มอก. ๕๑๗—๒๕๒๗
UDC 615.014.83:678:615.453.4/.6

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ขวดพลาสติกสำหรับบรรจุยาเม็ดและแคปซูล

STANDARD FOR PLASTICS BOTTLES FOR PHARMACEUTICAL TABLETS AND CAPSULES

กระทรวงอุตสาหกรรม

ISBN 974-8119-62-9

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม
ฉบับที่ ๘๐๓ (พ.ศ. ๒๕๒๗)
ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ. ๒๕๑๑
เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ขวดพลาสติกสำหรับบรรจุยาเม็ดและแคปซูล

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขวดพลาสติกสำหรับบรรจุยาเม็ดและแคปซูล มาตรฐานเลขที่ มอก. ๕๑๗-๒๕๒๗ ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๓ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๒๗
จิรายุ อิศรางกูร ณ อยุธยา
รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ ปฏิบัติราชการแทน
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขวดพลาสติกสำหรับบรรจุยาเม็ดและแคปซูล

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด แบบ รูปร่าง ขนาด ระบุ ความหนาและมิติ วัสดุ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบขวดพลาสติกสำหรับบรรจุยาเม็ดและแคปซูล

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะ ขวดพลาสติกสำหรับบรรจุยาเม็ดและแคปซูลที่ใช้รับประทาน พร้อมฝาปิด ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "ขวดพลาสติก"

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ขนาดระบุ (nominal size) หมายถึง ขนาดที่ใช้เรียกชื่อขวดพลาสติก ซึ่งจะมีค่าเท่ากับความจุถึงขอบปากขวดเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ ๓๖๖
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขวดยาพลาสติก

ประธานกรรมการ	
นางสาวบุญลาภ กิติสิน	ผู้แทนกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
รองประธานกรรมการ	
นายภักดี โพธิศิริ	ผู้แทนกระทรวงสาธารณสุข
กรรมการ	
นางวิยะดา สนธิชัย	ผู้แทนกระทรวงสาธารณสุข
นางโภคา สิงหวิลัย	ผู้แทนกรมวิทยาศาสตร์บริการ
นางเบญจะ สงเคราะห์พันธ์	ผู้แทนองค์การเภสัชกรรม
นางกุณฑลี คงอ่ำ	
นางนฤมล ปุณณะกิติเกษม	ผู้แทนสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
นายจอมจิน จันทรสกุล	ผู้แทนเภสัชกรรมสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
นางสุมนา ขมวิลัย	ผู้แทนบริษัท เฮิกซ์ฟาร์มาซูติคัล อินดัสตรีส์ จำกัด
นางสาวศศิธร อุดมธีรคุณ	
นายสัมฤทธิ์ ไทยรุ่งโรจน์	ผู้แทนห้างหุ้นส่วนจำกัด เวสต้า พี.วี.ซี.
นายธงชัย อำไพกุลวัฒนา	ผู้แทนบริษัท แองโกล-ไทย อินดัสตรีส์ จำกัด
นายสมบูรณ์ ธรธรรม	
กรรมการและเลขานุการ	
นางสุรัตน์ เทอร์คอท	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
นางสาวกิ่งแก้ว เศรษฐภากรณ์	

เนื่องจากมีการใช้ขวดพลาสติกสำหรับบรรจุยาเม็ดและแคปซูลกันอย่างแพร่หลาย พลาสติกบางชนิดอาจมีผลกระทบต่อคุณภาพมาตรฐานของยาและความปลอดภัยของผู้บริโภคได้ จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขวดพลาสติกสำหรับบรรจุยาเม็ดและแคปซูล ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

BS 1679 : Part 4 : 1969 (1977) Containers for pharmaceutical dispensing
Part 4 Plastics containers for tablets and ointments

The United States Pharmacopeia 20th revision 1980

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑

3. แบบ รูปร่าง ขนาดระบุ ความจุและมิติ

3.1 ขวดพลาสติกแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

3.1.1 แบบทรงกระบอกไหล่โค้ง มีรูปร่าง ขนาดระบุ ความจุ และมิติ ดังในรูปที่ 1 และตารางที่ 1

3.1.2 แบบทรงกระบอก มีรูปร่าง ขนาดระบุ ความจุ และมิติ ดังในรูปที่ 2 และตารางที่ 2

การวัดมิติให้ปฏิบัติตามข้อ 8.1

4. วัสดุ

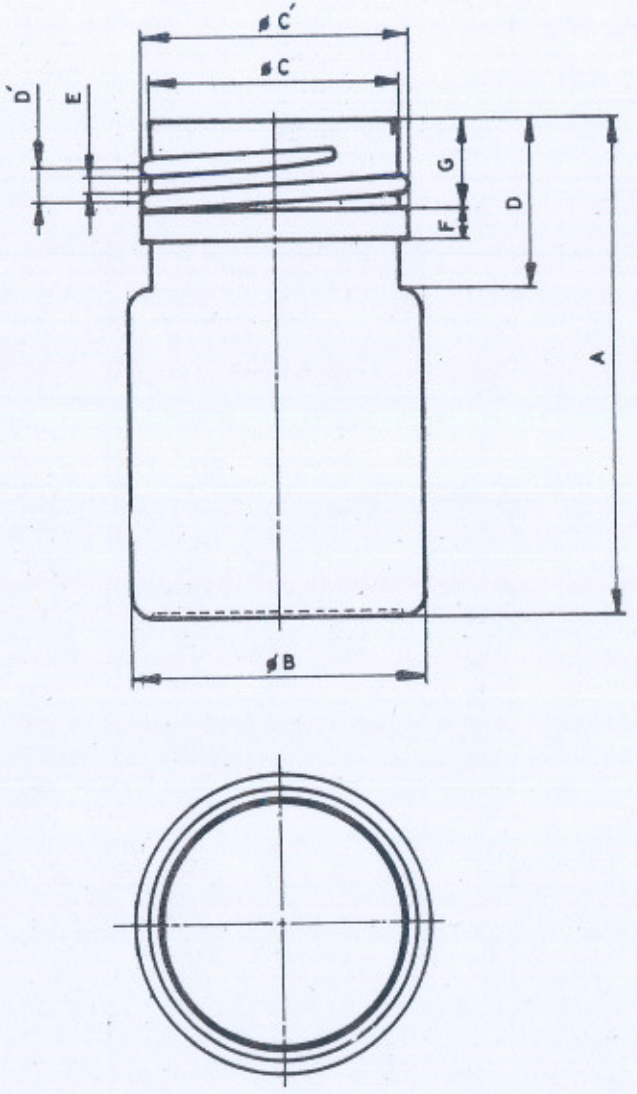
4.1 พลาสติกที่ใช้ทำขวดพลาสติกต้องไม่ทำปฏิกิริยากับยาที่บรรจุ และไม่มีสารที่สกัดได้ใด ๆ ในปริมาณที่อาจทำให้เกิดพิษเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ในกรณีที่มีการใช้ที่รอง (lining) ใต้ฝาปิด วัสดุที่ใช้ทำที่รองต้องไม่ทำปฏิกิริยาใด ๆ กับยาที่จะบรรจุด้วย

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป

5.1.1 ผนังขวดพลาสติกต้องหนาสม่ำเสมอ พื้นผิวภายในและภายนอกต้องสะอาด เรียบ ยกเว้นรอยตะเข็บที่เกิดจากแม่แบบ และไม่มีรอยตำหนิที่อาจเป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน

5.1.2 ฝาขวดพลาสติกแต่ละหน่วยต้องปิดได้สนิท มีความแข็งแรง สามารถใช้งานซ้ำได้ โดยไม่สูญเสียประสิทธิภาพ



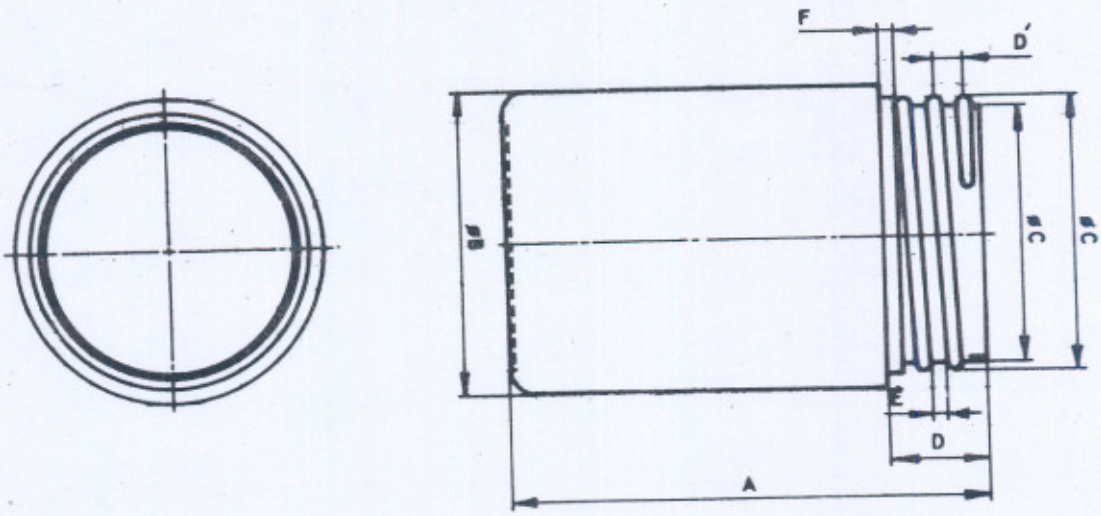
รูปที่ 1 รูปร่างขวดพลาสติกแบบทรงกระบอกไหล่โค้ง
(ข้อ 3.1.1)

ตารางที่ 1 ขนาดระบุ ความจุ และมิติของขวดพลาสติกแบบทรงกระบอกไหล่โค้ง
(ข้อ 3.1.1)

ขนาดระบุ	ความจุถึงขอบปากขวด ลูกบาศก์เซนติเมตร	มิติตัวขวด มิลลิเมตร									ความหนาของผนังขวด
		A	B	C	C′	D	D′	E	F	G	มิลลิเมตร
30	30 ± 1.0	60 ± 0.5	30 ± 0.5	25.0 ± 0.5	27.0 ± 0.5	17.0 ± 0.3	4.0	1.6	3.0	9.0 ± 0.2	0.6
60	60 ± 2.0	69 ± 0.5	37 ± 0.5	25.0 ± 0.5	27.0 ± 0.5	17.0 ± 0.3	4.0	1.6	3.0	9.0 ± 0.2	0.6
100	100 ± 3.0	72 ± 1.0	47 ± 1.0	28.5 ± 0.5	30.5 ± 0.5	17.0 ± 0.3	4.0	1.6	3.0	9.0 ± 0.2	0.8
150	150 ± 3.5	88 ± 1.0	51 ± 1.0	36.0 ± 0.5	38.2 ± 0.5	18.0 ± 0.3	4.0	1.6	3.0	10.0 ± 0.2	0.8
200	200 ± 4.0	98 ± 1.0	56 ± 1.0	36.0 ± 0.5	38.2 ± 0.5	18.0 ± 0.3	4.0	1.6	3.0	10.0 ± 0.2	0.9
300	300 ± 5.0	107 ± 1.5	66 ± 1.5	38.5 ± 0.5	40.7 ± 0.5	20.0 ± 0.3	4.0	1.6	4.0	11.0 ± 0.2	1.0
500	500 ± 6.0	128 ± 1.5	77 ± 1.5	49.0 ± 0.5	51.4 ± 0.5	20.0 ± 0.3	4.0	1.6	4.0	11.0 ± 0.2	1.4
1 000	1 000 ± 8.5	165 ± 1.5	97 ± 1.5	54.5 ± 0.5	56.9 ± 0.5	25.0 ± 0.3	4.0	1.6	5.0	15.0 ± 0.2	1.4

หมายเหตุ ค่า D′, E, F และความหนา กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทาง

รูปที่ 2 รูปร่างขวดพลาสติกแบบทรงกระบอก
(ข้อ 3.1.2)



ตารางที่ 2 ขนาดระบุ ความจุและมิติของขวดพลาสติกแบบทรงกระบอก
(ข้อ 3.1.2)

ขนาดระบุ	ความจุถึงจอบปากขวด ลูกบาศก์เซนติเมตร	มิติตัวขวด มิลลิเมตร							ความหนาของผนังขวด มิลลิเมตร
		A	B	C	C'	D	D'	E	F	
30	30 ± 1.0	46 ± 0.6	31 ± 0.6	26 ± 0.6	28.0 ± 0.6	10.0 ± 1.0	3.0	1.6	1.8	0.8
60	60 ± 2.0	58 ± 0.6	39 ± 0.6	34 ± 0.6	36.0 ± 0.6	10.0 ± 1.0	3.0	1.6	1.8	0.8
100	100 ± 3.0	70 ± 1.0	46 ± 1.0	40 ± 0.6	42.2 ± 0.6	11.5 ± 1.0	3.0	1.6	1.8	1.0
150	150 ± 3.6	80 ± 1.0	53 ± 1.0	47 ± 0.6	49.2 ± 0.6	13.0 ± 1.0	3.0	1.6	2.5	1.0
200	200 ± 4.0	85 ± 1.0	58 ± 1.0	52 ± 0.6	54.4 ± 0.6	13.0 ± 1.0	3.0	1.6	2.5	1.0
300	300 ± 5.0	100 ± 1.6	65 ± 1.6	58 ± 0.6	60.6 ± 0.6	14.0 ± 1.0	3.0	1.6	2.5	1.0
500	500 ± 6.0	112 ± 1.6	79 ± 1.6	72 ± 0.6	75.0 ± 0.6	14.0 ± 1.0	3.0	1.6	2.5	1.4
750	750 ± 7.5	144 ± 1.6	85 ± 1.6	78 ± 0.6	81.0 ± 0.6	15.0 ± 1.0	3.0	1.6	3.0	1.4
1 000	1 000 ± 8.5	164 ± 1.6	94 ± 1.6	86 ± 0.6	89.0 ± 0.6	15.0 ± 1.0	3.0	1.6	3.0	1.4

หมายเหตุ ค่า D', E, F และความหนา กำหนดไว้เพียงเป็นแนวทาง

5.1.3 ขวดพลาสติกต้องไม่มีสี หรือมีลักษณะทึบแสงสีขาว

5.2 คุณลักษณะด้านความปลอดภัย

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ก. แล้ว สารละลายที่สกัดได้(extract) ต้องมีลักษณะดังนี้

(1) ไม่มีสีและใส

(2) ปริมาณกากที่ไม่ระเหย (nonvolatile residue) ในสารละลายที่สกัดได้ปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องไม่เกิน 15 มิลลิกรัม

(3) ปริมาณกากที่เหลือจากการเผา (residue on ignition) ในสารละลายที่สกัดได้ปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัม

(4) ปริมาณโลหะหนัก (คิดเป็นปริมาณตะกั่ว) ในสารละลายที่สกัดได้ปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัม

5.3 การส่งผ่านของแสง (light transmission)

ขวดพลาสติกที่ทึบแสงสีขาวต้องมีอัตราการส่งผ่านของแสงไม่เกินร้อยละ 10 ที่ความยาวคลื่นใด ๆ ระหว่าง 300 ถึง 400 นาโนเมตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขวดยาแก้วสำหรับบรรจุยาน้ำที่ใช้รับประทาน ขนาดระบุ 15 ถึง 1 000 มาตรฐานเลขที่ มอก. 362

5.4 การซึมผ่านของไอน้ำ

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ข. แล้ว อัตราการเพิ่มของน้ำหนักต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อัตราการเพิ่มของน้ำหนัก

(ข้อ 5.4)

ขนาดระบุ	อัตราการเพิ่มของน้ำหนัก มิลลิกรัมต่อวัน
30	15
60	20
100	25
150	30
200	30
300	30
500	35
750	35
1 000	40

5.5 ความต้านแรงกด

เมื่อทดสอบตามภาคผนวก ค. แล้ว ต้องไม่มีรอยร้าวหรือแตกหรือรอยบุ๋มเกิน 3 มิลลิเมตร หรือฝาหลุดเนื่องจากการเสียรูปหรือความดันภายใน

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ก้นขวดพลาสติกด้านนอกทุกขวด อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้เป็นตัวนูนให้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและถาวร

(1) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

(2) ขนาดระบุ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศด้วย ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 ความหมายของคำที่ใช้ มีดังต่อไปนี้

7.1.1 รุ่น หมายถึง ขวดพลาสติกที่มีแบบ ขนาดระบุ และสีเดียวกัน ซึ่งทำขึ้นในคราวเดียวกัน

7.1.2 ขนาดรุ่น หมายถึง จำนวนขวดพลาสติกในรุ่นหนึ่ง ๆ

7.1.3 ขนาดตัวอย่าง หมายถึง จำนวนขวดพลาสติกที่ชักตัวอย่างเพื่อการทดสอบในรุ่นนั้น ๆ

7.1.4 ข้อบกพร่อง หมายถึง สภาพของขวดพลาสติกที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.1.5 ผลิตภัณฑ์บกพร่อง หมายถึง ขวดพลาสติกที่มีข้อบกพร่องอย่างน้อยหนึ่งข้อ

7.1.6 เลขจำนวนที่ยอมรับ หมายถึง จำนวนสูงสุดของผลิตภัณฑ์บกพร่อง ที่ยอมให้มีได้ในการทดสอบรายการใดรายการหนึ่ง และถือว่าผลิตภัณฑ์รุ่นนั้นยังเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในรายการนั้น

7.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

7.2.1 การชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบความจุ มิติ และลักษณะทั่วไป

7.2.1.1 ให้ชักตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากขวดพลาสติกแต่ละรุ่นตามตารางที่ 4 สดมภ์ที่ 2

7.2.1.2 จำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่อง ต้องมีไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับ ในตารางที่ 4 สดมภ์ที่ 3 จึงจะถือว่าขวดพลาสติกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่าง สำหรับการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัย

7.2.2.1 ให้ชักตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากขวดพลาสติกทุกขนาดรุ่นตามตารางที่ 5 สดมภ์ที่ 2

7.2.2.2 ผลการทดสอบตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามข้อ 5.2 ทุกรายการ จึงจะถือว่าขวดพลาสติกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบความจุ มิติ และลักษณะทั่วไป

(ข้อ 7.2.1)

ขนาดรุ่น ขวด	ขนาดตัวอย่าง ขวด	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 280	32	3
281 ถึง 500	50	5
501 ถึง 1 200	80	7
1 201 ถึง 3 200	120	10
3 201 ถึง 10 000	200	14
10 001 ขึ้นไป	315	21

ตารางที่ 5 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัย

(ข้อ 7.2.2)

ขนาดระบุ	ขนาดตัวอย่าง ขวด
30 ถึง 60	20
100 ถึง 200	4
300 ถึง 1 000	2

7.2.3 การชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการส่งผ่านของแสง

7.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากขวดพลาสติกแต่ละรุ่น ตามตารางที่ 6 สดมภ์ที่ 2

7.2.3.2 จำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่อง ต้องมีไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับในตารางที่ 6 สดมภ์ที่ 3 จึงจะถือว่าขวดพลาสติกรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ตารางที่ 6 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบ การส่งผ่านของแสง

(ข้อ 7.2.3)

ขนาดรุ่น ขวด	ขนาดตัวอย่าง ขวด	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 1 200	3	0
1 201 ขึ้นไป	13	1

7.2.4 การชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการซึมผ่านของไอน้ำ

7.2.4.1 ให้ชักตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากกองผลิตภัณฑ์ขวดพลาสติกรุ่นเดียวกัน จำนวน 12 ขวด

7.2.4.2 ผลการทดสอบ ตัวอย่าง 10 ขวด ต้องเป็นไปตาม ข้อ 5.4 จึงจะถือว่าขวดพลาสติกรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.5 การชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบความต้านแรงกด

7.2.5.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากขวดพลาสติกแต่ละรุ่น ตามตารางที่ 7 สดมภ์ที่ 2

7.2.5.2 จำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่อง ต้องมีไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับใน ตารางที่ 7 สดมภ์ที่ 3 จึงจะถือว่าขวดพลาสติกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 7 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบ ความต้านแรงกด

(ข้อ 7.2.5)

ขนาดรุ่น ขวด	ขนาดตัวอย่าง ขวด	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 3 200	13	1
3 201 ขึ้นไป	20	2

7.2.6 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างขวดพลาสติก ต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1.2 ข้อ 7.2.2.2 ข้อ 7.2.3.2 ข้อ 7.2.4.2 และข้อ 7.2.5.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าขวดพลาสติกรุ่นนั้น เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

8. การทดสอบ

8.1 การวัดมิติ

ให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสมและวัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร และให้รายงานผลเป็นจำนวนตัวเลขที่ไม่น้อยกว่าจำนวนตัวเลขที่มีนัยสำคัญตามที่ระบุไว้ในตารางที่เกี่ยวข้อง

ภาคผนวก ก.
การทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัย
(ข้อ 5.2)

ก.1 วิธีเตรียมตัวอย่าง

ตัดขวดพลาสติกตัวอย่างทุกขวด (ตรงบริเวณที่เป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous)) ให้เป็นชิ้นขนาดประมาณเท่า ๆ กัน นำมารวมกันให้มีพื้นที่ผิวภายในและภายนอกรวมกันได้ 240 ตารางเซนติเมตร

ก.2 วิธีเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ก.2.1 ตัดตัวอย่างตามข้อ ก.1 ออกเป็นชิ้นย่อย ขนาดประมาณ 3.0 มิลลิเมตร × 50.0 มิลลิเมตร ใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวย ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก เขย่าเป็นเวลา 30 วินาที แล้วเทน้ำทิ้ง ทำซ้ำเช่นเดียวกันนี้อีกครั้งหนึ่ง

ก.2.2 ถ่ายตัวอย่างใส่ลงในขวดแก้วรูปกรวย ขนาด 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก แล้วนำไปใส่ในตู้อบ แบบอากาศหมุนเวียนที่ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ 70 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส

ก.2.3 รินสารละลายที่ได้จากข้อ ก.2.2 ลงในหลอดแก้วทดลองที่สะอาดแล้วปิดจุกให้สนิท ตรวจดูสารละลาย ต้องไม่มีสีและใส จึงจะทำการวิเคราะห์ปริมาณกากที่ไม่ระเหย ปริมาณกากที่เหลือจากการเผาและปริมาณโลหะหนักต่อไป

ก.3 ปริมาณกากที่ไม่ระเหย

ก.3.1 เครื่องมือ

ก.3.1.1 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม

ก.3.1.2 ตู้อบแบบอากาศหมุนเวียนที่ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ 105 ± 1 องศาเซลเซียส

ก.3.1.3 ครูซิเบิล ทำจากควอร์ตซ์หรือกระเบื้องเคลือบ ที่เผาจนได้น้ำหนักแน่นอนแล้ว 2 ใบ

ก.3.1.4 เครื่องอังไอน้ำ

ก.3.1.5 เดสิกเกเตอร์

ก.3.2 วิธีวิเคราะห์

ก.3.2.1 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างจากข้อ ก.2.3 มา 50.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในครูซิเบิลใบที่หนึ่ง และเติมน้ำกลั่นปริมาตรเท่ากันลงในครูซิเบิลใบที่สอง นำครูซิเบิลทั้ง 2 ใบไประเหยให้แห้งบนเครื่องอังไอน้ำ

ก.3.2.2 อบครูซิเบิลทั้ง 2 ใบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำออกมาใส่ในเดสิกเกเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปชั่งแล้วอบซ้ำนานครั้งละ 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ ผลต่างของน้ำหนักกากในครูซิเบิลใบที่หนึ่งและใบที่สองต้องไม่เกิน 15 มิลลิกรัม

ก.4 ปริมาณกากที่เหลือจากการเผา

ก.4.1 เครื่องมือ

ก.4.1.1 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม

ก.4.1.2 เตาเผาไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 800 ± 25 องศาเซลเซียส

ก.4.1.3 เดสิกเกเตอร์

ก.4.2 สารเคมี

ก.4.2.1 กรดซัลฟุริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.84 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ก.4.3 วิธีวิเคราะห์

ก.4.3.1 หยดกรดซัลฟุริกเข้มข้นจำนวนเท่ากัน 2 ถึง 3 หยด ลงในกากที่อยู่ในครูซิเบิลแต่ละใบที่ได้จากข้อ ก.3.2.2 เผาด้วยไฟอ่อน ๆ จนหมดควัน แล้วเผาต่อในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 800 ± 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำออกมาใส่ในเดสิกเกเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปชั่งแล้วเผาซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ ผลต่างของน้ำหนักกากในครูซิเบิลใบที่หนึ่งและใบที่สองต้องไม่เกิน 5 มิลลิกรัม

ก.5 ปริมาณโลหะหนัก

ก.5.1 เครื่องมือ

ก.5.1.1 หลอดเทียบสี (colour—comparison tube) ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 2 หลอด

ก.5.2 สารละลายและวิธีเตรียม

ก.5.2.1 สารละลายกรดอะซีติก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ก.5.2.2 แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 6 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ก.5.2.3 สารละลายมาตรฐานตะกั่ว ที่มีปริมาณตะกั่ว 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ละลายเลดไนเตรต 159.8 มิลลิกรัม ในสารละลายกรดไนตริกที่มีกรดไนตริกเข้มข้น ความหนาแน่น 1.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายอยู่ร้อยละ 0.1 โดยปริมาตร จำนวน 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เก็บในขวดแก้วที่ปราศจากเกลือของตะกั่วที่ละลายได้ ในวันที่จะวิเคราะห์ ให้เจือจางสารละลายที่ได้ในอัตราส่วน 1 ต่อ 10 จะได้สารละลายมาตรฐานตะกั่วที่มีปริมาณตะกั่ว 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ก.5.2.4 สารละลายไฮโดรเจนซัลไฟด์อิ่มตัวที่เตรียมใหม่ ๆ ผ่านไฮโดรเจนซัลไฟด์ลงไปในน้ำเย็น เก็บสารละลายที่ได้ในขวดแก้วสีชาเข้มขนาดเล็กให้ปริมาตรเกือบถึงปากขวด

ก.5.3 วิธีวิเคราะห์

ก.5.3.1 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างจากข้อ ก.2.3 มา 20.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในหลอดเทียบสีหลอดที่หนึ่ง ปรับค่าความเป็นกรด–ด่างของสารละลายให้อยู่ระหว่าง 3.0 ถึง 4.0 ด้วยสารละลายกรดอะซีติก

หรือ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ตรวจสอบค่าความเป็นกรด–ด่างให้ถูกต้องด้วยกระดาษวัดค่าความเป็นกรด–ด่าง แล้วเติมน้ำลงไปให้ปริมาตรทั้งหมดเป็น 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน

ก.5.3.2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 2.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในหลอดเทียบสีหลอดที่สอง เติมน้ำลงไป 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปรับค่าความเป็นกรด–ด่างของสารละลายให้อยู่ระหว่าง 3.0 ถึง 4.0 ตรวจสอบค่าความเป็นกรด–ด่างให้ถูกต้องด้วยกระดาษวัดค่าความเป็นกรด–ด่าง เติมน้ำลงไปให้ปริมาตรทั้งหมดเป็น 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน

ก.5.3.3 เติมสารละลายไฮโดรเจนซัลไฟด์อิ่มตัวที่เตรียมใหม่ ๆ ลงในหลอดเทียบสีทั้ง 2 หลอด หลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำจนปริมาตรทั้งหมดเป็น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเปรียบเทียบสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นในหลอดเทียบสีภายในเวลาไม่เกิน 10 นาที โดยวางหลอดบนพื้นสีขาวและมองลงมาในแนวดิ่ง สีของสารละลายในหลอดเทียบสีหลอดที่หนึ่ง ต้องไม่เข้มกว่าสีของสารละลายในหลอดที่สอง

ภาคผนวก ข.
การทดสอบการซึมผ่านของไอน้ำ
(ข้อ 5.4)

ข.1 เครื่องมือ

ข.1.1 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิกรัม

ข.1.2 ตู้ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ ที่ 30 ± 1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 80 ± 3 โดยใช้สารละลายอิ่มตัวของแอมโมเนียมซัลเฟต

ข.2 สารเคมี

ข.2.1 แอนไฮดรัสแคลเซียมคลอไรด์ชนิดเม็ดที่มีขนาด 0.71 มิลลิเมตร ถึง 1.20 มิลลิเมตร หรือซิลิกาเจลที่มีขนาด 0.30 มิลลิเมตร ถึง 1.50 มิลลิเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในเดสิกเกเตอร์

ข.3 วิธีทดสอบ

ข.3.1 บรรจุแอนไฮดรัสแคลเซียมคลอไรด์ลงไปในขวดพลาสติกตัวอย่าง 10 ขวด ให้ถึงระดับที่ต่ำจากขอบปากขวด 13 มิลลิเมตร แล้วปิดฝาให้สนิท

ข.3.2 บรรจุลูกปัดแก้ว (glass beads) หรือวัตถุอื่นที่เหมาะสมซึ่งไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาใด ๆ ได้ (inert) ลงในขวดพลาสติกตัวอย่างอีก 2 ขวดที่เหลือ โดยให้น้ำหนักของขวดพร้อมฝาปิดและลูกปัดแก้วรวมกันมีน้ำหนักใกล้เคียงกับน้ำหนักเฉลี่ยของขวดพลาสติกตัวอย่างทั้งหมดในข้อ ข.3.1 ใช้ขวดพลาสติก

ตัวอย่างที่บรรจุลูกปัดแก้วจำนวน 2 ขวดนั้นเป็นขวดสำหรับเทียบ

ข.3.3 ชั่งขวดพลาสติกตัวอย่างในข้อ ข.3.1 แล้วหาค่าน้ำหนักเฉลี่ย (T_1)

ข.3.4 ชั่งขวดสำหรับเทียบในข้อ ข.3.2 แล้วหาค่าน้ำหนักเฉลี่ย (C_1)

ข.3.5 นำขวดพลาสติกตัวอย่างตามข้อ ข.3.3 และขวดสำหรับเทียบตามข้อ ข.3.4 ทั้งหมดไปเก็บไว้ในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิตามข้อ ข.1.2 แล้วเริ่มจับเวลาการทดสอบ

ข.3.6 เมื่อครบกำหนด 7 วัน (168 ± 1 ชั่วโมง) นำขวดตัวอย่างและขวดสำหรับเทียบทั้งหมดออกจากตู้ควบคุมอุณหภูมิ แล้วชั่งน้ำหนักแต่ละขวดอีกครั้งและหาค่าเฉลี่ย (T_2 และ C_2 ตามลำดับ)

ข.4 วิธีคำนวณ

อัตราการเพิ่มของน้ำหนัก มิลลิกรัมต่อวัน $= 1000 \left(\frac{(T_2 - T_1) - (C_2 - C_1)}{7} \right)$

เมื่อ T_2 คือ น้ำหนักเฉลี่ยของขวดพลาสติกตัวอย่างชั่งครั้งหลัง เป็นกรัม

T_1 คือ น้ำหนักเฉลี่ยของขวดพลาสติกตัวอย่างชั่งครั้งแรก เป็นกรัม

C_2 คือ น้ำหนักเฉลี่ยของขวดสำหรับเทียบชั่งครั้งหลัง เป็นกรัม

C_1 คือ น้ำหนักเฉลี่ยของขวดสำหรับเทียบชั่งครั้งแรก เป็นกรัม

ภาคผนวก ค.
การทดสอบความต้านแรงกด
(ข้อ 5.5)

ค.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบความต้านแรงกดมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ ค.1

ค.2 วิธีทดสอบ

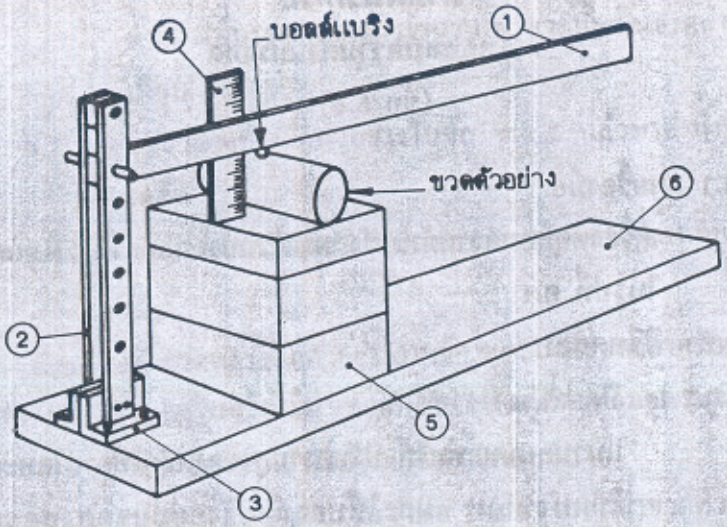
ค.2.1 ปิดฝาขวดพลาสติกตัวอย่างให้เรียบร้อย แล้ววางตามแนวนอนบนแท่นไม้ ปรับความสูงของสลักให้คานโลหะอยู่ในแนวนอน และให้บอลล์แบริงอยู่บนจุดสูงสุดของเส้นรอบวงของขวดตรงตำแหน่งจุดกึ่งกลางระหว่างก้นขวดและขอบปากขวด

ค.2.2 ยกคานโลหะขึ้น แขวนน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ตรงตำแหน่งบนคานซึ่งห่างจากสลัก 300 มิลลิเมตร เพื่อทำให้เกิดแรงกดบนบอลล์แบริงประมาณ 35 นิวตัน

ค.2.3 ค่อย ๆ ลดระดับคานโลหะลงจนสัมผัสกับขวดตัวอย่างที่วางอยู่บนแท่นไม้ และให้ขวดตัวอย่างรับน้ำหนักทั้งหมดเต็มที่เป็นเวลา 1 นาที แล้วยกน้ำหนักออก

ค.2.4 ทดสอบซ้ำอีก 3 จุด แต่ละจุดให้อยู่ห่างกันเป็นระยะซึ่งทำมุม 90 องศาบนแนวเส้นรอบวงเดียวกันกับจุดแรก ทำซ้ำเช่นเดียวกันนี้กับขวดตัวอย่างที่เหลือทั้งหมด

ค.2.5 ตรวจดูขวดพลาสติกตัวอย่างที่ทดสอบว่ามีรอยร้าว แตก หรือรอยบุ๋มเกิน 3 มิลลิเมตร หรือฝาหลุดหรือไม่



(1) คานโลหะ หนักประมาณ 800 กรัม มีขนาด 25 มิลลิเมตร × 6.4 มิลลิเมตร และยาว 600 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่งห่างจากปลายคานข้างหนึ่ง 12 มิลลิเมตร เจาะรูสำหรับใส่สลักเพื่อยึดคานให้ติดกับขาตั้ง และมีบอลล์แบริง (ball bearing) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่ง 150 มิลลิเมตรห่างจากรูสลักทางด้านล่างคาน

(2) ขาตั้งคู่ทำด้วยโลหะ ขนาด 25 มิลลิเมตร × 3 มิลลิเมตร และยาว 200 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร สำหรับใส่สลักยึดคานทุก ๆ ระยะ 12 มิลลิเมตร

(3) เหล็กฉากคู่ ขนาด 25 มิลลิเมตร × 3 มิลลิเมตร และยาว 50 มิลลิเมตร เพื่อยึดขาตั้งให้ติดแน่นอยู่กับฐานในแนวยืน

(4) สเกลวัดระยะในหน่วยมิลลิเมตร ยึดติดกับแท่นไม้ในแนวยืน

(5) แท่นไม้ ขนาด 100 มิลลิเมตร × 90 มิลลิเมตร มีความหนาต่าง ๆ กัน ตามต้องการ

(6) ฐานไม้ ขนาด 610 มิลลิเมตร × 100 มิลลิเมตร × 25 มิลลิเมตร

รูปที่ ค. 1 เครื่องทดสอบความต้านแรงกด
(ข้อ ค.1)

พิมพ์ที่ มิราเคิล พริ้นท์ โทร. 5852550