

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๔๙๒ (พ.ศ. ๒๕๕๕)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สีย้อมสังเคราะห์ : สีรีแอกทีฟ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อมสังเคราะห์ : สีรีแอกทีฟ
มาตรฐานเลขที่ มอก. 740 - 2551

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
ฉบับที่ ๓๖๓๑ (พ.ศ. ๒๕๔๙) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อมสังเคราะห์ : สีรีแอกทีฟ ลงวันที่ ๑๒
ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๙ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๓๘๑๗ (พ.ศ. ๒๕๕๐)
เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อมสังเคราะห์ : สีรีแอกทีฟ (แก้ไขครั้งที่ ๑) ลงวันที่ ๑๙
พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๐ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อมสังเคราะห์
: สีรีแอกทีฟ มาตรฐานเลขที่ มอก. 740 - 2555 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สีย้อมสังเคราะห์ : สีรีแอกทีฟ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 740 - 2555 ใช้บังคับเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๕

ประเสริฐ บุญชัยสุข

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สีย้อมสังเคราะห์ : สิริแอกทีฟ

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะสีย้อมสังเคราะห์ : สิริแอกทีฟ สำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “สิริแอกทีฟ”

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 สีย้อมสังเคราะห์ (synthetic dyestuff) หมายถึง สารให้สีที่สังเคราะห์ขึ้น ละลายน้ำได้หรือกระจายตัวในน้ำ และจับติดวัสดุได้โดยตรงหรือด้วยการชักนำโดยปฏิกิริยาในกระบวนการย้อมหรือกระบวนการพิมพ์
- 2.2 สิริแอกทีฟ (reactive dye) หมายถึง สีย้อมสังเคราะห์ที่ทำปฏิกิริยาเคมีกับเส้นใยเกิดพันธะโคเวเลนต์ (covalent bond) สีชนิดนี้ใช้ย้อมได้ทั้งเส้นใยเซลลูโลส เช่น ฝ้าย และเส้นใยโปรตีน เช่น ไหม
- 2.3 ค่าความแตกต่างของสี (colour difference, ΔE) หมายถึง ความแตกต่างของสีสีหนึ่งกับสีมาตรฐานของสี นั้นที่ผู้ทำกำหนด

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 3.1 คุณลักษณะด้านความปลอดภัย

- 3.1.1 แอโรแมติกเอมีนที่เป็นอันตราย

สิริแอกทีฟต้องไม่แตกตัวให้แอโรแมติกเอมีนที่เป็นอันตรายตามตารางที่ 1 หรือถ้ามีการแตกตัวให้ แอโรแมติกเอมีนที่เป็นอันตราย (แอโรแมติกอิมิเนส) แต่ละตัวต้องไม่เกิน 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.3

ตารางที่ 1 รายชื่อแอรอแมติกแอมีนที่เป็นอันตราย
(ข้อ 3.1.1)

ลำดับ ที่	หมายเลข CAS (CAS number)	ชื่อสาร (substance)	
1	92-67-1	biphenyl-4-ylamine 4-aminobiphenyl Xenylamine	ไบฟีนิล-4-อิลามีน 4-แอมิโนไบฟีนิล ซีนิลามีน
2	92-87-5	benzidine	เบนซิดีน
3	95-69-2	4-chloro-o-toluidine	4-คลอโร-ออร์โท-โทลูอิดีน
4	91-59-8	2-naphthylamine	2-แนฟทิลามีน
5	97-56-3	o-aminoazotoluene 4-amino-2',3-dimethylazobenzene 4-o-tolylazo-o-toluidine	ออร์โท-แอมิโนเอโซโทลูอีน 4-แอมิโน-2',3-ไดเมทิลเอโซเบนซีน 4-ออร์โท-โทลิลเอโซ-ออร์โท-โทลูอิดีน
6	99-55-8	5-nitro-o-toluidine	5-ไนโตร-ออร์โท-โทลูอิดีน
7	106-47-8	4-chloroaniline	4-คลอโรแอนิลีน
8	615-05-4	4-methoxy-m-phenylenediamine	4-เมทอกซี-เมตะ-ฟีนิลีนไดแอมีน
9	101-77-9	4,4'-methylenedianiline 4,4'-diaminodiphenylmethane	4,4'-เมทิลีนไดแอนิลีน 4,4'-ไดแอมิโนไดฟีนิลมีเทน
10	91-94-1	3,3'-dichlorobenzidine 3,3'-dichlorobiphenyl-4,4'-ylenediamine	3,3'-ไดคลอโรเบนซิดีน 3,3'-ไดคลอโรไบฟีนิล-4,4'-อิลีนไดแอมีน
11	119-90-4	3,3'-dimethoxybenzidine o-dianisidine	3,3'-ไดเมทอกซีเบนซิดีน ออร์โท-ไดแอนิสิดีน
12	119-93-7	3,3'-dimethylbenzidine 4,4'-bi-o-toluidine	3,3'-ไดเมทิลเบนซิดีน 4,4'-ไบ-ออร์โท-โทลูอิดีน
13	838-88-0	4,4'-methylenedi-o-toluidine	4,4'-เมทิลีนได-ออร์โท-โทลูอิดีน
14	120-71-8	6-methoxy-m-toluidine p-cresidine	6-เมทอกซี-เมตะ-โทลูอิดีน พารา-ครีซิดีน
15	101-14-4	4,4'-methylene-bis-(2-chloro-aniline) 2,2'-dichloro-4,4'-methylene-dianiline	4,4'-เมทิลีน-บิส-(2-คลอโร-แอนิลีน) 2,2'-ไดคลอโร-4,4'-เมทิลีน-ไดแอนิลีน
16	101-80-4	4,4'-oxydianiline	4,4'-ออกซีไดแอนิลีน
17	139-65-1	4,4'-thiodianiline	4,4'-ไทโอไดแอนิลีน
18	95-53-4	o-toluidine 2-aminotoluene	ออร์โท-โทลูอิดีน 2-แอมิโนโทลูอีน
19	95-80-7	4-methyl-m-phenylenediamine	4-เมทิล-เมตะ-ฟีนิลีนไดแอมีน

ตารางที่ 1 รายชื่อแโรแมติกแอมีนที่เป็นอันตราย (ต่อ)

ลำดับ ที่	หมายเลข CAS (CAS number)	ชื่อสาร (substance)	
20	137-17-7	2,4,5-trimethylaniline	2,4,5-ไทรเมทิลแอนิลีน
21	90-04-0	o-anisidine 2-methoxyaniline	ออร์โท-แอนิซิดีน 2-เมทอกซีแอนิลีน
22	60-09-3	4-aminoazobenzene p-aminoazobenzene	4-แอมิโนเอโซเบนซีน พารา-แอมิโนเอโซเบนซีน
23	95-68-1	2,4-xylydine	2,4-ไซลิดีน
24	87-62-7	2,6-xylydine	2,6-ไซลิดีน

- 3.1.2 โลหะหนักที่ปนเปื้อน
ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 2
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.4

ตารางที่ 2 โลหะหนักที่ปนเปื้อน
(ข้อ 3.1.2)

โลหะหนัก	เกณฑ์ที่กำหนด mg/kg
ตะกั่ว	100
ปรอท	4
แคดเมียม	20
โครเมียมทั้งหมด	100
โครเมียม (VI)	25
ทองแดง	250
นิกเกิล	200
โคบอลต์	500

หมายเหตุ กรณีที่สีรีแอกทีฟไม่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบเชิงซ้อนอยู่ในโครงสร้าง
ผู้ทำต้องแจ้งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และให้ยกเว้น
ไม่ต้องทดสอบโลหะหนักนั้น

- 3.2 การละลายน้ำ (ยกเว้นสีที่เป็นของเหลว)
ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าที่ระบุไว้ในคู่มือแนะนำของผู้ทำ
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.5

3.3 ค่าความแตกต่างของสี

ค่าความแตกต่างของสีต้องไม่เกิน 0.5 หน่วยซีเอ็มซี (Colour Measurement Committee, CMC unit)

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.6

3.4 ความคงทนของสีต่อแสง (แสงซินอนอาร์ก)

ต้องมีระดับความคงทนของสีต่อแสงเป็นไปตามที่ผู้ทำระบุไว้ในคู่มือแนะนำของผู้ทำ โดยจะคลาดเคลื่อนจากค่าที่ระบุได้ไม่เกินครึ่งระดับ*

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.7

*หมายเหตุ * ถ้าค่าที่ระบุเป็นระดับ 3 ระดับที่ตรวจสอบได้ต้องไม่น้อยกว่าระดับ 2-3 หรือถ้าค่าที่ระบุเป็น 3-4 ระดับที่ตรวจสอบได้ต้องไม่น้อยกว่าระดับ 3*

3.5 ความคงทนของสีต่อการซัก

ต้องมีระดับความคงทนของสีต่อการซักเป็นไปตามที่ผู้ทำระบุไว้ในคู่มือแนะนำของผู้ทำ โดยจะคลาดเคลื่อนจากค่าที่ระบุได้ไม่เกินครึ่งระดับ*

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.8

*หมายเหตุ * ถ้าค่าที่ระบุเป็นระดับ 3 ระดับที่ตรวจสอบได้ต้องไม่น้อยกว่าระดับ 2-3 หรือถ้าค่าที่ระบุเป็น 3-4 ระดับที่ตรวจสอบได้ต้องไม่น้อยกว่าระดับ 3*

4. การบรรจุ

4.1 ให้บรรจุสีรีแอกทีฟในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้ง ปิดได้สนิท และไม่ทำปฏิกิริยากับสีรีแอกทีฟ

4.2 หากมิได้ตกลงกันเป็นอย่างอื่น ให้นำหนักสุทธิของสีรีแอกทีฟในแต่ละภาชนะบรรจุเป็น 15 กิโลกรัม 20 กิโลกรัม 25 กิโลกรัม 30 กิโลกรัม และ 60 กิโลกรัม และต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

5. เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่ภาชนะบรรจุสีรีแอกทีฟทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้หรือชื่ออื่นที่สื่อความหมายว่าเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้

(2) ชื่อเฉพาะของสี ประกอบด้วยชื่อทางการค้าและเฉดสี เช่น August Yellow 3R

(3) ความเข้มของสี เป็นร้อยละ (ถ้ามี)

(4) น้ำหนักสุทธิ เป็น กรัมหรือกิโลกรัม

(5) รหัสรุ่นที่ทำและปีที่ทำ

(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

(7) คำเตือนเกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เช่น มีสารพิษ ห้ามรับประทาน

- 5.2 ในคู่มือแนะนำของผู้ทำ อย่างน้อยต้องระบุเกี่ยวกับสมบัติของสี ดังนี้
- (1) ลักษณะของสีว่าเป็นผง หรือของแข็ง หรือของเหลว หรืออื่น ๆ
 - (2) ตัวอย่างที่แสดงปริมาณการติดสีที่ความเข้มต่าง ๆ
 - (3) การละลายน้ำที่อุณหภูมิที่กำหนด เป็นกรัมต่อลิตร
 - (4) ความคงทนของสีต่อแสง
 - (5) ความคงทนของสีต่อการซัก
 - (6) คำแนะนำในการใช้ อย่างน้อยต้องประกอบด้วยกรรมวิธีการย้อมหรือพิมพ์
- 5.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 6.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

7. การทดสอบ

- 6.1 ให้ใช้วิธีวิเคราะห์ที่กำหนดในมาตรฐานนี้หรือวิธีอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนด ในมาตรฐานนี้เป็นวิธีตัดสิน
- 6.2 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น น้ำกลั่นและสารเคมีที่ใช้ต้องมีความบริสุทธิ์เหมาะสมสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ
- 6.3 การทดสอบแอโรแมติกแอมินที่เป็นอันตราย
- 7.3.1 หลักการ
- สีรีแอคทีฟตัวอย่างทำปฏิกิริยากับโซเดียมไดไทโอไนต์ (sodium dithionite) ในสารละลายซีเทรตบัฟเฟอร์ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6 ที่อุณหภูมิ (70 ± 2) องศาเซลเซียส จะเกิดการแตกตัวให้แอโรแมติกแอมินอิสระ ทำให้บริสุทธิ์ขึ้นโดยใช้การสกัดด้วยของเหลว (liquid-liquid extraction) ในไดอะทอมเมเชียสเอิร์ทคอลัมน์ (diatomaceous earth column) ทำให้เข้มข้นขึ้นด้วยเครื่องระเหยระบบสุญญากาศแบบหมุน (rotary vacuum evaporator) และตรวจวัดแอโรแมติกแอมินอิสระด้วยวิธีก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (gas chromatography / mass spectrometry, GC/MS)
- 7.3.2 เครื่องมือ
- 7.3.2.1 เครื่องชั่ง ละเอียดถึง 0.0001 กรัม
 - 7.3.2.2 อ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้ พร้อมเครื่องเขย่า
 - 7.3.2.3 ก๊าซโครมาโทกราฟี / แมสสเปกโตรมิเตอร์
 - 7.3.2.4 เครื่องระเหยระบบสุญญากาศแบบหมุน
 - 7.3.2.5 หลอดทดลองแบบมีฝาปิด ขนาด 30 มิลลิลิตร

7.3.2.6 ไมโครปิเปตต์ (micro pipette) ขนาด (100 ถึง 1 000) ไมโครลิตร และ (20 ถึง 200) ไมโครลิตร

7.3.2.7 ปิเปตต์ ขนาด 1 มิลลิลิตร และ 3 มิลลิลิตร

7.3.3 สารเคมี สารละลาย และวิธีเตรียม

7.3.3.1 สารละลายซิทเรต/โซเดียมไฮดรอกไซด์บัฟเฟอร์ ความเป็นกรด-ด่าง 6 ความเข้มข้น 0.06 โมลต่อลิตร

7.3.3.2 สารละลายโซเดียมไดไทโอไนต์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ต้องเตรียมและใช้งานทันที

7.3.3.3 เทอเชอรี-บิวทิลเมทิลอีเทอร์

7.3.3.4 เมทานอล ชั้นคุณภาพ GC/HPLC

7.3.3.5 ไดอะทอมเซียมซีเอสอีร์ทคอลัมน์

ใช้ไดอะทอมเซียมซีเอสอีร์ทคอลัมน์สำเร็จรูป ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ถึง 30 มิลลิเมตร ยาว 140 มิลลิเมตร 150 มิลลิเมตร หรือเตรียมโดยใช้ไดอะทอมเซียมซีเอสอีร์ท 20 กรัม บรรจุในคอลัมน์แก้วหรือพอลิโพรพิลีนขนาดเดียวกัน

7.3.3.6 สารละลายมาตรฐาน จำนวน 24 รายการ ตามตารางที่ 1

เตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย

7.3.3.7 สารละลายมาตรฐานภายใน (internal standard solution)

ให้เลือกใช้สารใดสารหนึ่งดังต่อไปนี้เป็นสารละลายมาตรฐานภายใน

(1) แนฟทาลีน-ดี 8 (naphthalene-d 8) หมายเลข CAS 1146-65-2

(2) 2, 4, 5-ไทรคลอโรแอนิลีน (2, 4, 5-trichloroaniline) หมายเลข CAS 636-30-6

(3) 4-อะมิโนควินาลดีน (4 aminoquinaldine) หมายเลข CAS 6628-04-2

(4) แอนทราซีน-ดี 10 (anthracene-d-10) หมายเลข CAS 1719-06-8

เตรียมสารละลายมาตรฐานสอบเทียบภายในให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย

7.3.4 วิธีทดสอบ

7.3.4.1 ชั่งสิริแอกทีฟตัวอย่างประมาณ 0.1 กรัม ให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.000 1 กรัม (m_0) ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 30 มิลลิลิตร เติมสารละลายซิทเรตบัฟเฟอร์ 17 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ (70 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วปิดฝา เขย่าให้เข้ากัน นำไปอุ่นในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ (70 ± 2) องศาเซลเซียส พร้อมเขย่าเป็นเวลา 30 นาที

7.3.4.2 เติมสารละลายโซเดียมไดไทโอไนต์ 3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ปิดฝาให้แน่น เขย่าต่อที่อุณหภูมิ (70 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

- 7.3.4.3 นำออกมาทำให้เย็นถึงอุณหภูมิห้องภายใน 2 นาที เช่น แช่ในอ่างน้ำแข็ง แล้วเทสารละลายตัวอย่างลงในไดอะทอมเมเชียสเอิร์ทคอลลัมน์ ปล่อยให้เป็นเวลา 15 นาที
- 7.3.4.4 เติมเทอเซอร์-บิวทิลเมทิลอีเทอร์ 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีตัวอย่าง ปิดฝาเขย่าแรง ๆ เทสารละลายตัวอย่างลงในไดอะทอมเมเชียสเอิร์ทคอลลัมน์ ทำซ้ำโดยใช้ เทอเซอร์-บิวทิลเมทิลอีเทอร์ 10 มิลลิลิตร และ 20 มิลลิลิตร และครั้งสุดท้ายเติมเทอเซอร์-บิวทิลเมทิลอีเทอร์ 40 มิลลิลิตร ลงในคอลลัมน์โดยตรง เก็บสารละลายที่ผ่านคอลลัมน์ในขวดแก้วกันกลม
- 7.3.4.5 นำสารละลายที่ได้ไปทำให้เข้มข้นขึ้นโดยระเหยด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนระบบสูญญากาศ อุณหภูมิของอ่างน้ำร้อนไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส จนสารละลายตัวอย่างเกือบแห้ง (เหลือสารละลายประมาณ 1 มิลลิลิตร)
- 7.3.4.6 เติมเมทานอลปรับปริมาตรที่เหมาะสม บันทึกปริมาตร (V)
- 7.3.4.7 นำสารละลายที่ได้ไปตรวจวัดด้วยก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรมิเตอร์ โดยใช้สารละลายมาตรฐานตามข้อ 7.3.3.6 และสารละลายมาตรฐานภายในตามข้อ 7.3.3.7

7.3.5 วิธีคำนวณ

คำนวณหาปริมาณแอมโมเนียจากสูตร

$$\text{ปริมาณแอมโมเนีย} = \frac{c_s \times V}{m_0}$$

เมื่อ c_s คือ ความเข้มข้นที่วัดได้ เป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

V คือ ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายตัวอย่าง (ตามข้อ 7.3.4.6) เป็นมิลลิลิตร

m_0 คือ มวลของสิริแอกทีฟตัวอย่าง เป็นกรัม

7.4 การวิเคราะห์โลหะหนักที่ปนเปื้อน

7.4.1 การวิเคราะห์โลหะหนักยกเว้นโครเมียมเฮกซะวาเลนต์

7.4.1.1 หลักการ

ย่อยสิริแอกทีฟตัวอย่างด้วยกรดไนตริกเข้มข้นในเครื่องย่อยระบบไมโครเวฟ (microwave digestion)

วิเคราะห์หาโลหะหนักด้วยวิธีอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรเมตรี (atomic absorption

spectrometry, AAS) หรือด้วยวิธีอินดักทีฟลีคัปเปิลพลาสมาสเปกโตรเมตรี (inductively coupled plasma spectrometry, ICP)

7.4.1.2 เครื่องมือ

(1) เครื่องชั่ง ละเอียดถึง 0.0001 กรัม

(2) เครื่องย่อยระบบไมโครเวฟ ที่มีระบบควบคุมและตรวจวัดอุณหภูมิและความดัน มีระบบป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้งาน สามารถปล่อยความดันออกเมื่อมีความดันเกินความดันที่ตั้งไว้ พร้อมหลอดสำหรับย่อย (digestion vessel) ขนาด 120 มิลลิลิตร

(3) อะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์หรืออินดักทีฟลีคัปเปิลพลาสมาสเปกโตรมิเตอร์

7.4.1.3 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

- (1) กรดไนตริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.49 กรัมต่อมิลลิลิตร
- (2) สารละลายกรดไนตริก ร้อยละ 0.2 โดยปริมาตร สารละลายนี้ใช้สำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐานโลหะหนักเพื่อตรวจวัดด้วยอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรมิเตอร์
ใช้ปิเปตต์ดูดกรดไนตริกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 000 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นอยู่ประมาณ 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร
- (3) สารละลายกรดไนตริก ร้อยละ 1.0 โดยปริมาตร สารละลายนี้ใช้สำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐานโลหะหนักเพื่อตรวจวัดด้วยอินดักทีฟลีคัปเปิลพลาสมาสเปกโทรมิเตอร์
ใช้ปิเปตต์ดูดกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 000 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นอยู่ประมาณ 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร
- (4) สารละลายมาตรฐานโลหะหนัก
เตรียมสารละลายมาตรฐานโลหะหนักความเข้มข้นที่เหมาะสมในช่วงที่ต้องการวัด อย่างน้อย 3 ความเข้มข้น กรณีที่ตรวจวัดด้วยอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรมิเตอร์ ใช้สารละลายกรดไนตริก ร้อยละ 0.2 โดยปริมาตร เป็นตัวทำละลาย กรณีที่ตรวจวัดด้วยอินดักทีฟลีคัปเปิลพลาสมาสเปกโทรมิเตอร์ ใช้สารละลายกรดไนตริก ร้อยละ 1.0 โดยปริมาตร เป็นตัวทำละลาย

7.4.1.4 วิธีทดสอบ

- (1) ชั่งสิริแอกทีฟตัวอย่างในช่วง 0.25 กรัม ถึง 0.5 กรัม ให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.000 1 กรัม (m) ใสลงในหลอดสำหรับย่อย
- (2) เติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ถึง 10 มิลลิลิตร หรือตามที่ระบุในคู่มือการใช้งานของเครื่องย่อยระบบไมโครเวฟ
- (3) ปรับอุณหภูมิและความดันของเครื่องย่อยระบบไมโครเวฟ ตามภาวะที่กำหนดในคู่มือการใช้งาน ย่อยตัวอย่าง
- (4) หลังการย่อย ปล่อยให้เย็นอุณหภูมิของสารละลายตัวอย่างลดลงเท่าอุณหภูมิห้อง เทใส่ขวดแก้วปริมาตร ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร (V)
- (5) นำสารละลายตัวอย่างไปตรวจวัดด้วยอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรมิเตอร์ หรืออินดักทีฟลีคัปเปิลพลาสมาสเปกโทรมิเตอร์ เทียบกับกราฟมาตรฐานสอบเทียบที่ได้จากการวัดสารละลายมาตรฐานโลหะหนักแต่ละตัว หากความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างเกินกว่าช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโลหะหนักในกราฟสอบเทียบ ให้เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น แล้ววัดใหม่

7.4.1.5 วิธีคำนวณ

คำนวณหาปริมาณโลหะหนักแต่ละตัว จากสูตร

$$\text{ปริมาณโลหะหนัก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม} = \frac{c \times V \times F}{m}$$

เมื่อ c คือ ความเข้มข้นที่วัดได้จากกราฟสอบเทียบ เป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

V คือ ปริมาตรของสารละลายที่เตรียมได้ เป็นมิลลิลิตร

F คือ จำนวนเท่าที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นเทียบกับปริมาตรเดิม เป็นเท่า

m คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

7.4.2 การวิเคราะห์โครเมียมเฮกซะวาเลนต์

7.4.2.1 หลักการ

สกัดโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ในซีรีส์แอคทีฟตัวอย่างด้วยสารละลายสำหรับสกัด (digestion solution) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ถึง 95 องศาเซลเซียส กรอง ปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น (9.0 ± 0.5) และนำสารละลายที่ได้ไปตรวจวัดด้วยวิธีไอออนโครมาโทกราฟี (ion chromatography) เทียบกับสารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์

7.4.2.2 เครื่องมือ

- (1) เครื่องชั่ง ละเอียดถึง 0.0001 กรัม
- (2) เครื่องให้ความร้อนพร้อมเครื่องคนแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (90 ± 5) องศาเซลเซียส
- (3) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.01
- (4) ไอออนโครมาโทกราฟี

7.4.2.3 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

- (1) สารละลายกรดไนตริก 5 โมลต่อลิตร
- (2) แมกนีเซียมคลอไรด์
- (3) สารละลายสำหรับสกัด
ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (20 ± 0.5) กรัม และโซเดียมคาร์บอเนต (30.0 ± 0.05) กรัม ในน้ำกลั่น และเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดพลาสติกพอลิเอทิลีน สารละลายนี้มีอายุการใช้งาน 1 เดือน
- (4) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์
ละลายไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) 87.09 กรัม และโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 68.04 กรัม ในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 000 มิลลิลิตร

- (5) สารละลายบัฟเฟอร์
ละลายแอมโมเนียมซัลเฟต 33 กรัมในน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร เติมสารละลายแอมโมเนียร้อยละ 30 โดยมวล 6.5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร
- (6) สารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์
เตรียมสารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ ความเข้มข้นที่เหมาะสมในช่วงที่ต้องการ วัดอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น โดยเตรียมจากสารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ 1 000 มิลลิกรัมต่อลิตร และใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย
- (7) ตัวชะ (eluant)
ละลายแอมโมเนียมซัลเฟต 33 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมสารละลายแอมโมเนียร้อยละ 30 โดยมวล 6.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 000 มิลลิลิตร แล้วไล่ก๊าซด้วยฮีเลียม 5 นาที ถึง 10 นาที ก่อนใช้งาน
- (8) สารทำปฏิกิริยาหลังแยก (post-column reagent)
เตรียมสารละลาย 2 ชนิด คือ
 - ก) ละลาย 1,5 - ไดฟีนิลคาร์บาไซด์ 0.5 กรัม ในเมทานอล 100 มิลลิลิตร
 - ข) เติมกรดซัลฟิวริก ร้อยละ 98 จำนวน 28 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วไล่ก๊าซด้วยฮีเลียมนำสารละลาย ข) เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 000 มิลลิลิตร

7.4.2.4 วิธีทดสอบ

- (1) ชั่งสิริแอกทีฟตัวอย่าง (2.5 ± 0.1) กรัม ให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.000 1 กรัม (*m*) ใส่ในหลอดสำหรับย่อย (digestion vessel) เติมสารละลายสำหรับสกัด 50 มิลลิลิตร แมกนีเซียมคลอไรด์ 400 มิลลิกรัม สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.5 มิลลิลิตร
- (2) คนสารละลายในข้อ (1) บนเครื่องคนแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic stirrer) เป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที ให้ความร้อนพร้อมคน ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ถึง 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 60 นาที
- (3) ปลอ่ยให้สารละลายตัวอย่างเย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง กรอง ล้างด้วยน้ำกลั่น เก็บน้ำที่ล้างรวมกับสารละลายที่กรองได้ ปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น (9.0 ± 0.5) โดยใช้กรดไนตริกเข้มข้น ใสลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร
- (4) เตรียมสารละลายแบล็กเช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างทุกประการแต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง
- (5) นำสารละลายที่ได้มาปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้ได้ 9 ถึง 9.5 ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ แล้วไปตรวจวัดด้วยไอออนโครมาโทกราฟี เทียบกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ โดยมีสภาวะดังนี้

คอลัมน์:	การ์ดคอลัมน์ – ไคโอเนซ ไอออนแพค เอ็นจีไอ (Dionex IonPac NGI) คอลัมน์แยก – ไคโอเนซ ไอออนแพค เอเอส7 (Dionex IonPac AS7) หรือคอลัมน์ชนิดอื่นที่เทียบเท่า
ตัวชะ:	สารละลายตัวชะข้อ 7.4.2.3 (7) อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที
คอลัมน์:	สารทำปฏิกิริยาหลังแยก ข้อ 7.4.2.3 (8) อัตราการไหล 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที
ตัวตรวจหา:	ยูวีที่ 530 นาโนเมตร

7.4.3 วิธีคำนวณ

คำนวณหาปริมาณโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ จากสูตร

$$\text{ปริมาณโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม} = \frac{(c_s - c_d) \times V \times F}{m}$$

เมื่อ c_s คือ ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่วัดได้เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐาน เป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

c_d คือ ความเข้มข้นของสารละลายเบลงก์ที่วัดได้เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐาน เป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

V คือ ปริมาตรสุดท้าย เป็นมิลลิลิตร

F คือ จำนวนเท่าที่เจือจาง เป็นเท่า

m คือ มวลของสิริแอกทีฟตัวอย่าง เป็นกรัม

7.5 การทดสอบการละลายน้ำ

7.5.1 เครื่องมือ

7.5.1.1 ตู้อบ ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (60 ± 2) องศาเซลเซียส

7.5.1.2 เครื่องดูดอากาศ (suction)

7.5.1.3 เดชกเคเตอร์

7.5.1.4 เครื่องชั่ง ละเอียดถึง 0.0001 กรัม

7.5.2 วิธีทดสอบ

อบสิริแอกทีฟตัวอย่างที่อุณหภูมิ (60 ± 2) องศาเซลเซียส จนมวลคงที่ ปล่อยให้เย็นในเดชกเคเตอร์ แล้วชั่งสิริแอกทีฟตัวอย่างมาตามค่าที่ระบุในข้อ 5.2 (3) ให้ทราบมวลที่แน่นอน ใส่ลงในบีกเกอร์ ละลายด้วยน้ำกลั่นเดือดจำนวนเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร ทำให้มีอุณหภูมิตามที่ระบุในข้อ 5.2 (3) คนให้เข้ากัน ถ้าสารละลายใสให้เติมสิริแอกทีฟตัวอย่างลงไปอีกครั้งละร้อยละ 5 ของมวลเดิมจนเห็นว่าไม่มีผงสีเหลืออยู่ คนต่อไปอีก 15 นาที จนแน่ใจว่าตะกอนไม่ละลายอีกแล้ว โดยยังคงอุณหภูมิของสารละลายไว้ตามที่กำหนด แล้วบันทึกมวลของสิริแอกทีฟตัวอย่างที่ใช้ กรองผ่านกระดาษกรองวัด

แมนเบอร์ 42 หรือเทียบเท่าที่อบแห้งและทราบมวลแล้ว โดยใช้เครื่องดูดอากาศช่วย อบที่อุณหภูมิ (60 ± 2) องศาเซลเซียส จนมวลคงที่ ปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่ง

หมายเหตุ ในการทดสอบสามารถลดสัดส่วนของสีรีแอกทีฟตัวอย่างให้เหมาะสมกับปริมาตรรวมของสารละลาย 100 มิลลิลิตร

7.5.3 วิธีคำนวณ

7.5.3.1 คำนวณหาการละลายน้ำ จากสูตร

$$s = m_0 - m_1$$

เมื่อ s คือ การละลายน้ำ เป็นกรัมต่อลิตร

m_0 คือ มวลของสีรีแอกทีฟตัวอย่างที่ใช้ เป็นกรัม

m_1 คือ มวลของสีรีแอกทีฟตัวอย่างส่วนที่ไม่ละลายน้ำ เป็นกรัม

7.5.3.2 เปรียบเทียบการละลายน้ำตามข้อ 7.5.3.1 กับคู่มือแนะนำของผู้ทำ เป็นร้อยละ

7.6 การทดสอบค่าความแตกต่างของสี

7.6.1 เครื่องมือ

7.6.1.1 เครื่องชั่ง ละเอียดถึง 0.000 1 กรัม

7.6.1.2 เครื่องย้อมที่มีภาชนะไม่น้อยกว่า 2 ใบ สำหรับย้อมผ้าตัวอย่างได้พร้อมกัน และควบคุมอุณหภูมิของน้ำย้อมให้คงที่ได้ (ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 1 องศาเซลเซียส)

7.6.1.3 มาตรฐานเทียบสี (colourimeter) ที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน (Illuminant) D_{65} มีช่องเปิดสำหรับวางตัวอย่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่า 2 เซนติเมตร และสามารถให้ค่าความแตกต่างของสีของตัวอย่างที่เปรียบเทียบได้ละเอียดถึง 0.1 หน่วย CMC

7.6.1.4 ผ้าฝ้ายลายขัดสีขาวที่ทอด้วยเส้นด้ายฝ้ายขนาด 9.8 เท็กซ์ หรือ 14.8 เท็กซ์ ที่ผ่านการฟอกขาวและทำความสะอาด ปราศจากแป้งและสารตกค้าง หรือผ้าฝ้ายตามที่ผู้ทำกำหนด ในการทดสอบแต่ละครั้ง ให้ใช้ผ้าฝ้ายชนิดเดียวกัน

7.6.1.5 สีรีแอกทีฟมาตรฐาน ที่ผู้ทำกำหนดเพื่อใช้เป็นสีมาตรฐานสำหรับการเทียบสีตัวอย่างและนำมามอบให้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

7.6.2 วิธีย้อม

7.6.2.1 ย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอกทีฟมาตรฐานตามคู่มือแนะนำของผู้ทำ ให้ได้ระดับความเข้มของสีมาตรฐาน 1/1 แล้วรีดให้เรียบที่อุณหภูมิเหมาะสมกับเส้นใย

7.6.2.2 ย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอกทีฟตัวอย่างในอีกภาชนะหนึ่งควบคู่ไปกับการย้อมในข้อ 7.6.2.1 โดยใช้ปริมาณสีรีแอกทีฟตัวอย่างและน้ำหนักผ้าเท่ากับที่ใช้ในข้อ 7.6.2.1 และให้ใช้ภาวะและวิธีการย้อมที่เหมือนกันทุกประการ แล้วรีดให้เรียบ

7.6.3 วิธีทดสอบ

ให้ใช้มาตรเทียบสีหาค่าความแตกต่างของสีของผ้าข้อมตามข้อ 7.6.2.1 และข้อ 7.6.2.2 โดยให้ทบผ้าหลาย ๆ ชั้นจนแสงไม่สามารถส่องผ่านได้

7.7 การทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (แสงซินอนอาร์ก)

ข้อมผ้าฝ้ายตามข้อ 7.6.2.2 แล้วทดสอบตาม มอก.121 เล่ม 2

7.8 การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอก

ข้อมผ้าฝ้ายตามข้อ 7.6.2.2 แล้วทดสอบตาม มอก.121 เล่ม 3 วิธีที่ 1

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 6.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง สิริเอกที่ฟรื่อเดียวกัน ที่ทำขึ้นในคราวเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
 - ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก
 - ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ
 - ก.2.1.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 5. จึงจะถือว่าสิริเอกที่ฟรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
 - ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ
 - ก.2.2.1 ให้ใช้ตัวอย่างจากข้อ ก.2.1.1 โดยชักตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุ ที่ระดับต่าง ๆ กัน 3 จุด จุดละเท่า ๆ กัน นำมารวมกันให้ได้น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 100 กรัม
 - ก.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3. จึงจะถือว่าสิริเอกที่ฟรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.3 เกณฑ์ตัดสิน
สิริเอกที่ฟรื่อตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 และข้อ ก.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าสิริเอกที่ฟรูนนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้