



ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์ไนโตรเจน

Total Kjeldahl Nitrogen หรือ ทีเคเอ็น (TKN) หมายถึง ผลรวมของแอมโมเนียและสารอินทรีย์ไนโตรเจน การหาทีเคเอ็น มักทำโดยการเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้มาอยู่ในรูปของแอมโมเนียก่อน แล้วจึงวัดปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด

หลักการ

สารอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียโดยการออกซิไดซ์ของกรดกำมะถัน ทำให้ไนโตรเจนหลุดออกมาในรูปของแอมโมเนียดังกล่าว ส่วนคาร์บอนและไฮโดรเจนจะถูกออกซิไดซ์เป็น SO_3 และ H_2O แล้วนำไปกลั่นเพื่อเก็บแอมโมเนียในกรดบอริค จากนั้นจึงนำกรดบอริคไปหาปริมาณแอมโมเนียโดยวิธีการไตเตรทด้วยสารละลายกรดแก่มาตรฐานทำให้ทราบปริมาณ TKN ที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำ (มันสิน ตันทุลเวศ, 2540 : 159)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. Kjeldahl Flask ขนาด 800 ml
2. ชุดเครื่องมือสำหรับการย่อยสลาย
3. ชุดเครื่องมือสำหรับการกลั่นแอมโมเนีย

สารเคมี

1. สารละลายปรอทซัลเฟต
ละลายปรอทออกไซด์ (HgO , red) 8 กรัม ในกรดกำมะถัน 6 นอร์มัล ปริมาตร 100 มล.
2. น้ำยาสำหรับย่อยสลาย (Digestion reagent)
ละลายโปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 134 กรัม ในน้ำกลั่น 650 มล. เติมกรดกำมะถันเข้มข้น 200 มล. คนให้เข้ากัน และเติมสารละลายปรอทซัลเฟต 25 มล. เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้สารละลายมีปริมาตร 1 ลิตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C เพื่อป้องกันการตกผลึก
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ - โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium Hydroxide Sodium Thiosulfate Reagent)
ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม และ โซเดียมไธโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 25 กรัม ในน้ำและเจือจางเป็น 1 ลิตร
4. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์

วิธีวิเคราะห์

1. การเลือกขนาดตัวอย่าง
 - 1.1 การวิเคราะห์เปลือกไข่ไก่ จะใช้เปลือกไข่ไก่ที่บดละเอียดแล้วหนัก 2.5 กรัม ในการวิเคราะห์
 - 1.2 การวิเคราะห์น้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ เลือกปริมาตรตัวอย่างที่จะใช้ตามตาราง ขนาดของตัวอย่าง

จะต้องสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนที่คาดว่าจะมี ถ้าใช้ตัวอย่างมากเกินไปอาจจะเสียเวลาในการย่อยนานหลายชั่วโมง เมื่อเลือกปริมาตรตัวอย่างแล้ว ตวงใส่ในขวด Kjeldahl Flask เดิมลูกแก้ว 3 – 4 เม็ดเพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรงภายในขวด

การเลือกขนาดตัวอย่าง

Org – N ในตัวอย่าง (มก./ล.)	ขนาดตัวอย่าง (มล.)
0 – 1	500
1 – 10	250
10 – 20	100
20 – 50	50
50 - 100	25

2. การย่อยสลาย

เติมน้ำย่าย่อยสลาย 50 มล.ลงในขวด Kjeldahl Flask นำเข้าเครื่องย่อยสลาย ต้มจนกระทั่งเกิดควันสีขาวของ SO_3 ให้ต้มต่อไปเรื่อย ๆ จนได้สารละลายใส จากนั้นย่อยสลายต่ออีก 20 – 30 นาที ปิดไฟและปล่อยให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่น 300 มล. เติมและฟีนอล์ฟทาลีน 0.5 มล. เขย่าให้เข้ากันและทำให้เป็นด่างโดยค่อย ๆ เติมน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์โซโอสัลเฟต 50 มล. เขย่าให้เข้ากัน ถ้าสีชมพูของฟีนอล์ฟทาลีนยังไม่เกิด ให้เติมน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์โซโอสัลเฟตลงไปอีก จากนั้นนำไปกลั่น

3. การกลั่น

ต่อขวด Kjeldahl Flask เข้ากับเครื่องกลั่น ทำการกลั่นโดยให้ความร้อนที่พอเหมาะ เก็บส่วนที่กลั่นออกมา 200 มล. ผ่านหลอดแก้วที่จุ่มอยู่ในสารละลายกรดบอริก 50 มล. ถ้าจะหาแอมโมเนียไนโตรเจนโดยวิธีใดเทรตให้ใช้กรดบอริกที่เติมอินดิเคเตอร์ เมื่อกลั่นครบ 200 มล. เลื่อนขวดเก็บสารละลายที่ได้จากการกลั่นออก และนำไปหาแอมโมเนียต่อไป ทำแบบลงค์ด้วยใช้น้ำกลั่นแล้วทำตามขั้นตอนเหมือนของตัวอย่างนี้

4. การคำนวณ

$$\text{TKN (mg/L)} = \frac{(A - B) \times 1000 \times M \times 28}{\text{ml of sample}}$$

การวิเคราะห์ฟอสเฟต

ฟอสฟอรัสพบได้ทั่วไปในน้ำธรรมชาติและน้ำน้ำเสียในรูปของฟอสเฟต ปัจจุบันนิยมจำแนกฟอสฟอรัสได้ 3 ประเภท คือ ออร์โธฟอสเฟต คอโคเดนซ์ฟอสเฟต และสารอินทรีย์ฟอสเฟต อาจพบฟอสฟอรัสได้ทั้งในรูปของ สารละลาย สารแขวนลอยในน้ำ ตะกอนดินก้นบ่อ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

หลักการ

แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molydate) และโบตัสเซียมแอนติโมนิเลต (Potassium Antimonyl Tartrate) จะทำปฏิกิริยากับออร์โธฟอสเฟตในสภาวะที่เป็นกรดฟอสโฟโมลิบดิก (Phosphomolybdic Acid) ซึ่งถูกรีดิวซ์โดยกรดแอสคอร์บิก ได้สีโมลิบดินัมบลู (Molydenum blue) วิธีนี้สามารถใช้วัดฟอสเฟตได้ต่ำถึง 10 ไมโครกรัม/ลิตร (มันซิน ดัชนีเลขเวค. 2540 : 193)

เครื่องมือและอุปกรณ์

อัลตราไวโอเลตและวิสิเบิลสเปกโทรสโกปี (Ultraviolet and Visible Spectroscopy)

การดูดกลืนแสงหรือรังสีที่อยู่ในช่วงอัลตราไวโอเลตและวิสิเบิล ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 190 – 800 นาโนเมตร (nm) ของสารเคมี ส่วนใหญ่ได้แก่ พวกสารอินทรีย์ (organic compound) หรือสารประกอบเชิงซ้อน (complex compound) หรือสารอนินทรีย์ (inorganic compound) ทั้งที่มีสีและไม่มีสี สมบัติของสารดังกล่าวนี้ได้นำมาใช้เป็นการวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณอย่างกว้างขวาง เพราะวิธีนี้ให้ความถูกต้องแม่นยำดี และมีสภาพไว (sensitivity) สูงในกรณีที่จะนำไปใช้พิสูจน์สารนั้นเป็นสารอะไรอาจจะต้องใช้เทคนิคอย่างอื่นเข้าช่วยด้วยเพื่อให้เกิดความแน่ใจ

หลักการของอัลตราไวโอเลตและวิสิเบิลสเปกโทรสโกปี

เทคนิคในการวิเคราะห์บางครั้งนิยมเรียกว่า ยูวี - วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตเมตรี แต่ถ้าสารที่ทำการวิเคราะห์มีสีหรือทำให้เกิดสีขึ้น สารที่มีสีนั้นจะดูดกลืนแสงในช่วงวิสิเบิล เมื่อให้แสงที่เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง (continuous beam of radiatio) ผ่านเข้าไปในวัตถุใส จะพบว่าแสงบางส่วนถูกดูดกลืน บางส่วนเกิดการสะท้อน บางส่วนเกิดการกระเจิงแสงผ่านทะลุออกไป ส่วนในการวัดปริมาณของแสง ที่ถูกดูดกลืนด้วยสารตัวอย่างนั้นเราสามารถทำได้โดยให้ลำแสงผ่านเข้าไปในสารตัวอย่างแล้ววัดปริมาณของแสงที่ผ่านทะลุออกมาโดยเปรียบเทียบกับแสงที่ทะลุออกมาเมื่อไม่มีสารตัวอย่างใดในการวัดปริมาณของแสงวิธี ยูวี - วิสิเบิล ต้องมีการทำ blank solution ด้วยทุกครั้ง เพราะ blank จะไม่มีสารดูดกลืนแสง

สารเคมี

1. น้ำยาสกัด

เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 20.85 ml ปรับปริมาตรเป็น 500 ml บีบเปิดมา 200 ml มาผสมกับ NH_4F 3.74 กรัม ที่ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ซึ่งถูกบีบเปิดมา 30 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. กรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล

เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 70 มล. ลงในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 500 มล.

3. สารละลายแอนติโมนิโปตัสเซียมตาร์เตรต

ละลาย $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot 5H_2O$ 1.3715 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มล. แล้วเจือจางเป็น 500 มล. ในขวดวัดปริมาตร เก็บในขวดแก้ว

4. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate Solution)

ละลาย $(NH_4)_6MO_7O_{24} \cdot 4H_2O$ 20 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มล. เก็บในขวดพลาสติกที่อุณหภูมิ $4^\circ C$

5. กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) 0.1 โมลาร์

ละลายกรดแอสคอร์บิก 176 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล. สารละลายนี้จะคงตัวประมาณ 1 สัปดาห์ ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิที่ $4^\circ C$

6. น้ำยารวม (Combine Regent)

ผสมน้ำยารวมดังกล่าวข้างบนในสัดส่วนสำหรับ 100 มล. ดังนี้

กรดซัลฟูริก 5 นอร์มัล	50 มล.
สารละลายแอนติโมนิโปตัสเซียมตาร์เตรต	5 มล.
สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต	15 มล.
สารละลายกรดแอสคอร์บิก	30 มล.

ก่อนผสมต้องปล่อยให้สารละลายแต่ละชนิดอยู่ที่อุณหภูมิห้องก่อนนำมาผสม โดยผสมให้เข้ากันทุกครั้งเมื่อเติมส่วนผสมแต่ละชนิด (ให้เรียงตามลำดับ) ถ้ามีความขุ่นเกิดขึ้นในน้ำยารวมหลังจากเติมสารละลายแอนติโมนิโปตัสเซียมตาร์เตรต หรือแอมโมเนียมโมลิบเดตให้เขย่าน้ำยาเคมีรวมนี้แล้วตั้งทิ้งไว้ 2 - 3 นาที จนกระทั่งความขุ่นหายไป จึงเติมน้ำยาดั้วอื่นต่อไป น้ำยารวมนี้อยู่ได้นาน 4 ชั่วโมง

7. สารละลายสต็อกฟอสเฟต

ละลาย Anhydrous KH_2PO_4 219.5 mg ในน้ำกลั่นและเจือจางให้เป็น 1,000 ml

8. สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต นำสารละลายสต็อกฟอสเฟตมา 50.0 ml เติมน้ำกลั่นจนได้ 1000 ml

สารละลาย 1.00 มล. = P 2.5 ไมโครกรัม

แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate) และโพแทสเซียมแอนติโมนิตาร์เตรต (Potassium Antimonyl Tartrate) จะทำปฏิกิริยากับออร์โธฟอสเฟตในสภาวะที่เป็นกรดเกิดเป็นกรดฟอสเฟตโมลิบดิก (Phosphomolybdic Acid) ซึ่งถูกรีดิวซ์โดยกรดแอสคอร์บิก ได้สีโมลิบดินัมบลู (Molybdenum blue) วิธีนี้สามารถใช้วัดฟอสเฟตได้ถึง 10 ไมโครกรัม

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง ปิเปตตัวอย่าง 50 ml ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 ml เติมนอร์มัลฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 หยด ถ้าได้สีแดงให้หยด $5 NH_2SO_4$ ลงไปที่ละหยดจนกระทั่งสีแดงหายไป เติมน้ำยารวม 8 ml เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่ให้เกิน 30 นาที เพื่อให้เกิดสี นำไปวัด % T ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร โดยใช้ Reagent Blank เทียบ 100 % T

2. การทำ Correction สำหรับตัวอย่างน้ำที่มีสีหรือความขุ่น โดยทั่วไปสีของน้ำธรรมชาติจะไม่ขัดขวางการหาที่ความยาวคลื่นสูง ๆ ซึ่งใช้อยู่ แต่ในกรณีที่น้ำขุ่นหรือมีมากให้ใช้ตัวอย่างเป็นแบลนด์ โดยเติมน้ำยาทุก

อย่างยกเว้นสารละลายกรดแอสคอร์บิกและสารละลายแอนติโมนิลโปดัสเซียมดาร์เตรดลงในตัวอย่าง นำไป set 100 %T แล้ววัด %T ตัวอย่างน้ำที่เติมน้ำยาครบชนิดทุกชนิด

3. การเตรียมกราฟมาตรฐาน เตรียมอนุกรมความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต ดังนี้ 5, 10, 15, 20, 25, และ 30 ไมโครกรัม โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต (1 มล.= 2.5 μg P มา 0, 2, 4, 6, 8, 10, และ 12 ml ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 ml แต่ละขวด แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน เทใส่ขวดรูปกรวย ขนาด 125 มล. เติมน้ำยารวม 8 มล. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที นำไปวัด %T ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร โดยใช้ขวดที่มีความเข้มข้น 0 ไมโครกรัมเป็นแบล็กพล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นโดยใช้กราฟ Semilog

การคำนวณ

$$\text{ฟอสเฟต (mgP/L)} = \frac{\text{ไมโครกรัมฟอสเฟตที่อ่านได้จากกราฟ}}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (ml)}}$$

การวิเคราะห์โพแทสเซียม

หลักการ

เมื่อสารตัวอย่างที่เป็นของเหลวถูกฉีดเข้าสู่เปลวไฟ ความร้อนจะทำให้ละอองของแก๊สผสมของเหลว (gas liquid aerosol) กลายเป็นละอองของแก๊สผสมของแข็ง (solid-gas aerosol) แก๊ส และโมเลกุลของสารตัวอย่าง (MA) ตามลำดับ เมื่อโมเลกุลได้รับความร้อนที่เหมาะสม โมเลกุลจะแตกตัวเป็นอะตอมอิสระ ซึ่งในขั้นตอนนี้ ถ้าปล่อยพลังงานแสง (resonance energy) จากแหล่งภายนอกที่มีความยาวคลื่นจำเพาะสำหรับอะตอมนั้นๆ ผ่านกลุ่มอะตอมอิสระ พลังงานแสงนี้จะถูกดูดกลืนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอะตอมอิสระ ดังนั้น เมื่อวัดความเข้มของแสงที่เหลือจากการดูดกลืนโดยอะตอม จึงสามารถหาความเข้มข้นของธาตุได้ โดยวิธีการของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์, 2539 : 186)

เครื่องมือและอุปกรณ์

อะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์พร้อมด้วยอุปกรณ์

สารเคมี

1. อากาศ

อากาศที่ใช้ต้องสะอาดและแห้ง ซึ่งทำได้โดยผ่านเครื่องกรองที่เหมาะสม เพื่อกำจัดน้ำมัน น้ำ และสารแปลกปลอมอื่น ๆ อาจจะใช้อากาศในห้องโดยใช้เครื่องอัดอากาศ หรือใช้อากาศที่อัดอยู่ในท่อ (cylinder) ก็ได้

2. แก๊สแอเซทิลีน

ใช้ชนิดมาตรฐานการค้ำที่บรรจุอยู่ในท่อ และควรหยุดใช้เมื่อความดันของแก๊สในถังลดลงถึง 7 กก./ตร.ซม. (หรือ 100 psig) เพื่อป้องกันมิให้แอสซิโตนซึ่งอยู่ในถังปนออกมาด้วย

3. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม

ชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl (AR)) 0.955 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้将有ความเข้มข้น 1000 ppm K เก็บในขวดพลาสติก จากนั้นจึงปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมมา 25 ml แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 ml (สารนี้将有ความเข้มข้น 50 ppm)

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมที่ความเข้มข้น 50 ppm มา 1, 2, 4, 8 และ 16 ml จากนั้นนำสารละลายแต่ละตัวมาเจือจางให้ได้ปริมาตร 100 ml จะได้สารละลายที่将有ความเข้มข้น 0.5, 1, 2, 4 และ 8 ppm ตามลำดับ

4. น้ำกลั่น

วิธีวิเคราะห์

1. ขั้นตอนการใช้เครื่องมือ

เนื่องจากเครื่องมือมีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับบริษัทที่ทำจำหน่าย การที่จะรวบรวมวิธีใช้ทุก ๆ วิธีย่อมเป็นไปได้ โดยทั่วไปแล้วผู้ใช้เครื่องมืออาจจะดำเนินการตามขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

1.1 เลือกฮอลโลวแคโทดแลมป์ของโลหะแคลเซียม นำไปติดตั้งให้เข้าที่ตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต แล้วจัดโมโนโครมาเตอร์ให้มีค่าความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร

1.2 จัดความกว้างของช่องแสงผ่านตามคำแนะนำของคู่มือ

1.3 เปิดสวิตช์ของเครื่องมือแล้วจัดปริมาณกระแสไฟฟ้า (โดยทั่วไปคิดเป็นไมโครแอมแปร์) ให้ผ่านฮอลล์โวลต์แคโทดแลมพ์ด้วยปริมาณพอเหมาะตามคู่มือ

1.4 อุ่นเครื่องนานประมาณ 10 -20 นาที เพื่อให้เครื่องมือถึงจุดเสถียร

1.5 นำหัวเตาชนิดที่ใช้กับอากาศ - แอเซทีลีนติดตั้งให้เข้าที่

1.6 ปล่อยอากาศ (จากเครื่องอัดอากาศหรือจากท่อ) ให้ผ่านเข้าไปในเครื่องมือ แล้วจัดอัตราการไหลผ่านซึ่งดูได้จากเครื่องวัดอัตราการไหลให้เหมาะสมสำหรับโลหะที่จะทำการวิเคราะห์ตามคำแนะนำของคู่มือ

1.7 ปล่อยแก๊สแอเซทีลีนเข้าไปจัดอัตราการไหลตามคู่มือ เสร็จแล้วเริ่มจุดเปลวไฟด้วยความระมัดระวัง

1.8 จุ่มหลอดพลาสติกกรุเล็กของเครื่องอะตอมไมเซอร์ลงในในน้ำกลั่น (ซึ่งทำให้เป็นกรดด้วยกรดไนตริก 1.5 ลบ.ซม./ลบ.ซม.) นานมากกว่า 1 นาที ซึ่งในเวลาเดียวกันต้องตรวจสอบอัตราการฉีดให้อยู่ระหว่าง 3 - 5 ลบ.ซม./นาที พร้อมกันนั้นก็จัดเครื่องมือให้อ่านศูนย์

1.9 จุ่มหลอดพลาสติกกรุเล็กของเครื่องอะตอมไมเซอร์ลงในสารละลายมาตรฐานโพตัสเซียม โดยเริ่มจากที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2, 4 และ 8 ppm ในขณะเดียวกันผู้ทดลองต้องพยายามจัดแนวและระดับของหัวเตาให้ได้ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งดูได้จากตำแหน่งที่ทำให้มาตรฐานของระบบอ่านของเครื่องมือมีผลตอบสนองมากที่สุด

1.10 เมื่อจัดเครื่องมือตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว เครื่องมือก็พร้อมที่ใช้ทำการวิเคราะห์ได้ และเมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จแล้วให้ดับเปลวไฟโดยปิดท่อแอเซทีลีนก่อนแล้วจึงปิดทางเดินอากาศ

2. การสร้างกราฟมาตรฐาน

เพื่อให้ได้สิ่งแวดล้อมเดียวกัน จึงจำเป็นต้องสร้างกราฟมาตรฐานทุกครั้งสำหรับการวิเคราะห์แต่ละครั้ง เลือกสารละลายมาตรฐานโพตัสเซียมที่มีความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2, 4 และ 8 ppm จุ่มหลอดพลาสติกกรุเล็กลงในสารละลายแต่ละตัว แล้ววัดค่าแอมบอร์พแบนซ์

3. การวิเคราะห์สารตัวอย่าง

3.1 การวิเคราะห์ในเปลือกไข่ไก่ จะต้องนำเปลือกไข่ไก่ที่ผ่านการบด 25 กรัมมาสกัดด้วยน้ำ 25 ml นำตัวอย่างน้ำที่ได้จากการสกัดมาวิเคราะห์

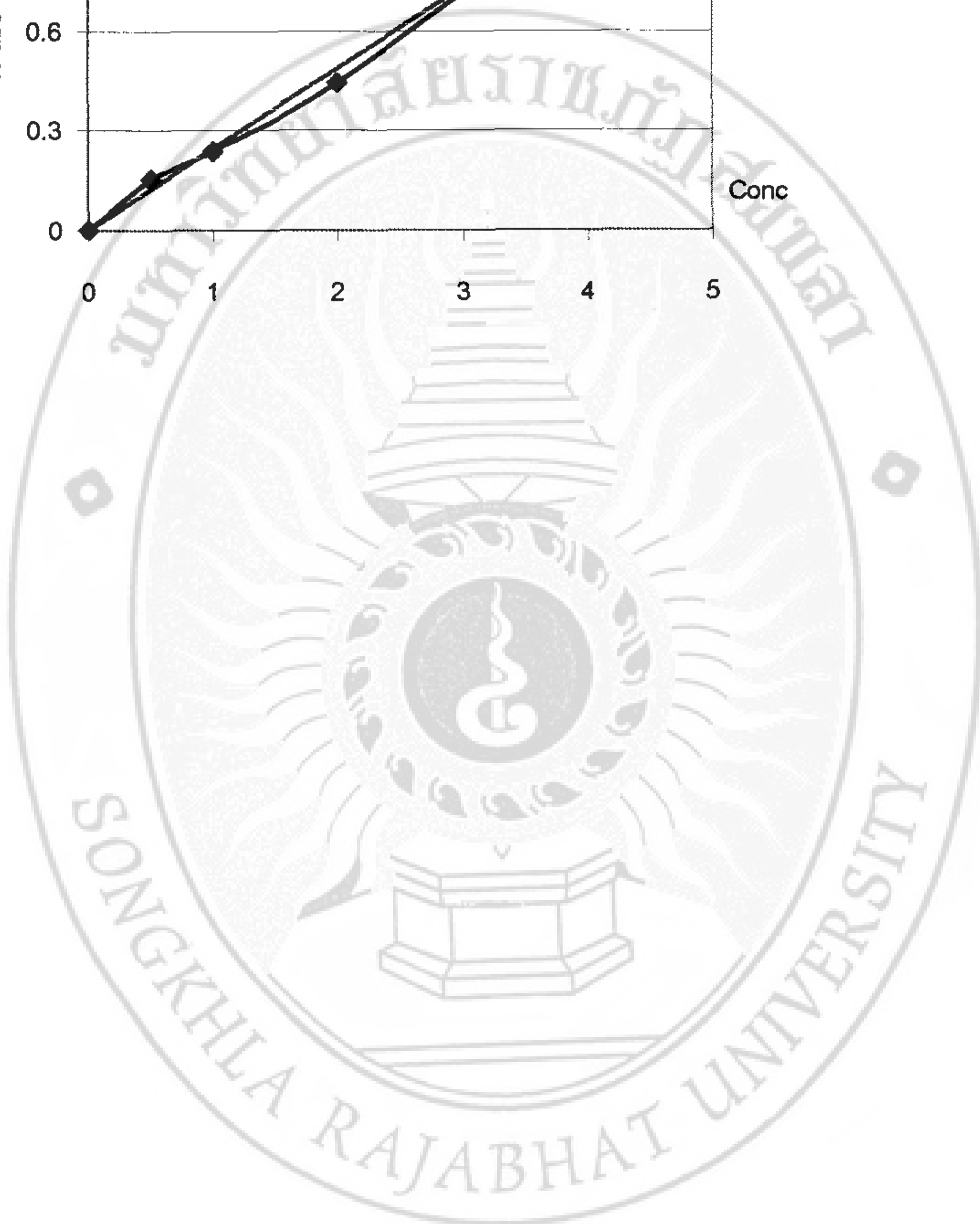
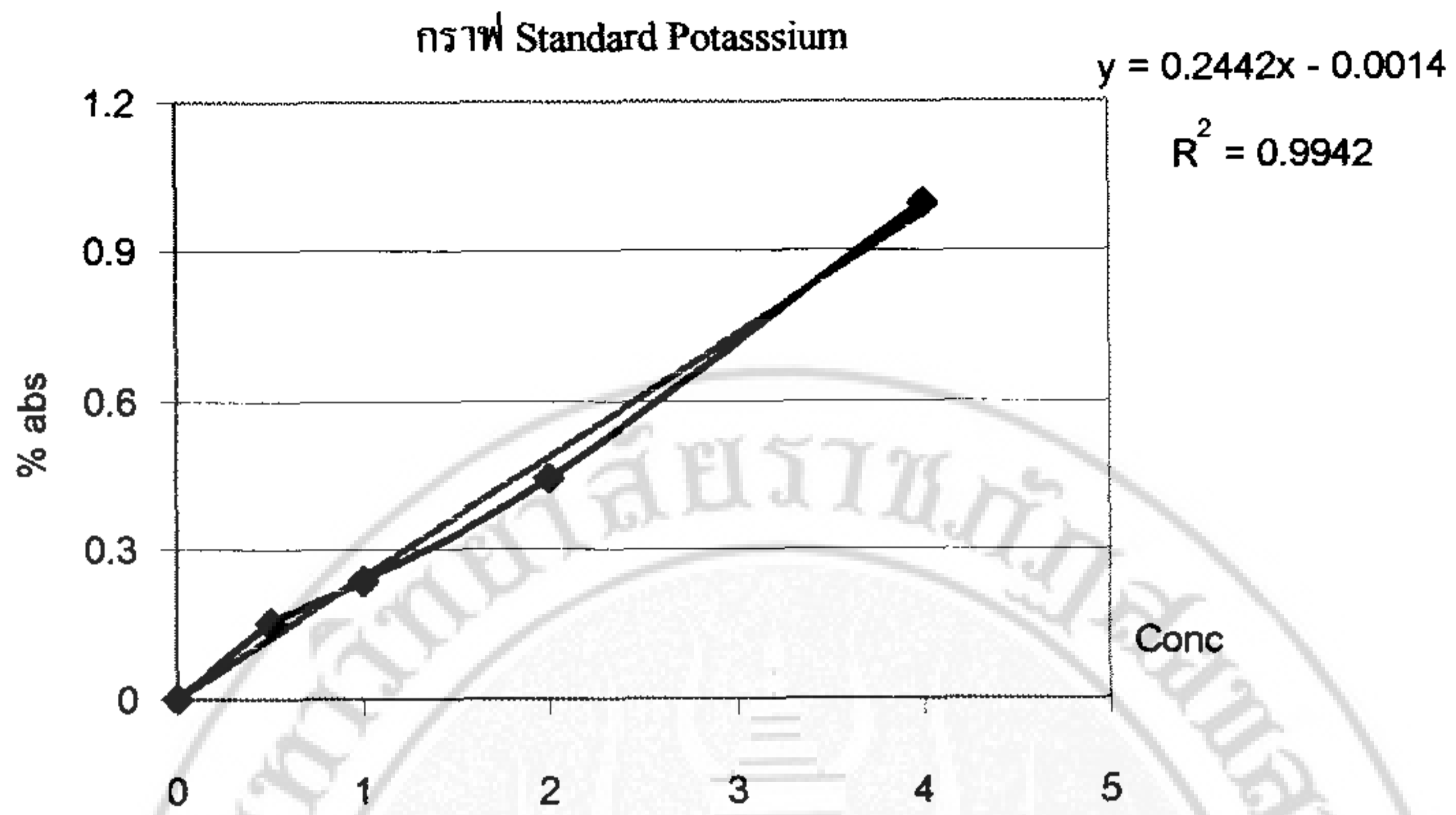
3.2 การวิเคราะห์น้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่สามารถนำมาเป็นน้ำตัวอย่างได้เลย

3.3 ล้างอะตอมไมเซอร์กระทั่งมาตรฐานของระบบอ่านคงที่ แล้วจัดเครื่องมือให้อ่านศูนย์ทุกครั้งก่อนทำการวิเคราะห์สารละลายแต่ละตัว รวมทั้งการทำกราฟมาตรฐานจะต้องล้างอะตอมไมเซอร์ก่อน

3.4 จุ่มหลอดพลาสติกกรุเล็กลงในสารละลายตัวอย่างแล้ววัดค่าแอมบอร์พแบนซ์

4. การคำนวณ

คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างโดยคิดเป็น mg/L โดยอ่านจากกราฟมาตรฐานที่ถูกต้อง



การวิเคราะห์แคลเซียม

หลักการ

เมื่อสารตัวอย่างที่เป็นของเหลวถูกฉีดเข้าสู่เปลวไฟ ความร้อนจะทำให้ละอองของแก๊สผสมของเหลว (Gas Liquid Aerosol) กลายเป็นละอองของแก๊สผสมของแข็ง (Solid-gas Aerosol) แก๊ส และโมเลกุลของสารตัวอย่าง (MA) ตามลำดับ เมื่อโมเลกุลได้รับความร้อนที่เหมาะสม โมเลกุลจะแตกตัวเป็นอะตอมอิสระ ซึ่งในขั้นตอนนี้ ถ้าปล่อยพลังงานแสง (Resonance Energy) จากแหล่งภายนอกที่มีความยาวคลื่นจำเพาะสำหรับอะตอมนั้น ๆ ผ่านกลุ่มอะตอมอิสระ พลังงานแสงนี้จะถูกดูดกลืนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอะตอมอิสระ ดังนั้น เมื่อวัดความเข้มของแสงที่เหลือจากการดูดกลืนโดยอะตอม จึงสามารถหาความเข้มข้นของธาตุได้ โดยวิธีการของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (ชูชาติ อารีจิตราอนุสรณ์, 2539 : 186)

เครื่องมือและอุปกรณ์

อะตอมมิคแอนบอร์พชั่นสเปกโทรโฟโตมิเตอร์พร้อมด้วยอุปกรณ์

สารเคมี

1. อากาศ

อากาศที่ใช้ต้องสะอาดและแห้ง ซึ่งทำได้โดยผ่านเครื่องกรองที่เหมาะสม เพื่อกำจัดน้ำมัน น้ำ และสารแปลกปลอมอื่น ๆ อาจจะใช้อากาศในห้องโดยใช้เครื่องอัดอากาศ หรือใช้อากาศที่อัดอยู่ในท่อ (Cylinder) ก็ได้

2. แก๊สแอเซทิลีน

ใช้ชนิดมาตรฐานการค้ำที่บรรจุอยู่ในท่อ และควรจะหยุดใช้เมื่อความดันของแก๊สในถังลดลงถึง 7 กก./ตร.ซม. (หรือ 100 psig) เพื่อป้องกันมิให้ออกซิเจนซึ่งอยู่ในถังปนออกมาด้วย

3. สารละลายมาตรฐานแคลเซียม

ชั่งแคลเซียมคลอไรด์ ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 917.0184 มิลลิกรัม เติมนกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ เพียงเล็กน้อยเพื่อให้สารละลาย แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 250 มิลลิลิตร เก็บในขวดพลาสติก (สารละลายนี้มีความเข้มข้น 1000 ppm) ปิเปตมา 25 ml แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 ml (สารละลายนี้มีความเข้มข้น 50 ppm) ปิเปตสารละลายมาตรฐานแคลเซียมที่มีความเข้มข้น 50 ppm มา 1, 2, 4, 8 และ 16 ml จากนั้นนำสารละลายแต่ละตัวมาเจือจางให้ได้ปริมาตร 100 ml จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 0.5, 1, 2, 4 และ 8 ppm ตามลำดับ

4. น้ำกลั่น

วิธีวิเคราะห์

1. ขั้นตอนการใช้เครื่องมือ

เนื่องจากเครื่องมือมีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับบริษัทที่ทำจำหน่าย การที่จะรวบรวมวิธีใช้ทุก ๆ วิธีย่อมเป็นไปได้ โดยทั่วไปแล้วผู้ใช้เครื่องมืออาจจะดำเนินการตามขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

1.1 เลือกฮอลโลวแคโทดแลมป์ของโลหะแคลเซียม นำไปติดตั้งให้เข้าที่ตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต แล้วจัดโมโนโครมิเตอร์ให้มีค่าความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร

- 1.2 จัดความกว้างของช่องแสงผ่านตามคำแนะนำของกลุ่มมือ
- 1.3 เปิดสวิตช์ของเครื่องมือแล้วจัดปริมาณกระแสไฟฟ้า (โดยทั่วไปคิดเป็นไมโครแอมแปร์) ให้ผ่านฮอลล์โวลต์แคโทดแลมพ์ด้วยปริมาณพอเหมาะตามคู่มือ
- 1.4 อุ่นเครื่องนานประมาณ 10 –20 นาที เพื่อให้เครื่องมือถึงจุดเสถียร
- 1.5 นำหัวเตาชนิดที่ใช้กับอากาศ – แอเซทีลีนติดตั้งให้เข้าที่
- 1.6 ปลอ่ยอากาศ (จากเครื่องอัดอากาศหรือจากท่อ) ให้ผ่านเข้าไปในเครื่องมือ แล้วจัดอัตราการไหลผ่านซึ่งดูได้จากเครื่องวัดอัตราการไหลให้เหมาะสมสำหรับโลหะที่จะทำการวิเคราะห์ตามคำแนะนำของกลุ่มมือ
- 1.7 ปลอ่ยแก๊สแอเซทีลีนเข้าไปจัดอัตราการไหลตามคู่มือเสร็จแล้ว จากนั้นจึงเริ่มจุดเปลวไฟด้วยความระมัดระวัง
- 1.8 จุ่มหลอดพลาสติกกรูเล็กของเครื่องอะตอมไมเซอร์ลงในในน้ำกลั่น (ซึ่งทำให้เป็นกรดด้วยกรดไนตริก 1.5 ลบ.ซม./ลบ.ดม) นานมากกว่า 1 นาที ซึ่งในเวลาเดียวกันต้องตรวจสอบอัตราการฉีดให้อยู่ระหว่าง 3 – 5 ลบ.ซม./นาที พร้อมกันนั้นก็จัดเครื่องมือให้อ่านศูนย์
- 1.9 จุ่มหลอดพลาสติกกรูเล็กของเครื่องอะตอมไมเซอร์ลงในสารละลายมาตรฐานแคลเซียม โดยเริ่มจากที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2 และ 4 ppm ในขณะเดียวกันผู้ทดลองต้องพยายามจัดแนวและระดับของหัวเตาให้ได้ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งดูได้จากตำแหน่งที่ทำให้มาตรฐานของระบบอ่านของเครื่องมือมีผลตอบสนองมากที่สุด
- 1.10 เมื่อจัดเครื่องมือตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว เครื่องมือก็พร้อมที่จะทำการวิเคราะห์ได้ และเมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จแล้วให้ดับเปลวไฟโดยปิดท่อแอเซทีลีนก่อนแล้วจึงปิดทางเดินอากาศ

2.การสร้างกราฟมาตรฐาน

เพื่อให้ได้สิ่งแวดล้อมเดียวกัน จึงจำเป็นต้องสร้างกราฟมาตรฐานทุกครั้งสำหรับการวิเคราะห์แต่ละครั้ง เลือกสารละลายมาตรฐานแคลเซียมที่มีความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2 และ 4 ppm จุ่มหลอดพลาสติกกรูเล็กลงในสารละลายแต่ละตัว แล้ววัดค่าแอมป์แบบเบนซ์

3.การวิเคราะห์สารตัวอย่าง

3.1 การวิเคราะห์ในเปลือกไข่ไก่ จะต้องนำเปลือกไข่ไก่ที่ผ่านการบด 25 กรัมมาสกัดด้วยน้ำ 25 ml น้ำตัวอย่างน้ำที่ได้จากการสกัดมาวิเคราะห์

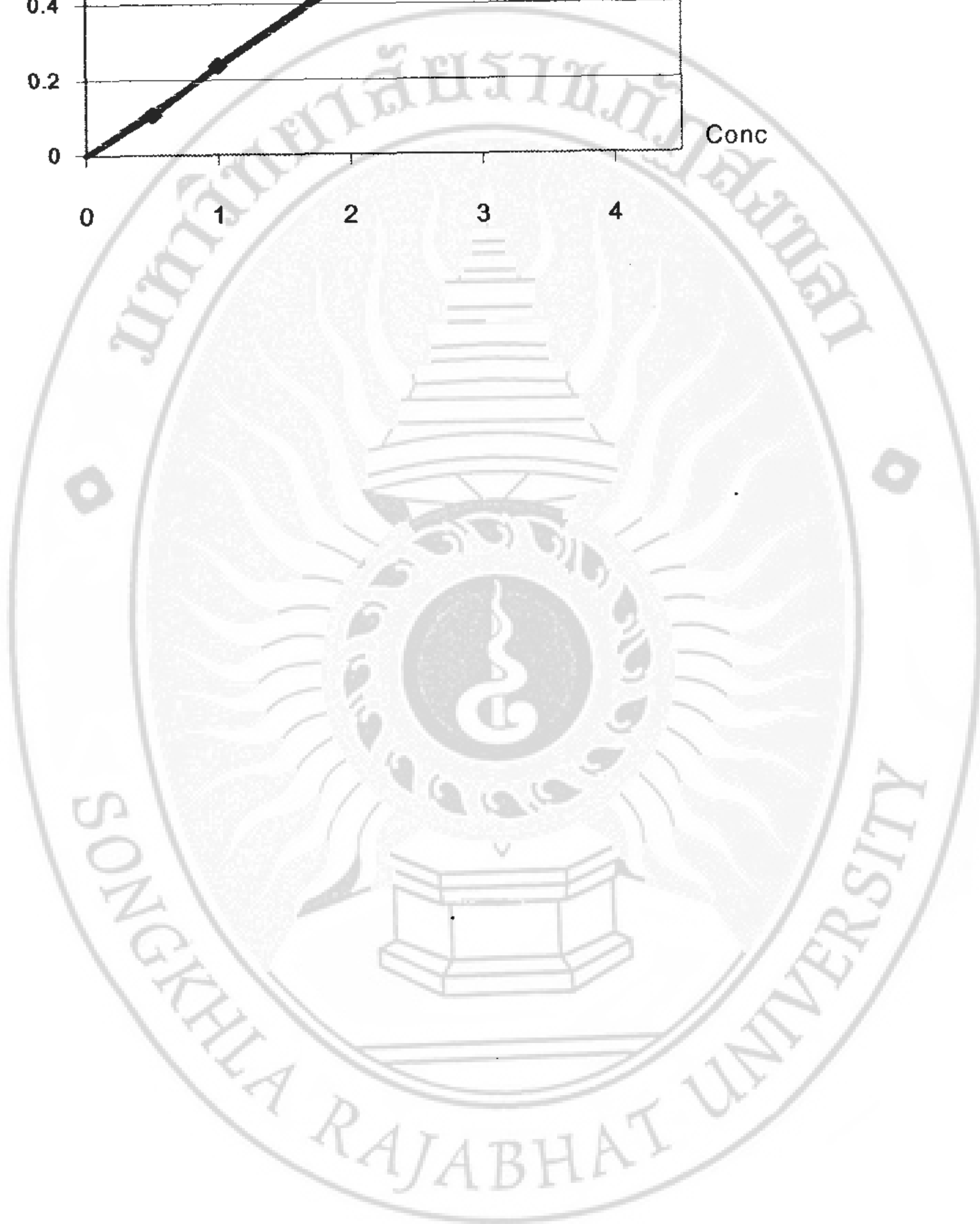
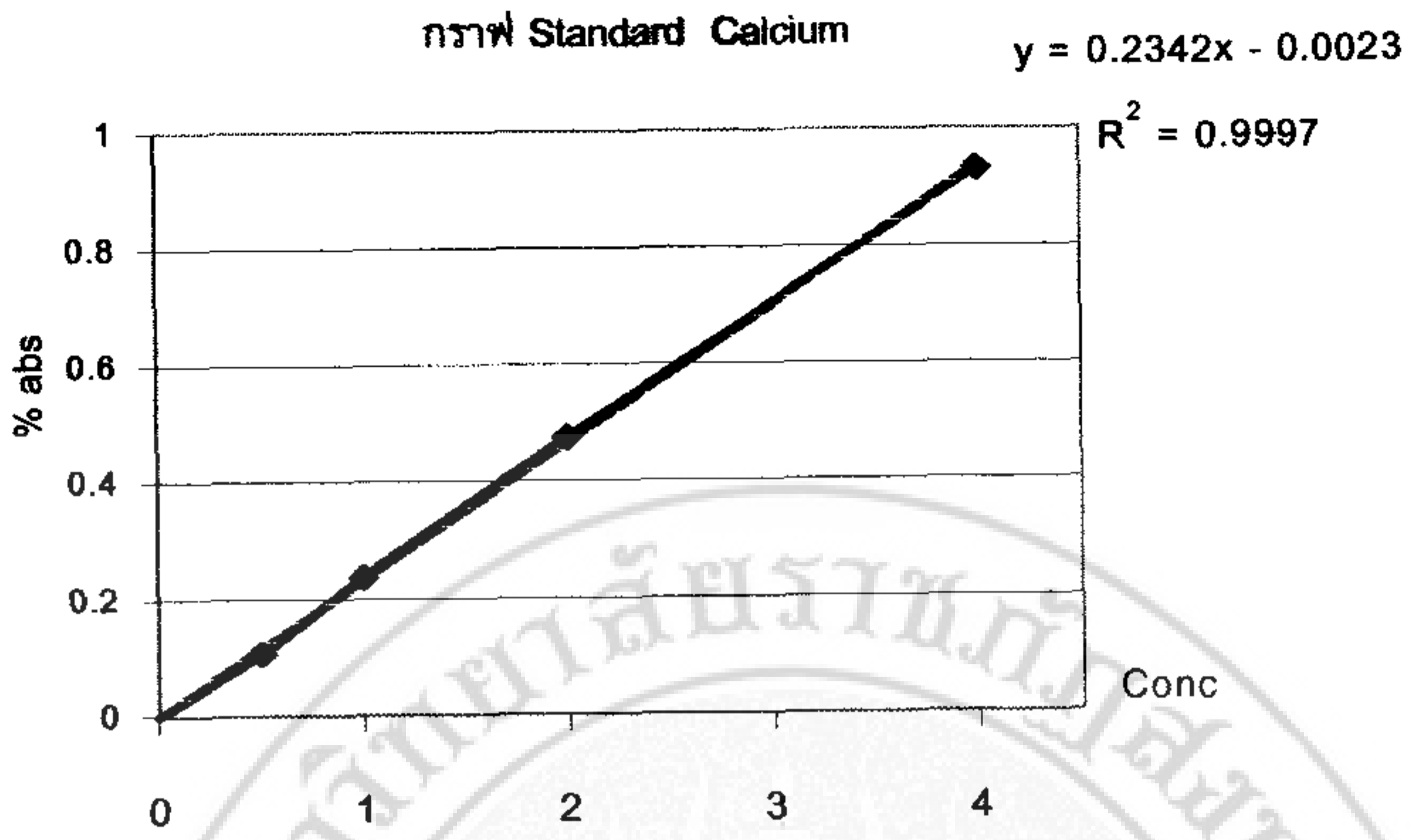
3.2 การวิเคราะห์น้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่สามารถนำมาเป็นน้ำตัวอย่างได้เลย

3.3 ล้างอะตอมไมเซอร์กระทั่งมาตรฐานของระบบอ่านคงที่ แล้วจัดเครื่องมือให้อ่านศูนย์ทุกครั้งก่อนทำการวิเคราะห์สารละลายแต่ละตัว รวมทั้งการทำกราฟมาตรฐานจะต้องล้างอะตอมไมเซอร์ก่อน

3.4 จุ่มหลอดพลาสติกกรูเล็กลงในสารละลายตัวอย่างแล้ววัดค่าแอมป์แบบเบนซ์

4.การคำนวณ

คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างโดยคิดเป็น mg/L โดยอ่านจากกราฟมาตรฐานที่ถูกต้อง



การวิเคราะห์แมกนีเซียม

หลักการ

เมื่อสารตัวอย่างที่เป็นของเหลวถูกฉีดเข้าสู่เปลวไฟ ความร้อนจะทำให้ละอองของแก๊สผสมของเหลว (gas liquid aerosol) กลายเป็นละอองของแก๊สผสมของแข็ง (solid-gas aerosol) แก๊ส และโมเลกุลของสารตัวอย่าง (MA) ตามลำดับ เมื่อโมเลกุลได้รับความร้อนที่เหมาะสม โมเลกุลจะแตกตัวเป็นอะตอมอิสระ ซึ่งในขั้นตอนนี้ ถ้าปล่อยพลังงานแสง (resonance energy) จากแหล่งภายนอกที่มีความยาวคลื่นจำเพาะสำหรับอะตอมนั้นๆ ผ่านกลุ่มอะตอมอิสระ พลังงานแสงนี้จะถูกดูดกลืนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอะตอมอิสระ ดังนั้นเมื่อวัดความเข้มของแสงที่เหลือจากการดูดกลืนโดยอะตอม จึงสามารถหาความเข้มข้นของธาตุได้ โดยวิธีการของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์ , 2539 : 186)

เครื่องมือและอุปกรณ์

อะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์พร้อมด้วยอุปกรณ์

สารเคมี

1. อากาศ

อากาศที่ใช้ต้องสะอาดและแห้ง ซึ่งทำได้โดยผ่านเครื่องกรองที่เหมาะสม เพื่อกำจัดน้ำมัน น้ำ และสารแปลกปลอมอื่น ๆ อาจจะใช้อากาศในห้องโดยใช้เครื่องอัดอากาศ หรือใช้อากาศที่อัดอยู่ในท่อ (cylinder) ก็ได้

2. แก๊สแอเซทิลีน

ใช้ชนิดมาตรฐานการค้ำที่บรรจุอยู่ในท่อ และควรจะหยุดใช้เมื่อความดันของแก๊สในถังลดลงถึง 7 กก./ตร.ซม. (หรือ 100 psig) เพื่อป้องกันมิให้แอสซิโตนซึ่งอยู่ในถังปนออกมาด้วย

3. สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม

ชั่งแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 2567.3854 มิลลิกรัม เดิมกรดซัลฟูริก 0.1 โมลาร์ เพียงเล็กน้อยเพื่อให้สารละลาย แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 250 มิลลิลิตร (สารละลายนี้มีความเข้มข้น 1000 ppm)

ปิเปตสารละลายมา 1 ml แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นได้ปริมาตร 100 ml เก็บในขวดพลาสติก (สารละลายนี้มีความเข้มข้น 10 ppm) ปิเปตสารละลายแมกนีเซียมมา 0,1, 2, 4, 8, 16 และ 32 ml จากนั้นนำสารละลายแต่ละตัวมาเจือจางให้ได้ 100 ml

4. น้ำกลั่น

วิธีวิเคราะห์

1. ขั้นตอนการใช้เครื่องมือ

เนื่องจากเครื่องมือมีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับบริษัทที่ทำจำหน่าย การที่จะรวบรวมวิธีใช้ทุก ๆ วิธีย่อมเป็นไปได้ โดยทั่วไปแล้วผู้ใช้เครื่องมืออาจจะดำเนินการตามขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

1.1 เลือกฮอลโลวแคโทดแลมป์ของโลหะแคลเซียม นำไปติดตั้งให้เข้าที่ตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต แล้วจัดโมโนโครมาเตอร์ให้มีค่าความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร

1.2 จัดความกว้างของช่องแสงผ่านตามคำแนะนำของคู่มือ

1.3 เปิดสวิตช์ของเครื่องมือแล้วจัดปริมาณกระแสไฟฟ้า (โดยทั่วไปคิดเป็นไมโครแอมแปร์) ให้ผ่านฮอลล์โวลต์แคโทดแลมพ์ด้วยปริมาณพอเหมาะตามคู่มือ

1.4 อุ่นเครื่องนานประมาณ 10 –20 นาที เพื่อให้เครื่องมือถึงจุดเสถียร

1.5 นำหัวเตาชนิดที่ใช้กับอากาศ – แอเซทีลีนติดตั้งให้เข้าที่

1.6 ปล่องอากาศ (จากเครื่องอัดอากาศหรือจากท่อ) ให้ผ่านเข้าไปในเครื่องมือ แล้วจัดอัตราการไหลผ่านซึ่งดูได้จากเครื่องวัดอัตราการไหลให้เหมาะสมสำหรับโลหะที่จะทำการวิเคราะห์ตามคำแนะนำของคู่มือ

1.7 ปล่องแก๊สแอเซทีลีนเข้าไปจัดอัตราการไหลตามคู่มือเสร็จแล้วเริ่มจุดเปลวไฟด้วยความระมัดระวัง

1.8 จุ่มหลอดพลาสติกกรูเล็กของเครื่องอะตอมไมเซอร์ลงในน้ำกลั่น (ซึ่งทำให้เป็นกรดด้วยกรดไนตริก 1.5 ลบ.ซม./ลบ.ดม.) นานมากกว่า 1 นาที ซึ่งในเวลาเดียวกันต้องตรวจสอบอัตราการฉีดให้อยู่ระหว่าง 3 – 5 ลบ.ซม./นาที พร้อมกันนั้นก็จัดเครื่องมือให้อ่านศูนย์

1.9 จุ่มหลอดพลาสติกกรูเล็กของเครื่องอะตอมไมเซอร์ลงในสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม โดยเริ่มจากที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 และ 3.2 ppm ในขณะเดียวกันผู้ทดลองต้องพยายามจัดแนวและระดับของหัวเตาให้ได้ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งดูได้จากตำแหน่งที่ทำให้มาตรฐานของระบบอ่านของเครื่องมือมีผลตอบสนองมากที่สุด

1.10 เมื่อจัดเครื่องมือตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว เครื่องมือก็พร้อมที่ใช้ทำการวิเคราะห์ได้ และเมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จแล้วให้ดับเปลวไฟโดยฉีดท่อแอเซทีลีนก่อนแล้วจึงปิดทางเดินอากาศ

2. การสร้างกราฟมาตรฐาน

เพื่อให้ได้สิ่งแวดลอมเดียวกัน จึงจำเป็นต้องสร้างกราฟมาตรฐานทุกครั้งสำหรับการวิเคราะห์แต่ละครั้ง เลือกสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมที่มีความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 และ 3.2 ppm จุ่มหลอดพลาสติกกรูเล็กลงในสารละลายแต่ละตัว แล้ววัดค่าแอมบอร์ฟแบนซ์

3. การวิเคราะห์สารตัวอย่าง

3.1 การวิเคราะห์ในเปลือกไข่ไก่ จะต้องนำเปลือกไข่ไก่ที่ผ่านการบด 25 กรัมมาสกัดด้วยน้ำ 25 ml นำตัวอย่างน้ำที่ได้จากการสกัดมาวิเคราะห์

3.2 การวิเคราะห์น้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่สามารถนำมาเป็นน้ำตัวอย่างได้เลย

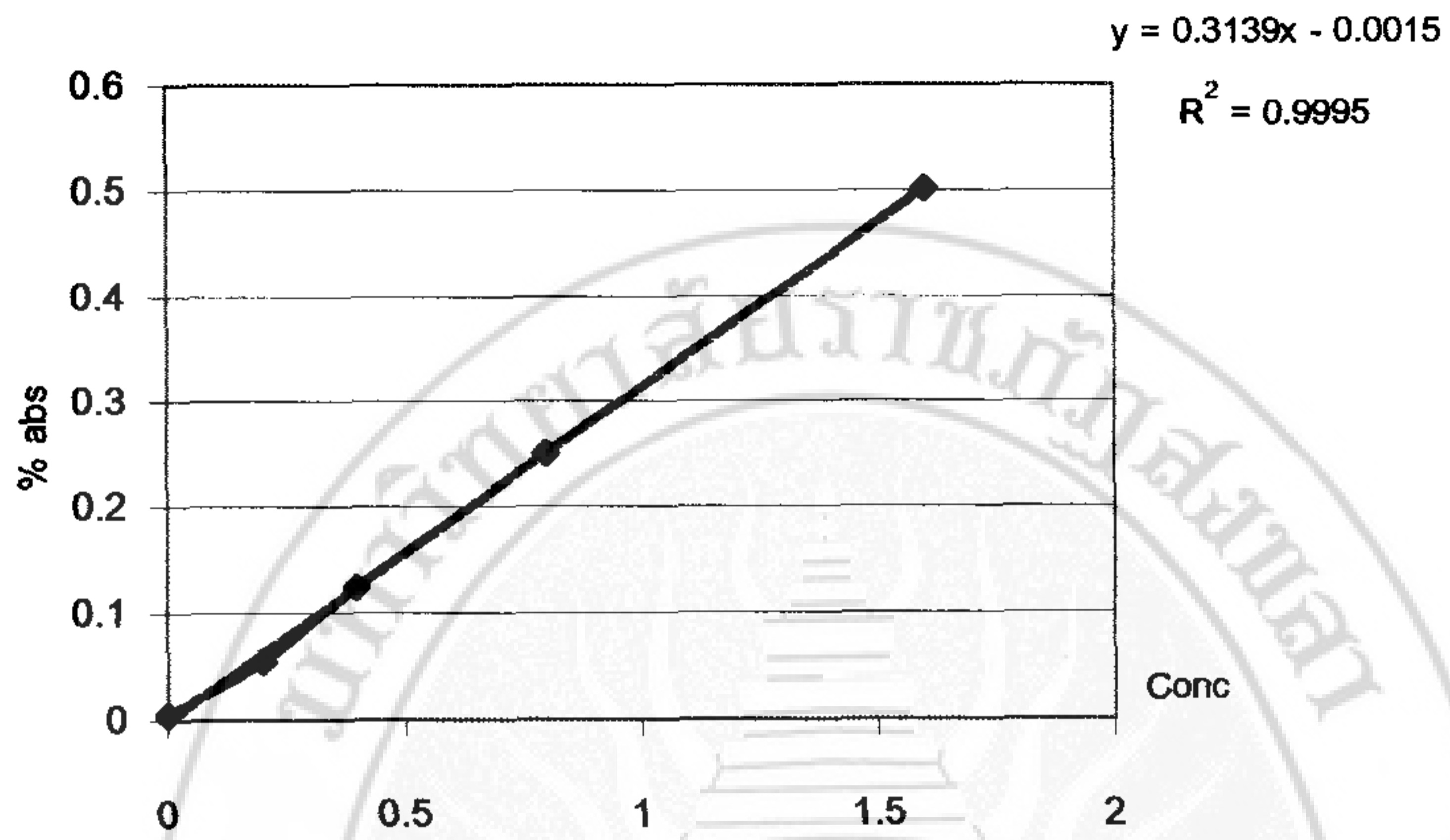
3.3 ล้างอะตอมไมเซอร์กระทั่งมาตรฐานของระบบอ่านคงที่ แล้วจัดเครื่องมือให้อ่านศูนย์ทุกครั้งก่อนทำการวิเคราะห์สารละลายแต่ละตัว รวมทั้งการทำกราฟมาตรฐานจะต้องล้างอะตอมไมเซอร์ก่อน

3.4 จุ่มหลอดพลาสติกกรูเล็กลงในสารละลายตัวอย่างแล้ววัดค่าแอมบอร์ฟแบนซ์

4. การคำนวณ

คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างโดยคิดเป็น mg/L โดยอ่านจากกราฟมาตรฐานที่ถูกต้อง

กราฟ Standard Magnesium



SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม

□ เครื่องวัดการดูดกลืนแสงโดยอะตอม (Atomic Absorption Spectrophotometry)

การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุโลหะต่าง ๆ นั้น สามารถทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีเคมีธรรมดา (Classical Method of Analysis) และโดยการใช้เครื่องมือ (Instrumental Method of Analysis) เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว ควรใช้วิธีวิเคราะห์โดยการใช้เครื่องมือ คือ อะตอมมิคแอบซอร์ปสเปกโทรโฟโตเมตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry)

การจำแนกธาตุชนิดต่าง ๆ โดยอาศัยการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นจำเพาะของอะตอมของธาตุ แต่ละชนิดได้ถูกนำมาใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1955 แต่เริ่มใช้อย่างแพร่หลายในช่วงปี ค.ศ. 1963 - 1965 เนื่องจากสามารถสร้างเครื่องมือวัดการดูดกลืนแสงโดยอะตอม ที่มีความถูกต้องและมีความแม่นยำสูง อีกทั้งสามารถวิเคราะห์ธาตุที่มีปริมาณน้อย ๆ ได้ดี ในปัจจุบันเครื่องมือดังกล่าวได้ถูกพัฒนาจนสามารถวิเคราะห์ปริมาณธาตุได้ไม่น้อยกว่า 61 ชนิด ในสารตัวอย่างเกือบทุกชนิด ตัวอย่างธาตุเหล่านี้ ได้แก่ Cu, Zn, Cd, Sb, Bi, Ag, Ni, Ag, Be, Sr, Ba, Pb, Ca, Sn, As ฯลฯ แต่เนื่องจากเครื่องมือดังกล่าวมีราคาสูงมาก การใช้งานจึงยังไม่แพร่หลายในห้องปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป เหมือนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ชนิดอื่น ๆ

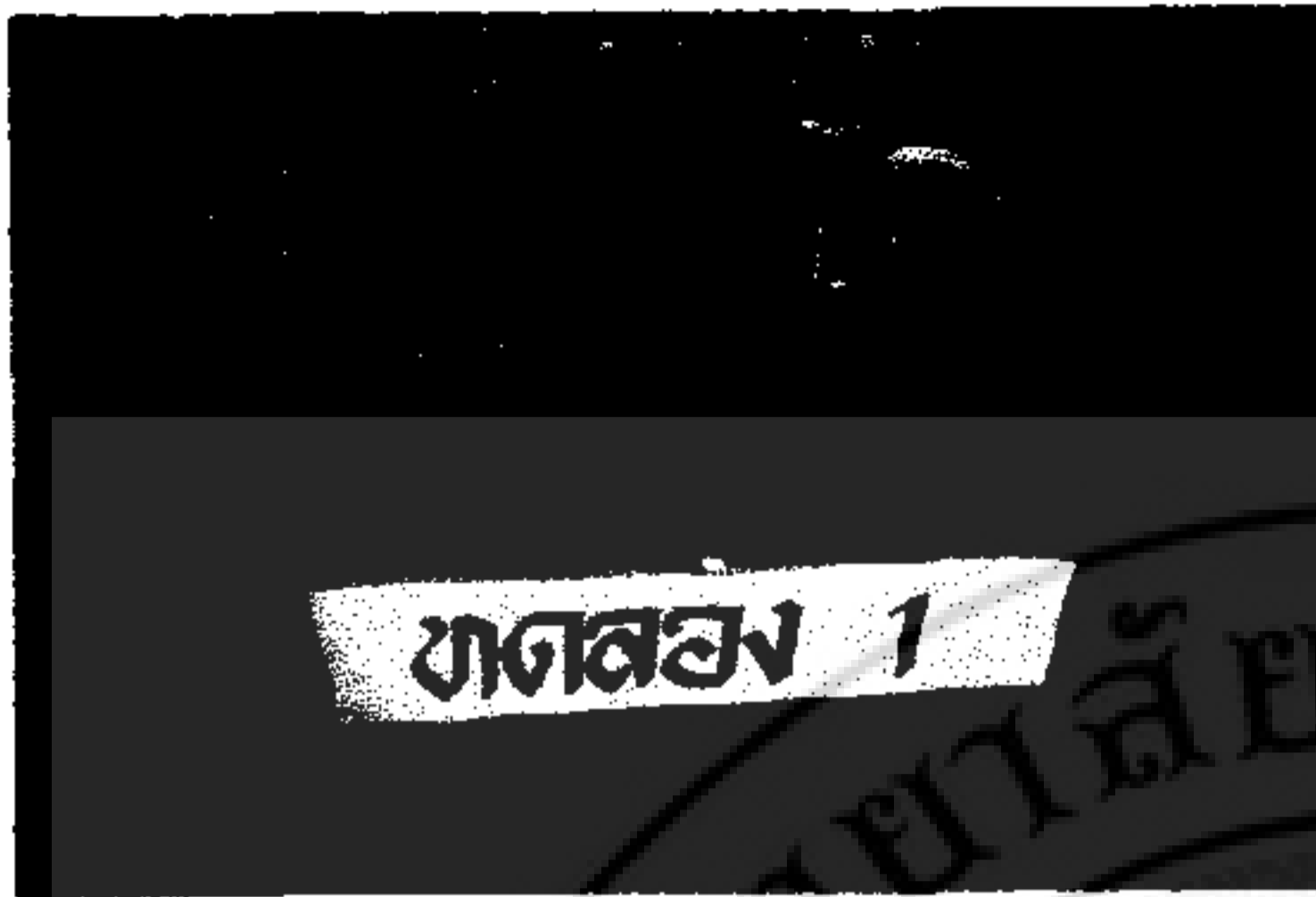
□ หลักการวิเคราะห์

เมื่อสารตัวอย่างที่เป็นของเหลวถูกฉีดเข้าสู่เปลวไฟ ความร้อนจะทำให้ละอองของแก๊สผสมของเหลว (Gas Liquid Aerosol) กลายเป็นละอองของแก๊สผสมของแข็ง (Solid-gas Aerosol) แก๊ส และโมเลกุลของสารตัวอย่าง (MA) ตามลำดับ เมื่อโมเลกุลได้รับความร้อนที่เหมาะสม โมเลกุลจะแตกตัวเป็นอะตอมอิสระ ซึ่งในขั้นตอนนี้ ถ้าปล่อยพลังงานแสง (Resonance Energy) จากแหล่งภายนอกที่มีความยาวคลื่นจำเพาะสำหรับอะตอมนั้น ๆ ผ่านกลุ่มอะตอมอิสระ พลังงานแสงนี้จะถูกดูดกลืนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอะตอมอิสระ

ดังนั้น เมื่อวัดความเข้มของแสงที่เหลือจากการดูดกลืนโดยอะตอม จึงสามารถหาความเข้มข้นของธาตุได้ โดยวิธีการของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (ซูชาติ อารีจิตรานุสรณ์, 2539 : 186)



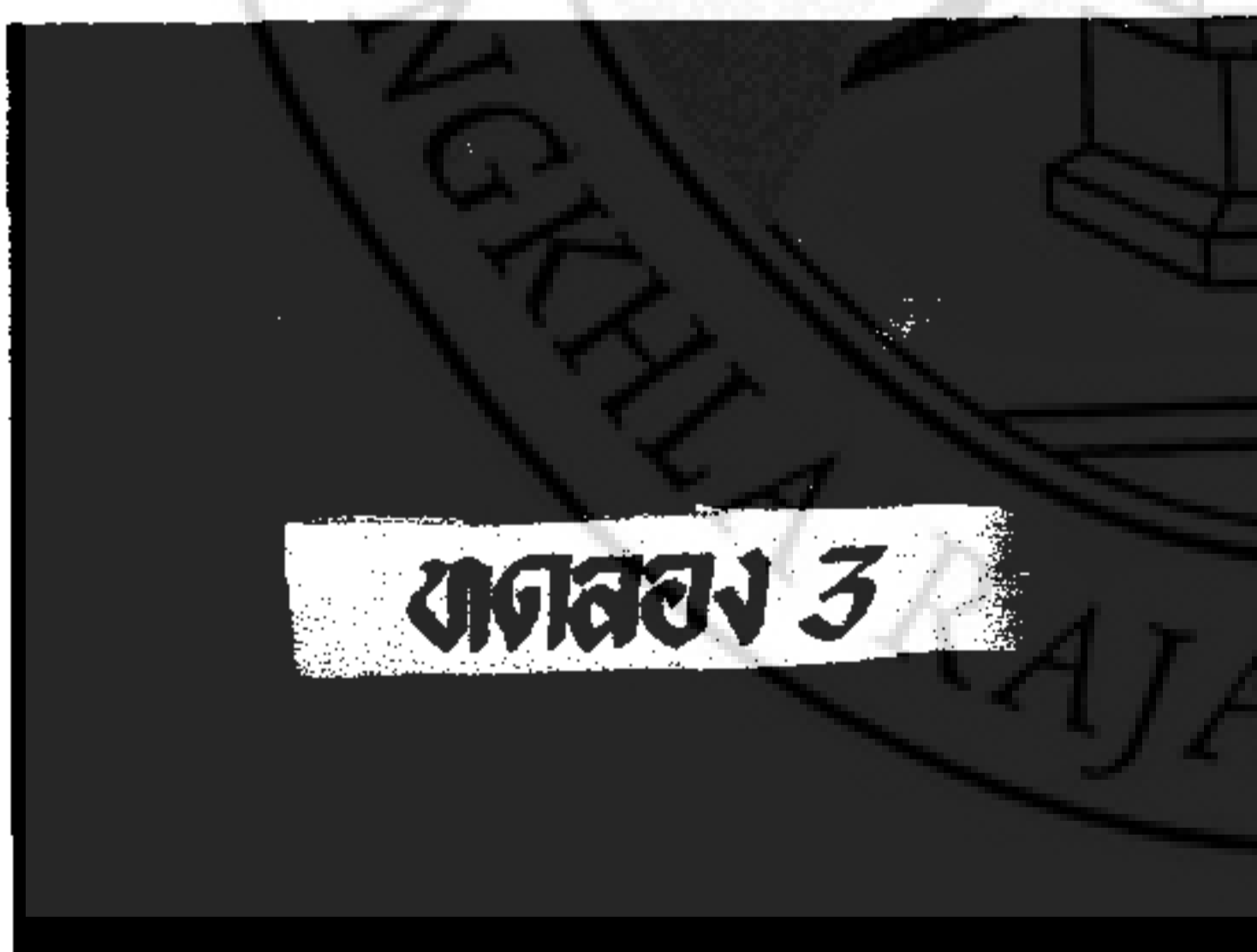
ภาคผนวก ข
ภาพประกอบ



(ก) แปลงทดลองที่ 1



(ข) แปลงทดลองที่ 2

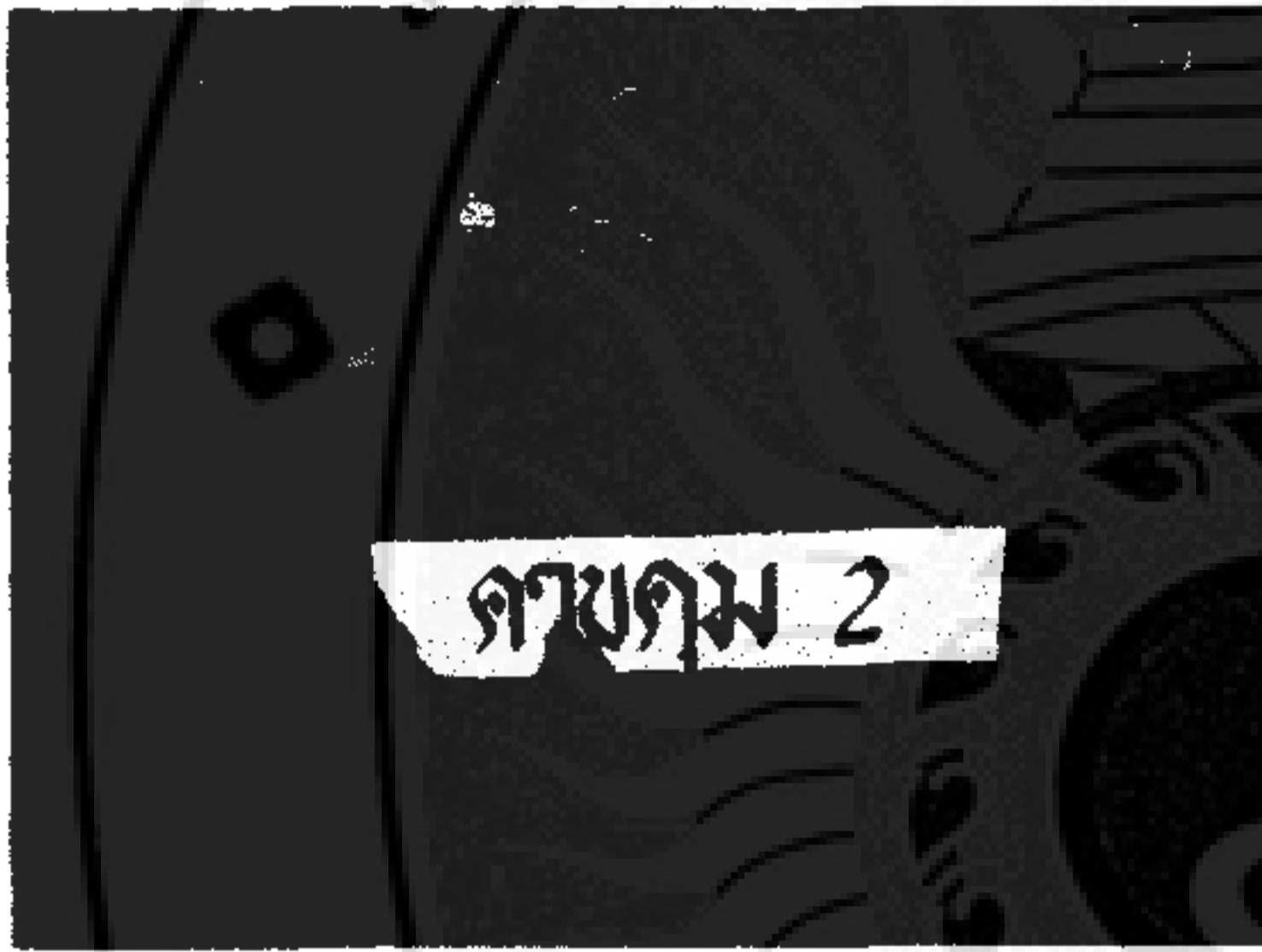


(ค) แปลงทดลองที่ 3

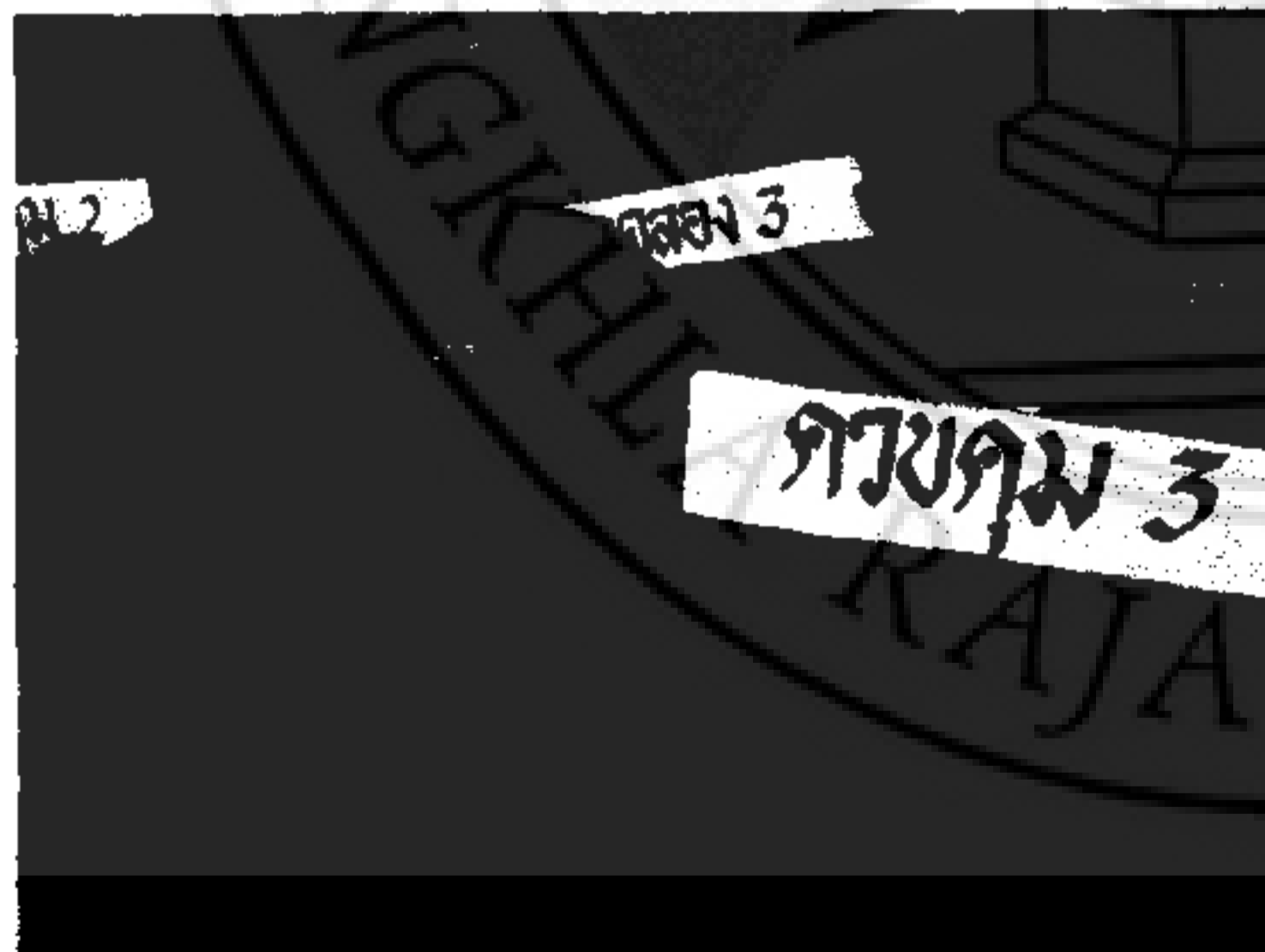
ภาพที่ ข.1 แสดงแปลงทดลองของต้นผักกาดเขียววางตุ้ง



(ก) แปลงควบคุมที่ 1

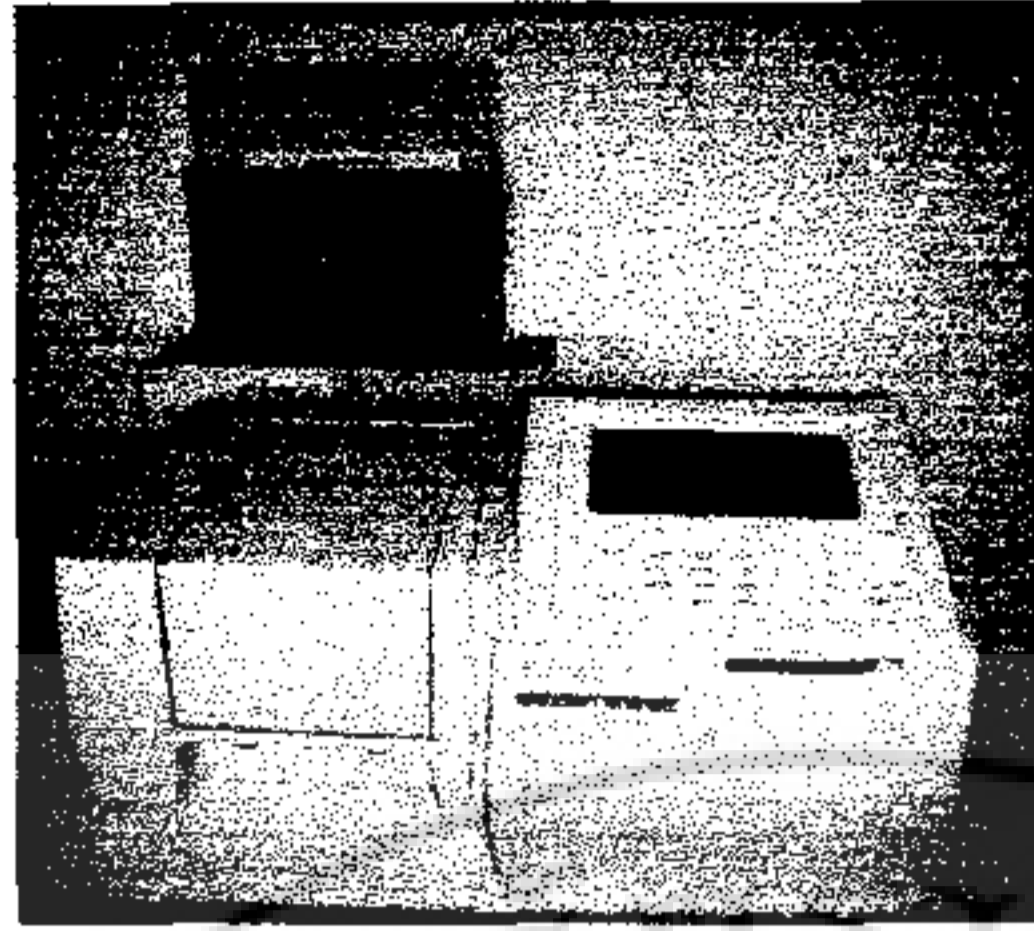


(ข) แปลงควบคุมที่ 2

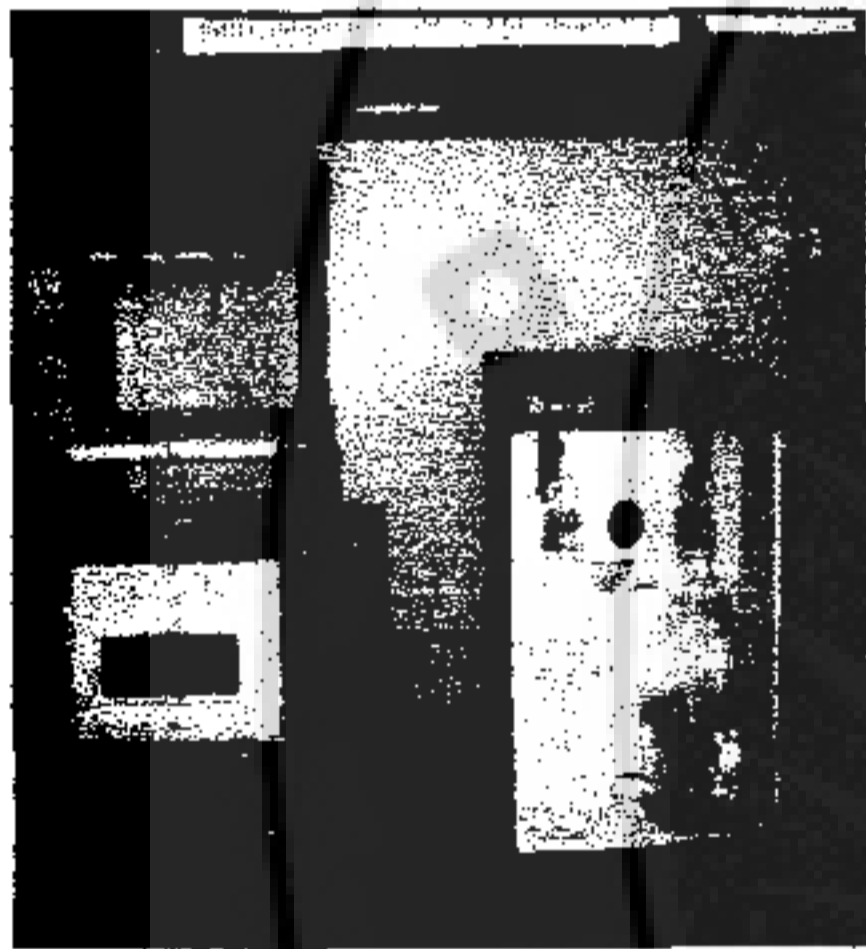


(ค) แปลงควบคุมที่ 3

ภาพที่ ข.2 แสดงแปลงควบคุมของต้นผักกาดเขียววางตั้ง



Ultraviolet and Visible Spectroscopy

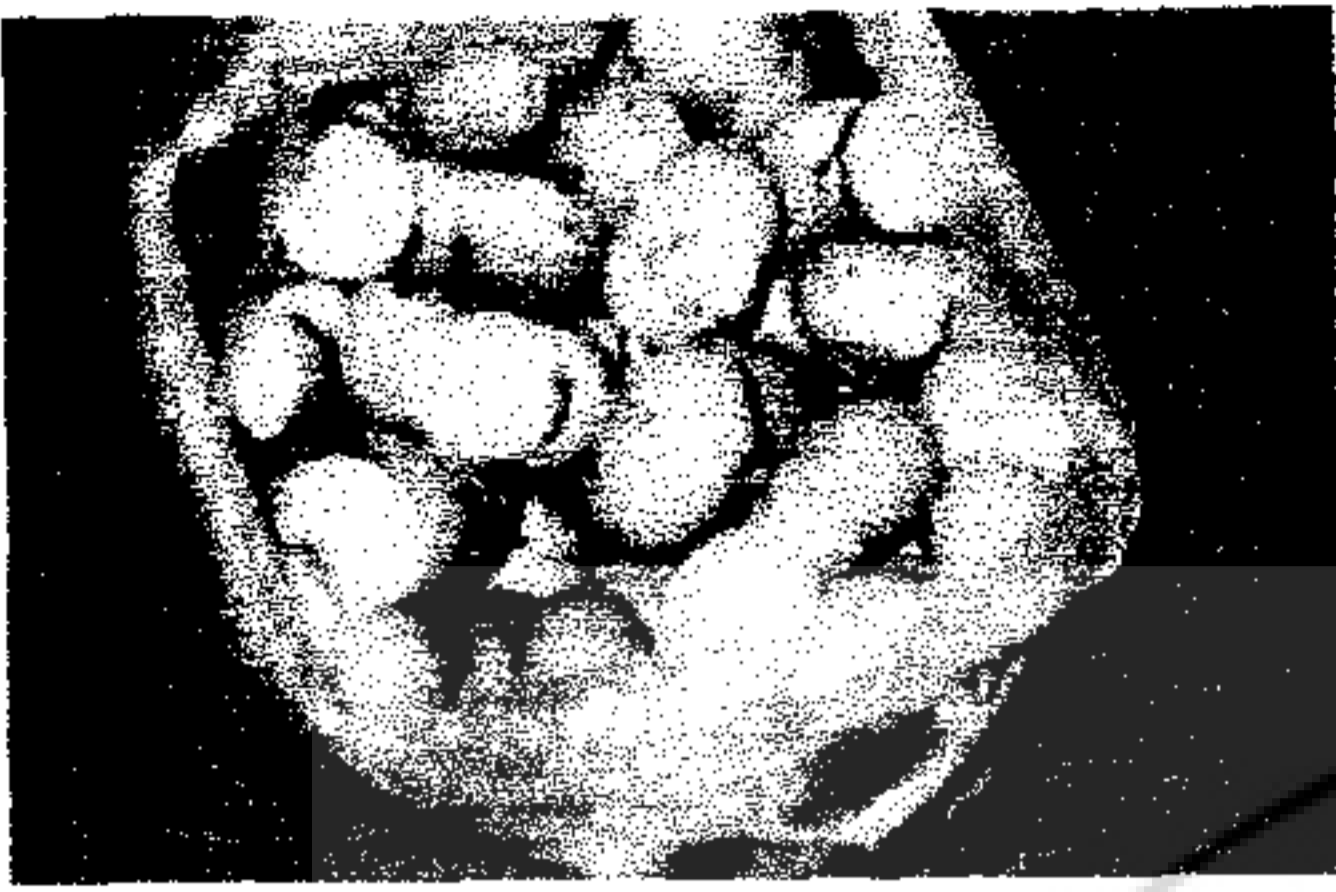


เครื่องมือสำหรับการย่อยสลาย

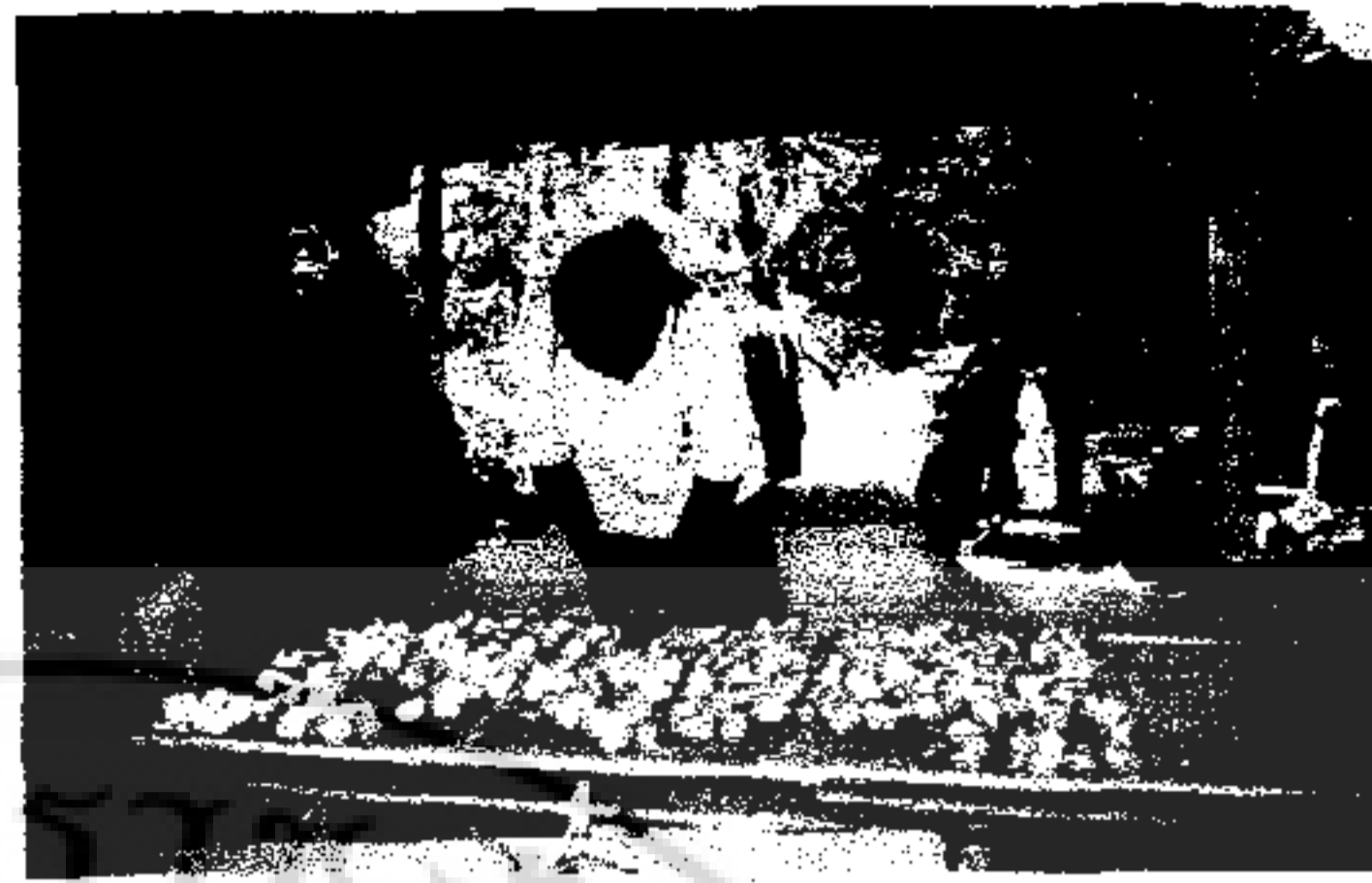


เครื่องมือสำหรับการกั่นแอมโมเนีย

ภาพที่ ข.3 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร



(ก) เปลือกไข่ไก่



(ข) ผึ่งลมให้แห้ง



(ค) การซั้งเปลือกไข่ไก่



(ง) การหมักเปลือกไข่ไก่

ภาพที่ ข.4 แสดงขั้นตอนการหมักเปลือกไข่ไก่



ภาคผนวก ค
แบบนำเสนอโครงการ

แบบนำเสนอโครงการ

ชื่อโครงการวิจัย	คุณสมบัติของเปลือกไข่ไก่ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดเขียววางดั่ง Characteristics of Chicken Eggshell for Effect to Growth Rate of Chinese Cabbage
ปีการศึกษาที่ทำการวิจัย	2/2545
สาขาที่ทำการวิจัย	สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา
ประวัติผู้วิจัย	1. นางสาวธินัดดา พิมพ์พวง กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 โปรแกรม วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏ สงขลา (Miss Thinadda Pimpuang studying in bachelor 's degree level 3. Major of Environmental Science , Faculty of Science and Technology , Rajabhat Institute Songkhla) 2. นางสาวอัญชลี ธีระวุฒิ กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 โปรแกรม วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏ สงขลา (Miss Ancharee Thirawut studying in bachelor 's degree level 3. Major of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Institute Songkhla)
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุชีวรรณ ยอยรุ่งอรบ

รายละเอียดโครงการ

1.ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ไข่ไก่เป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงเหมาะกับบุคคลทุกเพศทุกวัยและมีราคาถูกกว่าอาหารโปรตีนชนิดอื่น ๆ นอกจากไข่ไก่จะมีโปรตีนแล้วยังประกอบด้วย ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายอีกหลายชนิด ไข่ไก่สามารถนำไปแปรรูปเป็นอาหารได้มากมายและยังใช้เป็นส่วนประกอบในการทำขนมชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ วงการวิทยาศาสตร์และภาคอุตสาหกรรม ผลจากการแปรรูปไข่ไก่เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นั้น ย่อมเกิดส่วนที่เหลือใช้ คือ เปลือกไข่ไก่ เป็นที่น่าสังเกตว่ามีการนำเปลือกไข่ไก่มาใส่รอบโคนต้นพืชเพื่อเป็นปุ๋ยเป็นเวลานานแล้วและปัจจุบันนี้มีการเผยแพร่ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตอีกด้วย "เคล็ดลับไม่ลับ รดวิตามินให้ต้นไม้ เปลือกไข่ไก่ใช้แล้วอย่าทิ้ง เอาไปแช่น้ำทิ้งไว้ 2 – 3 วัน แล้วค่อยตักน้ำมารดต้นไม้จะเป็นปุ๋ยบำรุงต้นไม้ให้แข็งแรง" (<http://thaigoodview.com>)

ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่มีในเปลือกไข่ไก่ และอัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดเขียววางดั่ง ทั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางให้กับเกษตรกรนำเปลือกไข่ไก่ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม และเพื่อเป็นการลดปริมาณมูลฝอยที่ทางราชการจะต้องรับภาระในการจัดการให้มีปริมาณลดลง

2.วัตถุประสงค์ในการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในเปลือกไข่ไก่
- 2.2 เพื่อศึกษาน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ในอัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดเขียวกวาดตุ้ง
- 2.3 เพื่อศึกษาน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในเปลือกไข่ไก่ที่หมักในสภาวะที่มีแสงสว่างและไม่มีแสงสว่าง

3.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- 3.1 ข้อมูลจากการศึกษาใช้เป็นแนวทางให้กับเกษตรกรนำเปลือกไข่ไก่ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม
- 3.2 เพื่อลดปริมาณมูลฝอยที่ทางราชการจะต้องรับภาระในการกำจัดมูลฝอยให้มีปริมาณลดลง

4.เอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.1 เปลือกไข่ (Eggshell)

เปลือกไข่ โดยเฉลี่ยเปลือกไข่หนาประมาณ 300 ไมโครมิลลิเมตร หนักประมาณ 5 กรัม (สุวรรณี สิมะกรพันธ์, 2542 : 85) ไข่ที่ออกมาใหม่ ๆ เปลือกไข่จะค่อนข้างโปร่งแสง ต่อมาจะค่อย ๆ ชุ่มทึบแสงลง ถ้าใช้เครื่องส่องไข่ส่องดูจะเห็นลักษณะตามที่แสงผ่านเป็นจุดเล็ก ๆ ในบริเวณใต้เปลือก ทั้งนี้เนื่องจากการรวมตัวของโปรตีนจนเป็นชั้นเป็นแผ่น ๆ ซึ่งทำหน้าที่ช่วยเก็บรักษาความชื้น และยังเป็นส่วนที่แสงผ่านได้สะดวกกว่าส่วนอื่น ๆ (สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, 2529 : 17)

เปลือกไข่ไก่ประกอบด้วยชั้นสำคัญ ๆ 2 ชั้น คือ เปลือกชั้นนอกเรียกว่า spongy layer กับเปลือกชั้นในเรียกว่า mammillary layer ชั้นนอกเป็นแคลเซียมซึ่งอยู่ในรูปผลึกของหินปูน (calcite) ตั้งตรงทางแกนยาวของผลึกกับผิวเปลือก เป็นชั้นที่แข็งแรงที่สุดและแน่นที่สุด ชั้นในเป็นสารประกอบของแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม แร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ไม่อยู่ในรูปผลึก เวลาไข่ร้าวก็จะร้าวถึงภายในด้วย (สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, 2529 : 19)

4.2 แร่ธาตุอาหาร (Nutrient)

พืชจะดูดซึมซับแร่ธาตุอาหารจำนวนเล็กน้อยเข้าไปมากกว่า 90 ชนิด แต่มีเพียง 165 ชนิดเท่านั้นที่จำเป็น แร่ธาตุอาหารที่จำเป็นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยอาศัยเกณฑ์ปริมาณที่พืชต้องการเป็นสำคัญได้แก่ (สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2538 : 2)

1. แร่ธาตุอาหารหลัก (Macronutrients) ได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน
2. แร่ธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อย (Micronutrients) ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส โบรอน สังกะสี โมลิบดินัม และคลอรีน

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าในเปลือกไข่มีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ธาตุไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, แคลเซียม และ แมกนีเซียม ซึ่งธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ต่างก็มีหน้าที่และความสำคัญที่แตกต่างกันออกไป

ตารางที่ 1 หน้าที่ของแร่ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช

แร่ธาตุอาหาร	หน้าที่
คาร์บอน	เป็นส่วนประกอบโมเลกุลพื้นฐานของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด และกรดนิวคลีอิก
ออกซิเจน	คล้ายกับคาร์บอนในส่วนที่มีอยู่ในสารประกอบอนทรีย์ทั้งหมดในสิ่งมีชีวิต
ไฮโดรเจน	แสดงบทบาทเป็นศูนย์กลางในการเผาผลาญ มีความสำคัญในความสมดุลของไอออนและเป็นส่วนลดหลักของโมเลกุลและแสดงบทบาทสำคัญสูงสุดต่อความสัมพันธ์ในพลังงานของเซลล์
ไนโตรเจน	เป็นส่วนประกอบของสารประกอบอินทรีย์ที่สำคัญหลายชนิด เริ่มจากโปรตีนไปจนถึงนิวคลีอิก
ฟอสฟอรัส	เป็นศูนย์กลางใจพืชคือ ในการถ่ายเทพลังงานและการเผาผลาญโปรตีน
โพแทสเซียม	ช่วยในการเร่งการแยกสารละลายและเร่งกิจกรรมของไอออน หน้าที่ของโพแทสเซียมเชื่อมโยงหรือกระตุ้นน้ำย่อยหลายชนิดของคาร์โบไฮเดรตและการเผาผลาญ
แคลเซียม	มีส่วนร่วมในการแบ่งเซลล์และแสดงบทบาทหลักของในการคงรูปร่างของชั้นเนื้อเยื่อ
แมกนีเซียม	เป็นส่วนหนึ่งของคลอโรฟิลล์และเป็นส่วนเชื่อมโยงปฏิกิริยาน้ำย่อยหลายชนิดก้ำกั้มคล้ายกันกับฟอสฟอรัสในส่วนที่ร่วมในการให้พลังงานแก่เซลล์ของพืช
เหล็ก	เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำย่อยหลายชนิดและเป็นพาหะรวมถึงพาหะกระแสไฟฟ้า การหายใจ หรือ Cytochromes และพาหะกระแสไฟฟ้าถ่ายเท หรือ Ferredoxins ในประการหลังนี้ร่วมในหน้าที่การเผาผลาญที่สำคัญสูงสุด เช่น การตรึงไนโตรเจน การสังเคราะห์แสง และการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสังกะสี เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำย่อยหลายๆชนิด ได้แก่ Dehydrogenases , Proteinases และ Peptidases รวมไปถึง Carbonic anhydrase, Alcohol dehydrogenases, Glutamic dehydrogenases, Malic dehydrogenases และน้ำย่อยอื่น ๆ อีกมาก
แมงกานีส	มีส่วนร่วมในระบบกระบวนการออกซิเจนของการสังเคราะห์แสงและเป็นส่วนประกอบของน้ำย่อย Arginase และ Phosphotransferase
ทองแดง	เป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยที่สำคัญรวมไปถึง Cytochrom Oxidase , Ascorbic acid Oxidase และ Laccase
โบรอน	หน้าที่ทางชีวเคมีพิเศษของโบรอนยังไม่ทราบแต่อาจจะมีส่วนร่วมในกระบวนการการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตและการสังเคราะห์ในส่วนประกอบของผนังเซลล์
โมลิบดีนัม	เป็นส่วนที่ช่วยให้การสร้างไนโตรเจนเกิดขึ้นได้เป็นปกติในพืช อีกทั้งยังเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นใน Nitrate reductase เช่นเดียวกับกับ Nitrogenase หรือน้ำย่อยตรึงไนโตรเจน
คลอรีน	จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงและเป็นตัวกระตุ้นน้ำย่อยรวมไปถึงการแยกโมเลกุลของน้ำ อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการแยกสารละลายในการเจริญเติบโตของพืชดินเค็ม

ตารางที่ 2 แร่ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต รูปแบบหลักสำหรับการดึงดูด

แร่ธาตุอาหาร	สัญลักษณ์ทางเคมี	รูปแบบสำหรับการดึงดูด
คาร์บอน	C	CO ₂
ไฮโดรเจน	H	H ₂ O
ออกซิเจน	O	H ₂ O , O ₂
ไนโตรเจน	N	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻
ฟอสฟอรัส	P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻
โพแทสเซียม	K	K ⁺
แคลเซียม	Ca	Ca ²⁺
แมกนีเซียม	Mg	Mg ²⁺
กำมะถัน	S	SO ₄ ²⁻ , SO ₃ ²⁻
เหล็ก	Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺
แมงกานีส	Mn	Mn ²⁺
โบรอน	B	H ₃ BO ₃
สังกะสี	Zn	Zn ²⁺
ทองแดง	Cu	Cu ²⁺
โมลิบดีนัม	Mo	MoO ₄ ²⁻
คลอรีน	Cl	Cl ⁻

ที่มา : สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2538 : 4

4.2.1 ธาตุไนโตรเจน (N)

ถ้าพืชขาดธาตุไนโตรเจนตั้งแต่ยังอ่อน พืชจะไม่เจริญเติบโต หรือแคระแกรน ส่วนพืชที่เจริญเติบโตแล้ว แต่มีไนโตรเจนในดินไม่เพียงพอ พืชจะแสดงอาการสีเหลืองอ่อน หรือเหลืองที่ใบ ใบแก่หรือใบล่างจะแสดงอาการก่อน โดยเริ่มจากปลายใบเข้าสู่โคนใบเมื่ออาการขั้นรุนแรง และเหลืองทั้งใบ ที่ปลายใบและแห้งตายในที่สุดจะตายทั้งใบ (วรพจน์ รัมพณีนิล, 2529 : 70)

4.2.2 ธาตุฟอสฟอรัส (P)

เมื่อพืชขาดฟอสฟอรัส จะทำให้ระบบหายใจลดลง แล้วการสังเคราะห์แสงช้าลง ซึ่งเป็นผลให้เกิดการสะสมเม็ดสีม่วงในใบแก่และต้นแก่ การแบ่งเซลล์เป็นไปล่าช้าจะแคระแกรนใบจะมีสีเขียวเข้มและมีสีม่วงปรากฏเด่นชัดในระยะต้นพืชยังเล็กอยู่ ต่อมาใบจะกลายเป็นสีเหลืองคล้ายกับว่าพืชแก่แล้ว เมื่อถึงระยะออกดอก การเกษตรลดลงและพืชแก่ช้ากว่าปกติ บางครั้งการขาดฟอสฟอรัสอาจเนื่องมาจากพืชดูดไนโตรเจนไปใช้มากเกินไป เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร (วรพจน์ รัมพณีนิล, 2529 : 71)

4.2.3 ธาตุโพแทสเซียม (K)

พืชส่วนมากเมื่อขาดธาตุโพแทสเซียม จะปรากฏอาการที่ใบลักษณะใบไหม้เกรียม ที่ขอบใบหรือปลายใบ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า leaf scorch ในข้าวโพดจะปรากฏสีเหลืองหรือเหลืองฟางข้าวที่ขอบใบ จาก

ปลายใบลามไปริมใบทั้ง 2 ข้าง และมักปรากฏกับใบล่างหรือใบแก่เช่นนี้คล้ายคลึงกับพืชขาดน้ำในฟลูแล้ง ต้นผอมหักง่าย รากจะไม่แตกแขนงอย่างปกติ การเจริญเติบโตช้า เปลือกเมล็ดมักเหี่ยวยุบ การต้านทานโรคน้อยลง (วรพจน์ รัมพณีนิล, 2529 : 72)

4.2.4 ธาตุแคลเซียม(Ca)

การขาดธาตุแคลเซียมของพืชมักแสดงอาการที่ใบยอดหรือส่วนที่กำลังเจริญเติบโต แต่ในสภาวะไรท์ทั่วไปมักไม่ปรากฏการขาดแคลเซียมบ่อยครั้งนัก ดินอาจมีแคลเซียมอย่างเพียงพอแต่พืชอาจขาดน้ำหรือมีความชื้นไม่พอก็เป็นเหตุ พืชดูดน้ำไปใช้ไม่ทัน ก็เป็นเหตุให้แสดงอาการขาดธาตุแคลเซียมในใบยอดหรือส่วนที่กำลังเจริญเติบโต พืชที่ขาดธาตุแคลเซียมจะมีลักษณะหงิกงอและย่น ในบางครั้งอาการคล้ายคลึงกับเพลี้ยอ่อนดูดน้ำเลี้ยงที่ใบยอด โดยเฉพาะในยาสูบมักพบเพลี้ยอ่อนที่ใบยอดเสมอ ๆ (วรพจน์ รัมพณีนิล, 2529 : 73)

4.2.5 ธาตุแมกนีเซียม (Mg)

แมกนีเซียมเป็นส่วนที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ เมื่อพืชขาดแมกนีเซียม ใบจะมีสีเขียวซีดลงและมองเห็นเป็นแถบๆ คล้ายๆ รอยขีดยาวๆ ตามใบ ในใบยาสูบจะมีจุดสีขาวประปรายทั่วไปในใบแก่ใบล่าง พืชบางชนิดถ้าขาดแมกนีเซียมมากๆ ใบจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง ส่วนในใบยาสูบและกะหล่ำดอกจุดประสีขาวปรากฏในใบล่าง (วรพจน์ รัมพณีนิล, 2529 : 73)

4.3 ผักกาดเขียววางตั้ง(Chinese Cabbage) คือ พืชที่บริโภคกันมาก เป็นพืชที่ปลูกง่ายอายุการเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 35 – 45 วัน เป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง นำมาประกอบอาหารประเภทผัด แกงจืด ผักจิ้ม เป็นต้น ปลูกได้ทุกฤดูกาลและนิยมปลูกทั่วทั้งประเทศทั้งในรูปของสวนผักการค้า และสวนผักใกล้บ้านเพื่อบริโภคในครอบครัว (เมฆ จันทรประยูร, 2541 : 121)

5. ตัวแปรและนิยามปฏิบัติการ

5.1 ตัวแปร แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

5.1.1 ตัวแปรอิสระ

- ปริมาณธาตุอาหารในอัตราส่วนเปลือกไข่ไก่
- เปลือกไข่ไก่ที่หมักในสภาวะที่มีแสงสว่างและไม่มีการหมัก

5.1.2 ตัวแปรตาม

- การเจริญเติบโตของต้นผักกาดเขียววางตั้ง

5.1.3 ตัวแปรควบคุม

- ชนิดของต้นผักกาดเขียววางตั้ง แสง และชนิดของดิน

5.2 นิยามปฏิบัติการ คือ

5.2.1 เปลือกไข่ไก่ (Eggshell) หมายถึง ส่วนที่เป็นของแข็งที่หุ้มส่วนที่เป็นของเหลวของไข่ไก่

5.2.2 ธาตุอาหาร (Nutrient) หมายถึง ธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ ซึ่งพืชจะสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต เช่น ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg)

5.2.3 ผักกาดเขียววางตั้ง (Chinese Cabbage) หมายถึง ผักกาดเขียววางตั้งที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Brassica Rapa L.cv. Group Caisin ชื่อวงศ์ คือ Brassicaceae เป็นพืชที่ปลูกง่าย นิยมปลูกเป็นผักสวนครัว และปลูกเป็นผักการค้า สามารถแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด

5.2.4 น้ำสกัดจากเปลือกไข่ หมายถึง ของเหลวที่ได้มาจากการนำเปลือกไข่ไก่มาแช่น้ำ

5.2.5 การหมัก หมายถึง การนำเปลือกไข่ไก่ไปแช่น้ำในระยะเวลาหนึ่ง

6. สมมติฐาน

6.1 น้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ในอัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำเป็น 50 : 50 เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นผักกาดเขียวกวาดงตั้งที่สุด

6.2 สภาวะที่มีแสงสว่างมีอิทธิพลต่อปริมาณธาตุอาหารในเปลือกไข่ไก่

7. ขอบเขตการศึกษา

7.1 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในเปลือกไข่ไก่ ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในสภาวะต่าง ๆ ดังนี้

7.1.1 อัตราส่วนในการหมักของเปลือกไข่ต่อน้ำแตกต่างกัน

7.1.2 การหมักในสภาวะที่มีแสงสว่างและไม่มีแสงสว่าง

7.2 ศึกษา น้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดเขียวกวาดงตั้ง ซึ่งจะศึกษาด้านความสูงและมวลชีวภาพและเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

8. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในเปลือกไข่ไก่ที่อัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำแตกต่างกัน

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในเปลือกไข่ไก่ที่หมักในสภาวะที่มีแสงสว่างกับสภาวะที่ไม่มีแสงสว่าง

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นผักกาดเขียวกวาดงตั้งที่รดด้วยน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่กับชุดควบคุม

ตอนที่ 1 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในเปลือกไข่ไก่และน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ที่อัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำแตกต่างกัน

นำเปลือกไข่ไก่ไข่ไก่ไปหมักเป็นเวลา 7 วัน โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง คือ

ชุดที่ 1 อัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำ = 30 : 70

ชุดที่ 2 อัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำ = 40 : 60

ชุดที่ 3 อัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำ = 50 : 50

ชุดที่ 4 อัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำ = 60 : 40

ชุดที่ 5 อัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำ = 70 : 30

จากนั้นนำน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารทั้ง 5 ชุดการทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารที่มีในน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ มีการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 3 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในเปลือกไข่ไก่

ธาตุอาหาร	การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร
ธาตุไนโตรเจน	Micro Kjeldahl Method
ธาตุฟอสฟอรัส	Ascorbic Acid Method
ธาตุโพแทสเซียม	Atomic Absorption Method
ธาตุแคลเซียม	Atomic Absorption Method
ธาตุแมกนีเซียม	Atomic Absorption Method

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ที่หมักในสภาวะที่มีแสงสว่างกับสภาวะที่ไม่มีแสงสว่าง

นำอัตราส่วนเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงจากตอนที่ 1 มาทำการทดลองโดยแบ่งเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ

ชุดที่ 1 นำเปลือกไข่ไก่ในอัตราส่วนที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงหมักในสภาวะที่มีแสงสว่าง

ชุดที่ 2 นำเปลือกไข่ไก่ในอัตราส่วนที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงหมักในสภาวะที่ไม่มีแสงสว่าง

จากนั้นนำน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารเช่นเดียวกับกระบวนการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารที่มีในเปลือกไข่ไก่ของตอนที่ 1

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นผักกาดเขียววางตุ้งที่รดด้วยน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่กับน้ำ

นำน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่ที่ได้จากการทดลองในตอนที่ 2 รดให้กับต้นผักกาดเขียววางตุ้งเป็นเวลา 30 วัน โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่รดด้วยน้ำ ทำการจดบันทึกความสูงและมวลชีวภาพของต้นผักกาดเขียววางตุ้งทุกๆ 2 วัน

ดินที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นดินร่วนเหมาะที่จะปลูกพืชได้ทุกชนิด การทดลองในตอนที่ 3 นี้จัดให้มีแปลงทดลองปลูกผักกาดเขียววางตุ้งจำนวน 6 แปลง โดยแบ่งเป็นแปลงทดลอง 3 แปลง และแปลงควบคุม 3 แปลง



ภาพที่ 1 แสดงแปลงทดลองและแปลงควบคุมที่จะใช้ปลูกผักกาดเขียววางตุ้ง

9. ระยะเวลาในการทำวิจัย

เดือน พฤศจิกายน 2545 - เดือน พฤษภาคม 2546

10. แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2545		2546				
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ก.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. รวบรวมข้อมูลและจัดทำแบบเสนอโครงการวิจัย	←→						
2. ดำเนินงานและรวบรวมข้อมูล							
2.1 ศึกษาธาตุอาหารในเปลือกไข่ไก่ที่อัตราส่วนของเปลือกไข่ไก่ต่อน้ำแตกต่างกัน		←→					
2.2 เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในเปลือกไข่ไก่ที่หมักในสภาวะที่มีแสงกับไม่มีแสง		←→					
2.3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นผักกาดเขียววางดั่งที่รดด้วยน้ำสกัดจากเปลือกไข่ไก่กับชุดควบคุม					←→		
3. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล						←→	
4. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์							←→

11. สถานที่เก็บเปลือกไข่ไก่

1. ร้านเลิศเบเกอรี่ ถนนพหลุ
2. ร้านบ้านขนมไทย ถนนสงขลา - นาทวี
3. ร้านอาหารหน้าอาชีวศึกษาสงขลา
4. ร้านไอศกรีมไอยิว ถนนนางงาม
5. ร้าน bakery coffee ถนนนางงาม

12. สถานที่ทำการวิจัย

ศูนย์วิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏสงขลา

13. งบประมาณค่าใช้จ่าย

13.1 ค่าตอบแทน

ค่าเก็บรวบรวมข้อมูล	500 บาท
ค่าติดต่อประสานงาน	500 บาท

13.2 ค่าใช้สอย

ค่าพิมพ์	500 บาท
----------	---------

13.3 ค่าวัสดุ

ค่าวัสดุในการทำวิจัย	500 บาท
ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่ม	700 บาท
ค่าวัสดุสำหรับงานวิจัยวิทยาศาสตร์	3,000 บาท

รวม	5,700 บาท
------------	------------------



บรรณานุกรม

- มันสิน ตันทุลเวศม์. **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- เมฆ จันทรประยูร. **ผักสวนครัวก้ำวสำคัญแห่งการพึ่งตนเอง**. กรุงเทพมหานคร : ไททรรศน์, 2541.
- วรพจน์ รัมพณีนิล. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย**. ลำปาง : วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขต เกษตร. ลำปาง, 2529.
- สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. **แร่ธาตุอาหารพืชสวน**. ขอนแก่น : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2538.
- สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. **ไข่และไก่เนื้อ**. กรุงเทพมหานคร : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2529.
- สุวรรณี สิมะกรพันธ์. **การเลี้ยงไก่ไข่**. โครงการตำราวิชาการราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในวโรกาส พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพระเจริญพระชนมพรรษา 6 รอบ. กรุงเทพมหานคร : สถาบันราชภัฏธนบุรี, 2542.
- เปลือกไข่ไก่. อ้างอิงข้อมูลถึงได้จาก www.thaigoodview.com. (20 พฤศจิกายน 2545)

