



คู่มือ
วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี :
ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม
ในรูปที่ละลายน้ำได้ และสารหนู

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร
ISBN : 978-974-436-960-4

**คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี : ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ในรูปที่ละลายน้ำได้
และสารหนู**

ISBN : 978-974-436-960-4

ที่ปรึกษา

นางจิราพรรณ	ทองหยอด	ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิต ทางการเกษตร
นางสาวพนิดา	ไชยยันต์บุรณ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์ทดสอบ
นางสาววรรณรัตน์	ชุตินบุตร	ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี
นางอมรา	หาญจวนิช	ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะผู้จัดทำ

นางสาวจรีรัตน์	กุศลวิริยะวงศ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ
นางสาวพงศ์พิศ	แก้วสุข	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
นางสาวชฎาพร	คงนาม	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
นางสาวศุภากร	ดวงใหญ่	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
นางสาวนันทกานต์	ขุนโหร	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
นางสาวสุวรรณี	ศรีทองอินทร์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
นางทองจันทร์	พิมพ์เพชร	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
นางสาวอาธิยา	ปุ่นประโคน	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ
นางสาวเจนจิรา	เทเวศร์วรกุล	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ
นางสาวศุภกชญา	ทาหาร	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ของกรมวิชาการเกษตร

ห้ามคัดลอกข้อความหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

พิมพ์เมื่อ มิถุนายน 2565

สถานที่ติดต่อ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

โทรศัพท์ 0 2579 8600

โทรสาร 0 2561 5034

คำนำ

กรมวิชาการเกษตรมีหน้าที่ให้บริการตรวจวิเคราะห์และควบคุมดูแลคุณภาพปุ๋ยที่ผลิตและจำหน่าย รวมทั้งนำเข้าและส่งออกทั้งภายในและต่างประเทศ ซึ่งผลการทดสอบจะถูกนำไปใช้ในการกำกับและบังคับใช้กฎหมายตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ปัจจุบัน กรมวิชาการเกษตร ได้ออกประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขเกี่ยวกับปุ๋ยที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2564 และกำหนดการรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ในรูปที่ละลายน้ำได้ ดังนั้น กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร โดยกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี จึงได้จัดทำคู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี : ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ในรูปที่ละลายน้ำได้ และสารหนู เพื่อใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการตรวจวิเคราะห์ สำหรับห้องปฏิบัติการ ผู้ประกอบการ และผู้เกี่ยวข้อง ได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าห้องปฏิบัติการ และนักวิชาการ จะได้รับประโยชน์จากหนังสือเล่มนี้ในการนำไปประยุกต์ใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรืออ้างอิงต่อไป



(นางจิราพรธม ทองหยอด)

ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

มิถุนายน 2565

สารบัญ

หน้า

การเตรียมตัวอย่าง.....	1
แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน และโมลิบดีนัม ในรูปที่ละลายน้ำ โดย Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopic Method.....	3
แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และทองแดง ในรูปที่ละลายน้ำ โดย Flame Atomic Absorption Spectrometric Method.....	7
กำมะถันในรูปที่ละลายน้ำ โดย Barium Chloride Method	11
โมลิบดีนัมในรูปที่ละลายน้ำ โดย Sodium Thiocyanate Method	15
โบรอนในรูปที่ละลายน้ำ โดย Azomethine-H Method.....	19
สารหนู โดย Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopic Method	23
ภาคผนวก	
1. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559 วิธี 1.01.01 การเตรียมตัวอย่าง	26
2. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขเกี่ยวกับปุ๋ย ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2564....	28

การเตรียมตัวอย่าง

.....

แบ่งวิธีการเตรียมตัวอย่างตามลักษณะของตัวอย่าง เป็น 2 วิธี คือ

1. ปุ๋ยเคมีที่ไม่เป็นของเหลว

อ้างอิงตามวิธี 1.01.01 การเตรียมตัวอย่าง (ภาคผนวก 1)

2. ปุ๋ยเคมีที่เป็นของเหลว

2.1 ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

เตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่เป็นของเหลวเพื่อการวิเคราะห์

2.2 หลักการ

เตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่เป็นของเหลว เพื่อใช้เป็นตัวแทนของตัวอย่าง สำหรับวิเคราะห์ (AOAC, 2019)

2.3 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

2.3.1 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

2.3.1.1 เครื่องผสมสารละลาย (Homogenizer)

2.3.1.2 เครื่องแก้ว และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการวิเคราะห์

2.3.2 สารเคมี

-

2.4 วิธีการ

2.4.1 เขย่าตัวอย่างปุ๋ยที่เป็นของเหลวจากขวดบรรจุ หรือเทกลับไปมาให้ ตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกัน หรือเทตัวอย่างปุ๋ยลงในบีกเกอร์หรือภาชนะที่สะอาด คน หรือกวนด้วยเครื่องผสมสารละลาย หรือแท่งแก้วเพื่อให้ตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกัน

2.4.2 นำตัวอย่างปุ๋ยประมาณ 50 มิลลิลิตร ใส่ภาชนะเพื่อนำไปวิเคราะห์

หมายเหตุ

กรณีปุ๋ยเคมีที่เป็นของเหลวที่เป็นชนิดเดียวกัน แต่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุที่มีปริมาณน้อยกว่า 700 มิลลิลิตรให้นำมาผสมรวมกัน และทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนนำไปวิเคราะห์

3. เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559 (2560, 4 มกราคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 2 ง. หน้า 24.

AOAC. 2019. Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st ed. AOAC International, Maryland, USA.

แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน และโมลิบดีนัม ในรูปที่ละลายน้ำ โดย Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopic Method

.....

1. ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน และโมลิบดีนัม ในรูปที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี

2. หลักการ

วิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน และโมลิบดีนัม ในรูปที่ละลายน้ำ โดยการสกัดด้วยน้ำ และป้องกันการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสด้วยการเติมกรด (European Parliament and the Council of the European Union, 2003 และ European Committee for Standardization, 2018b) นำสารละลายที่ได้วัดด้วย Inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES; European Committee for Standardization, 2018a) สารละลายตัวอย่างจะถูกทำให้ร้อนขึ้นโดยพลาสมาที่มีพลังงานสูง ซึ่งเกิดจากแหล่งพลังงานกระตุ้นด้วยก๊าซอาร์กอนให้แตกตัว เมื่อสารที่ต้องการวิเคราะห์ผ่านพลาสมาจะแตกตัวเป็นอะตอม (Atomization) แล้วถูกกระตุ้นเป็นไอออน (Ionization) อะตอมหรือไอออนที่ถูกกระตุ้นจะเปล่งแสงออกมา แสงที่เกิดขึ้นถูกแยกด้วย Spectrometer สำหรับความยาวคลื่นที่เลือกไว้ แสงที่มีความยาวคลื่นนั้นจะถูกตรวจวัดด้วย Detector โดยปริมาณความเข้มของแสงที่วัดได้จะเป็นปริมาณโดยตรงกับปริมาณของธาตุในสารละลาย (แม้น และคณะ, 2552)

3. เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี

3.1 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 Inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES)

3.1.2 เครื่องเขย่า

3.1.3 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.4 เครื่องแก้ว และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการวิเคราะห์

3.2 สารเคมี

- 3.2.1 Nitric acid 70% (HNO_3) เท่ากับ 15.77 โมลาร์; ความหนาแน่นเท่ากับ 1.42 กรัมต่อมิลลิลิตร
- 3.2.2 สารละลายมาตรฐานแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน และโมลิบดีนัม

4. วิธีการ

4.1 การเตรียมสารละลาย

- 4.1.1 สารละลาย HNO_3 5 โมลาร์
เจือจาง HNO_3 เข้มข้น 320 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 680 มิลลิลิตร
- 4.1.2 สารละลาย HNO_3 0.5 โมลาร์
เจือจางสารละลาย HNO_3 5 โมลาร์ 100 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร

4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งาน (Working standard)

- 4.2.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน และโมลิบดีนัม อย่างน้อย 6 ระดับความเข้มข้น
- 4.2.2 ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย HNO_3 0.5 โมลาร์ เพื่อให้มีสถานะเช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง

4.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

- 4.3.1 ชั่งตัวอย่าง 0.5xx กรัม ใส่ขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่า เป็นเวลา 30 นาที
- 4.3.2 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
- 4.3.3 กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง
- 4.3.4 ปรับสารละลายตัวอย่างให้มีสถานะเป็นกรด (Acidification) โดยปิเปตสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.3) 20 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร เติมสารละลาย HNO_3 5 โมลาร์ 2.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น (ความเข้มข้นสุดท้ายของ

HNO₃ เป็น 0.5 โมลาร์) หรือปรับสัดส่วนปริมาตรสารละลายตัวอย่าง และปริมาณ HNO₃ ตามความเหมาะสม โดยให้ความเข้มข้นของ สารละลายตัวอย่างอยู่ในช่วงการวัด และความเข้มข้นสุดท้ายของ HNO₃ เป็น 0.5 โมลาร์

4.4 วิธีวิเคราะห์

- 4.4.1 นำสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งานของแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน และโมลิบดีนัม (ข้อ 4.2) และสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.4) ไปวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Inductively coupled plasma optical emission spectrometer
- 4.4.2 หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของสารละลายตัวอย่างกับกราฟมาตรฐาน ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน และโมลิบดีนัม กับค่า Emission intensity ของ Working standard โดยเส้นกราฟมาตรฐาน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ควรมากกว่า หรือเท่ากับ 0.9999

5. คำนวณ

% Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo =

$$\frac{\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ from standard curve}\right) \times \text{dilution factor}}{\text{wt. of sample (g)} \times 10^6} \times 100$$

โดยที่

dilution factor หมายถึง ปริมาตรเริ่มต้น x (ปริมาตรสุดท้าย / ปริมาตรตัวอย่าง) เช่น สารละลายตัวอย่างเริ่มต้น 250 มิลลิลิตร จากนั้นไปเตรียสารละลายตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น dilution factor = 250 x (25/20) = 312.5

หมายเหตุ

1. ในกรณีที่ปรับสารละลายตัวอย่างให้มีสภาวะเป็นกรดด้วยสารละลาย HNO₃ 0.5 โมลาร์แล้ว พบการตกตะกอนของ Fe³⁺ ให้ปรับสภาวะสารละลายตัวอย่างด้วย HCl 0.5 โมลาร์

2. การวิเคราะห์หาปริมาณกำมะถันในตัวอย่างที่มีส่วนประกอบของ $(S_2O_3)^{2-}$ อาจพบการตกตะกอน หลังจากปรับสภาพด้วย HNO_3 0.5 โมลาร์ ให้ปรับสภาพสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น และเตรียมสารละลายมาตรฐานให้มีสถานะเช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง
3. สำหรับการทดสอบโบรอน หากไม่ได้วิเคราะห์ทันที ให้เก็บสารละลายสกัดที่อยู่ในสถานะเป็นกรด ไว้ในภาชนะพลาสติกที่ปิดสนิท
4. ในกรณีที่พบว่าสารละลายตัวอย่าง มีตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กมาก ทำให้ไม่สามารถกรองผ่านกระดาษกรองได้ให้นำสารละลายตัวอย่างนั้น ตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) แล้วเปิดเฉพาะส่วนใสของสารละลาย
5. กรณีที่เตรียมสารละลาย HNO_3 5 โมลาร์ จาก Nitric acid ที่มีความเข้มข้นแตกต่างจากที่วิธีกำหนดไว้ เช่น 65% HNO_3 ให้คำนวณหาปริมาณกรดที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย HNO_3 5 โมลาร์

6. เอกสารอ้างอิง

- แมน อมรสิทธิ์ อมร เพชรสม ยุวดี เชี่ยววัฒนา อทิตยา ศิริภิญญานนท์ ศรีวีไล โอมอภิญญาณ และอุมภาพร สุขม่วง. 2552. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. บริษัท ชวนพิมพ์ 50 จำกัด. กรุงเทพฯ. 676 หน้า.
- European Committee for Standardization. 2018a. Fertilizers- Determination of Boron, Cobalt, Copper, Iron, Manganese, Molybdenum and Zinc Using ICP-AES (EN 16963). CEN-CENELEC Management Centre, Brussels, Belgium.
- European Committee for Standardization. 2018b. Fertilizers- Extraction of Water Soluble Micro-nutrients in Fertilizers and Removal of Organic Compounds from Fertilizer Extracts (EN 16962). CEN-CENELEC Management Centre, Brussels, Belgium.
- European Parliament and the Council of the European Union. 2003. Official journal of the European Union, Luxembourg.

แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และทองแดง
ในรูปที่ละลายน้ำ โดย Flame Atomic Absorption
Spectrometric Method

.....

1. ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และทองแดง ในรูปที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี

2. หลักการ

วิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และทองแดง ในรูปที่ละลายน้ำ โดยการสกัดด้วยน้ำ (European Committee for Standardization, 2018b) นำสารละลายที่ได้วัดด้วย Flame atomic absorption spectrometer (FAAS; European Committee for Standardization, 2018a และ NIAES, 1987) โดยพลังงานความร้อนจากเปลวไฟ ทำให้สารละลายตัวอย่างเกิดกระบวนการแตกตัวเป็นอะตอม อิเล็กตรอนจากสถานะพื้นเปลี่ยนไปสู่สถานะกระตุ้น โดยการดูดกลืนแสงจากแหล่งกำเนิดที่ความยาวคลื่นเฉพาะเจาะจงของธาตุแต่ละชนิด ปริมาณของแสงที่ถูกดูดกลืนจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้นของธาตุที่ดูดกลืนแสงนั้น (แมน และคณะ, 2552)

3. เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี

3.1 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 Flame atomic absorption spectrophotometer (FAAS)

3.1.2 เครื่องเขย่า

3.1.3 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.4 เครื่องแก้ว และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการวิเคราะห์

3.2 สารเคมี

3.2.1 Hydrochloric acid 36 - 38% (HCl)

3.2.2 Lanthanum oxide (La_2O_3)

3.2.3 Nitric acid 70% (HNO_3)

3.2.4 Strontium chloride hexahydrate ($\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

3.2.5 สารละลายมาตรฐานแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี
แมงกานีส และทองแดง

4. วิธีการ

4.1 การเตรียมสารละลาย

4.1.1 สารละลาย HNO_3 5 โมลาร์

เจือจาง HNO_3 เข้มข้น 320 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 680 มิลลิลิตร

4.1.2 สารละลาย HNO_3 0.5 โมลาร์

เจือจางสารละลาย HNO_3 5 โมลาร์ 100 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น
900 มิลลิลิตร

4.1.3 สารละลาย La_2O_3

4.1.3.1 ชั่ง La_2O_3 11.73 กรัม ใส่บีกเกอร์ 400 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร

4.1.3.2 ค่อยๆ เติมสารละลาย HNO_3 5 โมลาร์ 140 มิลลิลิตร
ลงไปทีละน้อย

4.1.3.3 หลังจากนั้น เทสารละลายใส่ขวดวัดปริมาตร 1000
มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

4.1.4 สารละลาย SrCl_2

ชั่ง $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 61 กรัม เติม HCl 420 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร
ขนาด 1000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งาน (Working standard)

4.2.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี
แมงกานีส และทองแดง อย่างน้อย 6 ระดับความเข้มข้น

4.2.2 เติมสารละลาย La_2O_3 10 มิลลิลิตร หรือสารละลาย SrCl_2 10
มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร (หรือ 10 เปอร์เซ็นต์
ของปริมาตรสุดท้าย) ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย HNO_3 0.5
โมลาร์ ให้มีสถานะเช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง

- 4.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง
- 4.3.1 ชั่งตัวอย่าง 0.5xxx กรัม ใส่ขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่า เป็นเวลา 30 นาที
- 4.3.2 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
- 4.3.3 กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง
- 4.3.4 ปรับสารละลายตัวอย่างให้มีสภาวะเป็นกรด (Acidification) โดยปิเปตสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.3) 20 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร เติมสารละลาย HNO_3 5 โมลาร์ 2.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น (ความเข้มข้นสุดท้ายของ HNO_3 เป็น 0.5 โมลาร์) หรือปรับสัดส่วนปริมาตรสารละลายตัวอย่าง และปริมาณ HNO_3 ตามความเหมาะสม โดยให้ความเข้มข้นสุดท้ายของ HNO_3 เป็น 0.5 โมลาร์
- 4.3.5 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.4) โดยให้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างอยู่ในช่วงการวัด เติมสารละลาย La_2O_3 10 มิลลิลิตร หรือสารละลาย SrCl_2 10 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร (หรือ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรสุดท้าย) ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย HNO_3 0.5 โมลาร์
- 4.4 วิธีวิเคราะห์
- 4.4.1 นำสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งานของแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และทองแดง (ข้อ 4.2) และสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.5) ไปวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Flame atomic absorption spectrophotometer
- 4.4.2 หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของสารละลายตัวอย่างกับกราฟมาตรฐาน ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง กับค่า Absorbance ของ Working standard โดยเส้นกราฟมาตรฐานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.995

5. คำนวณ

$$\% \text{ Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu} = \frac{\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ from standard curve}\right) \times \text{dilution factor}}{\text{wt. of sample (g)} \times 10^6} \times 100$$

โดยที่

dilution factor หมายถึง ปริมาตรเริ่มต้น \times (ปริมาตรสุดท้าย / ปริมาตรตัวอย่าง)
เช่น สารละลายตัวอย่าง เริ่มต้น 250 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่าง
20 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น dilution factor = $250 \times (25/20) = 312.5$

หมายเหตุ

ในกรณีที่พบว่าสารละลายตัวอย่าง มีตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กมาก ทำให้ไม่สามารถกรองผ่านกระดาษกรองได้ ให้นำสารละลายตัวอย่างนั้น ตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) แล้วปิเปตเฉพาะส่วนใสของสารละลาย

6. เอกสารอ้างอิง

แมน อมรสิทธิ์ อมร เพชรสม ยุวดี เขียววัฒนา อทิตยา ศิริภิญญานนท์ ศรีวิไล
โอมภิญญาน และอุมาพร สุขม่วง. 2552. หลักการและเทคนิคการ
วิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. บริษัท ชวนพิมพ์ 50 จำกัด. กรุงเทพฯ. 676 หน้า.

European Committee for Standardization. 2018a. Fertilizers-
Determination of Cobalt, Copper, Iron, Manganese and Zinc
Using Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS) (EN 16965).
CEN-CENELEC Management Centre, Brussels, Belgium.

European Committee for Standardization. 2018b. Fertilizers-
Extraction of Water Soluble Micro-nutrients in Fertilizers
and Removal of Organic Compounds from Fertilizer Extracts
(EN 16962). CEN-CENELEC Management Centre, Brussels,
Belgium.

National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES). 1987.
Official Methods of Analysis of Fertilizers. Ministry of Agriculture,
Forestry, and Fisheries, Japan.

กำมะถันในรูปที่ละลายน้ำ

โดย Barium Chloride Method

.....

1. ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกำมะถันในรูปที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี ของสารประกอบซัลเฟต

2. หลักการ

วิเคราะห์หาปริมาณกำมะถันในรูปที่ละลายน้ำ ด้วยการสกัดด้วยน้ำ (European Committee for Standardization, 2018) โดยสารละลายซัลเฟตทำปฏิกิริยากับแบเรียมคลอไรด์ ทำให้เกิดตะกอนของแบเรียมซัลเฟต แล้ววัดความขุ่นของแบเรียมซัลเฟตที่เกิดขึ้น (Chosnin and Yien, 1950 และ NIAES, 1987) ด้วย UV-VIS spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร (APHA, AWWA and WEF, 2017 และ Nolllet, 1948)

3. เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี

3.1 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 UV-VIS spectrophotometer

3.1.2 เครื่องเขย่า

3.1.3 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.4 เครื่องกวนแม่เหล็ก (Magnetic stirrer)

3.1.5 นาฬิกาจับเวลา

3.1.6 เครื่องแก้ว และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการวิเคราะห์

3.2 สารเคมี

3.2.1 Barium chloride ($BaCl_2$)

3.2.2 Ethyl alcohol 95% (C_2H_5OH)

3.2.3 Glycerol ($C_3H_8O_3$)

3.2.4 Hydrochloric acid 36 -38% (HCL)

3.2.5 Sodium chloride (NaCl)

3.2.6 สารละลายมาตรฐานซัลเฟต

4. วิธีการ

4.1 การเตรียมสารละลาย

4.1.1 สารละลาย Conditioning

4.1.1.1 เติม $C_3H_8O_3$ 50 มิลลิลิตร ใส่ปิกเกอร์ 250 มิลลิลิตร จากนั้นเติม C_2H_5OH 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

4.1.1.2 ชั่ง NaCl 75 กรัม ใส่ปิกเกอร์ 600 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร แล้วเติม HCl 30 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

4.1.1.3 นำสารละลายข้อ 4.1.1.1 เทลงในสารละลายข้อ 4.1.1.2 คนให้เข้ากัน

4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งาน (Working standard)

4.2.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานซัลเฟต อย่างน้อย 6 ระดับความเข้มข้น

4.2.2 เติมสารละลาย Conditioning 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

4.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

4.3.1 ชั่งตัวอย่าง 0.5xxx กรัม ใส่ขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่า เป็นเวลา 30 นาที

4.3.2 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

4.3.3 กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง

4.3.4 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.3) โดยให้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างอยู่ในช่วงการวัด เติมสารละลาย Conditioning 5 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

4.4 วิธีวิเคราะห์

4.4.1 นำสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งานของซัลเฟต (ข้อ 4.2) และสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.4) เติม $BaCl_2$ 0.5 กรัม นำไปกวนบนเครื่องกวนแม่เหล็ก เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้น ตั้งทิ้งไว้ 3 นาที

- 4.4.2 นำไปวิเคราะห์หาปริมาณด้วย UV-VIS spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร
- 4.4.3 หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของสารละลายตัวอย่างกับกราฟมาตรฐาน ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของซัลเฟต กับค่า Absorbance หรือ Transmittance (%T) ของ Working standard โดยเส้นกราฟมาตรฐานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.995

หมายเหตุ

1. กรณีที่ตัวอย่างที่มีส่วนประกอบของ $(S_2O_3)^{2-}$ อาจพบการตกตะกอน ดังนั้น ให้เปลี่ยนไปใช้สารละลาย Gum acacia 0.25 เปอร์เซ็นต์ แทน สารละลาย Conditioning
2. ในกรณีที่พบว่าสารละลายตัวอย่าง มีตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กมาก ทำให้ไม่สามารถกรองผ่านกระดาษกรองได้ ให้นำสารละลายตัวอย่างนั้นตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) แล้วเปิดเฉพาะส่วนใสของสารละลาย

5. คำนวณ

$$\% SO_4^{2-} = \frac{\left(\frac{mg}{L} \text{ from standard curve}\right) \times \text{dilution factor}}{\text{wt. of sample (g)} \times 10^6} \times 100$$

$$\% S = 0.3338 \times \% SO_4^{2-}$$

โดยที่

dilution factor หมายถึง ปริมาตรเริ่มต้น x (ปริมาตรสุดท้าย / ปริมาตรตัวอย่าง) เช่น สารละลายตัวอย่าง เริ่มต้น 250 มิลลิลิตร จากนั้นเปิดสารละลายตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น dilution factor = $250 \times (25/20) = 312.5$

6. เอกสารอ้างอิง

- American Public Health Association, American Water Works Association and World Economic Forum (APHA, AWWA and WEF). 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Part 4000: Inorganic Nonmetallic Constituents. 23rd ed. Washington DC, USA.
- Chosnin, L.C. and Yien, C.H. 1950. Turbidimetric Determination of Available Sulfates. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 15:149
- European Committee for Standardization. 2018. Fertilizers-Extraction of Water Soluble Micro-nutrients in Fertilizers and Removal of Organic Compounds from Fertilizer Extracts (EN 16962). CEN-CENELEC Management Centre, Brussels, Belgium.
- National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES). 1987. Official Methods of Analysis of Fertilizers. Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Japan.
- Nollet, Leo M.L. 1948. Handbook of Water Analysis. Marcel Dekker, Inc. New York, USA.

โมลิบดีนัมในรูปที่ละลายน้ำ

โดย Sodium Thiocyanate Method

.....

1. ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโมลิบดีนัมในรูปที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี

2. หลักการ

วิเคราะห์หาปริมาณโมลิบดีนัมในรูปที่ละลายน้ำ โดยการสกัดด้วยน้ำ (European Committee for Standardization, 2018) โดยสารละลายโมลิบดีนัมทำปฏิกิริยากับ Thiocyanate ion และ Stannous chloride เกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีเหลืองส้ม (Amber color) ของ Molybdenum thiocyanate complex และนำไปวัดความเข้มของสีด้วย UV-VIS spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร (NIAES, 1987)

3. เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี

3.1 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 UV-VIS spectrophotometer

3.1.2 เครื่องเขย่า

3.1.3 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.4 เครื่องแก้ว และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการวิเคราะห์

3.2 สารเคมี

3.2.1 Ferric sulfate [$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$]

3.2.2 Hydrochloric acid 36 - 38% (HCl)

3.2.3 Perchloric acid 69 - 72% (HClO_4)

3.2.4 Sodium thiocyanate (NaSCN)

3.2.5 Stannous chloride dihydrate ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

3.2.6 Sulfuric acid 93 - 98% (H_2SO_4)

3.2.7 สารละลายมาตรฐานโมลิบดีนัม

4. วิธีการ

4.1 การเตรียมสารละลาย

4.1.1 สารละลาย H_2SO_4 เจือจาง (1 : 1)

เจือจาง H_2SO_4 ด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร

4.1.2 สารละลาย HCl เจือจาง (1 : 1)

เจือจาง HCl ด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร

4.1.3 สารละลาย NaSCN

ชั่ง NaSCN 100 กรัม ใส่ปิ๊กเกอร์ 400 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วเทใส่ขวดวัดปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

4.1.4 สารละลาย $Fe_2(SO_4)_3$

ชั่ง $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$ 5 กรัม ใส่ปิ๊กเกอร์ 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เติม H_2SO_4 เจือจาง (1 : 1) 10 มิลลิลิตร แล้วเทใส่ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

4.1.5 สารละลาย $SnCl_2$

ชั่ง $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ 25 กรัม ใส่ปิ๊กเกอร์ 150 มิลลิลิตร เติม HCl เจือจาง (1 : 1) 100 มิลลิลิตร นำไปต้มจนสารละลายใส ทิ้งไว้ให้เย็น เทใส่ในขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และถ่ายเก็บไว้ในขวดสีชา

4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานขึ้นใช้งาน (Working standard)

4.2.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานโมลิบดีนัม อย่างน้อย 6 ระดับความเข้มข้น

4.2.2 เติมกรด H_2SO_4 เจือจาง (1 : 1) 2.5 มิลลิลิตร และ $HClO_4$ 2.5 มิลลิลิตร และสารละลาย $Fe_2(SO_4)_3$ (ข้อ 4.1.4) 1 มิลลิลิตร และสารละลาย NaSCN (ข้อ 4.1.3) 8 มิลลิลิตร และสารละลาย $SnCl_2$ (ข้อ 4.1.5) 5 มิลลิลิตร ทันทึ่ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และกรองด้วยกระดาษกรอง ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

4.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

- 4.3.1 ชั่งตัวอย่าง 0.5xxx กรัม ใส่ขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่า เป็นเวลา 30 นาที
- 4.3.2 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
- 4.3.3 กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง
- 4.3.4 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.3) 5 - 20 มิลลิลิตร หรือให้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างอยู่ในช่วงการวัด ลงในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร
- 4.3.5 เติมกรด H_2SO_4 เจือจาง (1 : 1) 2.5 มิลลิลิตร และ $HClO_4$ 2.5 มิลลิลิตร และสารละลาย $Fe_2(SO_4)_3$ (ข้อ 4.1.4) 1 มิลลิลิตร และสารละลาย $NaSCN$ (ข้อ 4.1.3) 8 มิลลิลิตร และสารละลาย $SnCl_2$ (ข้อ 4.1.5) 5 มิลลิลิตร ทั้งนี้ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และกรองด้วยกระดาษกรอง ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

4.4 วิธีวิเคราะห์

- 4.4.1 นำสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งานของโมลิบดีนัม (ข้อ 4.2) และสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.5) ไปวิเคราะห์หาปริมาณด้วย UV-VIS spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร
- 4.4.2 หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของสารละลายตัวอย่างกับกราฟมาตรฐาน ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโมลิบดีนัม กับค่า Absorbance หรือ Transmittance (%T) ของ Working standard โดยเส้นกราฟมาตรฐานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.995

5. คำนวณ

$$\% Mo = \frac{\left(\frac{mg}{L} \text{ from standard curve}\right) \times \text{dilution factor}}{\text{wt. of sample (g)} \times 10^6} \times 100$$

โดยที่

dilution factor หมายถึง ปริมาตรเริ่มต้น \times (ปริมาตรสุดท้าย / ปริมาตรตัวอย่าง)
เช่น สารละลายตัวอย่างเริ่มต้น 250 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่าง
20 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น dilution factor = $250 \times (25/20) = 312.5$

หมายเหตุ

ในกรณีที่พบว่าสารละลายตัวอย่าง มีตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กมาก ทำให้ไม่สามารถกรองผ่านกระดาษกรองได้ ให้นำสารละลายตัวอย่างนั้น ตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) แล้วปิเปตเฉพาะส่วนใสของสารละลาย

6. เอกสารอ้างอิง

European Committee for Standardization. 2018. Fertilizers-
Extraction of Water Soluble Micro-nutrients in Fertilizers
and Removal of Organic Compounds from Fertilizer Extracts
(EN 16962). CEN-CENELEC Management Centre, Brussels,
Belgium.

National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES). 1987.
Official Methods of Analysis of Fertilizers. Ministry of Agriculture,
Forestry, and Fisheries, Japan.

โบรอนในรูปที่ละลายน้ำ

โดย Azomethine-H Method

.....

1. ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโบรอนในรูปที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี

2. หลักการ

วิเคราะห์หาปริมาณโบรอนในรูปที่ละลายน้ำ โดยการสกัดด้วยน้ำ (European Committee for Standardization, 2018) โดยทำให้สารละลายโบรอนเกิดสีกับ Azomethine-H แล้วนำไปวัดหาปริมาณด้วย UV-VIS spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร (NIAES, 1987)

3. เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี

3.1 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 UV-VIS spectrophotometer

3.1.2 เครื่องเขย่า

3.1.3 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.4 เครื่องแก้ว และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการวิเคราะห์

3.2 สารเคมี

3.2.1 Ammonium acetate ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$)

3.2.2 Ascorbic acid ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$)

3.2.3 Azomethine-H [$\text{C}_6\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{CHN} \cdot \text{C}_{10}\text{H}_4\text{OH} \cdot (\text{SO}_3\text{H})_2$]

3.2.4 Disodium ethylenediaminetetraacetate: EDTA
($\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

3.2.5 Sulfuric acid 93 - 98% (H_2SO_4)

3.2.6 สารละลายมาตรฐานโบรอน

4. วิธีการ

4.1 การเตรียมสารละลาย

4.1.1 สารละลาย Azomethine-H

- 4.1.1.1 ชั่ง Azomethine-H 0.6 กรัม ใส่ปิ๊กเกอร์ 100 มิลลิลิตร เติมน้ำอุ่น อุณหภูมิ 35 – 40 องศาเซลเซียส 30 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
- 4.1.1.2 ชั่ง $C_6H_8O_6$ 2 กรัม ใส่ปิ๊กเกอร์ 150 มิลลิลิตร เติมน้ำอุ่น อุณหภูมิ 35 – 40 องศาเซลเซียส 30 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
- 4.1.1.3 เทสารละลายข้อ 4.1.1.1 ใส่ในสารละลายข้อ 4.1.1.2 คนให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันอีกครั้ง

หมายเหตุ สารละลาย Azomethine-H ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง

- 4.1.2 สารละลาย H_2SO_4 เจือจาง (1 : 4)
เจือจาง H_2SO_4 ด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 4 โดยปริมาตร
- 4.1.3 สารละลาย CH_3COONH_4
 - 4.1.3.1 ชั่ง CH_3COONH_4 250 กรัม ใส่ปิ๊กเกอร์ 1000 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
 - 4.1.3.2 เติม H_2SO_4 เจือจาง (1 : 4) 80 มิลลิลิตร ปรับ pH ของสารละลายให้เป็น 5.2
- 4.1.4 สารละลาย EDTA
ชั่ง EDTA 37.2 กรัม ใส่ปิ๊กเกอร์ 1000 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร
- 4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานขึ้นใช้งาน (Working standard)
 - 4.2.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานโบรอน อย่างน้อย 6 ระดับความเข้มข้น
 - 4.2.2 เติมสารละลาย CH_3COONH_4 (ข้อ 4.1.3) 5 มิลลิลิตร และสารละลาย EDTA (ข้อ 4.1.4) 10 มิลลิลิตร และสารละลาย Azomethine-H (ข้อ 4.1.1) 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง

- 4.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง
- 4.3.1 ชั่งตัวอย่าง 0.5xxx กรัม ใส่ขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่า เป็นเวลา 30 นาที
- 4.3.2 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน
- 4.3.3 กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง
- 4.3.4 บีบสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.3) 5 - 20 มิลลิลิตร หรือให้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างอยู่ในช่วงการวัด ลงในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร
- 4.3.5 เติมสารละลาย $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (ข้อ 4.1.3) 5 มิลลิลิตร และสารละลาย EDTA (ข้อ 4.1.4) 10 มิลลิลิตร และสารละลาย Azomethine-H (ข้อ 4.1.1) 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง
- 4.4 วิธีวิเคราะห์
- 4.4.1 นำสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งานของโบรอน (ข้อ 4.2) และสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.5) ไปวิเคราะห์หาปริมาณด้วย UV-VIS spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร
- 4.4.2 หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของสารละลายตัวอย่างกับกราฟมาตรฐาน ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโบรอน กับค่า Absorbance หรือ Transmittance (%T) ของ Working standard โดยเส้นกราฟมาตรฐานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.995

5. คำนวณ

$$\% \text{ B} = \frac{\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ from standard curve}\right) \times \text{dilution factor}}{\text{wt. of sample (g)} \times 10^6} \times 100$$

โดยที่

dilution factor หมายถึง ปริมาตรเริ่มต้น \times (ปริมาตรสุดท้าย / ปริมาตรตัวอย่าง)
เช่น สารละลายตัวอย่าง เริ่มต้น 250 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่าง
20 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ดังนั้น dilution factor = $250 \times (25/20) = 312.5$

หมายเหตุ

1. ในกรณีที่พบว่าสารละลายตัวอย่าง มีตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กมาก ทำให้ไม่สามารถกรองผ่านกระดาษกรองได้ ให้นำสารละลายตัวอย่างนั้นตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) แล้วปิเปตเฉพาะส่วนใสของสารละลาย
2. ในกรณีที่พบการรบกวนของสีอื่นเนื่องจากอินทรีย์วัตถุ ให้นำตัวอย่าง (ข้อ 4.3.4) มาเติม H_2O_2 5 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระจกนาฬิกา ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปต้ม เป็นเวลา 30 นาที หากยังคงปรากฏสีของอินทรีย์วัตถุ ให้เติม H_2O_2 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มต่ออีก 30 นาที และตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

6. เอกสารอ้างอิง

European Committee for Standardization. 2018. Fertilizers-
Extraction of Water Soluble Micro-nutrients in Fertilizers
and Removal of Organic Compounds from Fertilizer Extracts
(EN 16962). CEN-CENELEC Management Centre, Brussels,
Belgium.

National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES). 1987.
Official Methods of Analysis of Fertilizers. Ministry of Agriculture,
Forestry, and Fisheries, Japan.

สารหนู
โดย Inductively Coupled Plasma Optical Emission
Spectroscopic Method

.....

1. ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูทั้งหมดในปุ๋ยเคมีซูเปอร์ฟอสเฟต ดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต ทริเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต หินฟอสเฟต และปุ๋ยเคมีที่ไม่มีอินทรีย์วัตถุเป็นส่วนประกอบ

2. หลักการ

วิเคราะห์โดยใช้ Nitric acid และ Perchloric acid ในการย่อยตัวอย่างเพื่อให้ได้ปริมาณสารหนูทั้งหมด (NIAES, 1987) แล้วนำสารละลายที่เตรียมได้ ไปวัดด้วย Inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES; AOAC, 2019)

3. เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี

3.1 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 Inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES)

3.1.2 เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.3 เตาระเหย

3.1.4 ขามระเหยกระเบื้อง (Porcelain evaporating dishes)

3.1.5 เครื่องแก้ว และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการวิเคราะห์

3.2 สารเคมี

3.2.1 Hydrochloric acid 36 - 38% (HCl)

3.2.2 Nitric acid 69 - 70% (HNO₃)

3.2.3 Perchloric acid 69 - 72% (HClO₄)

3.2.4 สารละลายมาตรฐานสารหนู

4. วิธีการ

4.1 การเตรียมสารละลาย

4.1.1 สารละลาย 5% HCl

เจือจาง HCl เข้มข้น 50 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

4.1.2 สารละลาย 2% HNO₃

เจือจาง HNO₃ เข้มข้น 20 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งาน (Working standard)

4.2.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานสารหนู อย่างน้อย 6 ระดับความเข้มข้น

4.2.2 ปรับปริมาตรด้วย 2% HNO₃ เขย่าให้เข้ากัน

4.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

4.3.1 ชั่งตัวอย่าง 3.xxxx กรัม ใส่ขามระเหยกระเบื้อง เติม HNO₃ 5 มิลลิลิตร และ HClO₄ 20 มิลลิลิตร นำไปย่อยบนเตาระเหยจนเกือบแห้ง ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

4.3.2 ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น ลงในขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติม HNO₃ 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง

4.3.3 นำสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.2) หรือปิเปตสารละลายตัวอย่าง โดยให้ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างอยู่ในช่วงการวัด ลงในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย 2% HNO₃ เขย่าให้เข้ากัน

4.4 วิธีวิเคราะห์

4.4.1 นำสารละลายมาตรฐานชั้นใช้งานของสารหนู (ข้อ 4.2) และสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 4.3.3) ไปวิเคราะห์หาปริมาณด้วย Inductively coupled plasma atomic emission spectrometer

4.4.2 หาค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของสารละลายตัวอย่างกับกราฟมาตรฐาน ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารหนู กับค่า Emission

intensity ของ Working standard โดยเส้นกราฟมาตรฐานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ควรมากกว่าหรือเท่ากับ 0.9999

5. คำนวณ

$$\% \text{ As} = \frac{\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ from standard curve}\right) \times \text{dilution factor}}{\text{wt. of sample (g)} \times 10^6} \times 100$$

โดยที่

dilution factor หมายถึง ปริมาตรเริ่มต้น \times (ปริมาตรสุดท้าย / ปริมาตรตัวอย่าง)
เช่น สารละลายตัวอย่าง เริ่มต้น 250 มิลลิลิตร จากนั้นบีบอัดสารละลายตัวอย่าง 20 มิลลิลิตรใส่ขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร
ดังนั้น dilution factor = $250 \times (50/20) = 625$

6. เอกสารอ้างอิง

AOAC. 2019. Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st ed. AOAC International, Maryland, USA.
National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES). 1987. Official Methods of Analysis of Fertilizers. Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Japan.

ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี

พ.ศ. ๒๕๕๙

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๔ (๔) แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยคำแนะนำของคณะกรรมการปุ๋ยออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. ๒๕๕๙”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๓ กำหนดให้กรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีแนบท้ายประกาศนี้ เป็นกรรมวิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบตัวอย่างปุ๋ยเคมี ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐

ประกาศ ณ วันที่ ๒๕ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๙

พลเอก ฉัตรชัย สาริกัลยะ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การเตรียมตัวอย่าง

.....

1. ขอบข่ายและวัตถุประสงค์

เตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีไม่เหลวเพื่อการวิเคราะห์

2. หลักการ

เตรียมตัวอย่าง โดยการแบ่ง และบดให้ได้ขนาดเล็กกว่า 0.85 มิลลิเมตร หรือสามารถผ่านตะแกรงร่อนขนาด No.20 เพื่อใช้เป็นตัวแทนของตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์

3. เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

3.1 เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

- โกร่ง (Mortar)
- เครื่องบดตัวอย่าง หรือเครื่องมือใดๆที่ใช้บดตัวอย่าง เพื่อให้มีความละเอียดที่สามารถผ่านตะแกรงร่อน No. 20 ได้
- ตะแกรงร่อน No. 20 ตามมาตรฐาน ASTM หรือเทียบเท่า
- ภาชนะบรรจุทำด้วยพลาสติก แก้ว หรือวัสดุอื่นใดไม่ถูกกัดกร่อน และสามารถปิดสนิท
- อุปกรณ์แบ่งตัวอย่าง ได้แก่ Riffle หรือ Sample divider หรือ อุปกรณ์สำหรับแบ่ง 4 ส่วน (Cone and quartering)

3.2 สารเคมี

-

4. วิธีการ

- 4.1 คุลกเกล้าตัวอย่างทั้งหมดให้เข้ากันดี และใช้อุปกรณ์สำหรับแบ่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักประมาณ 250 กรัม
 - 4.2 บดตัวอย่างด้วยเครื่องบดตัวอย่างหรือโกร่ง ให้มีความละเอียดที่สามารถผ่านตะแกรงร่อน No. 20 ได้
- หมายเหตุ ยูเรีย แอมโมเนียมซัลเฟต แคลเซียมไนเตรท แมกนีเซียมไนเตรท แคลเซียมแมกนีเซียมไนเตรท หรือตัวอย่างอื่นใดที่อาจสูญเสียธาตุอาหารในขณะบด อาจไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการบดตัวอย่าง*

5. คำนวณ

-

6. รายงานผลการวิเคราะห์

-

ประกาศกรมวิชาการเกษตร

เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขเกี่ยวกับปุ๋ยที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ พ.ศ. ๒๕๖๔

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๔ (๕) แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ และประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดปุ๋ยที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ พ.ศ. ๒๕๖๔ อธิบดีกรมวิชาการเกษตร โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุ๋ย จึงออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขเกี่ยวกับปุ๋ยที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ พ.ศ. ๒๕๖๔”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดสามสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขเกี่ยวกับปุ๋ยที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ พ.ศ. ๒๕๕๔ ลงวันที่ ๑๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๔

ข้อ ๔ ให้ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้าหรือใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ย ที่ประสงค์จะผลิตหรือนำเข้าซึ่งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดปุ๋ยที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขึ้นทะเบียน ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ พ.ศ. ๒๕๖๔ โดยยื่นคำขอตามแบบ ป.ส. ๑ แนบท้ายประกาศนี้ ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมวิชาการเกษตรและส่งตัวอย่างปุ๋ยเคมีต่อพนักงานเจ้าหน้าที่สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ข้อ ๕ ให้พนักงานเจ้าหน้าที่พิจารณาออกหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมในกรณี ดังต่อไปนี้

๕.๑ ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมที่เป็นสารประกอบ หรือมีส่วนประกอบของสารคีเลต (Chelate) สารประกอบเชิงซ้อน (Complex substance) ต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

(๑) ปุ๋ยเคมีแมกนีเซียมซัลเฟต แอนไฮดรัส (Magnesium sulphate anhydrous) ต้องมีแมกนีเซียม (Mg) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๙ โดยน้ำหนัก กำมะถัน (S) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๒ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีแมกนีเซียมซัลเฟต โมโนไฮเดรต หรือคิเซอร์ไรต์ (Magnesium sulphate monohydrate/ Kieserite) ต้องมีแมกนีเซียม (Mg) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก กำมะถัน (S) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๔ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีแมกนีเซียมซัลเฟต เฮปตะไฮเดรต (Magnesium sulphate heptahydrate) ต้องมีแมกนีเซียม (Mg) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก กำมะถัน (S) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีแมกนีเซียมคลอไรด์ (Magnesium chloride) ต้องมีแมกนีเซียม (Mg) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีแมกนีเซียมคีเลต (Magnesium chelate) ปุ๋ยเคมีแมกนีเซียมผสมสารเชิงซ้อน (Magnesium complex) ต้องมีแมกนีเซียม (Mg) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ โดยน้ำหนัก

(๒) ปุ๋ยเคมีแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride) ต้องมีแคลเซียม (Ca) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีแคลเซียมคีเลต (Calcium chelate) ปุ๋ยเคมีแคลเซียมผสมสารเชิงซ้อน (Calcium complex) ต้องมีแคลเซียม (Ca) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ โดยน้ำหนัก

(๓) ปุ๋ยเคมีกำมะถัน (S) ต้องมีกำมะถัน (S) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก ไม่มีการเติมสี และมีไซโครดหรือสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมหรือกิจการอื่นที่มีใช้ปุ๋ย

(๔) ปุ๋ยเคมีเหล็กซัลเฟต (Iron sulphate) ต้องมีเหล็ก (Fe) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๕ โดยน้ำหนัก กำมะถัน (S) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีเหล็กคลอไรด์ (Iron chloride) ต้องมีเหล็ก (Fe) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๕ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีเหล็กคีเลต (Iron chelate) ปุ๋ยเคมีเหล็กผสมสารเชิงซ้อน (Iron complex) ต้องมีเหล็ก (Fe) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ โดยน้ำหนัก

(๕) ปุ๋ยเคมีแมงกานีสซัลเฟต (Manganese sulphate) ต้องมีแมงกานีส (Mn) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๗ โดยน้ำหนัก กำมะถัน (S) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีแมงกานีสคลอไรด์ (Manganese chloride) ต้องมีแมงกานีส (Mn) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๗ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีแมงกานีสคีเลต (Manganese chelate) ต้องมีแมงกานีส (Mn) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ โดยน้ำหนัก

(๖) ปุ๋ยเคมีทองแดงคีเลต (Copper chelate) ปุ๋ยเคมีทองแดงผสมสารเชิงซ้อน (Copper complex) ต้องมีทองแดง (Cu) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ โดยน้ำหนัก และไม่เกินกว่าร้อยละ ๑๔ โดยน้ำหนัก

(๗) ปุ๋ยเคมีสังกะสีซัลเฟต (Zinc sulphate) ต้องมีสังกะสี (Zn) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ โดยน้ำหนัก กำมะถัน (S) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีสังกะสีคลอไรด์ (Zinc chloride) ต้องมีสังกะสี (Zn) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีสังกะสีคีเลต (Zinc-chelate) ปุ๋ยเคมีสังกะสีผสมสารเชิงซ้อน (Zinc complex) ต้องมีสังกะสี (Zn) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ โดยน้ำหนัก

(๘) ปุ๋ยเคมีกรดบอริก (Boric acid) ลักษณะเกล็ด ผง มีโบรอน (B) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๔ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีโซเดียมบอเรต (Sodium borate) ลักษณะเม็ด เกล็ด ผง มีโบรอน (B) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีโบรอน เอทานอลามีน (Boron ethanolamine) ลักษณะของเหลว มีโบรอน (B) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีแคลเซียมบอเรต (Calcium borate) ลักษณะผง ต้องมีโบรอนที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๖ โดยน้ำหนัก มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า ๒๓๐ เมช (mesh) ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๘ ของน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

(๙) ปุ๋ยเคมีแอมโมเนียมโมลิบเดท (Ammonium molybdate) ต้องมีโมลิบดินัม (Mo) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๔๘ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

ปุ๋ยเคมีโซเดียมโมลิบเดท (Sodium molybdate) หรือปุ๋ยเคมีเชิงผสมของโซเดียมโมลิบเดทกับแอมโมเนียมโมลิบเดท ต้องมีโมลิบดินัม (Mo) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๓๕ โดยน้ำหนัก และไม่มีการเติมสี

๕.๒ ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมที่เป็นปุ๋ยเชิงผสม หรือปุ๋ยที่มีธาตุอาหารธาตุเดียว ต้องมีปุ๋ยเคมีเป็นส่วนประกอบหลักอย่างน้อย ๒ ชนิด/ประเภทต่างกัน ผสมเข้าด้วยกัน ต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

(๑) ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารธาตุเดียว ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรองมีปริมาณแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) กำมะถัน (S) ในรูปที่ละลายน้ำแต่ละชนิดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๓ ของน้ำหนัก ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารเสริมมีปริมาณเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) โบรอน (B) โมลิบดินัม (Mo) ในรูปที่ละลายน้ำแต่ละชนิดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑ โดยน้ำหนัก และมีปริมาณทองแดง (Cu) ที่ละลายน้ำไม่เกินกว่าร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก

(๒) ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารผสมรวมกันตั้งแต่ ๒ ธาตุขึ้นไป ปุ๋ยเคมีมีธาตุอาหารรอง มีปริมาณแคลเซียม (Ca) กำมะถัน (S) ในรูปที่ละลายน้ำแต่ละชนิดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๓ ของน้ำหนักแมกนีเซียม (Mg) ที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑ ของน้ำหนัก ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารเสริมมีปริมาณเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) ในรูปที่ละลายน้ำแต่ละชนิดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑ โดยน้ำหนัก มีโบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ในรูปที่ละลายน้ำแต่ละชนิดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๐.๑ โดยน้ำหนัก และมีปริมาณทองแดง (Cu) ที่ละลายน้ำไม่เกินกว่าร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก

๕.๓ ปุ๋ยเคมีที่ไม่เป็นของเหลวมีความชื้นไม่เกินร้อยละ ๓ ของน้ำหนัก เว้นแต่ปุ๋ยเคมีนั้นมีส่วนประกอบของปุ๋ยเคมีที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบในสูตรโมเลกุล ปุ๋ยที่มีการหลอมเหลวต่ำกว่า ๗๕ องศาเซลเซียส หรือปุ๋ยที่มีส่วนประกอบของสารคีเลต (chelate)

๕.๔ เมื่อนำปุ๋ยเคมีธาตุอาหารหลักที่เป็นสารประกอบซึ่งมีธาตุอาหารรองธาตุอาหารเสริมเป็นองค์ประกอบมาใช้เป็นส่วนผสมในปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ปุ๋ยเคมีที่ยื่นขอหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมต้องมีธาตุอาหารหลักแต่ละชนิดไม่เกินร้อยละ ๓ ของน้ำหนัก และมีให้ใช้ปุ๋ยเคมีมาตรฐานเป็นส่วนประกอบ

๕.๕ สูตรปุ๋ย หมายถึง ตัวเลขแสดงค่าปริมาณร้อยละของน้ำหนักของธาตุอาหารรองธาตุอาหารเสริมที่มีอยู่ในปุ๋ยเคมี ให้ระบุปริมาณเป็นเลขจำนวนเต็ม เว้นแต่ธาตุอาหารโบรอน (B) และโมลิบดีนัม (Mo) ที่มีปริมาณธาตุอาหารร้อยละ ๐.๑ - ๐.๙ ของน้ำหนัก โดยมีทศนิยม ๑ ตำแหน่ง

๕.๖ ต้องไม่มีส่วนผสมของวัตถุอันตรายทางการเกษตร สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหรือป้องกันกำจัดศัตรูพืช

๕.๗ ผู้ยื่นคำขอต้องแสดงรายงานการวิเคราะห์ปุ๋ยของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยของทางราชการ หรือห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยอื่นที่อธิบดีกรมวิชาการเกษตรกำหนด และรายงานการวิเคราะห์ต้องมีอายุไม่เกิน ๖ เดือนนับจากวันที่ออกรายงาน

ปุ๋ยเคมีที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรที่นำมาขอหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมี ธาตุอาหารรองธาตุอาหารเสริมและประสงค์จะนำปุ๋ยเคมีนั้นไปแบ่งบรรจุ ให้ใช้รายงานผลการวิเคราะห์ปุ๋ยฉบับเดียวกันได้ เมื่อยื่นคำขอหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมต่อเนื่องในคราวเดียวกัน

๕.๘ ผู้ยื่นขอหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ต้องใช้เครื่องหมายการค้าที่เป็นเครื่องหมายการค้าที่ได้รับการจดทะเบียนกับกระทรวงพาณิชย์แล้ว

๕.๙ ต้องไม่ใช่ชื่อการค้า เครื่องหมายการค้า หรือแสดงคุณสมบัติ สรรพคุณที่ไม่สุภาพ หรือสื่อในทำนองโอ้อวด ไม่ทำให้เข้าใจว่ามีวัตถุใดเป็นตัวปุ๋ยหรือส่วนประกอบของปุ๋ย

ซึ่งความจริงไม่มีวัตถุประสงค์หรือส่วนประกอบนั้นในปุ๋ย หรือมีแต่ไม่เท่าที่ ทำให้เข้าใจ หรืออาจทำให้เข้าใจผิด จากความเป็นจริง ไม่สื่อให้เข้าใจว่ามีสรรพคุณในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหรือป้องกันกำจัด ศัตรูพืช

๕.๑๐ ปริมาณสารเป็นพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

ข้อ ๖ ปุ๋ยเคมีที่ผลิต หรือนำเข้ามาในราชอาณาจักรที่มีการผลิตหรือมีส่วนประกอบของ กากอุตสาหกรรม ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม ของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมต้องผ่าน ความเห็นชอบของหน่วยงานผู้รับผิดชอบการอนุญาตให้นำเข้า การนำไปใช้งาน ตามกฎหมายเฉพาะ ของหน่วยงานนั้น ๆ

ข้อ ๗ ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ๑ สูตร ๑ ชื่อการค้า และ ๑ เครื่องหมายการค้า ให้ได้รับหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ๑ ฉบับ เท่านั้น

ข้อ ๘ กรณีพนักงานเจ้าหน้าที่มีข้อสงสัยทางวิชาการที่อาจจะขัดหรือแย้งกับหลักเกณฑ์ การรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมตามประกาศให้รายงานคณะกรรมการปุ๋ยเพื่อให้ คำแนะนำหรือความเห็นชอบต่อไป และให้พนักงานเจ้าหน้าที่แจ้งเป็นหนังสือให้ผู้ขอหนังสือสำคัญ รับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ทราบ

ข้อ ๙ เมื่อพนักงานเจ้าหน้าที่ได้ตรวจสอบคำขอตามข้อ ๕ - ๘ แล้ว ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ จัดทำหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ตามแบบ ป.ส. ๒ แบบท้ายประกาศนี้ พร้อมความเห็นเสนอต่ออธิบดีกรมวิชาการเกษตรเพื่อพิจารณาอนุญาต

ข้อ ๑๐ หนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ให้มีอายุใช้ได้ ๕ ปี นับแต่วันที่ระบุไว้ในหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม หากใบอนุญาต นำเข้าปุ๋ยหรือใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้าของผู้ยื่นคำขอได้สิ้นอายุลงตามเงื่อนไขของใบอนุญาตฯ นั้น ให้ถือว่าหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ที่ได้รับไปได้สิ้นอายุลงพร้อมกับ อายุของใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ยหรือใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้านั้น

ข้อ ๑๑ ผู้รับหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ซึ่งประสงค์จะแก้ไข รายการในหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมตามที่ได้แจ้งไว้ ให้ยื่นเป็นหนังสือ ขี้แจงรายละเอียดขอแก้ไขรายการนั้นผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมวิชาการเกษตร พร้อมกับ หนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ที่ขอแก้ไขต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

เมื่อพนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจสอบแล้ว ให้รายงานผลพร้อมความเห็นต่ออธิบดีกรมวิชาการเกษตร กรณีเห็นสมควรอนุญาตให้แก้ไขเปลี่ยนแปลงรายการในหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ดำเนินการต่อไปได้

ข้อ ๑๒ หากผู้ยื่นคำขอไม่มาติดต่อขอรับหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ที่อธิบดีกรมวิชาการเกษตรได้อนุมัติแล้วภายใน ๖๐ วันนับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากพนักงานเจ้าหน้าที่ ให้ถือว่าผู้ยื่นคำขอสละสิทธิ์คำขอนั้น

ข้อ ๑๓ ให้ผู้รับหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม แสดงหนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่าย ณ ที่ทำการที่ระบุไว้ในใบอนุญาต

ข้อ ๑๔ หนังสือสำคัญรับแจ้งปุ๋ยเคมีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม ที่ได้ออกไว้แล้วก่อนหรือในวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และยังไม่สิ้นอายุให้ใช้ได้จนถึงวันสิ้นอายุแต่ไม่เกิน ๑ ปี

ประกาศ ณ วันที่ ๒๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

อิงอร ปัญญากิจ

รองอธิบดี รักษาการแทน

อธิบดีกรมวิชาการเกษตร



เลขที่ 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900