



คู่มือการใช้โปรแกรม การประเมินค่าความไม่แน่นอน ของการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ในปุ๋ยเคมี



กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร

ISBN: 978-974-436-956-7

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์และทดสอบ

ผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร

ผู้เชี่ยวชาญด้านดินและปุ๋ย

ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี

นางสาธิตา โพธิ์น้อย นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

นางอมรา หาญจวนิช ข้าราชการบำนาญ

คณะผู้จัดทำ

นางสาวจรีรัตน์

กุลศลิริยะวงศ์

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

นางสงกรานต์

มะลิสอน

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

นางสาวศุภากร

ดวงใหญ่

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

นางสาวสุวรรณี

ศรีทองอินทร์

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

นางสาวเพชรรัตน์

ศิริวิ

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

นางสาวนันทกานต์

ขุนโหร

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

นางสาวกัญฐณา

คล้ายแก้ว

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

คำนำ

ค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ เกิดขึ้นได้ในแต่ละขั้นตอนของการวิเคราะห์ ซึ่งมีค่ามากหรือน้อยต่างกันในแต่ละห้องปฏิบัติการ ขึ้นอยู่กับวิธีวิเคราะห์ ความละเอียดหรือความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ สภาวะแวดล้อมของการวิเคราะห์ รวมไปถึงความสามารถของผู้วิเคราะห์ด้วย ดังนั้น ค่าความไม่แน่นอนจึงเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพของผลการวิเคราะห์ ว่ามีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด โดยการประเมินค่าความไม่แน่นอนมีวิธีการคำนวณได้หลายแบบ แต่วิธีที่เป็นที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการเป็นแบบ Bottom-up approach ซึ่งขั้นตอนที่สำคัญของการประเมินค่าความไม่แน่นอนแบบ Bottom-up approach คือ การพิจารณา และรวบรวมแหล่งของค่าความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นให้ครอบคลุมทุกขั้นตอนของการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียด ขั้นตอน และการคำนวณที่ค่อนข้างยุ่งยาก ซับซ้อน ดังนั้น คณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำโปรแกรมการคำนวณอย่างง่ายแบบสำเร็จรูป และคู่มือสำหรับการใช้โปรแกรมประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (รายงานในรูปแบบ P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (รายงานในรูปแบบ K_2O) ในปุ๋ยเคมี ตามแนวทางการประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดแบบ Bottom-up approach โดยมีการอธิบายในแต่ละขั้นตอนการคำนวณ และที่มาของตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณอย่างละเอียด และชัดเจน ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการวิเคราะห์จนถึงการรายงานผลที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คณะผู้จัดทำ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือคู่มือเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี หรือผู้สนใจอื่นๆ สามารถนำโปรแกรมการคำนวณค่าความไม่แน่นอนแบบสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้น ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมีได้อย่างถูกต้องต่อไป



(นางจิราพรรณ ทองหยอด)

ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

เมษายน 2565

สารบัญ

	หน้า
คำนิยาม	i
แนวทางการประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด	1
การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดตามแนวทาง Bottom-up approach	2
ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม	2
1. การเข้าสู่โปรแกรม	2
2. แผนผังโปรแกรม	3
3. คำแนะนำในการใช้งานโปรแกรม	4
4. การกรอกข้อมูล	4
4.1 รายการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Combustion	4
4.2 รายการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl	8
4.3 รายการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด	13
4.4 รายการวิเคราะห์โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้	20
5. การรายงานค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์	26
6. แผนภูมิแสดงแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก 1 การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Combustion	30
ภาคผนวก 2 การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl	32
ภาคผนวก 3 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด	35
ภาคผนวก 4 การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้	39

คำนิยาม

CRM	หมายถึง วัสดุอ้างอิงรับรอง
Linearity	หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งกับน้ำหนักจริงที่วางอยู่บนเครื่องชั่ง
Off center	หมายถึง ค่าความผิดพลาดเนื่องจากการวางน้ำหนักไม่ตรงกลางจาน
Repeatability	หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ซ้ำ
Resolution	หมายถึง ค่าความละเอียดของเครื่องมือ
RSUxi	หมายถึง ค่า Relative standard uncertainty ของแต่ละแหล่งความไม่แน่นอน
SD	หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Tolerance	หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้แสดงด้วยเครื่องหมาย \pm ตามด้วยตัวเลขที่ปรากฏบนเครื่องแก้วปริมาตร
uxi	หมายถึง ค่า Standard uncertainty ของแต่ละแหล่งความไม่แน่นอน

แนวทางการประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัด

แนวทางการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด แบ่งเป็น 4 แนวทาง (พจนาน, 2564) ดังนี้

1. การประเมินค่าความไม่แน่นอนแบบ Bottom-up approach เป็นประเมินค่าความไม่แน่นอนโดยการพิจารณา และรวบรวมแหล่งความไม่แน่นอนย่อยทุกแหล่งที่มีผลต่อการวิเคราะห์ แล้วนำมารวมกันตามกฎการรวมค่าความไม่แน่นอน

2. การประเมินค่าความไม่แน่นอนแบบ Top-down approach หรือจากข้อตกลงตามวิธีทดสอบ (Analytical methods approach) เป็นการประเมินค่าความไม่แน่นอนโดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มห้องปฏิบัติการ หรือการเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญระหว่างห้องปฏิบัติการ โดยการนำค่าความผิดพลาดเชิงระบบ ได้แก่ ค่า Bias และค่าความผิดพลาดเชิงสุ่ม ได้แก่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการทดสอบ Repeatability และ Reproducibility มาหาค่าความไม่แน่นอนรวม

3. การประเมินค่าความไม่แน่นอนจากข้อมูลการตรวจสอบความใช้ได้วิธีทดสอบ (Method validation approach) เป็นการประเมินค่าความไม่แน่นอนโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีระหว่างห้องปฏิบัติการ หรือภายในห้องปฏิบัติการเดียว โดยการคำนวณผลรวมขององค์ประกอบของค่าความไม่แน่นอนจากข้อมูลการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบ Intermediate precision ค่า Bias ของกระบวนการวัด และข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น Ruggedness study เป็นต้น

4. การประเมินค่าความไม่แน่นอนจากวิธีการทดสอบ (Test method approach) เป็นการประเมินค่าความไม่แน่นอนจากวิธีทดสอบ โดยนำทุกแหล่งความไม่แน่นอนที่กำหนดไว้ในวิธีทดสอบมาคำนวณหาค่าความไม่แน่นอน

ซึ่งในที่นี้ จะกล่าวถึงขั้นตอนการประเมินค่าความไม่แน่นอนแบบ Bottom-up approach ตาม Eurachem (2012) โดยนำวิธีวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมี 4 วิธีวิเคราะห์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดย Combustion method และ Kjeldahl method, ฟอสฟอรัสทั้งหมดโดย Spectrophotometric molybdovanadophosphate method และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำโดย Flame photometric method มาเป็นกรณีศึกษาในการใช้โปรแกรมการคำนวณสำเร็จรูป เพื่อประเมินค่าความไม่แน่นอน

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในการวัดตามแนวทาง Bottom-up approach

มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. พิจารณาแหล่งของความไม่แน่นอนในการวัดดังนี้
 - 1.1 ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random errors) จากการวัดซ้ำ ซึ่งก็คือ Precision หรือ Repeatability จัดเป็นความไม่แน่นอน Type A
 - 1.2 ความคลาดเคลื่อนของระบบ (Systematic errors) จากค่า Bias เป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ จัดเป็นความไม่แน่นอน Type B ได้แก่ ค่าความไม่แน่นอนในการวัดที่ได้จากใบ Certificate, ค่าความละเอียดของเครื่องมือวัด, วิธีดำเนินการ และสภาวะแวดล้อมของการทดสอบ เป็นต้น
2. พิจารณาความไม่แน่นอนจากทุกแหล่งย่อย โดย
 - 2.1 จัดทำขั้นตอนการวิเคราะห์
 - 2.2 ระบุแหล่งที่มาของค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ โดยจัดทำเป็นผังก้างปลา
3. หาค่าความไม่แน่นอนขององค์ประกอบต่างๆ (Quantify uncertainty components)
4. หาค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน (Convert component to standard uncertainty)
5. คำนวณค่าความไม่แน่นอนรวม (Calculate the combined standard uncertainty)
6. คำนวณค่าความไม่แน่นอนขยาย (Calculate the expanded uncertainty)
7. การรายงานค่าความไม่แน่นอน (Reporting uncertainty)

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม

1. การเข้าสู่โปรแกรม

เข้าสู่โปรแกรมผ่านระบบออนไลน์ทางเว็บไซต์ <https://qrgo.page.link/XtZ1D> หรือสแกน คิวอาร์โค้ด (QR Code) ดังภาพที่ 1

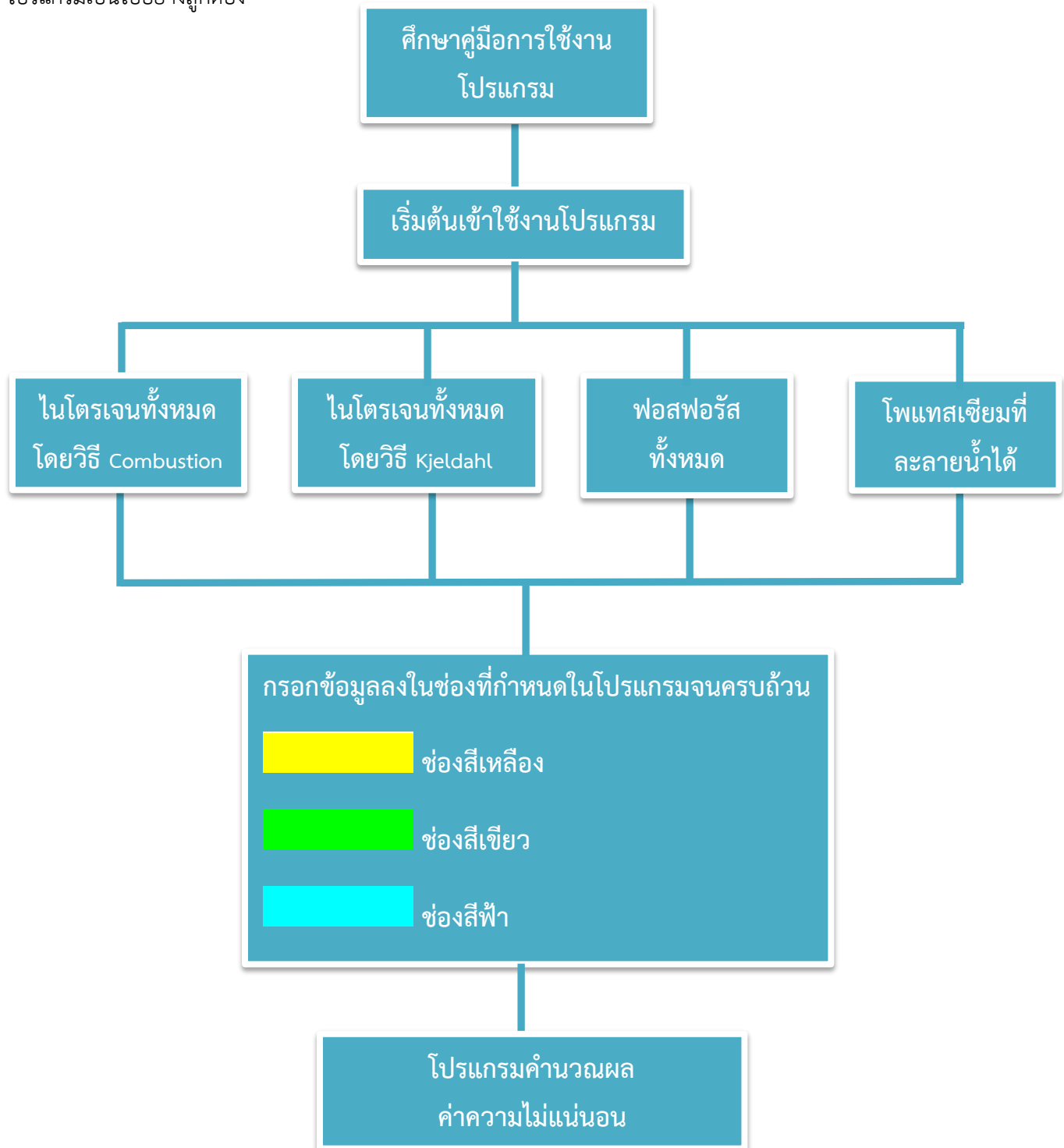


โปรแกรมการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดแบบสำเร็จรูป

ภาพที่ 1 การเข้าสู่หน้าเว็บไซต์ของโปรแกรมการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดแบบสำเร็จรูป

2. แผนผังโปรแกรม

โปรแกรมการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดแบบสำเร็จรูป จัดทำขึ้นโดยแยกตามรายการวิเคราะห์ ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Combustion 2) การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl 3) การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด และ 4) การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ โดยมีแผนผังการดำเนินงาน ดังภาพที่ 2 ผู้ใช้งานควรกรอกข้อมูลต่างๆ ลงในช่องที่กำหนดให้ครบถ้วน เพื่อให้การคำนวณโดยใช้โปรแกรมเป็นไปอย่างถูกต้อง



ภาพที่ 2 แผนผังโปรแกรม

3. คำแนะนำในการใช้งานโปรแกรม

จำเป็นต้องกรอกข้อมูล

ไม่จำเป็นต้องกรอกข้อมูล กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะคำนวณจากข้อมูลพื้นฐาน

กรอกข้อมูลเพิ่มเติม (ถ้ามี)

โดยข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณของโปรแกรม ประกอบด้วย

- 1) ค่า Repeatability และ Tolerance ของเครื่องแก้วโดยโปรแกรมจะนำข้อมูล Specification และ Repeatability (อุมาพร, 2547) จากแหล่งอ้างอิงมาตรฐาน เช่น Volumetric flask (ASTM, 2017), Burette (ASTM, 2019a), และ Volumetric pipette (ASTM, 2019b) มาใช้ในการคำนวณ
- 2) ค่า Linearity, Off center, และ Resolution ของเครื่องชั่ง โดยโปรแกรมจะนำข้อมูล Specification ของเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง มาใช้ในการคำนวณ
- 3) อุณหภูมิที่ควบคุมในห้องปฏิบัติการ เป็นเกณฑ์การยอมรับอุณหภูมิที่ใช้ควบคุมภายในห้องปฏิบัติการ โดยโปรแกรมนำมาใช้ในการคำนวณที่ $\pm 5^\circ\text{C}$

4. การกรอกข้อมูล

4.1 รายการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Combustion (ภาคผนวก 1)

4.1.1 การชั่งน้ำหนักตัวอย่าง (m_{sample} ; Weight of sample)

ชั่งตัวอย่าง 0.1xxx กรัม + sucrose อย่างน้อย 0.5 เท่า (1)		
น้ำหนัก =	0.1015	g
เครื่องชั่งน้ำหนัก		
กรอกค่าจากการสอบเทียบหรือ Specification ของเครื่องชั่ง		
	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*	0.0002	
Off center*	0.0003	
Resolution*	0.0001	
*Linearity, Off center, Resolution ได้จาก Specification ของเครื่อง		
ส่วนค่าจากการสอบเทียบ ได้จาก Uncertainty จากการสอบเทียบ		
แต่ถ้าไม่ทราบค่า โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล		
ค่า \pm ของอุณหภูมิที่ควบคุมในห้องปฏิบัติการ ($^\circ\text{C}$)		5

1) กรอกน้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง น้ำหนัก = 0.1015 g

2) กรอกข้อมูล Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบ ช่วงน้ำหนักที่ใช้งาน

Linearity*	Specification	การสอบเทียบ
Off center*		0.00083
Resolution*		

หรือ Specification ของเครื่องชั่ง

Linearity*	Specification	การสอบเทียบ
Off center*	0.0002	
Resolution*	0.0003	
	0.0001	

กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

3) กรอกข้อมูล \pm ของอุณหภูมิที่ควบคุมภายในห้องปฏิบัติการ เช่น กรอก 5 กรณีห้องปฏิบัติการควบคุมอุณหภูมิเป็นช่วง 25 ± 5 °C ค่า \pm ของอุณหภูมิที่ควบคุมในห้องปฏิบัติการ (°C)

	5
--	---

กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

4.1.2 เครื่องมือ TruSpec N (Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องมือ หรือการ Performance)

เครื่อง TruSpec N (2)			
การสอบเทียบ			
Furnace	อุณหภูมิ	950	°C
	Uncertainty จากการสอบเทียบ		5.81
Repeatability (จากการ Performance เครื่อง)			
	ค่าเฉลี่ย	12.16	
	SD จาก Repeatability	0.04	
	จำนวนซ้ำ	7	

- 1) กรอกข้อมูลอุณหภูมิจากการสอบเทียบ Furnace
- 2) กรอกข้อมูล Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบ
- 3) กรอกข้อมูล Repeatability จากการทำ Performance เครื่อง โดยการกรอกค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ใช้ในการทำ Performance
- 4) กรอกข้อมูล SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ และจำนวนซ้ำ

4.1.3 Calibration curve

สารมาตรฐาน EDTA (3)		
ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน	9.56	%
Impurity*		%
หรือ Uncertainty*	0.04	%

No.	N (mg)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)
1	3.4738	0.0300
2	6.0169	0.0600
3	9.8462	0.1000
4	14.6529	0.1500
5	19.4836	0.2000
6	28.9128	0.3000
7	38.6046	0.4000
8		
9		
10		

*เลือกกรอกค่า Impurity หรือ Uncertainty ก็ได้

- กรอกข้อมูลความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ใช้เตรียม
- กรอกข้อมูล Impurity หรือ Uncertainty เพียง 1 ช่อง เช่น
 - กรณีสารมาตรฐาน EDTA ที่ระบุความเข้มข้นและความไม่แน่นอน 9.56 ± 0.04 % ให้กรอก 0.04 ในช่อง Uncertainty
 - กรณีสารมาตรฐานระบุ ความบริสุทธิ์ (Purity) 99.8% ให้กรอก 0.2 ในช่อง Impurity
- กรอกปริมาณ N (mg) และน้ำหนักของสารมาตรฐานที่ชั่ง เพื่อสร้าง Calibration curve
หมายเหตุ โปรแกรมการคำนวณนี้จะใช้ข้อมูล Uncertainty จากเครื่องชั่งที่ใช้ในการชั่งตัวอย่าง
- กรอกข้อมูลของสารมาตรฐานให้ครบทุกความเข้มข้น

4.1.4 ความเข้มข้นของตัวอย่าง (C₀)

ลำดับที่	ความเข้มข้น N (mg)	วัดด้วย TruSpec N (4)									
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
1	3.1	0.19247	0.19552	0.21142							
2	6.2	0.39267	0.40742	0.41952							
3	9.7	0.62717	0.63848	0.61144							
4	14.7	0.95864	0.97009	0.97164							
5	19.4	1.2757	1.2934	1.267							
6	29.3	1.9305	1.898	1.9452							
7	38.5	2.5287	2.5591	2.5252							
8											
9											
10											

หมายเหตุ ค่า Peak area กรอกอย่างน้อย 1 ครั้ง ตามจำนวนซ้ำในการวัดสารละลายมาตรฐานในการสร้าง Calibration curve

- กรอกข้อมูล Peak area ของสารมาตรฐานที่อ่านได้จากเครื่องมือ ในครั้งที่ 1 (จำเป็นต้องกรอกค่าอย่างน้อย 1 ครั้ง)

- 2) ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการวัดสารมาตรฐานซ้ำมากกว่า 1 ครั้ง ให้กรอกข้อมูล Peak area ที่อ่านได้จากเครื่องมือ ในครั้งที่ 2 จนครบถ้วนตามจำนวนครั้งที่วัด (หากมีการวัดสารมาตรฐาน เพียง 1 ครั้ง ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกตัวเลขใดในช่องสีฟ้า)

4.1.5 Precision

Duplicate (5)		
การวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ		
ค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ =	46.4	%
ค่า SD ของการวิเคราะห์ซ้ำ =	0.43	
จำนวนซ้ำ =	10	

- 1) กรอกค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ เช่น ในการวิเคราะห์ปกติที่มีการทำ Duplicate หรือจากการทำ Method validation ที่มีการวิเคราะห์ 10 ซ้ำ เป็นต้น
- 2) กรอก SD ที่เกิดจากการวิเคราะห์ซ้ำตัวอย่าง
- 3) กรอกจำนวนในการวิเคราะห์ซ้ำ

4.1.6 Bias (กรอกข้อมูลเฉพาะกรณีที่มีการวิเคราะห์ CRM เท่านั้น เช่น จาก Method validation)

CRM (6)		
ค่ารับรองของ CRM ที่ใช้	46.54	%
ค่า Std.Uncer ของ CRM	0.04	%
ค่าเฉลี่ยของ CRM ที่วิเคราะห์ได้	46.52	%
ค่า SD ของการวิเคราะห์ CRM	0.04	%
จำนวนซ้ำที่วิเคราะห์ CRM	10	

หมายเหตุ : ถ้าไม่มีการวิเคราะห์ CRM ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป

- 1) กรอกค่ารับรอง CRM ที่ใช้
- 2) กรอก Standard uncertainty ของ CRM ที่ใช้
- 3) กรอกค่าเฉลี่ยของ CRM
- 4) กรอก SD ที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ ของ CRM
- 5) จำนวนซ้ำที่วิเคราะห์ CRM
- 6) หากไม่มีข้อมูลการวิเคราะห์ CRM ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกค่าตัวเลขใดในช่องสีฟ้า

4.2 รายการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl (ภาคผนวก 2)

4.2.1 การชั่งน้ำหนักตัวอย่าง (m_{sample} ; Weight of sample)

ชั่งตัวอย่าง (1)		
น้ำหนัก =	0.3224	g
เครื่องชั่งน้ำหนัก		
กรอกค่าจากการสอบเทียบหรือ Specification ของเครื่องชั่ง		
	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*	0.0002	
Off center*	0.0003	
Resolution*	0.0001	
*Linearity, Off center, Resolution ได้จาก Specification ของเครื่อง		
ส่วนค่าจากการสอบเทียบ ได้จาก Uncertainty จากการสอบเทียบ		
แต่ถ้าไม่ทราบค่า โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล		
ค่า \pm ของอุณหภูมิที่ควบคุมในห้องปฏิบัติการ ($^{\circ}\text{C}$)		5

1) กรอกน้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง น้ำหนัก = 0.3224 g

2) กรอกข้อมูล Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบ ชั่งน้ำหนักที่ใช้งาน

	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*		0.000083
Off center*		
Resolution*		

หรือ Specification ของเครื่องชั่ง

	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*	0.0002	
Off center*	0.0003	
Resolution*	0.0001	

จะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

3) กรอกข้อมูล \pm ของอุณหภูมิที่ควบคุมภายในห้องปฏิบัติการ เช่น กรอก 5 กรณีห้องปฏิบัติการควบคุมอุณหภูมิเป็นช่วง 25 ± 5 $^{\circ}\text{C}$ ค่า \pm ของอุณหภูมิที่ควบคุมในห้องปฏิบัติการ ($^{\circ}\text{C}$) 5

กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

4.2.2 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ HCl 0.2 N (N_{HCl})

สารมาตรฐาน HCl 1 N (2)		
ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน	1	N
Impurity*		%
หรือ Uncertainty*	0.004	N

*เลือกกรอกค่า Impurity หรือ Uncertainty

1) กรอกความเข้มข้นตั้งต้นของสารมาตรฐาน HCl เช่น 1 N

2) กรอกค่า Impurity หรือ Uncertainty เพียง 1 ช่อง เช่น

- กรณีสารมาตรฐาน HCl ที่ระบุความเข้มข้น 1 N และความไม่แน่นอน 0.004 ให้กรอกค่า 0.004 ในช่อง Uncertainty
- กรณีสารมาตรฐานระบุ ความบริสุทธิ์ (Purity) 99.8% ให้กรอกค่า 0.2 ในช่อง Impurity

เตรียมสารมาตรฐาน HCl 0.2 N (2)		
ปริมาตรสารมาตรฐานที่ปีเปตมา		ml
Volumetric pipette ขนาด		ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)		
Repeatability		
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		
ปริมาตรสุดท้าย	5000	ml
Volumetric flask ขนาด	5000	ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	1.200	
Repeatability		
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		

- กรณีมีการเจือจางสารมาตรฐาน HCl เช่น เตรียมความเข้มข้น 0.2 N จากความเข้มข้น 1 N กรอกปริมาตรสารมาตรฐานที่ปีเปตมา และขนาดของ Volumetric pipette ที่ใช้ (กรณีการเจือจางสารมาตรฐานความเข้มข้น 1 N 1 Ampoule ให้กรอก Volumetric flask ที่ใช้ ตามข้อ 6 – 8)
- กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว) 0.009 หรือข้อมูล Tolerance ของเครื่องแก้วปริมาตร Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว) 0.010 กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- กรอกข้อมูล Repeatability (SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ) Repeatability 0.0015 กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- กรอกปริมาตรของ Volumetric flask ที่ใช้ ปริมาตรสุดท้าย 5000 ml
- กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว) 0.009 หรือข้อมูล Tolerance ของเครื่องแก้วปริมาตร Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว) 1.20 กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- กรอกข้อมูล Repeatability (SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ) Repeatability 0.0015 กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- หากไม่มีการเจือจางสารละลายให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกค่าตัวเลขใดในช่องสีฟ้า

ชั่ง Na ₂ CO ₃ (2)		
น้ำหนักของ Na ₂ CO ₃ (g)	0.4449	
ความเข้มข้นของ Na ₂ CO ₃	99.97	%
Impurity*	0.03	%
หรือ Uncertainty*		%

*เลือกกรอกค่า Impurity หรือ Uncertainty

- กรอกน้ำหนักของ Na₂CO₃ ที่ชั่งในการ Standardization
หมายเหตุ โปรแกรมการคำนวณนี้จะใช้ค่า Uncertainty จากเครื่องชั่งที่ใช้ในการชั่งตัวอย่าง
- กรอกความเข้มข้น ของ Na₂CO₃

12) กรอกค่า Impurity หรือ Uncertainty เพียง 1 ช่อง เช่น

- กรณี Na_2CO_3 ที่ระบุความเข้มข้นและความไม่แน่นอน $99.99 \pm 0.01 \%$ ให้กรอกค่า 0.01 ในช่อง Uncertainty
- กรณีสารมาตรฐานระบุ ความบริสุทธิ์ (Purity) 99.97% ให้กรอกค่า 0.03 ในช่อง Impurity

Standardization (2)	
ปริมาตร HCl 0.2 N ที่ใช้ (ml)	41.2
Burette	
ขนาด (ml)	50
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.05
Repeatability	0.00944
Resolution (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.1
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)	

หมายเหตุ : ถ้าไม่ได้ทำการสอบเทียบ ไม่ต้องกรอกค่าในช่อง Uncertainty

13) กรอกปริมาตรสารมาตรฐาน HCl ที่ใช้ไตเตรท Na_2CO_3

14) กรอกขนาดของ Burette ที่ใช้ เช่น Burette 50 ml

Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.05
Repeatability	0.00944
Resolution (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.1
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)	

15) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว

หรือข้อมูล Tolerance, Repeatability และ Resolution ของ Burette กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

4.2.3 ปริมาตรของการไตเตรท (Volume of titration)

ไตเตรทตัวอย่างกับ สารมาตรฐาน HCl 0.2 N (3)	
ปริมาตร Std. HCl ในการไตเตรทกับตัวอย่าง (ml)	52.9
Burette	
ขนาด (ml)	50
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.05
Repeatability	0.00944
Resolution (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.1
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)	

หมายเหตุ : ถ้าไม่ได้ทำการสอบเทียบ ไม่ต้องกรอกค่าในช่อง Uncertainty

1) กรอกปริมาตรสารมาตรฐาน HCl ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

2) กรอกขนาดของ Burette ที่ใช้ เช่น Burette 50 ml

3) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว หรือข้อมูล Tolerance, Repeatability และ Resolution ของ Burette กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำค่าพื้นฐานไปคำนวณผล

ไตเตรท Blank กับ สารมาตรฐาน HCl 0.2 N (3)	
ปริมาตร Std. HCl ในการไตเตรทกับ Blank (ml)	0.2

4) กรอกค่าปริมาตรสารมาตรฐาน HCl ที่ใช้ไตเตรท Blank

4.2.4 Factor

โปรแกรมได้คำนวณ Uncertainty ของ Factor (Meija et al., 2016) ที่ใช้ในรายการวิเคราะห์ไว้แล้ว ดังนี้

Factor	Nitrogen
Atomic weight (g/mol)	14.006855
จำนวนอะตอม	1
Quoted Uncertainty (g/mol)	0.00021
Divisor	1.7321
uxi	0.000121
RSUxi	0.0000087

4.2.5 Precision

Duplicate (5)		
การวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ		
ค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ =	46.37	%
ค่า SD ของการวิเคราะห์ซ้ำ =	0.29	
จำนวนซ้ำ =	10	

- 1) กรอกค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ เช่น ในการวิเคราะห์ปกติที่มีการทำ Duplicate หรือจากการทำ Method validation ที่มีการวิเคราะห์ 10 ซ้ำ เป็นต้น
- 2) กรอกค่า SD ที่เกิดจากการวิเคราะห์ซ้ำตัวอย่าง
- 3) กรอกจำนวนในการวิเคราะห์ซ้ำ

4.2.6 Bias (กรอกข้อมูลเฉพาะกรณีที่มีการวิเคราะห์ CRM เท่านั้น เช่น จาก Method validation)

CRM (6)		
ค่ารับรองของ CRM ที่ใช้	46.54	%
ค่า Std.Uncer ของ CRM	0.04	%
ค่าเฉลี่ยของ CRM ที่วิเคราะห์ได้	46.37	%
ค่า SD ของการวิเคราะห์ CRM	0.29	%
จำนวนซ้ำที่วิเคราะห์ CRM	10	

หมายเหตุ : ถ้าไม่มีการวิเคราะห์ CRM ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป

- 1) กรอกค่ารับรอง CRM ที่ใช้
- 2) กรอก Standard uncertainty ของ CRM ที่ใช้
- 3) กรอกค่าเฉลี่ยของ CRM
- 4) กรอก SD ที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ ของ CRM
- 5) จำนวนซ้ำที่วิเคราะห์ CRM
- 6) หากไม่มีข้อมูลการวิเคราะห์ CRM ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกค่าตัวเลขใดในช่องสีฟ้า

4.3 รายการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด (ภาคผนวก 3)

ชั่งตัวอย่าง (1)		
น้ำหนัก =	0.5049	g
เครื่องชั่งน้ำหนัก		
กรอกค่าจากการสอบเทียบหรือ Specification ของเครื่องชั่ง		
	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*	0.0002	
Off center*	0.0003	
Resolution*	0.0001	
*Linearity, Off center, Resolution ได้จาก Specification ของเครื่อง		
ส่วนค่าจากการสอบเทียบ ได้จาก Uncertainty จากการสอบเทียบ		
แต่ถ้าไม่ทราบค่า โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล		
ค่า ± ของอุณหภูมิที่ควบคุมในห้องปฏิบัติการ (°C)		5

4.3.1 การชั่งน้ำหนักตัวอย่าง (m_{sample} ; Weight of sample)

- 1) กรอกน้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง น้ำหนัก = 0.5049 g
- 2) กรอกข้อมูล Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบ ช่วงน้ำหนักที่ใช้งาน

	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*	0.0002	0.000084
Off center*	0.0003	
Resolution*	0.0001	

หรือ Specification ของเครื่องชั่ง
จะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรม
- 3) กรอกข้อมูล ± ของอุณหภูมิที่ควบคุมภายในห้องปฏิบัติการ เช่น กรอก 5 กรณีห้องปฏิบัติการควบคุมอุณหภูมิเป็นช่วง 25 ± 5 °C

	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*	0.0002	
Off center*	0.0003	
Resolution*	0.0001	

ค่า ± ของอุณหภูมิที่ควบคุมในห้องปฏิบัติการ (°C) 5

กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

4.3.2 การเจือจางสารละลายตัวอย่าง (D_{sample} ; Dilution of sample solution)

ปรับปริมาตร (2)		
ให้เท่ากับ	250	ml
Volumetric flask ขนาด	250	ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.120	
Repeatability	0.2484	
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		

- 1) กรอกปริมาตรของเครื่องแก้วที่ใช้ในการปรับปริมาตรเริ่มต้นของสารละลาย เช่นกรอก 250 ในกรณีปรับปริมาตรใน Volumetric flask 250 ml ให้เท่ากับ 250 ml
- 2) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว) 0.08
 หรือข้อมูล Tolerance ของเครื่องแก้วปริมาตร Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว) 0.120 กรณี
 ไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- 3) กรอกข้อมูล Repeatability (SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ) Repeatability 0.2484 กรณีไม่กรอกข้อมูล
 โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

เจือจางสารละลายตัวอย่าง (2)		
ครั้งที่ 1 (ถ้ามี)		
ปริมาตรตัวอย่างที่ปิเปตมา	4	ml
Volumetric pipette ขนาด	4	ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.010	
Repeatability	0.0015	
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		
ปริมาตรสุดท้าย	100	ml
Volumetric flask ขนาด	100	ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.080	
Repeatability	0.4642	
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		
ครั้งที่ 2 (ถ้ามี)		
ปริมาตรตัวอย่างที่ปิเปตมา		ml
Volumetric pipette ขนาด		ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)		
Repeatability		
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		
ปริมาตรสุดท้าย		ml
Volumetric flask ขนาด		ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)		
Repeatability		
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		

- 4) กรณีที่ห้องปฏิบัติการมีการเจือจางสารละลายตัวอย่าง ให้กรอกปริมาตรของเครื่องแก้วที่ใช้ในการปิเปตตัวอย่าง ปริมาตรตัวอย่างที่ปิเปตมา 4 ml
- 5) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว) 0.009 หรือข้อมูล Tolerance ของเครื่องแก้วปริมาตร Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว) 0.010 กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- 6) กรอกข้อมูล Repeatability (SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ) Repeatability 0.0015 กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- 7) กรอกปริมาตรของ Volumetric flask ที่ใช้ในการปรับปริมาตร ปริมาตรสุดท้าย 100 ml
- 8) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว หรือข้อมูล Tolerance ของเครื่องแก้วปริมาตร และ Repeatability (SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ) กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- 9) หากไม่มีการเจือจางสารละลายตัวอย่าง ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกค่าตัวเลขใดในช่องสีฟ้า

4.3.3 เครื่องมือ UV-Vis Spectrophotometer (Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องมือ หรือ การ Performance)

การสอบเทียบ UV-Vis Spectrophotometer (3)	
รายการสอบเทียบ	
1. Photometric accuracy	
- ค่า Absorbance (จุดสูงสุดของ Standard curve) เท่ากับ	0.5491
- Uncertainty จากการสอบเทียบ	0.0028
2. Wavelength accuracy	
- ค่า Wavelength (nm) เท่ากับ	418.53
- Uncertainty จากการสอบเทียบ	0.13

4.3.3.1 Photometric accuracy

- 1) กรอกค่า Absorbance ที่ได้จากการสอบเทียบโดยต้องเป็น Absorbance ที่ความเข้มข้นสูงสุดของกราฟสารละลายมาตรฐานเช่น เตรียมกราฟสารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 mg/L ดังนั้น ต้องเป็น Absorbance ของสารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้น 12 mg/L - ค่า Absorbance (จุดสูงสุดของ Standard curve) เท่ากับ **0.5491**
- 2) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบ
 - Uncertainty จากการสอบเทียบ **0.0028**

4.3.3.2 Wavelength accuracy

- 1) กรอก Wavelength ที่ได้จากการสอบเทียบ โดยทั่วไปความยาวคลื่นที่ใช้สอบเทียบเท่ากับ 420 nm หรือ 418.53 nm
 - ค่า Wavelength (nm) เท่ากับ **418.53**
- 2) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบ
 - Uncertainty จากการสอบเทียบ **0.13**

4.3.4 Calibration curve

ขั้วสารมาตรฐาน		
ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน	1000	mg/l
Impurity*	0.2	%
หรือ Uncertainty*		mg/l
เพื่อเตรียมสารละลายมาตรฐาน		
ความเข้มข้น	1000	mg/l
น้ำหนักสารมาตรฐานที่ชั่ง	2.1968	g

*เลือกกรอกค่า Impurity หรือ Uncertainty

4.3.4.1 ชั่งสารมาตรฐาน

- 1) กรอกความเข้มข้นของสารมาตรฐาน เช่น 1000 mg/L
- 2) กรอก Impurity หรือ Uncertainty เพียง 1 ช่อง เช่น
 - กรณีสารมาตรฐานที่ระบุความเข้มข้นและความไม่แน่นอน 1000 ± 5 mg/L ให้กรอก 5 ในช่อง Uncertainty
 - กรณีสารมาตรฐานระบุ ความบริสุทธิ์ (Purity) 99.8% ให้กรอก 0.2 ในช่อง Impurity
- 3) กรณีเตรียมสารมาตรฐานจากของแข็ง กรอกน้ำหนักสารมาตรฐานที่ชั่ง
หมายเหตุ โปรแกรมการคำนวณนี้จะใช้ค่า Uncertainty จากเครื่องชั่งที่ใช้ในการชั่งตัวอย่าง

เตรียมสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard solution)		
	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (mg/L)	
	No. 1	No. 2
เตรียมจากสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น (mg/L)	100	10
ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่ปีเปตมา (ml)	1000	100
ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่ปีเปตมา (ml)	10	10
Volumetric pipette ขนาด (ml)	10	10
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.02	0.02
Repeatability	0.0029	0.0029
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		
ปริมาตรสุดท้าย (ml)	100	100
Volumetric flask ขนาด (ml)	100	100
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.080	0.080
Repeatability	0.4642	0.4642
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		

- 4) กรณีห้องปฏิบัติการเตรียมสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard solution) มากกว่า 1 ระดับความเข้มข้นให้กรอกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard solution) No.1 และ No.2 ตามลำดับ

ความเข้มข้นของ Stocked standard (mg/L)

No. 1 No. 2

100 10

- 5) กรอกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard solution) ที่ใช้เตรียม

เตรียมจากสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น (mg/L)

1000 100

- 6) กรอกปริมาตรสารละลายมาตรฐานที่ปีเปตมา

ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่ปีเปตมา (ml)

10 10

- 7) กรอกปริมาตรสุดท้ายของ Volumetric flask ที่ใช้เตรียม

ปริมาตรสุดท้าย (ml)

100 100

- 8) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว หรือข้อมูล Tolerance และ Repeatability ของ Volumetric pipette และ Volumetric flask ของปริมาตรสุดท้าย กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)

0.02 0.02

Repeatability

0.0029 0.0029

Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)

4.3.4.2 สารมาตรฐานที่ใช้ในการสร้าง Calibration curve หรือ Working standard solution

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
เตรียมจากสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น (mg/l)	0.5	1	2	4	6	8	10	12
ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่เป็ดมา (ครั้งที่ 1) (ml)	10	100	100	100	100	100	100	100
	5	1	2	4	6	4	10	6

- 1) กรอกความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานที่ต้องการเตรียมตั้งแต่ No.1-No. สุดท้าย ของการเตรียมสารละลายมาตรฐาน
- 2) กรอกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard solution) ที่ใช้เตรียม
- 3) กรอกปริมาตรสารละลายมาตรฐานที่เป็ดมา ครั้งที่ 1
- 4) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว หรือข้อมูล Tolerance และ Repeatability ของ Volumetric pipette กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.01	0.006	0.006	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
Repeatability	0.0027	0.0015	0.0006	0.0015	0.0024	0.0015	0.0029	0.0024
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)								

ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่เป็ดมา (ครั้งที่ 2) (ml)						4		6
Volumetric pipette ขนาด (ml)						4		6
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)						0.01		0.01
Repeatability						0.0015		0.0024
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)								
ปริมาตรสุดท้าย (ml)	100	100	100	100	100	100	100	100

- 5) กรณีสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นใดมีการใช้ Volumetric pipette 2 ขนาด หรือ 2 ครั้ง เพื่อเป็ดสารละลายให้ได้ตามที่ต้องการ เช่น ความเข้มข้น 8 mg/L ใช้ Volumetric pipette 4 ml 2 ครั้ง หรือ ความเข้มข้น 12 mg/L ใช้ Volumetric pipette 10 ml และ 2 ml หรือ Volumetric pipette 6 ml 2 ครั้ง เป็นต้น ให้กรอกปริมาตรสารละลายที่เป็ดครั้งที่ 2 ด้วย แต่หากไม่มีขั้นตอนดังกล่าว ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกค่าตัวเลขใดในช่องสีฟ้า
- 6) กรอกปริมาตรของ Volumetric flask ที่ใช้เตรียม ปริมาตรสุดท้าย (ml) 100 100
- 7) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว หรือข้อมูล Tolerance และ Repeatability ของ Volumetric flask ปริมาตรสุดท้ายที่ใช้เตรียมกรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
Repeatability	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)								

- 8) กรอกข้อมูลของสารละลายมาตรฐานให้ครบทุกความเข้มข้น

เตรียมสารละลายมาตรฐาน Working standard (4)										
ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน (mg/l)										
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
เตรียมจากสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น (mg/l)	0.5	1	2	4	6	8	10	12		
ปริมาณสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่เป่า (ครั้งที่ 1) (ml)	5	1	2	4	6	4	10	6		
Volumetric pipette ขนาด (ml)	5	1	2	4	6	4	10	6		
Tolerance (Specification ของเครื่องมือ)	0.01	0.006	0.006	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01		
Repeatability	0.0027	0.0015	0.0006	0.0015	0.0024	0.0015	0.0029	0.0024		
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องมือ)										
ปริมาณสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่เป่า (ครั้งที่ 2) (ml)						4		6		
Volumetric pipette ขนาด (ml)						4		6		
Tolerance (Specification ของเครื่องมือ)						0.01		0.01		
Repeatability						0.0015		0.0024		
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องมือ)										
ปริมาตรสุดท้าย (ml)	100	100	100	100	100	100	100	100		
Volumetric flask ขนาด (ml)	100	100	100	100	100	100	100	100		
Tolerance (Specification ของเครื่องมือ)	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080		
Repeatability	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642	0.4642		
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องมือ)										

หมายเหตุ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน ไม่ต้องกรอกครบทุก No. กรอกตามที่ใช้ในการสร้าง Calibration curve กรณีที่มีการเปิดสารละลายโดยใช้ Volumetric pipette เพียง 1 อัน ให้ กรอกครั้งที่ 1 อย่างเดียว กรณีที่มีการเปิดสารละลายโดยใช้ Volumetric pipette มากกว่า 1 อัน ให้ กรอกแยกกันในการเปิดสารละลายแต่ละครั้ง โดยมีครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

4.3.5 ความเข้มข้นของตัวอย่าง (C₀)

วัดด้วย UV-Vis Spectrophotometer (5)											
ลำดับที่	ความเข้มข้น (mg/l)	Absorbance ที่อ่านได้จากเครื่อง, A _j									
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
1	0.5	0.0261	0.0255	0.0263	0.0259	0.0259	0.0259	0.0262	0.0263	0.0259	0.0261
2	1	0.0526	0.0521	0.0539	0.0528	0.0529	0.0531	0.0534	0.0535	0.0532	0.053
3	2	0.1054	0.1068	0.1079	0.1054	0.1057	0.1064	0.1066	0.1071	0.1069	0.1056
4	4	0.2125	0.2151	0.2149	0.2115	0.2126	0.213	0.2124	0.2133	0.2138	0.2117
5	6	0.3208	0.3218	0.3226	0.3176	0.3192	0.3195	0.318	0.3203	0.3203	0.3182
6	8	0.4278	0.4283	0.4297	0.4236	0.4261	0.4262	0.4237	0.4264	0.4286	0.4246
7	10	0.5344	0.5365	0.5383	0.5308	0.5313	0.5337	0.5313	0.5321	0.5346	0.5299
8	12	0.6413	0.6437	0.6443	0.6368	0.6374	0.6408	0.6378	0.6382	0.6426	0.6364
9											
10											

หมายเหตุ ค่า Absorbance กรออย่างน้อย 1 ครั้ง ตามจำนวนซ้ำในการวัดสารละลายมาตรฐานในการสร้าง Calibration curve

- 1) กรอก Absorbance ของสารละลายมาตรฐานที่อ่านได้จากเครื่องมือ ในครั้งที่ 1 (จำเป็นต้องกรอกค่าอย่างน้อย 1 ครั้ง)
- 2) ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการวัดสารละลายมาตรฐานซ้ำมากกว่า 1 ครั้ง ให้กรอกข้อมูล Absorbance ที่อ่านได้จากเครื่องมือ ในครั้งที่ 2 จนครบถ้วนตามจำนวนครั้งที่วัด (หากมีการวัดสารละลายมาตรฐานเพียง 1 ครั้ง ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกตัวเลขใดในช่องสีฟ้า)

4.3.6 Factor

โปรแกรมได้ทำการคำนวณ Uncertainty ของ Factor (Meija et al., 2016) ที่ใช้ในรายการวิเคราะห์ไว้แล้ว ดังนี้

Factor ลำดับที่	สารประกอบ Element	P205 Atomic weight (จำนวนอะตอม	Quoted Uncertainty (g/mol)	Divisor	uxi	RSUxi
1	P	30.973762	2 0.000000005	1.73205	0.0000000	
2	O	15.9994	5 0.000185	1.73205	0.0005340	
	M(P205)	141.944524			0.0005340	0.0000038

4.3.7 Precision

Duplicate (7)		
การวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ		
ค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ =	0.68	%
ค่า SD ของการวิเคราะห์ซ้ำ =	0.02	
จำนวนซ้ำ =	10	

- 1) กรอกค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ เช่น ในการวิเคราะห์ปกติที่มีการทำ Duplicate หรือจากการทำ Method validation ที่มีการวิเคราะห์ 10 ซ้ำ เป็นต้น
- 2) กรอก SD ที่เกิดจากการวิเคราะห์ซ้ำตัวอย่าง
- 3) กรอกจำนวนซ้ำของการวิเคราะห์

4.3.8 Bias (กรอกข้อมูลเฉพาะกรณีที่มีการวิเคราะห์ CRM เท่านั้น เช่น จาก Method validation)

CRM (8)		
ค่ารับรองของ CRM ที่ใช้	0.7	%
ค่า Std.Uncer ของ CRM	0.0008	%
ค่าเฉลี่ยของ CRM ที่วิเคราะห์ได้	0.68	%
ค่า SD ของการวิเคราะห์ CRM	0.02	%
จำนวนซ้ำที่วิเคราะห์ CRM	10	

หมายเหตุ : ถ้าไม่มีการวิเคราะห์ CRM ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป

- 1) กรอกค่ารับรอง CRM ที่ใช้
- 2) กรอก Standard uncertainty ของ CRM ที่ใช้
- 3) กรอกค่าเฉลี่ยของ CRM
- 4) กรอก SD ที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ ของ CRM
- 5) จำนวนซ้ำที่วิเคราะห์ CRM
- 6) หากไม่มีข้อมูลการวิเคราะห์ CRM ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกตัวเลขใดในช่องสี่ฟ้า

4.4 รายการวิเคราะห์โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (ภาคผนวก 4)

4.4.1 การชั่งน้ำหนักตัวอย่าง (m_{sample} ; Weight of sample)

ชั่งตัวอย่าง (1)		
น้ำหนัก =	0.2458	g
เครื่องชั่งน้ำหนัก		
กรอกค่าจากการสอบเทียบหรือ Specification ของเครื่องชั่ง		
	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*	0.0002	
Off center*	0.0003	
Resolution*	0.0001	
*Linearity, Off center, Resolution ได้จาก Specification ของเครื่อง		
ส่วนค่าจากการสอบเทียบ ได้จาก Uncertainty จากการสอบเทียบ		
แต่ถ้าไม่ทราบค่า โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล		
ค่า ± ของอุณหภูมิที่ควบคุมในห้องปฏิบัติการ (°C)		5

1) กรอกน้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง น้ำหนัก = 0.2458 g

2) กรอกข้อมูล Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบ ช่วงน้ำหนักที่ใช้งาน

	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*		0.000083
Off center*		
Resolution*		

หรือ Specification ของเครื่องชั่ง
จะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

	Specification	การสอบเทียบ
Linearity*	0.0002	
Off center*	0.0003	
Resolution*	0.0001	

กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรม

3) กรอกค่า ± ของอุณหภูมิที่ควบคุมภายในห้องปฏิบัติการ เช่น กรอก 5 กรณีห้องปฏิบัติการควบคุม

อุณหภูมิเป็นช่วง 25 ± 5 °C ค่า ± ของอุณหภูมิที่ควบคุมในห้องปฏิบัติการ (°C) 5
กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

4.4.2 การเจือจางสารละลายตัวอย่าง (D_{sample} ; Dilution of sample solution)

ปรับปริมาตร (2)		
ให้เท่ากับ	500	ml
Volumetric flask ขนาด	500	ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.200	
Repeatability	0.110	
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		

1) กรอกปริมาตรของเครื่องแก้วที่ใช้ในการปรับปริมาตรเริ่มต้นของสารละลาย เช่น กรอกตัวเลข 500
ในกรณีปรับปริมาตรใน Volumetric flask 500 ml ให้เท่ากับ 500 ml

2) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว) 0.08

หรือข้อมูล Tolerance ของเครื่องแก้วปริมาตร Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว) 0.200
กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

3) กรอกข้อมูล Repeatability (SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ) Repeatability 0.110 กรณีไม่กรอก
ข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

เจือจางสารละลายตัวอย่าง (2)		
ครั้งที่ 1 (ถ้ามี)		
ปริมาตรตัวอย่างที่ดูคมา	5	ml
Volumetric pipette ขนาด	5	ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.010	
Repeatability	0.005	
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		
ปริมาตรสุดท้าย	100	ml
Volumetric flask ขนาด	100	ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.100	
Repeatability	0.041	
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		
ครั้งที่ 2 (ถ้ามี)		
ปริมาตรตัวอย่างที่ดูคมา		ml
Volumetric pipette ขนาด		ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)		
Repeatability		
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		
ปริมาตรสุดท้าย		ml
Volumetric flask ขนาด		ml
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)		
Repeatability		
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		

- 4) กรณีที่ห้องปฏิบัติการมีการเจือจางสารละลายตัวอย่าง ให้กรอกปริมาตรเครื่องแก้วที่ใช้ในการปิเปตตัวอย่าง ปริมาตรตัวอย่างที่ปิเปตมา 5 ml
- 5) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว) 0.009 หรือข้อมูล Tolerance ของเครื่องแก้วปริมาตร Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว) 0.020 กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- 6) กรอกข้อมูล Repeatability (SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ) Repeatability 0.005 กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- 7) กรอกปริมาตรของ Volumetric flask ที่ใช้ในการปรับปริมาตร ปริมาตรสุดท้าย 100 ml
- 8) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว หรือข้อมูล Tolerance ของเครื่องแก้วปริมาตร และ Repeatability (SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ) กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล
- 9) หากไม่มีการเจือจางสารละลายตัวอย่าง ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกตัวเลขใดในช่องสีฟ้า

4.4.3 เครื่องมือ Flame photometer (Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องมือ หรือการ Performance)

เครื่อง Flame photometer (3)	
Resolution ของเครื่องมือ	0.01
Repeatability (จากการ Performance เครื่อง)	
ค่าเฉลี่ย	7.79
SD จาก Repeatability	0.033
จำนวนซ้ำ	20

- 1) กรอกข้อมูล Resolution (ค่าความละเอียดของเครื่องมือ) Resolution ของเครื่องมือ 0.01
- 2) กรอกข้อมูล Repeatability จากการทำ Performance เครื่อง โดยการกรอกค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ใช้ในการทำ Performance ค่าเฉลี่ย 7.79
- 3) กรอก SD จากการวิเคราะห์ซ้ำ และจำนวนซ้ำ SD จาก Repeatability 0.033
จำนวนซ้ำ 10

4.4.4 Calibration curve

4.4.4.1 ชั่งสารมาตรฐาน

ชั่งสารมาตรฐาน		
ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน	1000	mg/l
Impurity*		%
หรือ Uncertainty*	5	mg/l

*เลือกกรอกค่า Impurity หรือ Uncertainty

- 1) กรอกความเข้มข้นของสารมาตรฐาน เช่น 1000 mg/L
- 2) กรอก Impurity หรือ Uncertainty เพียง 1 ช่อง เช่น
 - กรณีสารมาตรฐานที่ระบุความเข้มข้นและความไม่แน่นอน 1000 ± 5mg/L ให้กรอก 5 ในช่อง Uncertainty
 - กรณีสารมาตรฐานระบุ ความบริสุทธิ์ (Purity) 99.8% ให้กรอกค่า 0.2 ในช่อง Impurity

เตรียมสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard solution)		
	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (mg/l)	
	No. 1	No. 2
เตรียมจากสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น (mg/l)	100	10
ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่ปีเปตมา (ml)	1000	100
Volumetric pipette ขนาด (ml)	50	10
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.05	0.02
Repeatability	0.0122	0.0039
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		
ปริมาตรสุดท้าย (ml)	100	100
Volumetric flask ขนาด (ml)	100	100
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.200	0.080
Repeatability	0.110	0.041
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		

- 3) กรณีห้องปฏิบัติการเตรียมสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard solution) มากกว่า 1 ระดับความเข้มข้น ให้กรอกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard

ความเข้มข้นของ Stocked standard (mg/l)

No. 1 No. 2

solution) No.1 และ No.2 ตามลำดับ 100 10

- 4) กรอกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard solution) ที่ใช้เตรียม

เตรียมจากสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น (mg/l) 1000 100

- 5) กรอกปริมาตรสารละลายมาตรฐานที่ปีเปตมา

ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่ปีเปตมา (ml) 50 10

- 6) กรอกปริมาตรสุดท้ายของ Volumetric flask ที่ใช้เตรียม ปริมาตรสุดท้าย (ml) 500 100

- 7) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว หรือข้อมูล Tolerance และ Repeatability ของ Volumetric pipette และ Volumetric flask ของปริมาตรสุดท้าย กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.05	0.02
Repeatability	0.0122	0.0039
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)		

4.4.4.2 สารมาตรฐานที่ใช้ในการสร้าง Calibration curve หรือ Working standard

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
เตรียมจากสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น (mg/l)	0	0.5	3	6	9	12	15
ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่ปีเปตมา (ครั้งที่ 1) (ml)		10	100	100	100	100	100
		5	3	6	9	6	15

- 1) กรอกความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานที่ต้องการเตรียมตั้งแต่ No.1-No. สุดท้าย ของการเตรียมสารละลายมาตรฐาน
- 2) กรอกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตั้งต้น (Stocked standard solution) ที่ใช้เตรียม
- 3) กรอกปริมาตรสารละลายมาตรฐานที่ปีเปตมา ครั้งที่ 1

Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
Repeatability	0.0045	0.0043	0.0024	0.0018	0.0024	0.0041
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)						

- 4) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว หรือข้อมูล Tolerance และ Repeatability ของ Volumetric pipette กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่ปีเปิดมา (ครั้งที่ 2) (ml)	6
Volumetric pipette ขนาด (ml)	6
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.01
Repeatability	0.0024
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)	

- 5) กรณีสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นใดมีการใช้ Volumetric pipette 2 ขนาด หรือ 2 ครั้ง เพื่อเปิดสารละลายให้ได้ตามที่ต้องการ เช่น ความเข้มข้น 8 mg/L ใช้ Volumetric pipette 4 ml 2 ครั้ง หรือ ความเข้มข้น 12 mg/L ใช้ Volumetric pipette 10 ml และ 2 ml หรือ Volumetric pipette 6 ml 2 ครั้ง เป็นต้น ให้กรอกปริมาตรสารละลายที่ปีเปิด ครั้งที่ 2 ด้วย แต่หากไม่มีขั้นตอนดังกล่าวให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกค่าตัวเลขใดในช่องสีฟ้า

- 6) กรอกปริมาตรของ Volumetric flask ที่ใช้เตรียม

ปริมาตรสุดท้าย (ml)	100	100
---------------------	-----	-----

- 7) กรอก Uncertainty ที่ได้จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว หรือข้อมูล Tolerance และ Repeatability ของ Volumetric flask ของปริมาตรสุดท้ายที่ใช้เตรียม กรณีไม่กรอกข้อมูล โปรแกรมจะนำข้อมูลพื้นฐานไปคำนวณผล

Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Repeatability	0.0414	0.0414	0.0414	0.0414	0.0414	0.0414	0.0414
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)							

- 8) กรอกข้อมูลของสารละลายมาตรฐานให้ครบทุกความเข้มข้น

เตรียมสารละลายมาตรฐาน Working standard (4)										
ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน (mg/l)										
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
เตรียมจากสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น (mg/l)	0	0.5	3	6	9	12	15			
ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่ปีเปิดมา (ครั้งที่ 1) (ml)	5	3	6	9	6	15				
Volumetric pipette ขนาด (ml)	5	3	6	9	6	15				
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)		0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03			
Repeatability		0.0045	0.0043	0.0024	0.0018	0.0024	0.0041			
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)										
ปริมาตรสารละลายมาตรฐานตั้งต้นที่ปีเปิดมา (ครั้งที่ 2) (ml)						6				
Volumetric pipette ขนาด (ml)						6				
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)						0.01				
Repeatability						0.0024				
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)										
ปริมาตรสุดท้าย (ml)	100	100	100	100	100	100	100			
Volumetric flask ขนาด (ml)	100	100	100	100	100	100	100			
Tolerance (Specification ของเครื่องแก้ว)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08			
Repeatability	0.0414	0.0414	0.0414	0.0414	0.0414	0.0414	0.0414			
Uncertainty (จากการสอบเทียบเครื่องแก้ว)										

หมายเหตุ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน ไม่ต้องกรอกครบทุก No. กรอกตามที่ใช้ในการสร้าง Calibration curve กรณีที่มีการเปิดสารละลายโดยใช้ Volumetric pipette เพียง 1 อัน ให้กรอกครั้งที่ 1 อย่างเดียว กรณีที่มีการเปิดสารละลายโดยใช้ Volumetric pipette มากกว่า 1 อัน ให้กรอกแยกกันในการเปิดสารละลายแต่ละครั้ง โดยมีครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

4.4.5 ความเข้มข้นของตัวอย่าง (C₀)

ลำดับที่	ความเข้มข้น (mg/l)	วัดด้วย Flame photometer (5)									
		Intensity ที่อ่านได้จากเครื่อง, A _j									
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.5	0.49	0.49	0.5	0.51	0.52	0.5	0.5	0.52	0.5	0.5
3	3	3.1	3.11	3.15	3.1	3.13	3.16	3.16	3.15	3.09	3.13
4	6	6.12	6.18	6.21	6.25	6.25	6.22	6.22	6.23	6.25	6.26
5	9	9.15	9.24	9.23	9.23	9.18	9.27	9.27	9.3	9.15	9.27
6	12	12.18	12.1	12.2	12.11	12.06	12.15	12.15	12.22	12.22	12.19
7	15	14.96	15	15.03	14.95	15	14.97	14.97	15.06	14.95	14.96
8											
9											
10											

หมายเหตุ ค่า Intensity กรอกอย่างน้อย 1 ครั้ง ตามจำนวนซ้ำในการวัดสารละลายมาตรฐานในการสร้าง Calibration curve

- 1) กรอก Intensity ของสารละลายมาตรฐานที่อ่านได้จากเครื่องมือ ในครั้งที่ 1 (จำเป็นต้องกรอกค่าอย่างน้อย 1 ครั้ง)
- 2) ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการวัดสารมาตรฐานซ้ำมากกว่า 1 ครั้ง ให้กรอกข้อมูล Intensity ที่อ่านได้จากเครื่องมือ ในครั้งที่ 2 จนครบถ้วนตามจำนวนครั้งที่วัด (หากมีการวัดสารละลายมาตรฐาน เพียง 1 ครั้งให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกตัวเลขใดในช่องสีฟ้า)

4.4.6 Factor

โปรแกรมได้ทำการคำนวณ Uncertainty ของ Factor (Meija et al., 2016) ที่ใช้ในรายการวิเคราะห์ไว้แล้ว ดังนี้

Factor ลำดับที่	สารประกอบ Element	K20 Atomic weight (จำนวนอะตอม)	Quoted Uncertainty (g/mol)	Divisor	uxi	RSUxi
1	K	39.0983	2	0.0001	1.73205	0.0001155
2	O	15.9994	1	0.000185	1.73205	0.0001068
	M(K2O)	94.196			0.0001573	0.0000017

4.4.7 Precision

Duplicate (7)		
การวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ		
ค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ =	60.33	%
ค่า SD ของการวิเคราะห์ซ้ำ =	0.35	
จำนวนซ้ำ =	10	

- 1) กรอกค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ เช่น ในการวิเคราะห์ปกติที่มีการทำ Duplicate หรือจากการทำ Method validation ที่มีการวิเคราะห์ 10 ซ้ำ เป็นต้น
- 2) กรอก SD ที่เกิดจากการวิเคราะห์ซ้ำตัวอย่าง
- 3) กรอกจำนวนซ้ำของการวิเคราะห์

4.4.8 Bias (กรอกข้อมูลเฉพาะกรณีที่มีการวิเคราะห์ CRM เท่านั้น เช่น จาก Method validation)

CRM (8)		
ค่ารับรองของ CRM ที่ใช้	60.39	%
ค่า Std.Uncer ของ CRM	0.04	%
ค่าเฉลี่ยของ CRM ที่วิเคราะห์ได้	60.33	%
ค่า SD ของการวิเคราะห์ CRM	0.35	%
จำนวนซ้ำที่วิเคราะห์ CRM	10	

หมายเหตุ : ถ้าไม่มีการวิเคราะห์ CRM ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป

- 1) กรอกค่ารับรอง CRM ที่ใช้
- 2) กรอก Standard uncertainty ของ CRM ที่ใช้
- 3) กรอกค่าเฉลี่ยของ CRM
- 4) กรอก SD ที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ ของ CRM
- 5) จำนวนซ้ำที่วิเคราะห์ CRM
- 6) หากไม่มีข้อมูลการวิเคราะห์ CRM ให้ข้ามไปในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องกรอกตัวเลขใดในช่องสีฟ้า

5. การรายงานค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์

เมื่อกรอกข้อมูลครบทุกส่วน โปรแกรมจะปรากฏค่าดังนี้

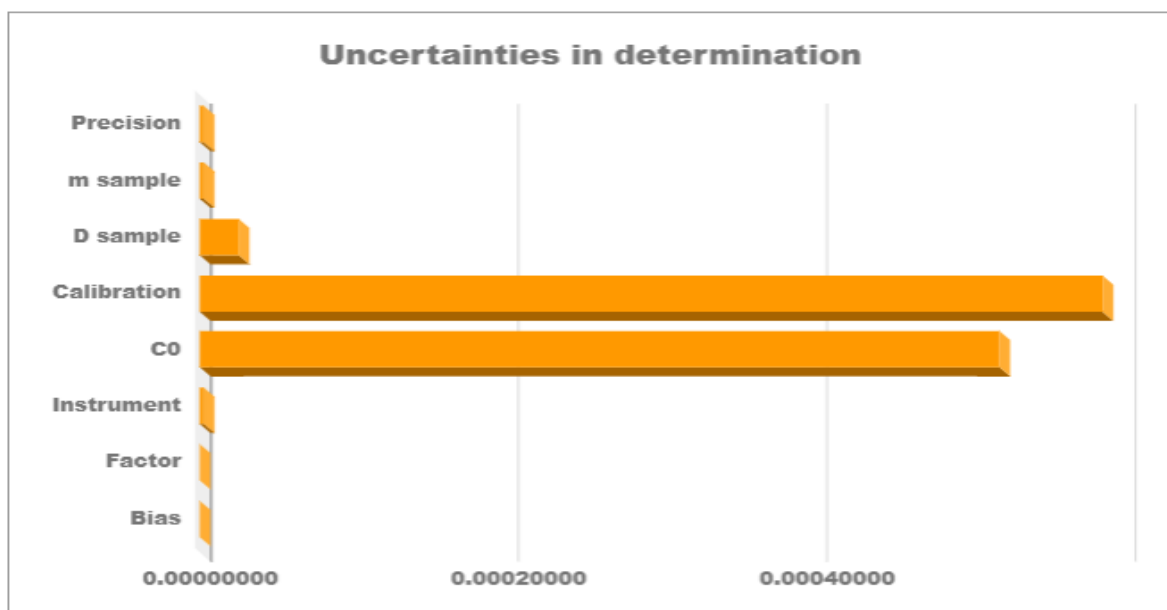
ความไม่แน่นอนมาตรฐานรวม, uc					
ค่าวิเคราะห์ตัวอย่าง =	0.68	%			
uc =	0.02				
ค่าความไม่แน่นอนขยาย, U (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)					
U =	0.03				
รายงานผล	%TP205 =	0.68	±	0.03	%

- 1) ค่าวิเคราะห์ตัวอย่าง
- 2) ความไม่แน่นอนมาตรฐานรวม, uc
- 3) ค่าความไม่แน่นอนขยาย, U ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- 4) การรายงานผลการวิเคราะห์พร้อม ± ค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์

6. แผนภูมิแสดงแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์

โปรแกรมจะปรากฏค่า Relative standard uncertainty ของแต่ละแหล่งความไม่แน่นอนที่คำนวณได้ และแผนภูมิแสดงแหล่งที่มาของความไม่แน่นอน และค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานของการวิเคราะห์ทำให้ทราบถึงค่าความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์จากแหล่งใดที่มีค่ามากที่สุด

Combined Standard Uncertainty			
ลำดับที่	Components	RSU	RSU2
1	Precision	0.0017059	0.00000291
2	m sample	0.0016416	0.00000269
3	D sample	0.0050080	0.00002508
4	Calibration	0.0242051	0.00058588
5	C0	0.0227687	0.00051841
6	Instrument	0.0016715	0.00000279
7	Factor	0.0000061	0.00000000
8	Bias	0.0088429	0.00000000
	SUM(RSU^2)		0.00113778
	SORT(SUM(RSU^2))		0.03373096



แผนภูมิแสดงแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนและค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานของการวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

- ASTM International (ASTM). 2017. Standard Specification for Laboratory Glass Volumetric Flasks. ASTM E288-10. Pennsylvania, USA.
- ASTM International (ASTM). 2019a. Standard Specification for Laboratory Glass Graduated Burets. ASTM E287-02. Pennsylvania, USA.
- ASTM International (ASTM). 2019b. Standard Specification for Glass Volumetric (Transfer) Pipets. ASTM E969-02. Pennsylvania, USA.
- Eurachem. 2012. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. 3rd ed. .EURACHEM/CITAC Guide CG 4, London, UK.
- Meija, J. T.B. Coplen, Michael Berglund, Willi A. Brad, P. De Dievre, M. Groning, N.E. Holden, J. Irrgeher, R.D. Loss, T. Walczyk, and T. Prohaska. 2016. Atomic Weights of the Element 2013 (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry. 88(3): 265-291.
- ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559 (2560, 4 มกราคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 2 ง. หน้า 24.
- พจมาน ทำจิ้น. 2564. การประเมินค่าความไม่แน่นอนของการทดสอบเพื่อประโยชน์ของการประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.dss.go.th/images/bpt/Valuation-Testing-Pochaman.pdf>. 9 เมษายน 2564.
- อุมาพร สุขม่วง. 2547. การพัฒนาหลักสูตรการสอบเทียบเครื่องแก้วปริมาตร. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://lib3.dss.go.th/fulltext/Vichakran/vichakran_actd_0002.pdf. 9 เมษายน 2564.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1
การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Combustion

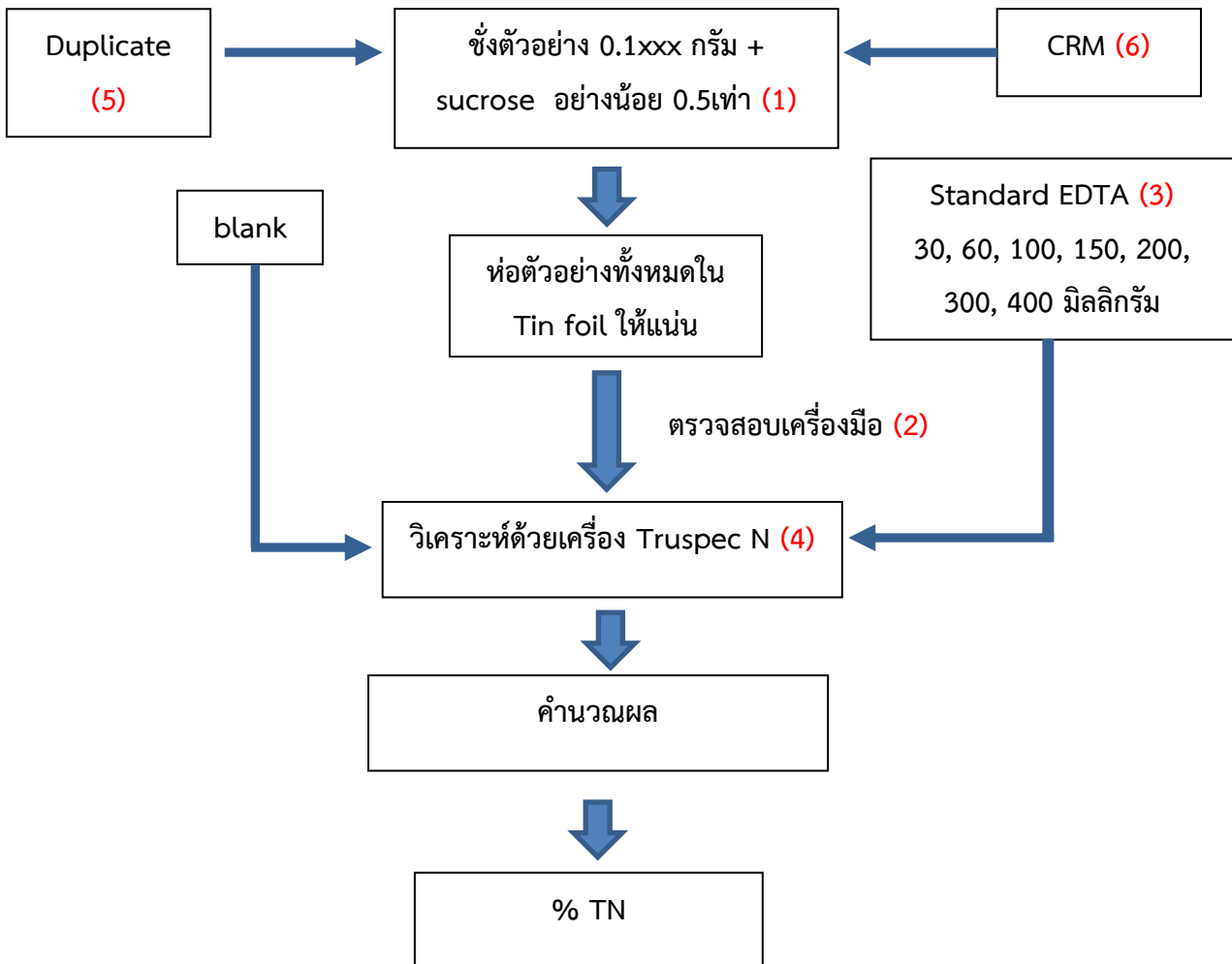
1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (ราชกิจจานุเบกษา, 2560)
 - 1.1 ชั่งสารมาตรฐาน EDTA 30, 60, 100, 150, 200, 300, 400 มิลลิกรัม เพื่อสร้าง Calibration Curve
 - 1.2 ชั่งตัวอย่างปุ๋ย 0.05xx กรัม ถึง 0.1xxx กรัม เติม sucrose ไม่น้อยกว่า 0.5 เท่าของน้ำหนัก ใส่ Tin foil นำไปใส่ในช่องใส่ตัวอย่าง
 - 1.3 ดำเนินการทดสอบตัวอย่างโดยวิธีการเผาตัวอย่างด้วยเครื่องวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธี Combustion

2. การคำนวณ

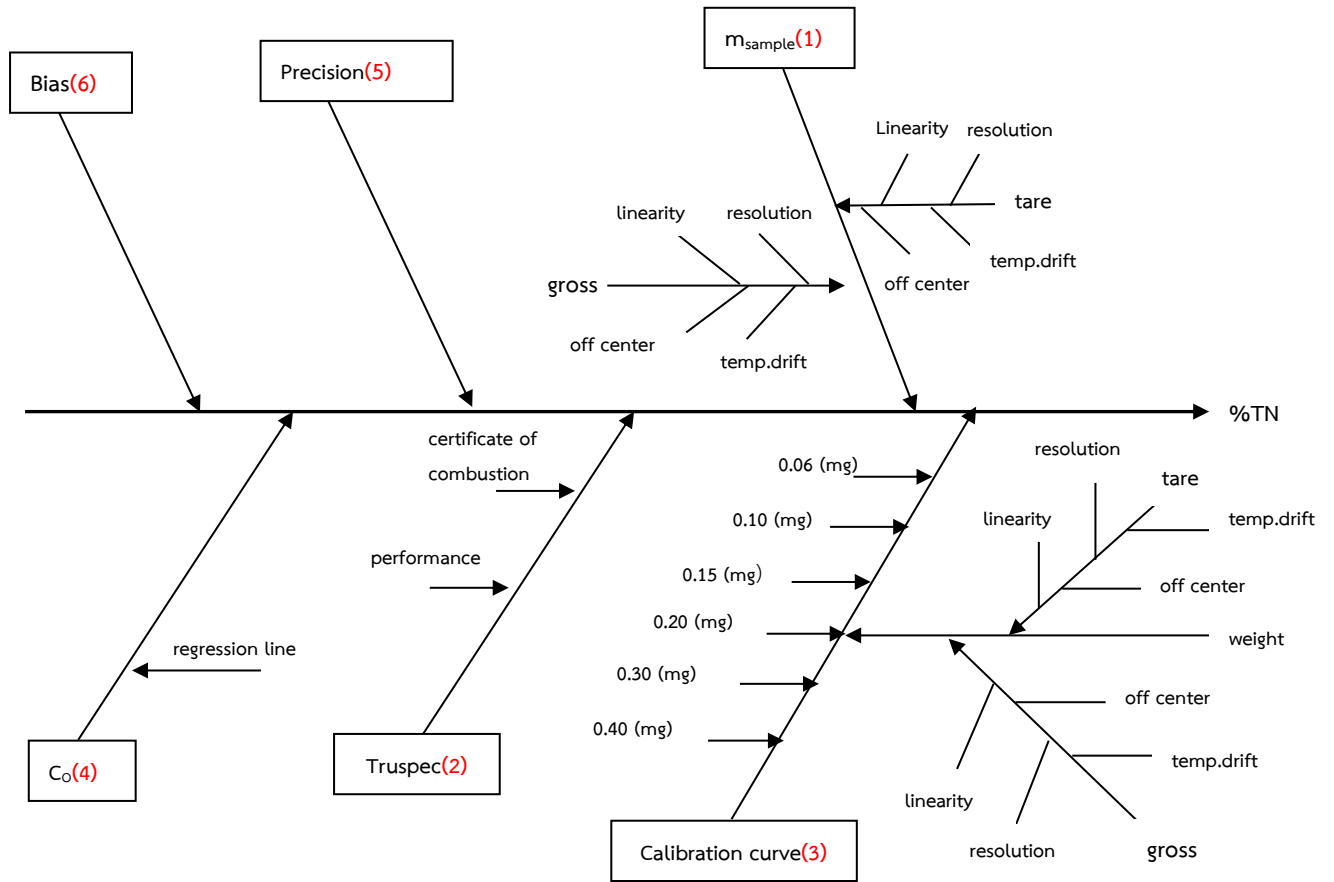
$$\% \text{ TN} = \frac{N \times 100}{m_{\text{sample}}}$$

โดยที่ N คือ ปริมาณไนโตรเจนที่วัดได้ (มิลลิกรัม)
 m_{sample} คือ น้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัม)
 100 คือ ค่าคงที่สำหรับแปลงเปอร์เซ็นต์

แผนผังการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Combustion



ผังก้างปลาการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Combustion



ภาคผนวก 2
การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (ราชกิจจานุเบกษา, 2560)

- 1.1 ชั่งตัวอย่างปุย 0.3xxx ถึง 0.4xxx กรัม ใส่ในกระดาษกรอง
- 1.2 นำกระดาษกรองที่มีตัวอย่างปุยใส่ลงใน Kjeldahl flask ขนาด 800 มิลลิลิตร
- 1.3 เติมสารละลายผสม H₂SO₄ และ Salicylic acid 40 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที แล้วเติม Sodium thiosulfate ประมาณ 5 กรัม
- 1.4 ย่อยตัวอย่าง จนกระทั่งได้สารละลายสีน้ำตาล ปิดไฟ และตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
- 1.5 เติม Mixed catalyst ประมาณ 10 กรัม และทำการย่อยอีกครั้งจนได้สารละลายสีเขียวใส แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
- 1.6 เติมน้ำกลั่น 350 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย NaOH 100 มิลลิลิตร และ Zinc granular ประมาณ 5 กรัม
- 1.7 กลั่นตัวอย่าง โดยรองรับด้วย 4 % Boric 100 มิลลิลิตร กลั่นจนกระทั่งไนโตรเจนในสารละลายตัวอย่างปุยออกหมด หรือจนกระทั่งสารละลายใน Erlenmeyer flask ที่รองรับมีปริมาตรประมาณ 350 มิลลิลิตร
- 1.8 นำสารละลายที่ได้ไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน HCl 0.2 N จนได้สารละลายสีม่วงแดง แสดงว่าถึงจุดยุติ บันทึกปริมาตรสารละลายมาตรฐาน HCl 0.2 N ที่ไตเตรท
- 1.9 ทำ Reagent blank โดยไม่ใส่ตัวอย่างปุย ทำการทดสอบเช่นเดียวกับตัวอย่าง

2. การคำนวณ

$$N (HCl) = \frac{\text{น้ำหนักของ Na}_2\text{CO}_3 \times 1000 \times \text{purity ของ Na}_2\text{CO}_3}{52.99 \times \text{ปริมาตร HCl} \times 100}$$

เมื่อ 52.99 คือ กรัมสมมูลของ Na₂CO₃

$$\% TN = \frac{(\text{ml (HCl)} - \text{ml (Blank)}) \times N (HCl) \times 14.0067 \times 100}{m_{\text{sample}} \times 1,000}$$

เมื่อ ml (HCl) คือ ปริมาณของ HCl 0.2 N ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

ml (Blank) คือ ปริมาณของ HCl 0.2 N ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

m_{sample} คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

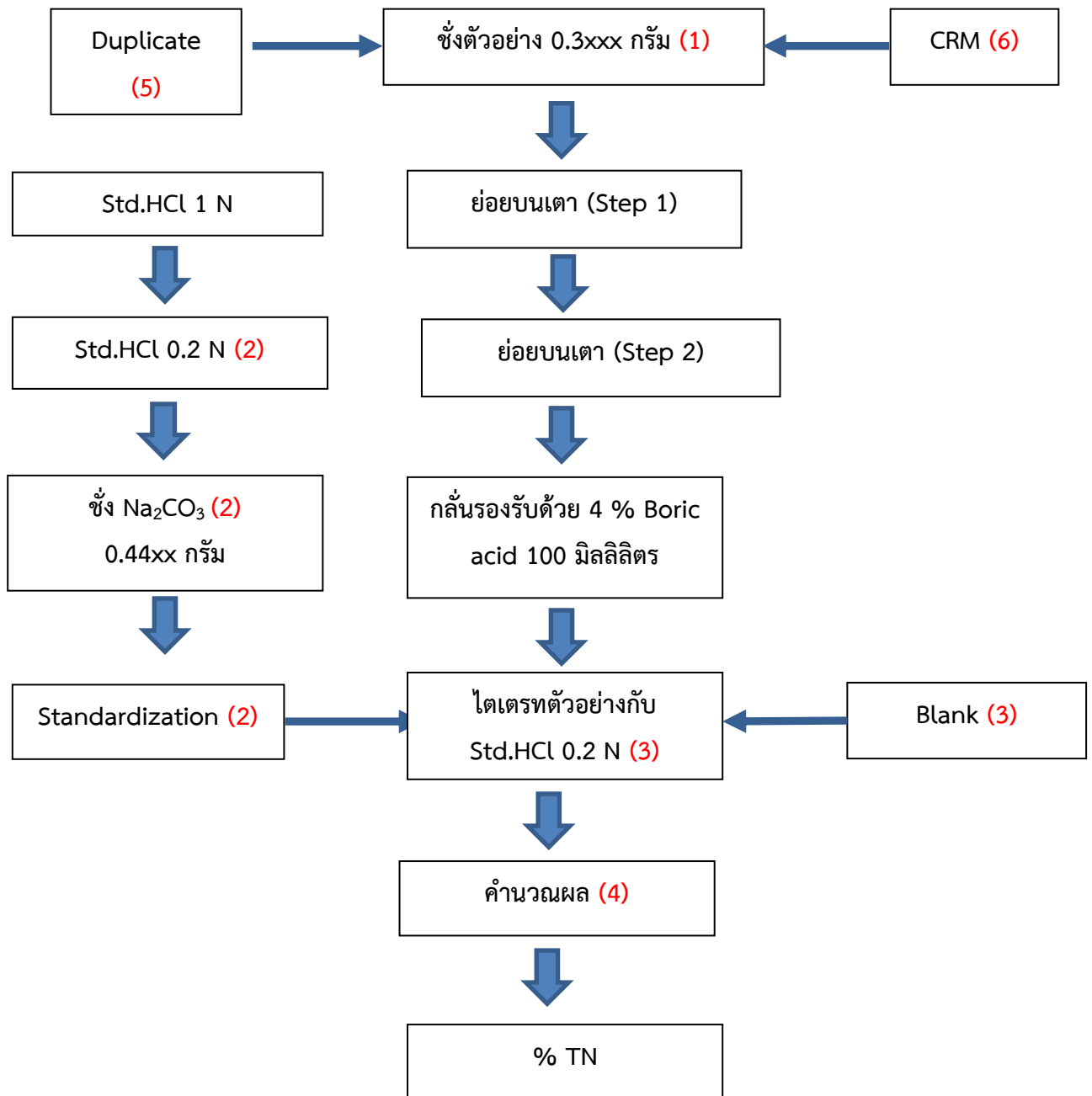
N (HCl) คือ ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน HCl (Normality)

14.0067 คือ น้ำหนักอะตอมของไนโตรเจน

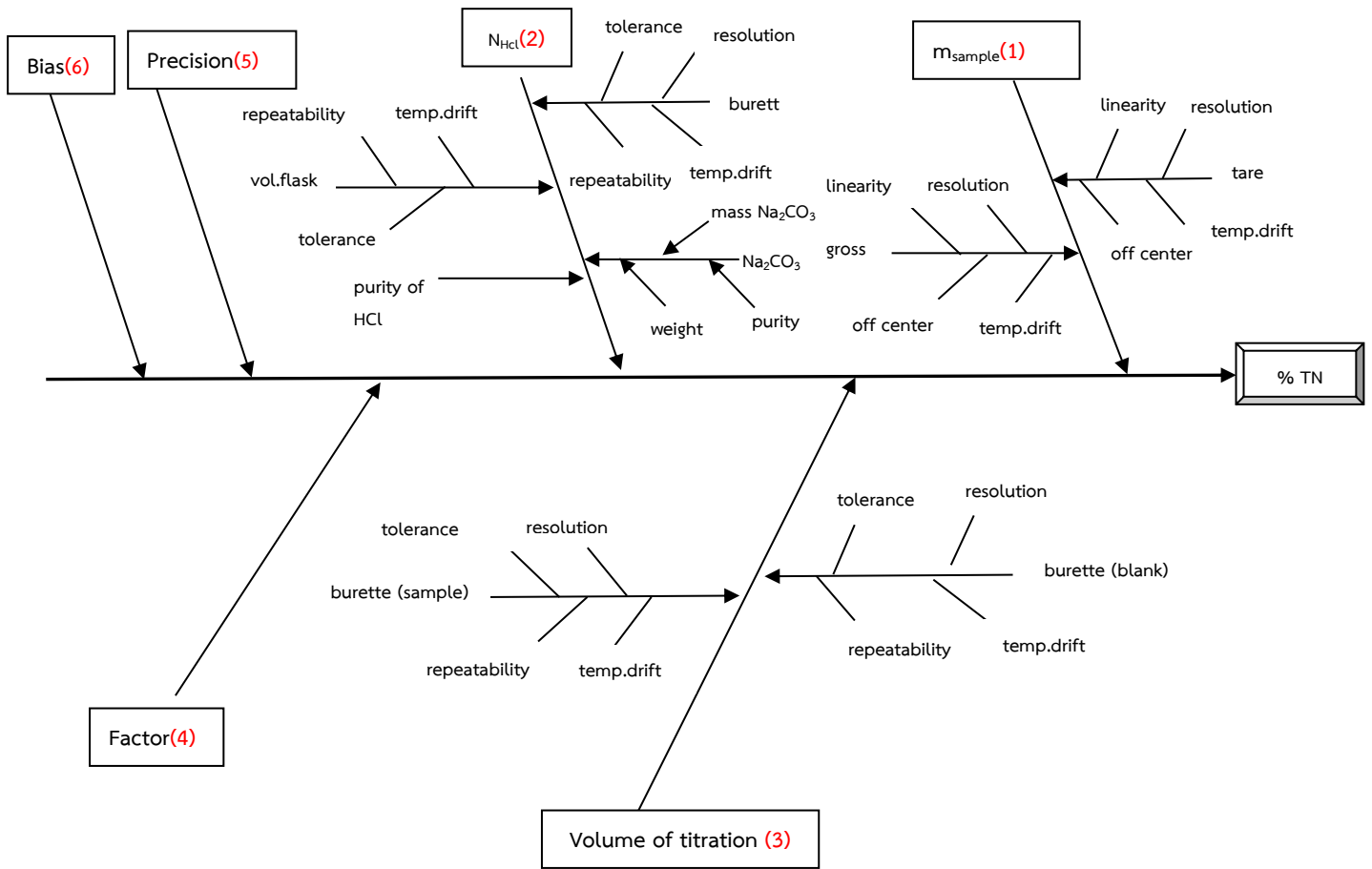
1,000 คือ ค่าคงที่สำหรับแปลงความเข้มข้น

100 คือ ค่าคงที่สำหรับแปลงเปอร์เซ็นต์

แผนผังการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl



ผังก้างปลาการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl



ภาคผนวก 3 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (ราชกิจจานุเบกษา, 2560)

1.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1.1.1 สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1000 มิลลิกรัม/ลิตร

ซึ่ง KH_2PO_4 ซึ่งผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงจำนวน 2.1968 กรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากัน

1.1.2 สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัม/ลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1000 มิลลิกรัม/ลิตร 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

1.1.3 สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 10 มิลลิกรัม/ลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัม/ลิตร 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

1.1.4 การทำ Working standard ความเข้มข้น 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 มิลลิกรัม/ลิตร

1.1.4.1 สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 10 มิลลิกรัม/ลิตร 5 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากัน

1.1.4.2 สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 มิลลิกรัม/ลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัม/ลิตร 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

1.2 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1.2.1 ชั่งตัวอย่างปุ๋ย 0.2xxx ถึง 1.xxxx กรัม

1.2.2 เติมกรดผสม $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4$ 20 มิลลิลิตร นำไปย่อยบนเตาระเหยไฟฟ้าย่อยจนมีควันสีขาวเกิดขึ้นเหนือสารละลายหรือสารละลายมีลักษณะสีใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

1.2.3 ถ่ายสารละลายตัวอย่าง และล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นใส่ใน Volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน ในกรณีที่เป็นสารละลายมีตะกอนขุ่น นำไปกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 หรือ 5

1.3 การวิเคราะห์

1.3.1 นำ Working standard 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 มิลลิกรัม/ลิตร เติม Molybdovanadate reagent 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และทิ้งไว้ 30 นาที

1.3.2 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 4 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติม Molybdovanadate reagent ในอัตราส่วน 1 : 10 ของปริมาตร Volumetric flask ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และทิ้งไว้ 30 นาที

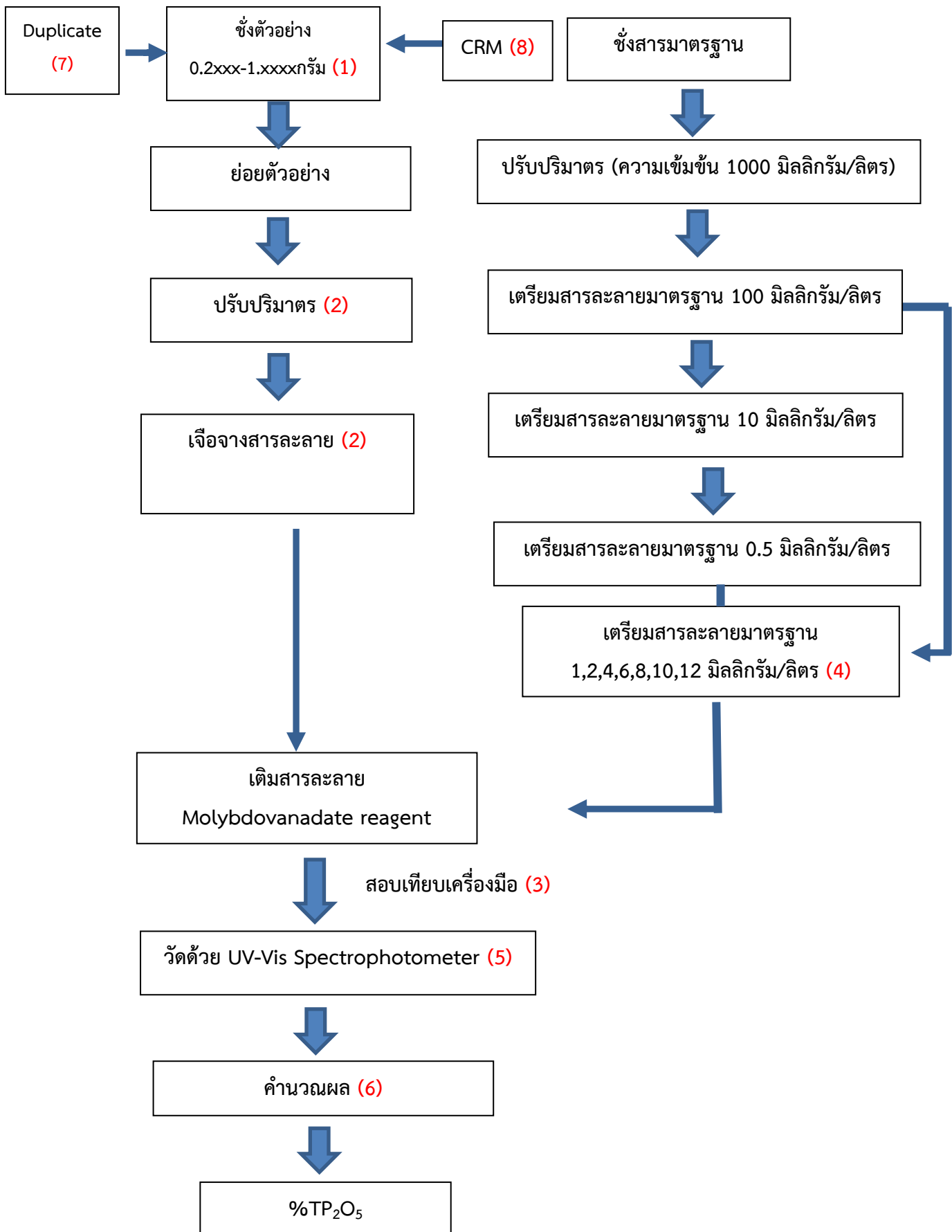
1.3.3 วัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

2. การคำนวณ

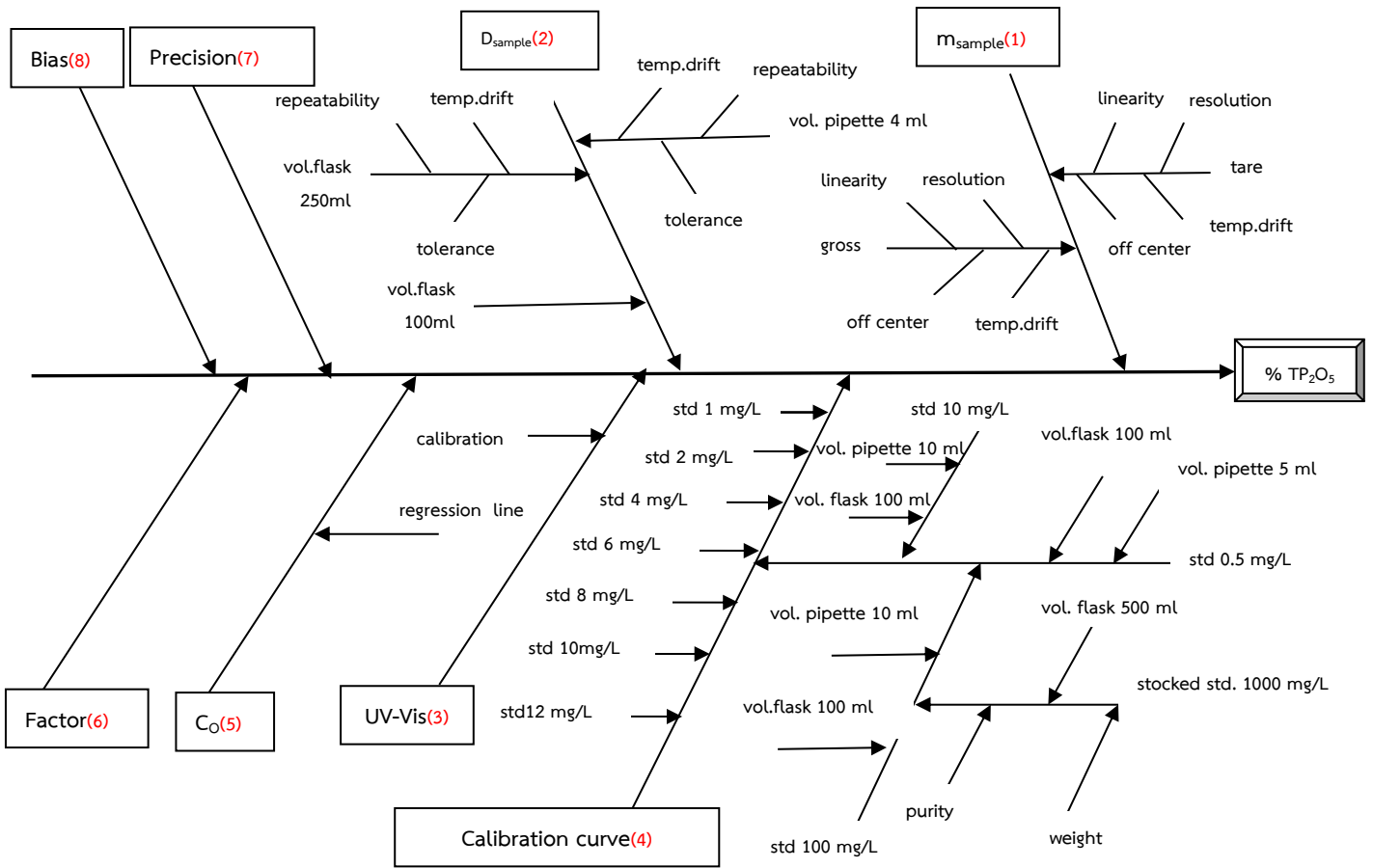
$$\%TP_2O_5 = \frac{C_0 \cdot D_{sample} \cdot 100 \cdot 2.2914}{m_{sample} \cdot 10^6}$$

เมื่อ	C_0	คือ	ความเข้มข้นของตัวอย่างที่วัดได้ (มิลลิกรัม/ลิตร)
	D_{sample}	คือ	Dilution factor ของการเจือจางสารละลายตัวอย่าง
	m_{sample}	คือ	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)
	2.2914	คือ	ค่าคงที่ที่ใช้ในการแปลง P เป็น P_2O_5
	10^6	คือ	ค่าคงที่สำหรับแปลงความเข้มข้น
	100	คือ	ค่าคงที่สำหรับแปลงเปอร์เซ็นต์

แผนผังการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด



ผังก้างปลาการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด



ภาคผนวก 4

การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (ราชกิจจานุเบกษา, 2560)

1.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1.1.1 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัม/ลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1000 มิลลิกรัม/ลิตร 50 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

1.1.2 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 10 มิลลิกรัม/ลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัม/ลิตร 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

1.1.3 การทำ Working standard ความเข้มข้น 0.5, 3, 6, 9, 12 และ 15 มิลลิกรัม/ลิตร

1.1.3.1 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 10 มิลลิกรัม/ลิตร 5 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Suppressor 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

1.1.3.2 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 3, 6, 9, 12 และ 15 มิลลิกรัม/ลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 100 มิลลิกรัม/ลิตร 3, 6, 9, 12 และ 15 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ เติมสารละลาย Suppressor 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

1.2 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1.2.1 ชั่งตัวอย่างปุ๋ย 0.2xxx ถึง 1.xxxx กรัม ใส่ Volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร

1.2.2 เติมน้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน กรณีที่สารละลายมีตะกอน กรองผ่านกระดาษกรอง

1.3 การวิเคราะห์

1.3.1 นำ Working standard 0.5, 3, 6, 9, 12 และ 15 มิลลิกรัม/ลิตร เติม Suppressor 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

1.3.2 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร หรือตามความเหมาะสมให้ความเข้มข้นอยู่ในช่วงการวัด ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม Suppressor 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน

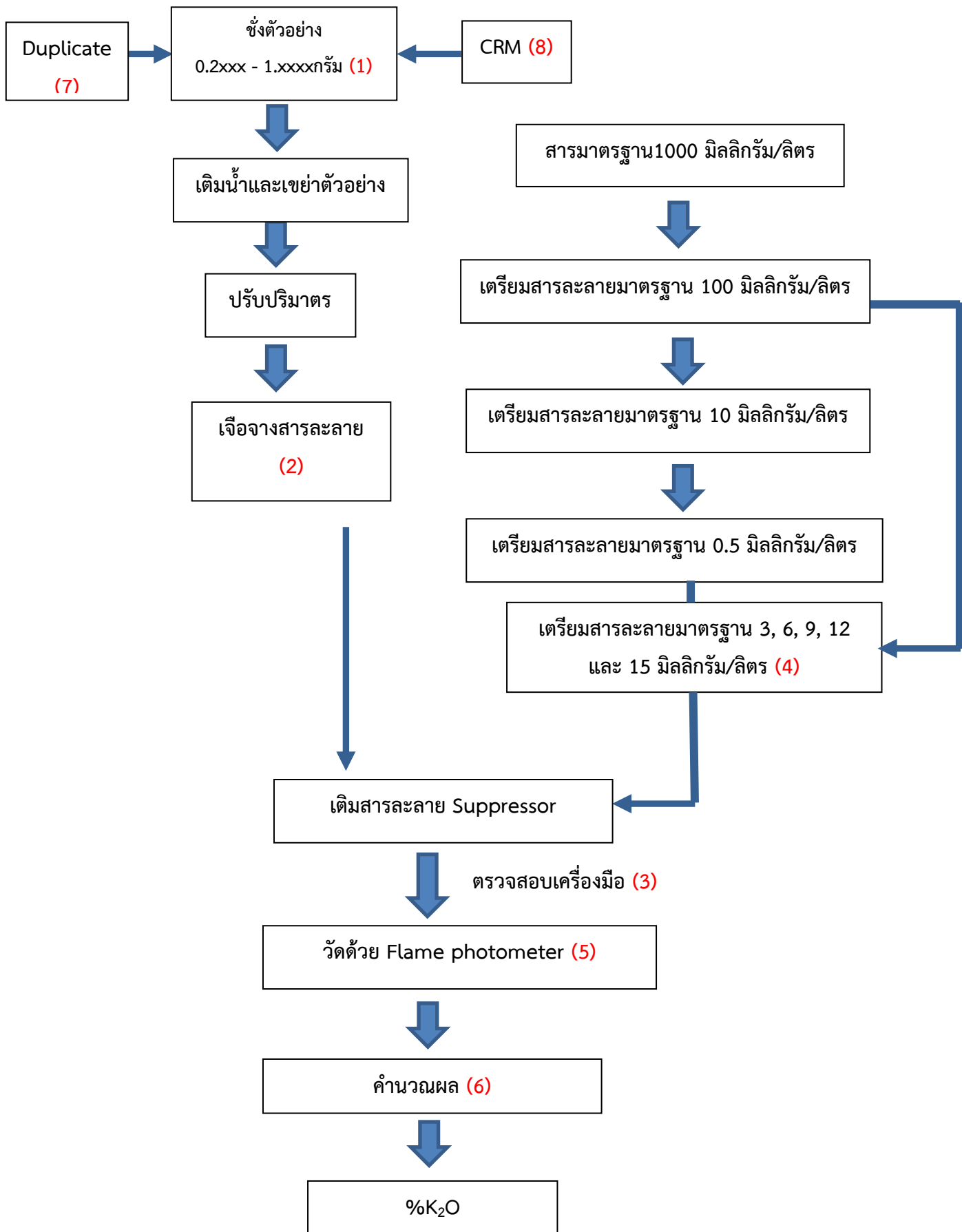
1.3.3 วัดด้วยเครื่อง Flame photometer

2. การคำนวณ

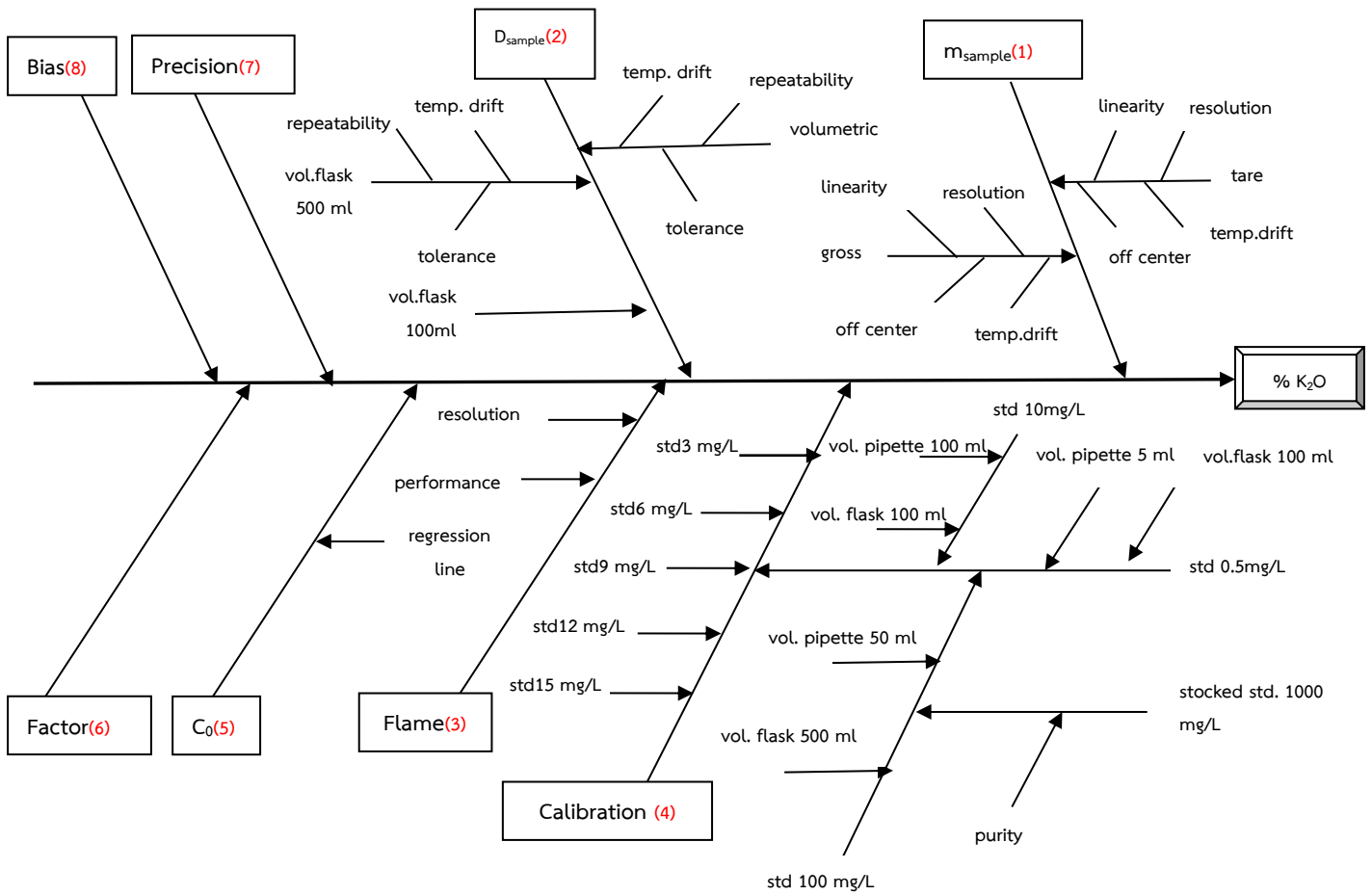
$$\%K_2O = \frac{C_0 \cdot D_{sample} \cdot 100 \cdot 1.2046}{m_{sample} \cdot 10^6}$$

เมื่อ	C_0	คือ	ความเข้มข้นของตัวอย่างที่วัดได้ (มิลลิกรัม/ลิตร)
	D_{sample}	คือ	Dilution factor ของการเจือจางสารละลายตัวอย่าง
	m_{sample}	คือ	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)
	1.2046	คือ	ค่าคงที่ที่ใช้ในการแปลง K เป็น K_2O
	10^6	คือ	ค่าคงที่สำหรับแปลงความเข้มข้น
	100	คือ	ค่าคงที่สำหรับแปลงเปอร์เซ็นต์

แผนผังการวิเคราะห์โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้



ผังก้างปลาการวิเคราะห์โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้





กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
กลุ่มวิจัยเทคโนโลยี



เลขที่ 50 ถนนพหลโยธิน
แขวงลาดยาว เขตจตุจักร
กรุงเทพฯ 10900



02-579-8600 ต่อ 702



ptdoa@doa.in.th