการวัดปริมาณความชื้น พบว่ามะนาวผงที่ผลิตได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีความชื้นมากกว่ามะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านประมาณสองเท่าตัว เพราะเนื่องมาจากการเก็บรักษามะนาวผงด้วยบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน คือ มะนาวผงที่ผลิตได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยใช้ขวดพลาสติกมีฝาปิดเก็บไว้ แต่มะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านใช้ขวดแก้วแล้วซีลที่ปากขวด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างขวดพลาสติกกับขวดแก้วแล้วพบว่ามีความชื้นที่แตกต่างกันในการซีลผ่านของไอน้ำที่มีต่อผิวของขวดทั้งสอง ขวดพลาสติกจะมีการซีลผ่านของไอน้ำได้มากกว่าขวดแก้ว จึงส่งผลต่อปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันในงานวิจัยต่อไปควรที่จะมีการปรับปรุงการเก็บรักษามะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยให้สามารถมีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด และควรเปรียบเทียบกับมะนาวผงที่ได้จากกลุ่มแม่บ้านเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาที่เท่ากันเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบปริมาณความชื้นได้ถูกต้องที่สุด

จากการทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้ชิมที่มีต่อมะนาวผงซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยกับมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้าน พบว่า ส่วนใหญ่ชอบมะนาวผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมากกว่ามะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านโดยลักษณะของสี กลิ่น รสเปรี้ยว การยอมรับโดยรวม ชอบมากที่สุด คือ มะนาวผงผสมสูตร 2 ส่วนลักษณะของกลิ่นแปลกปลอม ชอบมากที่สุด คือ มะนาวผงผสมสูตร 1 และผสมสูตร 2 และลักษณะของรสแปลกปลอม ชอบมากที่สุด คือ มะนาวผงผสมสูตร 4 (ซึ่งเป็นสูตรที่มีกลิ่นและรสแปลกปลอมน้อยที่สุด) รวมทั้งลักษณะของกลิ่นแปลกปลอมที่ไม่ชอบมากที่สุด คือ มะนาวผงจากผลดิบ (ซึ่งเป็นสูตรที่มีกลิ่นแปลกปลอมมากที่สุด) และการยอมรับโดยรวมที่ไม่ชอบมากที่สุด คือ มะนาวผงจากผลดิบ มะนาวผงจากผลสุก และมะนาวผงผสมสูตร 4 ส่วนในมะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านลักษณะของสี กลิ่นที่ไม่ชอบมากที่สุด คือ มะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 2 และลักษณะของ รสเปรี้ยว รสแปลกปลอมที่ไม่ชอบมากที่สุด คือ มะนาวผงของกลุ่มแม่บ้านสูตรที่ 1

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบผลการวัดคุณสมบัติทางเคมีและผลการทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมดแล้วสามารถสรุปได้ว่ามะนาวผงสูตร 2 หรือ มะนาวผงที่ได้จากน้ำมะนาวผลดิบ ต่อ ผลสุก 1 ต่อ 2.3 นั้นเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการทำแห้งแบบพ่นฝอยให้มีรสชาติ และกลิ่นใกล้เคียงกับน้ำมะนาวสดมากที่สุด และจากอัตราส่วนนี้คาดว่าจะสามารถลดปริมาณต้นทุนการผลิตได้มาก และจะสามารถทดแทนปริมาณความต้องการน้ำมะนาวสดๆ ในยามที่ขาดแคลนได้ในอนาคต

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ได้ให้สถานที่ในการวิจัย และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้ให้การสนับสนุนงานวิจัยในทุกๆ ด้านเสมอมา

### เอกสารอ้างอิง

1. วิเศษ อัครวิทยากุล. 2537. การปลูกมะนาว, พิมพ์ครั้งที่ 2. มปท.
2. Nagaraja, K. V., Vibhakar, S., Rao, S. R. N., & Rani, U. 1995. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*. 352: 33-34.
3. Quevauviller, P., Kramer, G. N., & Griepink, G. 1994. *Mikrochimica Acta*. 113: 381-954.
4. Sharpless, K. E., Shiller, S. B., Margolis, S. A., Brown-Thomas, J., Iyengar G. V., Colbert, J. C., Gills, T. E., Wise, S. A., Tanner, J. T., & Wolf, W. R. 1997. *Journal of AOAC International*. 80: 661-662.