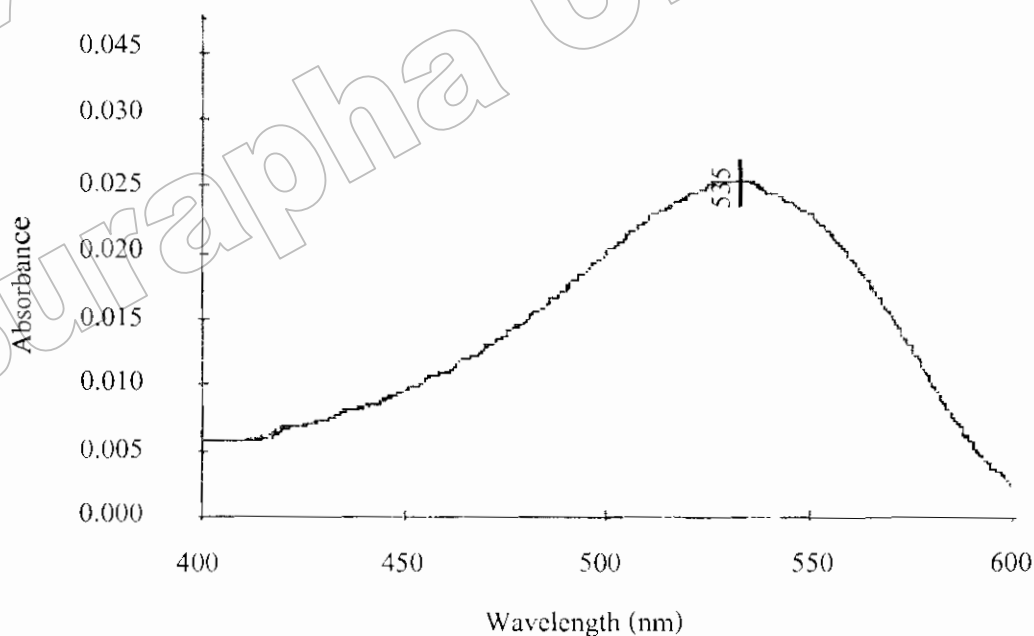


## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### กราฟมาตรฐาน

การวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมไนไตรต์ด้วยวิธีวิวิ-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตเมตรี อาศัยพื้นฐานของปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารวิเคราะห์และรีเอเจนต์ที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่นเฉพาะค่าหนึ่ง ความเข้มแสงที่ถูกดูดกลืนจะแปรผันตรงกับปริมาณสารวิเคราะห์นั้น การคำนวณปริมาณสารวิเคราะห์จากการดูดกลืนแสง (Absorbance, A) ที่วัดได้ต้องใช้กราฟมาตรฐานที่สร้างขึ้นจากการนำสารละลายมาตรฐานโซเดียมไนไตรต์เข้มข้น 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.8 และ 1.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร มาทำปฏิกิริยากับสารละลายซิลฟานิลไมด์ และสารละลายเอ็น-(1-แนฟทีล) เอทิลีนไดเอมีน ไดไฮโดรคลอไรด์ หลังจากนั้นนำสารละลายที่เตรียมได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสีชมพูที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร (โดยการสแกนหา  $\lambda_{\max}$  ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไนไตรต์) จำนวน 3 ครั้ง ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 4-1 และตารางที่ 4-1

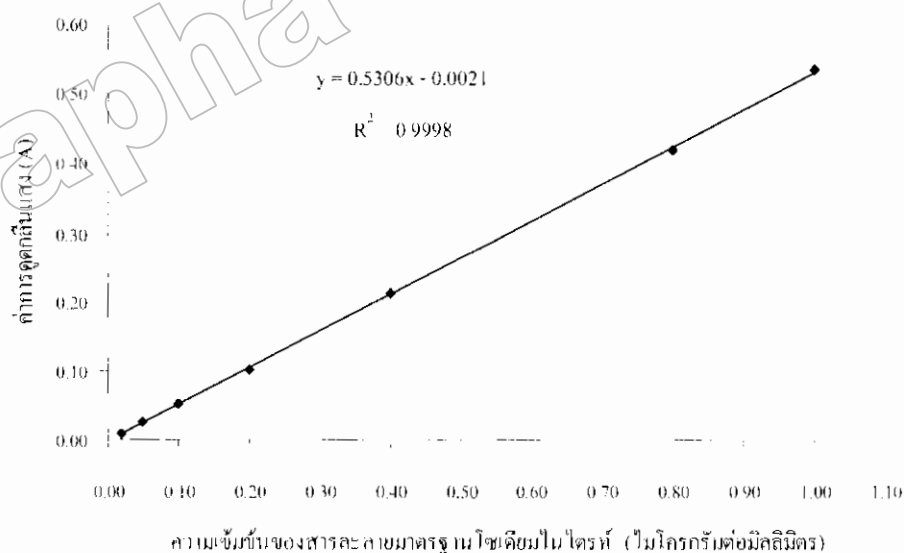


ภาพที่ 4-1 กราฟแสดงการสแกนหา  $\lambda_{\max}$  ของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไนไตรต์ เข้มข้น 0.2 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร

ตารางที่ 4-1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

| ความเข้มข้นของ<br>สารละลายมาตรฐาน<br>โซเดียมไนไตรท์<br>(ไมโครกรัมต่อมิลลิตร) | ค่าการดูดกลืนแสง (A) |            |            | ค่าเฉลี่ย ± SD | %RSD  |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|------------|----------------|-------|
|                                                                              |                      |            |            |                |       |
|                                                                              | ครั้งที่ 1           | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |                |       |
| 0.02                                                                         | 0.012                | 0.006      | 0.006      | 0.008 ± 0.003  | 37.50 |
| 0.05                                                                         | 0.028                | 0.024      | 0.024      | 0.025 ± 0.002  | 8.00  |
| 0.10                                                                         | 0.056                | 0.050      | 0.050      | 0.052 ± 0.003  | 5.77  |
| 0.20                                                                         | 0.105                | 0.100      | 0.102      | 0.102 ± 0.003  | 2.94  |
| 0.40                                                                         | 0.213                | 0.210      | 0.215      | 0.213 ± 0.003  | 1.41  |
| 0.80                                                                         | 0.415                | 0.415      | 0.421      | 0.417 ± 0.003  | 0.72  |
| 1.00                                                                         | 0.531                | 0.527      | 0.537      | 0.532 ± 0.005  | 0.94  |

นำข้อมูลจากตารางที่ 4-1 มาสร้างกราฟมาตรฐานโดยให้แกน x เป็นความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไนไตรท์ และแกน y เป็นค่าการดูดกลืนแสง ดังแสดงในภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 กราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไนไตรท์

### การวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมไนไตรท์ในสารตัวอย่างไส้กรอกอีสาน

การวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมไนไตรท์ที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน ทำโดยซื้อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน จากแหล่งผลิตในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 5 แหล่งผลิต โดยเลือกผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานที่มีวันผลิต และมีขนาดใกล้เคียงกัน แล้วจึงทำการสกัดโซเดียมไนไตรท์จากสารตัวอย่าง จากนั้นนำส่วนที่สกัดออกมาได้ไปทำปฏิกิริยากับสารละลายซัลฟานิลไมด์ และสารละลายเอ็น-(1-แนฟทิล) เอททิสันไดเอมีน ไดไฮโดรคลอไรด์และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละ 3 ซ้ำ จำนวนหาค่าการดูดกลืนแสง และความเข้มข้นของโซเดียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน โดยใช้สมการเส้นตรงในกราฟมาตรฐาน (ภาพที่ 4-2) นำหนักผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจำนวน 5 แหล่งผลิต ที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมไนไตรท์ ดังตารางที่ 4-2 และผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-2 น้ำหนักผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจำนวน 5 แหล่งผลิต ที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมไนไตรท์

| แหล่งผลิต | น้ำหนัก (กรัม) |            |            | หมายเหตุ                     |
|-----------|----------------|------------|------------|------------------------------|
|           | ครั้งที่ 1     | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |                              |
| 1         | 20.0017        | 20.0012    | 20.0017    | ครั้งที่ 3 ใช้ในการหา        |
| 2         | 20.0014        | 20.0019    | 20.0014    | %Recovery                    |
| 3         | 20.0015        | 20.0013    | 20.0015    | Spike Std. NaNO <sub>2</sub> |
| 4         | 20.0016        | 20.0014    | 20.0016    | 10 µg                        |
| 5         | 20.0019        | 20.0017    | 20.0019    |                              |

ตารางที่ 4-3 ค่าการดูดกลืนแสงของไซโตโครมในไตรโทในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน 5 แหล่งผลิต

| แหล่งผลิต | ครั้งที่ | ค่าการดูดกลืนแสง (A) |          |          | ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD | %RSD  |
|-----------|----------|----------------------|----------|----------|--------------------|-------|
|           |          | วัดซ้ำ 1             | วัดซ้ำ 2 | วัดซ้ำ 3 |                    |       |
| 1         | 1        | 0.316                | 0.280    | 0.273    | $0.290 \pm 0.023$  | 7.93  |
|           | 2        | 0.318                | 0.282    | 0.272    | $0.291 \pm 0.024$  | 8.25  |
| 2         | 1        | 0.064                | 0.056    | 0.051    | $0.057 \pm 0.007$  | 12.28 |
|           | 2        | 0.068                | 0.058    | 0.055    | $0.060 \pm 0.007$  | 11.67 |
| 3         | 1        | 0.084                | 0.082    | 0.081    | $0.082 \pm 0.002$  | 2.44  |
|           | 2        | 0.089                | 0.081    | 0.078    | $0.083 \pm 0.006$  | 7.23  |
| 4         | 1        | 0.078                | 0.073    | 0.069    | $0.073 \pm 0.005$  | 6.85  |
|           | 2        | 0.076                | 0.071    | 0.066    | $0.071 \pm 0.005$  | 7.04  |
| 5         | 1        | 0.078                | 0.076    | 0.075    | $0.076 \pm 0.002$  | 2.63  |
|           | 2        | 0.078                | 0.076    | 0.073    | $0.076 \pm 0.003$  | 3.95  |

จากตารางที่ 4-3 จำนวนหาความเข้มข้นของไซโตโครมในไตรโทในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน 5 แหล่งผลิต ผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 4-4

๒  
๖๖๔.๐๖  
๐๖๓๔๐

27 06 46

ตารางที่ 4-4 ความเข้มข้นของโซเดียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน 5 แห่งผลิต

| แหล่งผลิต | ครั้งที่ | ความเข้มข้นของโซเดียมไนไตรท์<br>(ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) |          |          | ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD | %RSD  |
|-----------|----------|---------------------------------------------------------|----------|----------|--------------------|-------|
|           |          |                                                         |          |          |                    |       |
|           |          | วัดซ้ำ 1                                                | วัดซ้ำ 2 | วัดซ้ำ 3 |                    |       |
| 1         | 1        | 0.600                                                   | 0.532    | 0.518    | $0.550 \pm 0.044$  | 8.00  |
|           | 2        | 0.603                                                   | 0.535    | 0.517    | $0.552 \pm 0.045$  | 8.15  |
| 2         | 1        | 0.125                                                   | 0.109    | 0.100    | $0.111 \pm 0.013$  | 11.71 |
|           | 2        | 0.132                                                   | 0.113    | 0.108    | $0.118 \pm 0.013$  | 11.02 |
| 3         | 1        | 0.162                                                   | 0.158    | 0.157    | $0.159 \pm 0.003$  | 1.89  |
|           | 2        | 0.172                                                   | 0.157    | 0.151    | $0.160 \pm 0.011$  | 6.88  |
| 4         | 1        | 0.151                                                   | 0.142    | 0.134    | $0.142 \pm 0.009$  | 6.34  |
|           | 2        | 0.147                                                   | 0.138    | 0.128    | $0.138 \pm 0.010$  | 7.25  |
| 5         | 1        | 0.151                                                   | 0.147    | 0.145    | $0.148 \pm 0.003$  | 2.03  |
|           | 2        | 0.151                                                   | 0.147    | 0.142    | $0.147 \pm 0.005$  | 3.40  |

จากข้อมูลในตารางที่ 4-4 คำนวณหาปริมาณโซเดียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน โดยใช้สมการที่ 3.1 ดังนี้

$$P = \frac{C \times V \times D}{W}$$

|       |   |   |                                                                          |
|-------|---|---|--------------------------------------------------------------------------|
| เมื่อ | P | = | ปริมาณโซเดียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน (มิลลิกรัมต่อกรัม)           |
|       | C | = | ความเข้มข้นโซเดียมไนไตรท์ที่อ่านจากกราฟมาตรฐาน (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม)   |
|       | V | = | ปริมาตรสารละลายที่เตรียมได้ก่อนเจือจาง (มิลลิกรัม) เท่ากับ 100 มิลลิกรัม |
|       | D | = | อัตราส่วนการเจือจาง เท่ากับ 1.67                                         |
|       | W | = | น้ำหนักตัวอย่าง (ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน ที่ปั้นละเอียด) (กรัม)            |

สำหรับการคำนวณหาปริมาณโซเดียมไนไตรท์จากแหล่งผลิตที่ 1 ทำโดยนำค่าความเข้มข้นของโซเดียมไนไตรท์มาแทนในสมการที่ 3.1 จะได้ว่า

$$P = \frac{0.600 \times 100 \times 1.67}{20.0017}$$

$$P = 5.010$$

สำหรับการคำนวณหาปริมาณโซเดียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจาก 4 แหล่งผลิต สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน ผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ปริมาณโซเดียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจาก 5 แหล่งผลิต

| แหล่งผลิต | ครั้งที่ | ปริมาณโซเดียมไนไตรท์<br>(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) |          |          | ค่าเฉลี่ย | ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD |
|-----------|----------|------------------------------------------------|----------|----------|-----------|--------------------|
|           |          | วัดซ้ำ 1                                       | วัดซ้ำ 2 | วัดซ้ำ 3 |           |                    |
| 1         | 1        | 5.010                                          | 4.442    | 4.325    | 4.592     | $4.599 \pm 0.372$  |
|           | 2        | 5.035                                          | 4.467    | 4.317    | 4.606     |                    |
| 2         | 1        | 1.044                                          | 0.910    | 0.835    | 0.930     | $0.956 \pm 0.106$  |
|           | 2        | 1.102                                          | 0.943    | 0.902    | 0.982     |                    |
| 3         | 1        | 1.353                                          | 1.319    | 1.311    | 1.328     | $1.332 \pm 0.056$  |
|           | 2        | 1.436                                          | 1.311    | 1.261    | 1.336     |                    |
| 4         | 1        | 1.261                                          | 1.186    | 1.119    | 1.188     | $1.169 \pm 0.075$  |
|           | 2        | 1.227                                          | 1.152    | 1.069    | 1.149     |                    |
| 5         | 1        | 1.261                                          | 1.227    | 1.211    | 1.233     | $1.229 \pm 0.032$  |
|           | 2        | 1.261                                          | 1.227    | 1.186    | 1.225     |                    |

จากตารางที่ 4-5 นำผลการค้นพบปริมาณโซเดียมไนไตรท์วิเคราะห์ %Recovery จาก 5 แหล่งผลิต เพื่อเป็นตัวแทนของการค้นพบ แสดงผลในตารางที่ 4-6 และสรุปปริมาณโซเดียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจาก 5 แหล่งผลิต แสดงผลดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์เพื่อหา %Recovery ของปริมาณโซเดียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์  
ไส้กรอกอีสานจาก 5 แหล่งผลิต

| แหล่ง<br>ผลิต | ความเข้มข้นของ    |                       | ความเข้มข้นของ      |       |       | เฉลี่ย<br>(mg/kg) | %Recovery |
|---------------|-------------------|-----------------------|---------------------|-------|-------|-------------------|-----------|
|               | โซเดียมไนไตรท์ที่ | Conc.spike<br>(mg/kg) | โซเดียมไนไตรท์ที่พบ |       |       |                   |           |
|               | พวก่อน spike      |                       | หลัง spike(mg/kg)   |       |       |                   |           |
|               | (mg/kg)           |                       | 1                   | 2     | 3     |                   |           |
| 1             | 4.599             | 0.500                 | 5.116               | 5.084 | 5.053 | 5.084             | 97.00     |
| 2             | 0.956             | 0.500                 | 1.512               | 1.449 | 1.402 | 1.455             | 99.80     |
| 3             | 1.332             | 0.500                 | 1.937               | 1.811 | 1.717 | 1.822             | 98.00     |
| 4             | 1.169             | 0.500                 | 1.732               | 1.654 | 1.559 | 1.649             | 96.00     |
| 5             | 1.229             | 0.500                 | 1.795               | 1.685 | 1.638 | 1.706             | 95.40     |

ตารางที่ 4-7 สรุปปริมาณโซเดียมไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจาก 5 แหล่งผลิต

| แหล่งผลิต | ปริมาณโซเดียมไนไตรท์<br>(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) | SD    | %RSD  |
|-----------|------------------------------------------------|-------|-------|
| 1         | 4.599                                          | 0.372 | 8.09  |
| 2         | 0.956                                          | 0.106 | 11.09 |
| 3         | 1.332                                          | 0.056 | 4.20  |
| 4         | 1.169                                          | 0.075 | 6.42  |
| 5         | 1.229                                          | 0.032 | 2.60  |

จากตารางที่ 4-7 พบว่า ช่วงปริมาณโซเดียมไนไตรท์ที่พบในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน  
เท่ากับ 0.956–4.599 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสานจากแหล่งผลิตที่ 1 และ 2  
มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์มากที่สุด และน้อยที่สุด ตามลำดับ