# บทที่ 4

## ผลการทดลอง

### 4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของข้าวตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างสเปคตรัมของรังสีแกมมาที่ได้จากการนำเอาข้าวตัวอย่างไปอาบรังสีนิวตรอนที่ท่อ CA-2 เป็นเวลา 40 นาที แล้วนำมาวัดด้วยหัววัด Ge (Li) เป็นเวลา 10 นาที จากสเปคตรัมที่ได้นำมาวิเคราะห์หาธาตุที่มีในข้าวได้ ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของข้าวทุกตัวอย่างพบว่า มี แมงกานีส, แมกนีเซียม, คลอรีน, ซิลิคอน, และอลูมิเนียม

รูปที่ 4.2 และ 4.3 แสดงสเปคตรัมของสารมาตรฐาน ($NH_4NO_3$) และแบลงค์ (cellulose) โดยอาบรังสีนิวตรอนที่ท่อ CA-2 เป็นเวลา 40 นาที เช่นกัน

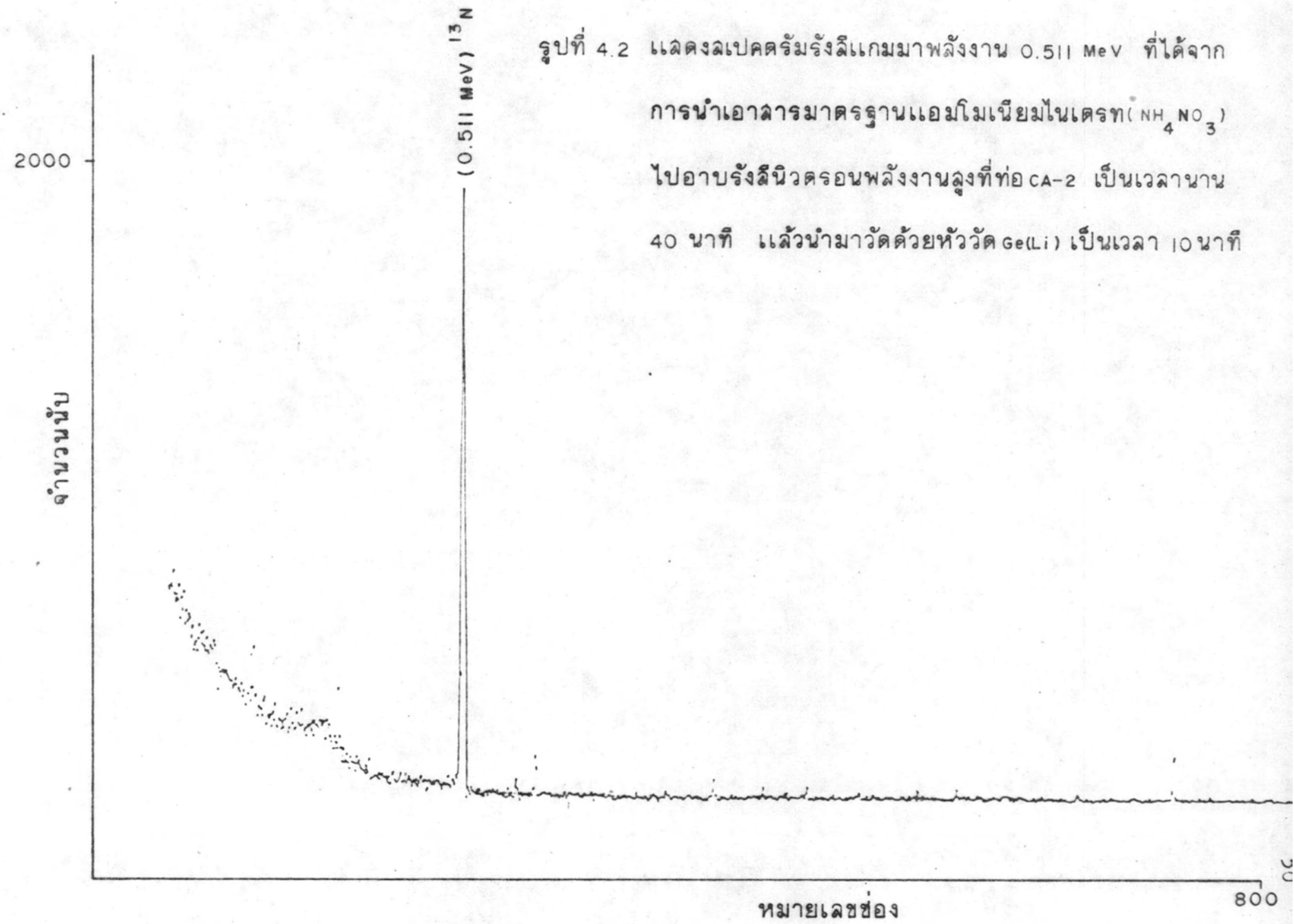
### 4.2 ผลการหาครึ่งชีวิตไนโตรเจน-13

รูปที่ 4.4 แสดงกราฟของการหาครึ่งชีวิตของพีค 0.511 MeV ว่ามีค่าตรงกับครึ่งชีวิตของไนโตรเจน-13 หรือไม่ ซึ่งจากการเขียนกราฟระหว่างอัตราการนับกับเวลาใด ๆ ลงบนกระดาษกึ่งล็อก (semilog) ก็จะได้กราฟดังรูปที่ 4.4 ถ้าต่อเส้นประออกไป แล้วนำจุดแต่ละจุดของกราฟเส้นทึบลบออกจากกราฟเส้นประ แล้วนำค่าผลต่างที่ได้มาเขียนกราฟใหม่ก็จะได้กราฟเส้น(ก) ซึ่งเมื่อหาค่าครึ่งชีวิตจากกราฟ (ก) ก็จะได้ค่าครึ่งชีวิตมีค่าเท่ากับ 9.4 นาที ซึ่งใกล้เคียงกับครึ่งชีวิตของไนโตรเจน-13 จึงมั่นใจได้ว่าพีค 0.511 MeV มาจากไนโตรเจน-13 ที่เกิดขึ้นจริง

### 4.3 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณของไนโตรเจนในตัวอย่างข้าว

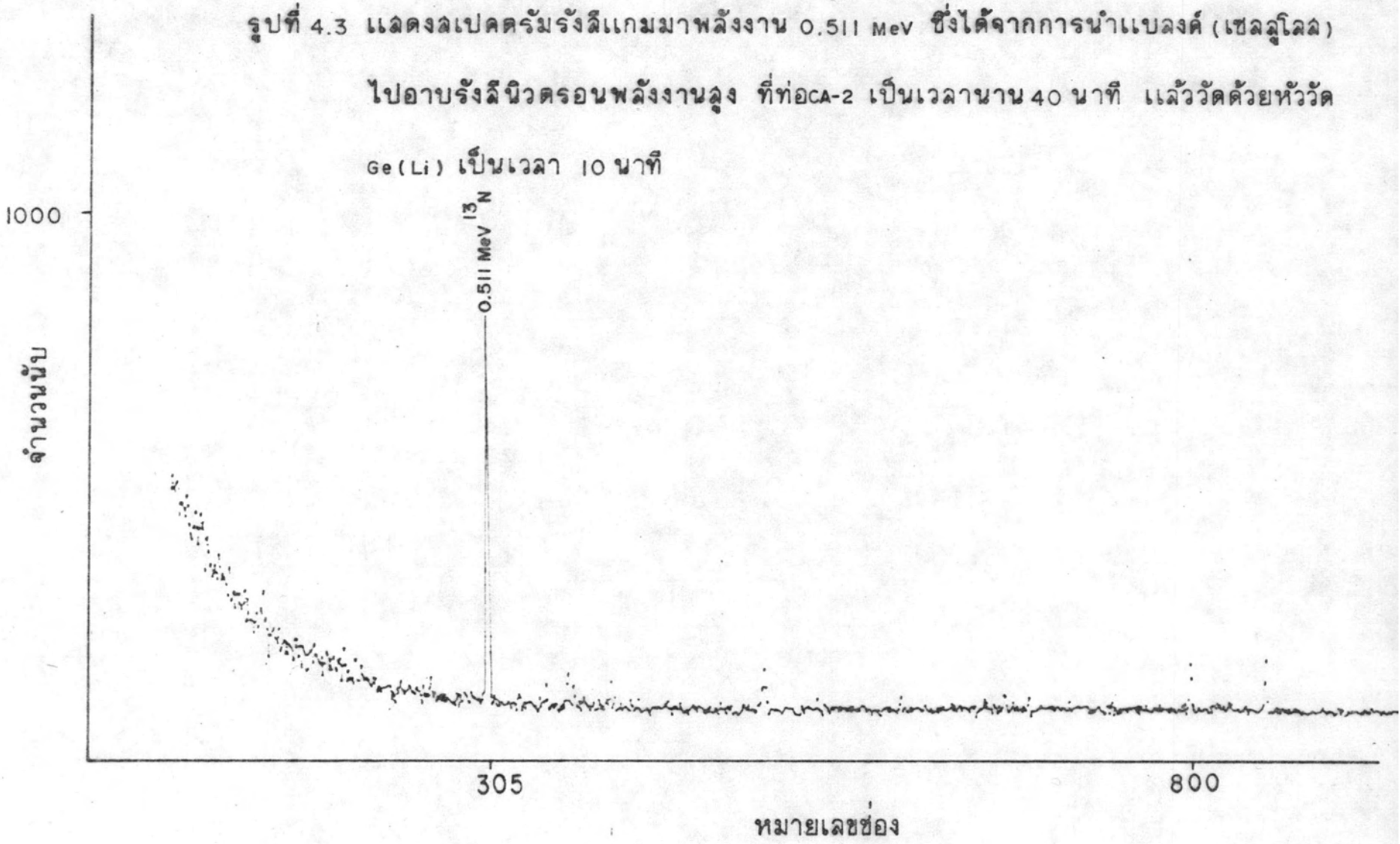
ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนของข้าวขาวและข้าวกล้องของข้าวจ้าว จำนวน 3 พันธุ์ (ทั้งที่ไม่ได้ผ่านการนึ่งและผ่านการนึ่ง) ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวจ้าวจากแปลงทดลอง บางเขน

รูปที่ 4.1 แสดงสเปคตรัมพลังงานรังสีแกมมา ที่ได้จากการนำข้าวตัวอย่างไปอาบรังสีนิวตรอนที่ท่อ CA-2 นาน 40 นาที แล้วนำมาวัดด้วยหัววัด Ge(Li) เป็นเวลา 10 นาที

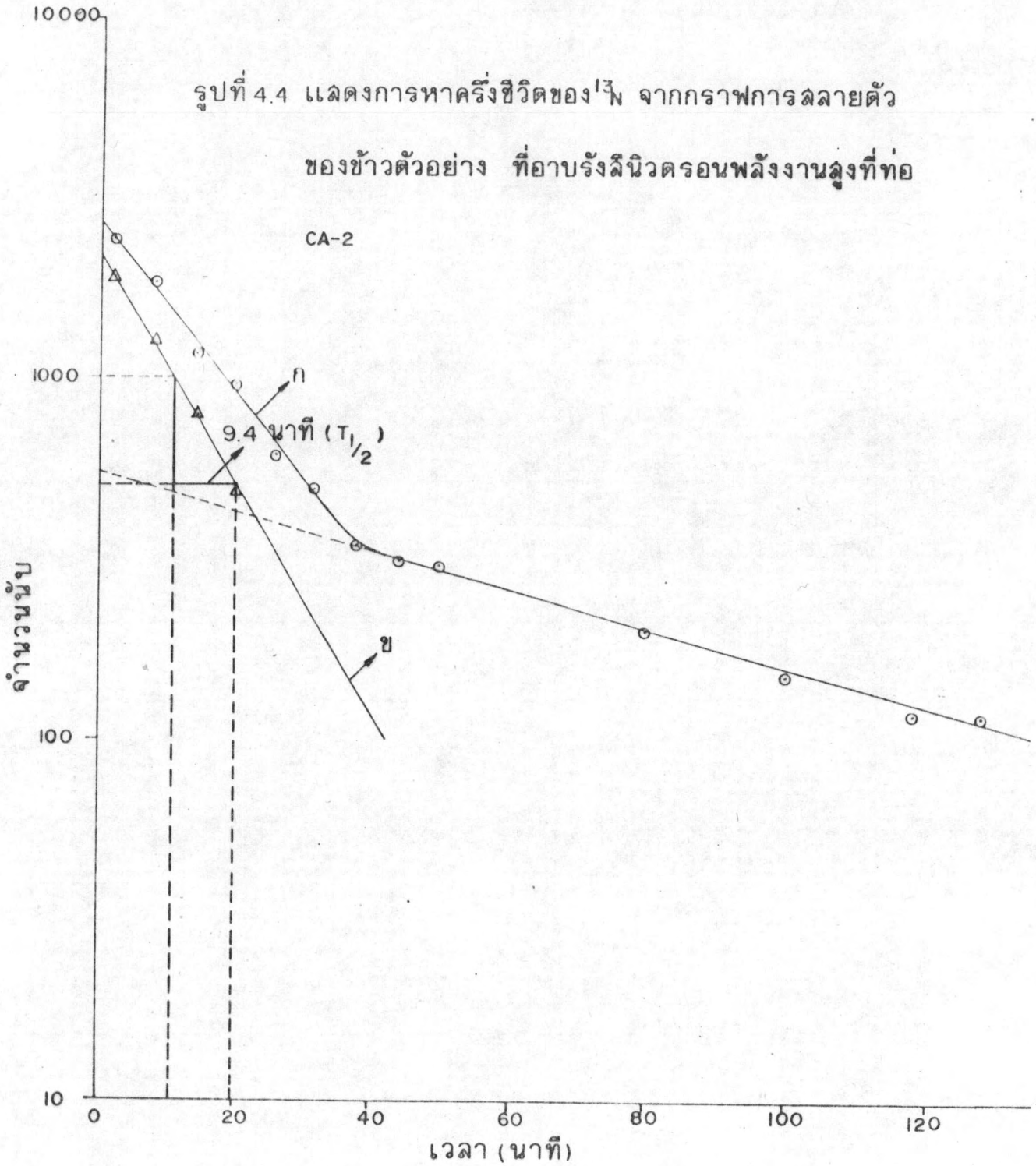



รูปที่ 4.2 แสดงสเปคตรัมรังสีแกมมาพลังงาน 0.511 MeV ที่ได้จากการนำเอาสารมาตรฐานแอมโมเนียมไนเตรท( $NH_4NO_3$ ) ไปอาบรังสีนิวตรอนพลังงานสูงที่ท่อ CA-2 เป็นเวลานาน 40 นาที แล้วนำมาวัดด้วยหัววัด Ge(Li) เป็นเวลา 10 นาที

รูปที่ 4.3 แสดงสเปคตรัมรังสีแกมมาพลังงาน 0.511 MeV ซึ่งได้จากการนำแบลงค์ (เซลลูโลส) ไปอาบรังสีนิวตรอนพลังงานสูง ที่ท่อCA-2 เป็นเวลานาน 40 นาที แล้ววัดด้วยหัววัด Ge(Li) เป็นเวลา 10 นาที



รูปที่ 4.4 แสดงการหาครึ่งชีวิตของ $^{13}N$ จากกราฟการสลายตัวของข้าวตัวอย่าง ที่อาบรังสีนิวตรอนพลังงานสูงที่ท่อ CA-2



ของกองการข้าว กรมวิชาการเกษตร จำนวน 2 พันธุ์ คือ ข้าว กข 7 และขาวดอกมะลิ 105 กับพันธุ์ข้าวอีก 1 พันธุ์ ได้จากโรงสี ซึ่งใช้ทำเป็นข้าวนึ่งส่งออก ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.1-4.6 สำหรับตารางที่ 4.7 แสดงถึงผลสรุปของการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ พร้อมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($1\sigma$)[17]

4.3.1 ข้าว กข 7 (RD 7)

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในข้าว กข 7 ที่ไม่ได้ผ่านการนึ่ง

| พันธุ์ข้าว | ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซนต์) | |
|---|---|---|
| | ข้าวขาว | ข้าวกล้อง |
| กข 7 | 1.80<br>1.53<br>1.67 | 1.69<br>1.83<br>1.52 |
| | 1.67 ± 0.13 | 1.68 ± 0.15 |

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในข้าว กข 7 ที่ผ่านการนึ่งแล้ว

| พันธุ์ข้าว | ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซนต์) | |
|---|---|---|
| | ข้าวขาว | ข้าวกล้อง |
| กข 7 | 2.28<br>2.22<br>2.12 | 2.45<br>2.42<br>2.38 |
| | 2.20 ± 0.08 | 2.41 ± 0.04 |

4.3.2 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (KDML 105)

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ไม่ได้ผ่านการนึ่ง

| พันธุ์ข้าว | ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซนต์) | |
|---|---|---|
| | ข้าวขาว | ข้าวกล้อง |
| ขาวดอกมะลิ 105 | 1.28<br>1.29<br>1.31 | 1.47<br>1.44<br>1.36 |
| | 1.29 ± 0.02 | 1.42 ± 0.06 |

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการนึ่งแล้ว

| พันธุ์ข้าว | ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซนต์) | |
|---|---|---|
| | ข้าวขาว | ข้าวกล้อง |
| ขาวดอกมะลิ 105 | 1.55<br>1.64<br>1.64 | 2.13<br>2.19<br>2.25 |
| | 1.61 ± 0.05 | 2.19 ± 0.06 |

4.3.3 พันธุ์ข้าวที่ใช้ทำเป็นข้าวนึ่งส่งออก

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในข้าวพันธุ์ที่ใช้ทำข้าวนึ่ง ที่ไม่ได้ผ่านการนึ่ง

| พันธุ์ข้าว | ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซนต์) | |
|---|---|---|
| | ข้าวขาว | ข้าวกล้อง |
| พันธุ์ที่ใช้ทำเป็นข้าวนึ่งส่งออก | 2.16<br>2.14<br>2.05 | 2.12<br>2.06<br>2.14 |
| | 2.11 ± 0.06 | 2.10 ± 0.04 |

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในข้าวพันธุ์ที่ใช้ทำข้าวนึ่ง ที่ผ่านการนึ่งแล้ว

| พันธุ์ข้าว | ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซนต์) | |
|---|---|---|
| | ข้าวขาว | ข้าวกล้อง |
| พันธุ์ที่ใช้ทำเป็นข้าวนึ่งส่งออก | 2.19<br>2.10<br>2.15 | 2.03<br>2.10<br>2.09 |
| | 2.15 ± 0.05 | 2.07 ± 0.04 |

4.3.4 ผลการทดลองหาปริมาณไนโตรเจนในพันธุ์ข้าวทั้งสามพันธุ์

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองหาปริมาณของไนโตรเจนในตัวอย่างข้าวทั้งหมด พร้อมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

| พันธุ์ข้าว | ปริมาณร้อยละของไนโตรเจน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ข้าวที่ไม่ผ่านการนึ่ง | | ข้าวที่ผ่านการนึ่ง | |
| | ข้าวขาว | ข้าวกล้อง | ข้าวขาว | ข้าวกล้อง |
| ข้าว กข 7 (RD 7) | 1.67±0.13 | 1.68±0.15 | 2.20±0.08 | 2.41±0.04 |
| ข้าวขาวดอกมะลิ 105 (KDML 105) | 1.29±0.02 | 1.42±0.06 | 1.61±0.05 | 2.32±0.08 |
| ข้าวพันธุ์ที่ใช้ทำเป็นข้าวนึ่งส่งออก | 2.11±0.06 | 2.10±0.04 | 2.15±0.05 | 2.07±0.04 |

4.4 ความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน โดยวิธีวิเคราะห์แบบนิวตรอน-แอคติเวชัน

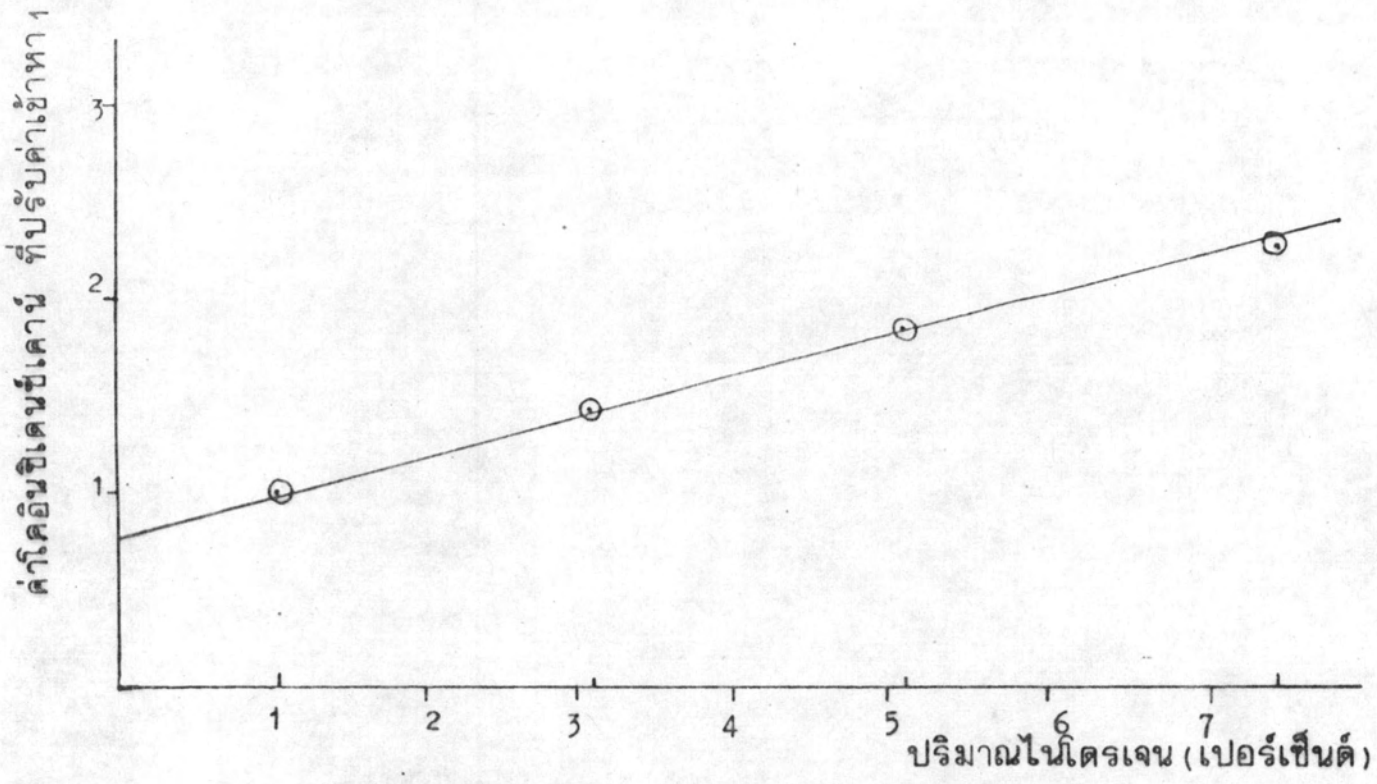
การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของวิธีการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในเคซีน (casein) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ได้จากนม โดยใช้เคซีนมาตรฐาน ที่สกัดเอาวิตามินออกแล้ว ของบริษัท KOCH-LIGHT LABORATORIES INC. ซึ่งทราบปริมาณไนโตรเจนว่ามีค่าระหว่าง 14.50-14.80 %[2] ได้ทำการตรวจสอบ 4 ครั้ง ผลการตรวจสอบดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงถึงความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนิวตรอนแอคติเวชัน โดยสารมาตรฐาน เคซีน ที่สกัดเอาวิตามินออกแล้ว ของบริษัท KOCH-LIGHT LABORATORIES INC.

| การวิเคราะห์ | ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซนต์) |
|---|---|
| ปริมาณที่แท้จริง | 14.50-14.80 |
| ปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ 1 | 14.30 |
| 2 | 14.80 |
| 3 | 14.60 |
| 4 | 14.50 |
| ค่าเฉลี่ย | $14.55 \pm 0.2$ |

4.5 การทดสอบความเป็นเส้นตรงระหว่างความแรงรังสีที่เกิดจากปริมาณไนโตรเจนต่าง ๆ กัน

ทำได้โดยการเอาสารมาตรฐานแอมโมเนียมไนเตรท ($NH_4NO_3$) ผสมกับเซลลูโลส (cellulose) ซึ่งเป็นแบลงค์ (blank) โดยใช้สารผสมที่เตรียมได้มีน้ำหนักรวมประมาณตัวอย่างละ 5 กรัม เตรียมขึ้นมา 4 ตัวอย่าง โดยให้มีปริมาณของไนโตรเจนคิดเป็น 1 %, 3 %, 5 %, และ 7 % ตามลำดับ แบ่งสารที่เตรียมได้ทั้ง 4 ตัวอย่างมาตัวอย่างละประมาณ 200 มิลลิกรัม นำไปอาบรังสีที่ท่อ CA-2 นาน 10 นาที แล้วใช้เวลาคอย 5 นาทีเท่ากันทุกตัวอย่าง ใช้เทคนิคการวัดแบบแกมมา-แกมมา โคอินซิเดนซ์[18] วัดความแรงรังสีของสารแต่ละตัว โดยใช้เวลาในการวัดตัวละ 800 วินาที แล้วนำค่า โคอินซิเดนซ์ (coincidence count) ที่ปรับค่าเข้าหา 1 (คือความแรงรังสีของไนโตรเจน-13 ที่พลังงาน 0.511 MeV) มาพลอท (plot)กับปริมาณของไนโตรเจนเป็นเปอร์เซนต์ ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.5




รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแรงรังสีของ $^{13}N$ พลังงาน 0.511 MeV กับปริมาณของไนโตรเจนเป็นเปอร์เซ็นต์