# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 มะนาวที่ใช้ในงานวิจัยใช้มะนาวที่นิยมปลูกในประเทศไทย จัดอยู่ในประเภท Lime มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Citrus auratifolia Swingle ได้จากสวนแห่งเดียวกันในอำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี โดยคัดเลือกมะนาวพันธุ์หนังที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน (นับตั้งแต่ดอกจนกระทั่งเก็บผล) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5, 4.0 และ 4.5 เซนติเมตร ตามลำดับ

3.1.2 ถุงพลาสติกชนิด HDPE ความหนา 0.35 มิลลิเมตร ขนาด 9 x 14 นิ้ว จากร้านจำหน่าย

### 3.2 สารเคมี

3.2.1 กรดแอสคอบิค (Ascorbic acid ) (Analytical grade) ผลิตโดยบริษัท Merck

3.2.2 กรดออกซาลิค (Oxalic acid ) (Analytical grade) ผลิตโดยบริษัท Merck

3.2.3 2,4-ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล (2,4-dichlorophenolindophenol) (Analytical grade) ผลิตโดยบริษัท Merck

3.2.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) (Analytical grade) ผลิตโดยบริษัท Merck

3.2.5 โปแตสเซียมพาทเลท (Potassium pathalate) (Analytical grade) ผลิตโดยบริษัท Merck

3.2.6 โปแตสเซียมเปอร์มังกาเนต (Potassium permanganate) (Analytical grade) ผลิตโดยบริษัท Merck

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.7 อลูมิเนียมออกไซด์ (Aluminium oxide) (Commercial grade) ผลิตโดยบริษัท Carlo Erba

3.2.8 แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium hydroxide) (Commercial grade) ผลิตโดยบริษัท Carlo Erba

3.2.9 กาซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทธิลีนมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ปริมาณกาซทั้งสามชนิด จากบริษัท TIG จำกัด

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 เครื่องชั่งละเอียด ผลิตโดยบริษัท Sartorius (Model A 200 S)

3.3.2 เครื่องชั่งหยาบ ผลิตโดยบริษัท Sartorius (Model 1907)

3.3.3 เครื่องวัดการหักเหของแสง (Hand refractometer) (0-32$^{o}$Brix) ผลิตโดยบริษัท Atago ประเทศญี่ปุ่น

3.3.4 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectophotometer) ผลิตโดยบริษัท Shimudsu (Model UV 240) ประเทศญี่ปุ่น

3.3.5 เครื่องวิเคราะห์ Gas Chromatography ผลิตโดยบริษัท Shimudsu ประเทศญี่ปุ่น

3.3.6 Gas Tight Syringe ผลิตโดยบริษัท Haminton ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

3.3.7 เครื่องปิดผนึกถุงแบบแถบลวดไฟฟ้า ผลิตโดยบริษัท Sea Master

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



3.4 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับปริมาณการบรรจุ อายุการเก็บเกี่ยวของมะนาว สารดูดกาซเอทธิลีนและคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพของมะนาวที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด HDPE (High density polyethylene) ที่อุณหภูมิ 10 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 85% และตรวจสอบคุณภาพของมะนาวในระหว่างการเก็บรักษา โดยวัดความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทธิลีนภายในถุง ตรวจสีผิวของมะนาว หาเปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย หาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก วัดปริมาณกรด ไวตามินซี และเอทธานอลในน้ำมะนาว และทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อสี กลิ่น รสของน้ำมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

3.4.1 การเตรียมมะนาว และถุงที่ใช้บรรจุมะนาว

การเตรียมมะนาวเพื่อใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้คือ นำมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน มาล้างด้วยน้ำให้สะอาด แล้วผึ่งให้แห้ง จากนั้นจึงฆ่าเชื้อราที่ผิวโดยการแช่ในน้ำยาเบนเลทความเข้มข้น 1000 ppm เป็นเวลา 3 นาที แล้วผึ่งทิ้งไว้ให้แห้ง เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ถุงพลาสติกที่ใช้ศึกษาคือถุงพลาสติกชนิด HDPE ขนาด 9x14 นิ้ว ความหนา 0.35 มิลลิเมตร จะต้องนำสายยางซึ่งต่อกับท่อแก้ว (ø ~ 0.5 เซนติเมตร) มาต่อเข้าที่มุมถุง โดยใช้ยางรัดและปิดทับรอยต่อด้วยเทปพาราฟิล์ม (Para film) เพื่อสะดวกในการเก็บกาซภายในถุงด้วย Gas tight syringe สำหรับวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกาซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทธิลีนภายในถุง

3.4.2 วัดอัตราการหายใจและการสร้างเอทธิลีนของมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 10 °ซ

วัดอัตราการหายใจและการสร้างเอทธิลีนของมะนาวโดยเก็บมะนาวที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมแล้วในปริมาณที่เท่า ๆ กัน (ประมาณ 200 กรัม) ในภาชนะบรรจุปิดสนิทที่มีปริมาตรช่องว่างภายในภาชนะบรรจุประมาณ 2300 มิลลิลิตร ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ภาชนะแก้วปิดสนิท ด้านบนมีท่อที่สามารถต่อสายยางซิลิโคน (Silicone) ในการเก็บตัวอย่างกาซภายในภาชนะบรรจุด้วย Gas tight syringe เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทธิลีนภายในภาชนะบรรจุด้วยเครื่องวิเคราะห์ Gas chromatography

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน (21)

3.4.3 ศึกษาผลของปริมาณการบรรจุและผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษา

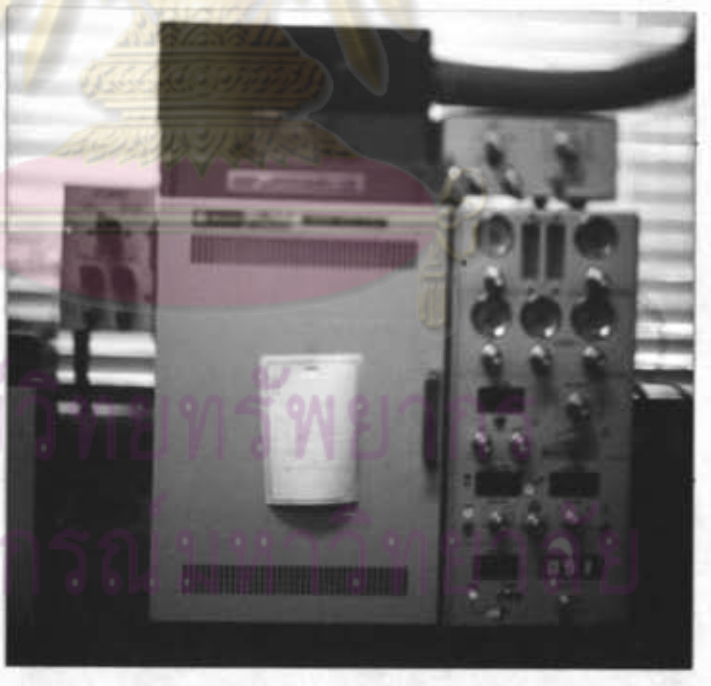
ศึกษาผลของปริมาณการบรรจุและอายุการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษาโดยบรรจุมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน และผ่านขั้นตอนการเตรียมแล้ว ในถุงพลาสติกชนิด HDPE ความหนา 0.35 มิลลิเมตร ขนาด 9x14 นิ้ว ในปริมาณการบรรจุที่ต่างกัน 3 ระดับคือ 430±5 กรัม 645±5 กรัม และ 860±5 กรัม ตามลำดับ และปิดผนึกถุงด้วยเครื่องปิดผนึกถุงแบบแถบลวดไฟฟ้า แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 10 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 85% และตรวจสอบคุณภาพของมะนาวทุก 2 สัปดาห์

3.4.4 ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยว และสารดูดกาซเอทธิลีน คาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษา

ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยว และสารดูดกาซเอทธิลีน คาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษา โดยบรรจุมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ในถุงพลาสติกชนิด HDPE ความหนา 0.35 มิลลิเมตร ขนาด 9x14 นิ้ว ในปริมาณการบรรจุที่เหมาะสม ซึ่งเลือกได้จากข้อ 3.4.3 พร้อมทั้งบรรจุสารดูดกาซ 3 ชนิดคือ สารดูดกาซเอทธิลีน (เตรียมโดยใช้อลูมิเนียมออกไซด์ 150 กรัม ดูดซับสารละลายโปแตสเซียมเปอร์มังกาเนตอิ่มตัว 50 มิลลิลิตร อบให้แห้งและบรรจุในถุงกระดาษสา 15 กรัม) สารดูดกาซคาร์บอนไดออกไซด์ (แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 20 กรัม บรรจุในถุงกระดาษสา) และสารดูดกาซเอทธิลีนพร้อมทั้งสารดูดกาซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ แล้วจึงปิดผนึกถุงและเก็บที่อุณหภูมิ 10 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 85% และตรวจสอบคุณภาพของมะนาวทุก 2 สัปดาห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.1 มะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน



รูปที่ 3.2 เครื่องวิเคราะห์ Gas Chromatography

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.3 การวัดอัตราการหายใจของมะนาว

รูปที่ 3.4 การเก็บมะนาวในถุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.5 สารดูดกาซเอทธิลีน

รูปที่ 3.6 สารดูดกาซคาร์บอนไดออกไซด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.5 เกณฑ์การตัดสินคุณภาพของมะนาวที่เก็บรักษา

การทดลองในข้อ 3.4.3 และ 3.4.4 จะได้รับการตรวจวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การตัดสินแบบเดียวกัน โดยจะตรวจสอบคุณภาพของมะนาวในระหว่างเก็บรักษาดังต่อไปนี้

3.4.5.1 วัดความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทธิลีนภายในถุงที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน ด้วยเครื่องวิเคราะห์ Gas Chromatography ซึ่งมีสภาวะในการวิเคราะห์ดังนี้

ออกซิเจนใช้ column Molecular sive 5 A

คาร์บอนไดออกไซด์ ใช้ column Porapak QS

injector temp. 90°C

column temp. 70°C

detector (TCD) temp. 90°C

สำหรับ เอทธิลีน ใช้ column Porapack N

injector temp. 110°C

column temp. 90°C

detector temp. 150°C

วิเคราะห์ความเข้มข้นของกาซโดยการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง Gas chromatography ของกาซตัวอย่างกับกาซมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นในปริมาตรที่เท่ากัน ยกตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกาซออกซิเจนภายในถุง ทำได้โดยใช้ Gas tight syringe เก็บกาซออกซิเจนมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น (% โดยปริมาตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ฉีดเข้าเครื่องวิเคราะห์ Gas chromatography แล้วอ่านค่าพื้นที่ใต้กราฟจากเครื่อง หลังจากนั้นจึงเก็บกาซภายในถุงด้วย Gas tight syringe ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ฉีดเข้าเครื่อง Gas chromatography แล้วนำเอาพื้นที่ใต้กราฟที่อ่านจากเครื่องไปคำนวณความเข้มข้นของออกซิเจนโดยเปรียบเทียบกับพื้นที่ใต้กราฟของกาซออกซิเจนมาตรฐาน การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกาซคาร์บอนไดออกไซด์และเอทธิลีนก็ทำได้ในทำนองเดียวกัน

3.4.5.2 หาเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของมะนาว

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเน่าเสีย} = \frac{\text{จำนวนมะนาวที่เน่าเสียใน 1 ถุง (ผล)}}{\text{จำนวนมะนาวทั้งหมดใน 1 ถุง}} \times 100$$

3.4.5.3 หาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาว

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักของมะนาวก่อนเก็บ} - \text{น้ำหนักของมะนาวหลังเก็บ}}{\text{น้ำหนักของมะนาวก่อนเก็บ}} \times 100$$

3.4.5.4 ตรวจสีผิวของมะนาวแล้วให้คะแนนตามระดับสี ดังนี้ (3)

| ระดับสี | เปอร์เซ็นต์สีเหลืองที่ผิว | คะแนน |
|---|---|---|
| 0 | < 5% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด | 5 |
| 1 | 5-25% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด | 4 |
| 2 | 25-50% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด | 3 |
| 3 | 50-75% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด | 2 |
| 4 | > 75% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด | 1 |

3.4.5.5 วัดปริมาณกรดทั้งหมด (Total acid) ซึ่งวัดเป็นปริมาณกรดซิตริคในน้ำมะนาวโดยการไตรเตรทน้ำมะนาวกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล (26) ตามขั้นตอนดังนี้

- เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
- เตรียมสารละลายฟีนอฟธาลีนความเข้มข้น 1 กรัม ในเอทธิลแอลกอฮอล์ 80% โดยปริมาตร
- ปรับมาตรฐาน (Standardization) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ที่เตรียมโดยชั่งโปแตสเซียมพาทเลท ($KHC_8H_4O_4$) ซึ่งอบที่อุณหภูมิ 110 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้ว 0.7-0.9 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร หยดฟีนอฟธาลีน 2-3 หยด ไตรเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ที่เตรียมจนถึงจุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ที่เตรียม} = \frac{\text{กรัมของโปแตสเซียมพาทเลท} \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์} \times 204.22}$$

- นำน้ำมะนาวปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร หยดฟีนอฟธาลีน 2-3 หยด แล้วไตรเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทราบความเข้มข้นที่

แน่นอน จนถึงจุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน

1 มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับกรดซิตริค 0.0070 กรัม

∴ ปริมาณกรดซิตริคในน้ำมะนาว (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) = ความเข้มข้นที่แน่นอนของโซเดียมไฮดรอกไซด์ x มิลลิลิตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ x .07 x 100

3.4.5.6 วัดปริมาณไวตามินซีในน้ำมะนาวด้วยวิธี Photometric (26) ตามขั้นตอนดังนี้

- เตรียมสารละลายกรดออกซาลิค 0.4% โดยชั่งกรดออกซาลิค 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

- เตรียมสารละลาย 2,4-ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล 0.0012% โดยชั่ง 2,4-ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล .0012 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

- เตรียมสารละลายกรดแอสคอบิค 0.1% โดยชั่งกรดแอสคอบิค 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

- เตรียมสารละลายกรดแอสคอบิค 1, 2, 3 และ 4 มก./100 มล.โดยปิเปตสารละลายกรดแอสคอบิค 0.1% มา 1, 2, 3, และ 4 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายกรดออกซาลิค 0.4% ให้เป็น 100 มิลลิลิตร

- นำสารละลายแอสคอลิคที่เตรียม มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ตามขั้นตอนดังนี้

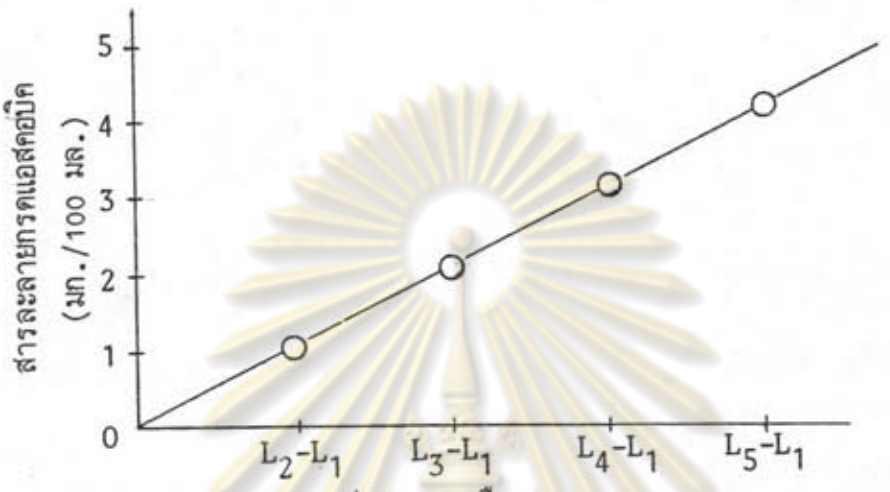
- ปรับเครื่องให้อ่านค่าดูดกลืนแสงได้เท่ากับ 0 ด้วยน้ำกลั่น

- นำสารละลายออกซาลิค 0.1% 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2,4-ไดคลอโรฟีนอลดินโดฟีนอล 0.0012% 9 มิลลิลิตร แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงภายในเวลา 15 วินาที อ่านค่าการดูดกลืนแสง = $L_1$ (Blank)

- นำสารละลายกรดแอสคอบิค 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อ 100 มิลลิลิตร มา 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2,4-ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล 0.0012% 9 มิลลิลิตร แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงภายในเวลา 15 นาที อ่านค่าดูดกลืนแสงได้เท่ากับ $L_2$,$L_3$, $L_4$ และ $L_5$ ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สร้างโค้งคำนวณ (Calibration curve) สำหรับกรดแอสคอบิคโดยเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดแอสคอบิคกับค่าดูดกลืนแสงของสารละลายกรดแอสคอบิค ซึ่งลบค่า $L_1$ แล้ว ดังแสดงตามรูปข้างล่าง




- วัดปริมาณไวตามินซีในน้ำมะนาวโดยเจือจางน้ำมะนาวลง 10 เท่า ด้วยกรดออกซาลิค 0.4% แล้วนำน้ำมะนาวที่เจือจางแล้วมา 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2,4-ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล 0.0012% 9 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ภายในเวลา 15 วินาที อ่านค่าการดูดกลืนแสง = $L_x$ แล้วจึงนำเอาค่า $L_x - L_1$ ไปอ่านค่าความเข้มข้นของไวตามินซีจากโค้งคำนวณ และคูณค่าที่อ่านได้ด้วย 10 (ค่าการเจือจางน้ำมะนาวลง 10 เท่า)

3.4.5.7 วัดปริมาณเอทธานอลในน้ำมะนาวด้วยเครื่องวิเคราะห์ Gas chromatography ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- เตรียมสารละลายเอทธานอล 1.0% โดยปิเปตเอทธานอล 100% มา 1 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

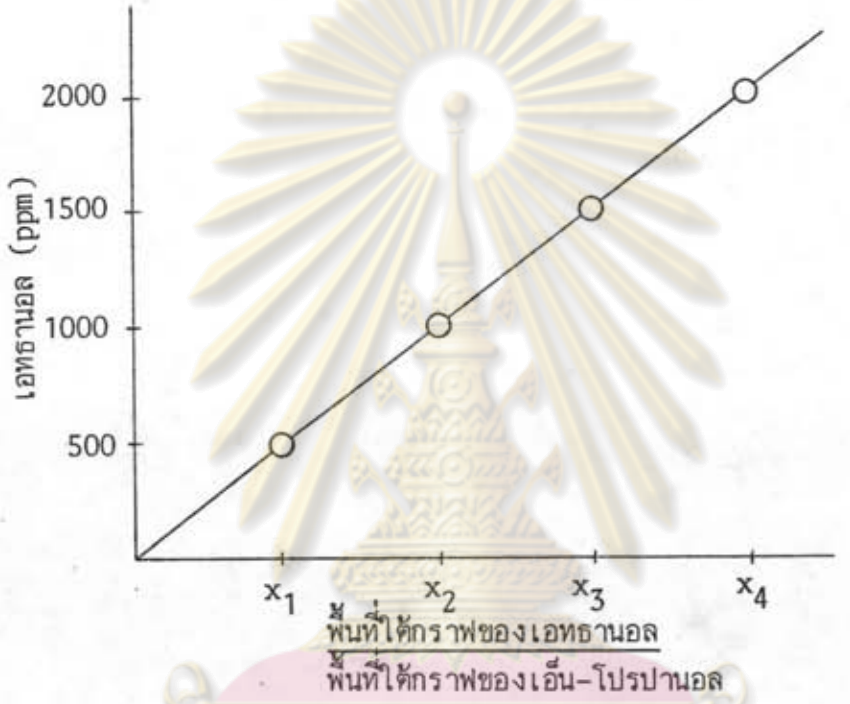
- เตรียมสารละลาย 200 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm โดยปิเปตสารละลายเอทธานอล 1% มา 2, 5, 10 และ 20 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

- ปิเปตสารละลายเอทธานอล 200 ppm, 500 ppm, 1000 ppm และ 2000 ppm ที่เตรียมได้มา 5 มิลลิลิตร เติม เอ็น-โปรปานอล (N-Propanol)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วจึงฉีดเข้าเครื่องวิเคราะห์ Gas chromatography และนำเอาค่าพื้นที่ใต้กราฟของเอทธานอลหารด้วยพื้นที่ใต้กราฟของเอ็น-โปรปานอล

- สร้างโค้งคำนวณ สำหรับเอทธานอลโดยเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นของเอทธานอลกับค่าพื้นที่ใต้กราฟของเอทธานอล หารด้วยพื้นที่ใต้กราฟของเอ็น-โปรปานอล ดังแสดงตามรูปข้างล่าง




- วัดปริมาณเอทธานอลในน้ำมะนาวโดยปิเปตน้ำมะนาวมา 5 มิลลิลิตร เติมเอ็น-โปรปานอล 5 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วฉีดเข้าเครื่องวิเคราะห์ Gas chromatography 3 ไมโครลิตร โดยมีสภาวะในการวิเคราะห์ดังนี้

Column Porapak Q

Injector temp. 250°C

column temp. 190°C

detector (FID) temp. 250°C

- นำเอาค่าพื้นที่ใต้กราฟของเอทธานอลในน้ำมะนาว หารด้วยพื้นที่ใต้กราฟของเอ็น-โปรปานอลแล้วจึงอ่านค่าความเข้มข้นของเอทธานอลในน้ำมะนาวจากโค้งคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.5.8 วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมะนาวด้วย Hand refractometer

3.4.5.9 ทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อสี กลิ่น และรสของน้ำมะนาว โดยใช้ Hedonic scale (27) โดยพิจารณาคุณภาพของน้ำมะนาวแล้วให้คะแนนดังแสดงในภาคผนวก ข

3.4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (28)

การทดลองในข้อ 3.4.3 และ 3.4.4 จะทำ 2 ซ้ำ ทุกสภาพการทดลอง (Treatment combination) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial design โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Valiance) ดังแสดงในภาคผนวก ค

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย