



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 740-2563

สีสังเคราะห์ : สีรีแอคทีฟ

SYNTHETIC DYESTUFFS : REACTIVE DYE

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 87.060.10

ISBN 978-616-475-987-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สีสังเคราะห์ : สีรีแอกทีฟ

มอก. 740-2563

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 139 ตอนพิเศษ 60 ง
วันที่ 15 มีนาคม พุทธศักราช 2565

อนุกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 36/1 สีย้อมผ้า สีย้อมผ้าและสีสังเคราะห์

อนุกรรมการรายสาขา คณะที่ 36/1 สีย้อมผ้า สีย้อมผ้าและสีสังเคราะห์ ได้รับการแต่งตั้งจากกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 36 สิ่งทอ ให้จัดทำร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสีสังเคราะห์ : สีรีแอคทีฟ ดังรายชื่อต่อไปนี้

ประธาน

นายเชมชาติ สุรกุล

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

กรรมการ

นายปิลันธน์ ธรรมมงคล

ผู้ทรงคุณวุฒิ

นางอารีรัตน์ โพธิ์สุวรรณ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

นางสาวทรงศิริ จุมพล

สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

นางสาวอุษา แสงวัฒนาโรจน์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางทิพวรรณ พานิชการ

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

นางสุปรียา อุนนาทรวงการ

สมาคมอุตสาหกรรมฟอกลีย้อมพิมพ์และตกแต่งสิ่งทอไทย

นายโอฬาร รวยฟูพันธ์

นายชาติชาย สิงหเดช

กลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

นายกำจร ชื่นชูจิตต์

กลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

นายพรชัย อุฬารพินยผล

บริษัท ไดสตาร์ไทย จำกัด

นายภาวิต นิธิธนภัทร

บริษัท พิสิษฐ์ อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด

นายโยธิน ชิวอารี

บริษัท บี.ยู.เทรตติ้ง จำกัด

อนุกรรมการและเลขานุการ

นางสาวธารินี คล้าจ้อย

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีสังเคราะห์ : สีสีแอทฟี่ นี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อม : สีสีแอทฟี่ มาตรฐานเลขที่ มอก.740-2530 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 104 ตอนที่ 265 ง วันที่ 24 ธันวาคม พุทธศักราช 2530 และประกาศยกเลิกและกำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อมสังเคราะห์ : สีสีแอทฟี่ มาตรฐานเลขที่ มอก. 740-2555 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130 ตอนพิเศษ 20 ง วันที่ 12 กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2556 ต่อมาเมื่อมีผู้เสนอให้แก้ไขเพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้น จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสีสังเคราะห์: สีสีแอทฟี่ นี้ เป็นเล่มหนึ่งในชุดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสีสังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย

มอก. 739-2563	สีสังเคราะห์: สีไคเร็กซ์
มอก. 740-2563	สีสังเคราะห์: สีสีแอทฟี่
มอก. 760-2563	สีสังเคราะห์: สีแวต
มอก. 2344-2563	สีสังเคราะห์: สีซิลเฟอร์
มอก. 2532-2563	สีสังเคราะห์: สีแอซิด

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ISO 14362-1:2017	Textiles -- Methods for determination of certain aromatic amines derived from azo colorants -- Part 1: Detection of the use of certain azo colorants accessible with and without extracting the fibres
BEUC/X/110/2004	The EU Eco-label - less hazardous chemicals in everyday consumer products
EPA Method 3052 December 1996	Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices
EPA Method 3060 December 1996	Alkaline digestion for hexavalent chromium
EPA Method 7199 December 1996	Determination of hexavalent chromium in drinking water, groundwater and industrial wastewater effluents by ion chromatography

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ซึ่ง แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2558



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๖๓๙๑ (พ.ศ. ๒๕๖๔)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สีย้อมสังเคราะห์ : สิริแอกทีฟ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อมสังเคราะห์ : สิริแอกทีฟ มาตรฐานเลขที่ มอก. 740-2555

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๔๙๒ (พ.ศ. ๒๕๕๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อมสังเคราะห์ : สิริแอกทีฟ ลงวันที่ ๒๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๕๕ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อมสังเคราะห์ : สิริแอกทีฟ มาตรฐานเลขที่ มอก. 740-2563 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่กฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีย้อมสังเคราะห์ : สิริแอกทีฟ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 740-2563 ใช้บังคับ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๔ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

สุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สีสังเคราะห์: สีรีแอคทีฟ

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะความปลอดภัยของสีสังเคราะห์: สีรีแอคทีฟ สำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอและเครื่องหนัง ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “สีรีแอคทีฟ”

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 สีรีแอคทีฟ (reactive dye) หมายถึง สีสังเคราะห์ที่ทำปฏิกิริยาเคมีกับเส้นใยเกิดพันธะโคเวเลนต์ (covalent bond) สีชนิดนี้ใช้ย้อมได้ทั้งเส้นใยเซลลูโลส เช่น ฝ้าย และเส้นใยโปรตีน เช่น ไหม
- 2.2 สีสังเคราะห์ (synthetic dyestuff) หมายถึง สารให้สีที่สังเคราะห์ขึ้นละลายน้ำได้หรือกระจายตัวในน้ำ และจับติดวัสดุได้โดยตรงหรือด้วยการชักนำโดยปฏิกิริยาทางเคมี

3. คุณสมบัติที่ต้องการ

- 3.1 คุณสมบัติด้านความปลอดภัย

- 3.1.1 แอโรแมติกเอมีนที่เป็นอันตราย

สีรีแอคทีฟต้องไม่แตกตัวให้แอโรแมติกเอมีนที่เป็นอันตราย (แอโรแมติกอิมิเนส) ตามตารางที่ 1 หรือถ้ามีการแตกตัวให้แอโรแมติกเอมีนที่เป็นอันตราย แต่ละตัวต้องไม่เกิน 150 mg/kg

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ISO 14362-1

ตารางที่ 1 รายชื่อแอโรแมติกเอมีนที่เป็นอันตราย

(ข้อ 3.1.1)

ลำดับที่	หมายเลข CAS (CAS number)	ชื่อสาร (substance)	
1	92-67-1	biphenyl-4-ylamine 4-aminobiphenyl xenylamine	ไบฟีนิล-4-อิลามีน 4-เอมีโนไบฟีนิล 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-เอมีโนเอโซโทลูอีน 4-เอมีโน-2',3-ไดเมทิลเอโซเบนซีน 4-ออร์โท-โทลิลเอโซ-ออร์โท-โทลูอิดีน

ตารางที่ 1 รายชื่อแอรเมติกแอมีนที่เป็นอันตราย(ต่อ)

ลำดับที่	หมายเลข CAS (CAS number)	ชื่อสาร (substance)	
6	99-55-8	5-nitro-o-toluidine 2-amino-4-nitrotoluene	5-ไนโตร-ออร์โท-โทลูอิดีน 2-แอมิโน-4-ไนโตรโทลูอีน
7	106-47-8	4-chloroaniline	4-คลอโรแอนิลีน
8	615-05-4	4-methoxy-m-phenylenediamine 2,4-diaminoanisole	4-เมทอกซี-เมตะ-ฟีนิลีนไดแอมีน 2,4-ไดแอมิโนอะนิโซล
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 2,4-toluyldiamine 2,4-diaminotoluene	4-เมทิล-เมตะ-ฟีนิลีนไดแอมีน 2,4-โทลูอีนไดแอมีน 2,4-ไดแอมิโนโทลูอีน
20	137-17-7	2,4,5-trimethylaniline	2,4,5-ไตรเมทิลแอนิลีน
21	90-04-0	o-anisidine 2-methoxyaniline	ออร์โท-แอนิสิดีน 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

หมายเหตุ ต้องไม่ใช้สารเบนซิดีน และสารประกอบเบนซิดีนตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2537)

3.1.2 โลหะหนักที่ปนเปื้อน

ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม ข้อ 7.2

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 กรณีที่สีรีแอกทีฟมีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบเชิงซ้อนอยู่ในโครงสร้าง ผู้ทำต้องแจ้งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและให้ยกเว้นไม่ต้องทดสอบโลหะหนักนั้น

4. การบรรจุ

- 4.1 ให้บรรจุสีรีแอกทีฟในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ปิดได้สนิทและสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับสีรีแอกทีฟได้
- 4.2 หากมิได้มีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น ให้น้ำหนักสุทธิของสีรีแอกทีฟในแต่ละภาชนะบรรจุเป็น 15 kg 20 kg 25 kg 30 kg และ 60 kg และต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

5. เครื่องหมายและฉลาก

- 5.1 ที่ภาชนะบรรจุสีรีแอกทีฟทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน
 - (1) ชื่อผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้
 - (2) ชื่อเฉพาะของสีประกอบด้วยชื่อทางการค้าและเฉดสี
 - (3) น้ำหนักสุทธิเป็นกรัมหรือกิโลกรัม
 - (4) คำเตือนเกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เช่น มีสารพิษ ห้ามรับประทาน
 - (5) รหัสรุ่นที่ทำและปีที่ทำ

- 5.2 ต้องมีข้อแนะนำการใช้งานของผู้ใช้เป็นภาษาไทย
- 5.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วยต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 6.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

7. การทดสอบ

- 7.1 ให้ใช้วิธีวิเคราะห์ที่กำหนดในมาตรฐานนี้หรือวิธีอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในมาตรฐานนี้เป็นวิธีตัดสิน
- 7.2 การวิเคราะห์โลหะหนักที่ปนเปื้อน
 - 7.2.1 การวิเคราะห์โลหะหนักยกเว้นโครเมียมเฮกซะวาเลนต์
 - 7.2.1.1 หลักการ

ย่อยสรีแอกทีฟตัวอย่างด้วยกรดไนตริกเข้มข้นในเครื่องย่อยระบบไมโครเวฟ (microwave digestion) วิเคราะห์หาโลหะหนักด้วยวิธีอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรเมตรี (atomic absorption spectrometry, AAS) หรือวิธีอินดักทีฟพลาสมาสเปกโตรเมตรี (inductively coupled plasma spectrometry, ICP)
 - 7.2.1.2 เครื่องมือ
 - (1) เครื่องชั่ง ละเอียดถึง 0.000 1 g
 - (2) เครื่องย่อยระบบไมโครเวฟ ที่มีระบบควบคุมและตรวจวัดอุณหภูมิและความดัน มีระบบป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้งาน สามารถปล่อยความดันออกเมื่อมีความดันเกินความดันที่ตั้งไว้พร้อมหลอดสำหรับย่อย (digestion vessel) ขนาด 120 mL
 - (3) อะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์ หรืออินดักทีฟพลาสมาสเปกโตรมิเตอร์
 - 7.2.1.3 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม
 - (1) กรดไนตริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.49 g/mL
 - (2) สารละลายกรดไนตริก 0.2% สกัดส่วนโดยปริมาตร สารละลายนี้ใช้สำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐานโลหะหนักเพื่อตรวจวัดด้วยอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์
ใช้ปิเปตต์ดูดกรดไนตริกเข้มข้น 2 mL ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 000 mL ที่มีน้ำกลั่นอยู่ประมาณ 500 mL เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร
 - (3) สารละลายกรดไนตริก 1.0% สกัดส่วนโดยปริมาตรสารละลายนี้ใช้สำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐานโลหะหนักเพื่อตรวจวัดด้วยอินดักทีฟพลาสมาสเปกโตรมิเตอร์
ใช้ปิเปตต์ดูดกรดไนตริกเข้มข้น 10 mL ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 1 000 mL ที่มีน้ำกลั่นอยู่ประมาณ 500 mL เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร
 - (4) สารละลายมาตรฐานโลหะหนัก

เตรียมสารละลายมาตรฐานโลหะหนักความเข้มข้นที่เหมาะสมในช่วงที่ต้องการวัด อย่างน้อย 3 ความเข้มข้น กรณีที่ตรวจวัดด้วยอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์ ใช้สารละลายกรดไนตริก 0.2% สกัดส่วนโดยปริมาตร เป็นตัวทำละลาย กรณีที่ตรวจวัดด้วยอินดักทีฟลีคัลเปิลพลาสมาสเปกโตรมิเตอร์ ใช้สารละลายกรดไนตริก 1.0% สกัดส่วนโดยปริมาตร เป็นตัวทำละลาย

7.2.1.4 วิธีทดสอบ

- (1) ชั่งสิริแอกทีฟตัวอย่างในช่วง 0.25 g ถึง 0.5 g ให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.000 1 g (m) ใส่ลงในหลอดสำหรับย่อย
- (2) เติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 mL ถึง 10 mL หรือตามที่ระบุในคู่มือการใช้งานของเครื่องย่อยระบบไมโครเวฟ
- (3) ปรับอุณหภูมิและความดันของเครื่องย่อยระบบไมโครเวฟ ตามภาวะที่กำหนดในคู่มือการใช้งานย่อยตัวอย่าง
- (4) หลังการย่อย ปลอ่ยไว้จนอุณหภูมิของสารละลายตัวอย่างลดลงเท่าอุณหภูมิห้อง เทใส่ขวดแก้วปริมาตร ขนาด 25 mL เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรถึงขีดปริมาตร (V)
- (5) นำสารละลายตัวอย่างไปตรวจวัดด้วยอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์หรืออินดักทีฟลีคัลเปิลพลาสมาสเปกโตรมิเตอร์ เทียบกับกราฟมาตรฐานสอบเทียบที่ได้จากการวัดสารละลายมาตรฐานโลหะหนักแต่ละตัว หากความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างเกินกว่าช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโลหะหนักในกราฟสอบเทียบ ให้เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น แล้วตรวจวัดใหม่

7.2.1.5 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 มวลของสิริแอกทีฟตัวอย่าง เป็นกรัม

7.2.2 การวิเคราะห์โครเมียมเฮกซะวาเลนต์

7.2.2.1 หลักการ

สกัดโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ในสิริแอกทีฟตัวอย่างด้วยสารละลายสำหรับสกัด (digestion solution) ที่อุณหภูมิ 90 °C ถึง 95 °C กรอง ปรับความเป็นกรด-ด่างให้เป็น (9.0 ± 0.5) และนำสารละลายที่ได้ไปตรวจวัดด้วยวิธีไอออนโครมาโทกราฟี (ion chromatography) เทียบกับสารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์

7.2.2.2 เครื่องมือ

- (1) เครื่องชั่ง อ่านได้ละเอียดถึง 0.000 1 g
- (2) เครื่องให้ความร้อนพร้อมเครื่องคนแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ $(90 \pm 5) ^\circ\text{C}$

- (3) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.01
- (4) ไอออนโครมาโทกราฟี

7.2.2.3 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

- (1) สารละลายกรดไนตริก 5 mol/L
- (2) แมกนีเซียมคลอไรด์ แอนไฮไดรรัส
- (3) สารละลายสำหรับสกัด (digestion solution)
ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (20.0 ± 0.05)g และโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) (30.0 ± 0.05) g ในน้ำกลั่น และเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 000 mL เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดพลาสติกพอลิเอทิลีน สารละลายนี้มีอายุการใช้งาน 1 เดือน ตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนใช้งานค่าที่ได้ต้องมากกว่า หรือเท่ากับ 11.5 จึงสามารถนำไปใช้งานได้
- (4) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer)
ละลายไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) 87.09 g และโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 68.04 g ในน้ำกลั่น 700 mL และเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 000 mL
- (5) สารละลายบัฟเฟอร์ (buffer solution)
ละลายแอมโมเนียมซัลเฟต 33 g ในน้ำกลั่น 75 mL เติมสารละลายแอมโมเนีย 30% สัดส่วนโดยมวล จำนวน 6.5 mL แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 mL
- (6) สารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์
เตรียมสารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ ความเข้มข้นที่เหมาะสมในช่วงที่ต้องการวัดอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น โดยเตรียมจากสารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ 1 000 mg/L และใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย
- (7) ตัวชะ (eluent)
ละลายแอมโมเนียมซัลเฟต 33 g ด้วยน้ำกลั่น 500 mL เติมสารละลายแอมโมเนีย 30% สัดส่วนโดยมวล 6.5 mL แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 000 mL แล้วไล่ก๊าซด้วยฮีเลียม 5 min ถึง 10 min ก่อนใช้งาน
- (8) สารทำปฏิกิริยาล้างแยก (post-column reagent)
เตรียมสารละลาย 2 ขวด คือ
ก) ละลาย 1,5-ไดฟีนิลคาร์บาไซด์ 0.5 g ในเมทานอล 100 mL
ข) เติมกรดซัลฟิวริก 98% จำนวน 28 mL ลงในน้ำกลั่น 500 mL แล้วไล่ก๊าซด้วยฮีเลียม นำสารละลาย ข) เติมน้ำกลั่นในสารละลาย ก) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จนครบ 1 000 mL

7.2.2.4 วิธีทดสอบ

- (1) ชั่งสิริแอกทีฟตัวอย่าง (2.5 ± 0.1) g ให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.000 1 g (*m*) ใส่ในหลอดสำหรับย่อย (digestion vessel) เติมสารละลายสำหรับสกัด 50 mL แมกนีเซียมคลอไรด์ แอนไฮไดรรัส 400 mg สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.5 mL
- (2) คนสารละลายในข้อ (1) บนเครื่องคนแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic stirrer) เป็นเวลาอย่างน้อย 5 min ให้ความร้อนพร้อมคน ที่อุณหภูมิ 90 °C ถึง 95 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 60 min

- (3) ปล่อยให้สารละลายตัวอย่างเย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง กรอง ล้างด้วยน้ำกลั่น เก็บน้ำที่ล้างร่วมกับสารละลายที่กรองได้ ปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น (9.0 ± 0.5) โดยใช้สารละลายกรดไนตริก ใส่ลงในขวดแก้วปริมาตรขนาด 100 mL เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร
- (4) เตรียมสารละลายแบล็กเช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างทุกประการแต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง
- (5) นำสารละลายที่ได้ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้ได้ 9 ถึง 9.5 ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ แล้วไปตรวจวัดด้วยไอออนโครมาโทกราฟี เทียบกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ โดยมีสถานะดังนี้

คอลัมน์: การ์ดคอลัมน์ – ไดโอเน็กซ์ ไอออนแพค เอ็นจีไอ (Dionex IonPac NGI)

คอลัมน์แยก – ไดโอเน็กซ์ไอออนแพค เอเอส7(Dionex IonPac AS7)

หรือคอลัมน์ชนิดอื่นที่เทียบเท่า

ตัวชะ: สารละลายตัวชะข้อ 7.2.2.3 (7)

อัตราการไหล 1.5 mL/min

คอลัมน์: สารทำปฏิกิริยาหลังแยก ข้อ 7.2.2.3 (8)

อัตราการไหล 0.5 mL/min

ตัวตรวจหา: ความยาวคลื่นที่ 530 nm

7.2.2.5 วิธีคำนวณ

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

เมื่อ c_s คือ ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่วัดได้เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐาน เป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

c_d คือ ความเข้มข้นของสารละลายแบล็กที่วัดได้เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐาน เป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

V คือ ปริมาตรสุดท้าย เป็นมิลลิลิตร

F คือ จำนวนเท่าที่เจือจาง เป็นเท่า

m คือ มวลของสรีรแอทที่ฟตัวอย่าง เป็นกรัม

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 6.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง สิริเอกทีฟชื่อเดียวกันที่สร้างขึ้นในคราวเดียวกัน
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
 - ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก
 - ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ
 - ก.2.1.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตาม ข้อ 4. และ ข้อ 5. จึงจะถือว่าสิริเอกทีฟรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
 - ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ
 - ก.2.2.1 ให้ใช้ตัวอย่างจาก ข้อ ก.2.1.1 โดยชักตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุที่ระดับต่าง ๆ กัน 3 ตำแหน่งตำแหน่งละเท่าๆกันนำมารวมกันให้น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 50 g
 - ก.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตาม ข้อ 3. จึงจะถือว่าสิริเอกทีฟรูนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.3 เกณฑ์ตัดสิน
 - สิริเอกทีฟตัวอย่างต้องเป็นไปตาม ข้อ ก.2.1.2 และ ข้อ ก.2.2.2 ทุกข้อจึงจะถือว่าสิริเอกทีฟรูนนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้