

บทที่ 3

ประวัติความเป็นมาของพลาสติกและการใช้งานในปัจจุบัน

การค้นพบพลาสติกเป็นเหตุการณ์โดยบังเอิญที่ อเล็กซานเดอร์ พาร์คเกอร์ (Alexander Parker) นักเคมีชาวอังกฤษได้ทดลองเทกรดลงบนฝ้าย แล้วเติมการะบูรได้เซลลูโลสไนเตรท (Cellulosenitrate)

สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย (2541:1-2) รายงานว่า จอห์น (John) และ อิสเสลลา ไฮเอทท์ (Isaiah Hyatt) ปรับปรุงให้มีคุณสมบัติดีขึ้น คือ เซลลูลอยด์ (Celluloid)

นักเคมีชาวฝรั่งเศส ไฮเลียร์ ชาร์โดเนทท์ (Hilaire Chardonnet) ได้ผลิตเรยอนซึ่งเป็นสังเคราะห์ชนิดแรกที่ทำจากเซลลูโลสในพืช

นักเคมีชาวเบลเยียม ลีโอ เฮนริก เบคเคิลันท์ (Leo Henrik Baekeland) ได้ค้นพบพลาสติกชนิดเทอร์โมเซตติง (Thermosetting) ในเวลาที่ใกล้กันนั้นมีผู้ค้นพบพลาสติกอีกหลายชนิด พลาสติกยังได้รับการพัฒนาค้นคว้าต่อไป ทั้งพลาสติกชนิดใหม่ๆ และการพัฒนาคุณภาพของพลาสติกเดิมให้ดียิ่งขึ้น

ปัจจุบันได้มีการนำพลาสติกมาใช้ในชีวิตประจำวันกันอย่างแพร่หลาย ไม่โดยทางตรงก็โดยทางอ้อม ในสินค้าอุปโภคบริโภคนานาชนิดในลักษณะของการห่อหุ้มบรรจุ หรือในลักษณะของชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ จากการพัฒนาคุณสมบัติของพลาสติกทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ คาดว่าผลิตภัณฑ์พลาสติกจะแทรกเข้ามาอยู่ในชีวิตประจำวันของคนเรามากกว่าที่เป็นอยู่

3.1 คุณสมบัติของพลาสติกและแหล่งวัตถุดิบในการผลิต

สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย (2541 : 3-4) รายงานว่า พลาสติกมีคุณสมบัติเป็นสารอินทรีย์ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น มีน้ำหนักโมเลกุลและจุดหลอมเหลวสูง ตั้งแต่ 80 -350 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิต่ำจะแข็งและเปราะ มีความถ่วงจำเพาะต่ำ เป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่นำความร้อน ทนแรงกระแทกและมีความทนทานทางกลสูง

พลาสติกมีแหล่งกำเนิดจาก 5 แหล่งดังนี้ 1) ผลผลิตทางการเกษตร 2) ผลผลิตทางการเกษตรและน้ำมัน 3) น้ำมันและถ่านหิน 4) น้ำมันและสินแร่ 5) สินแร่ แหล่งใหญ่ของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตพลาสติกคือ น้ำมัน โดยคิดเป็นร้อยละ 90 ของวัตถุดิบทั้งหมด

3.2 ประเภทของพลาสติก

สถาบันบริการอุตสาหกรรม (2515 : 18-19) รายงานว่าการแบ่งประเภทของพลาสติกสามารถแบ่งได้หลายแบบ แต่ส่วนใหญ่มักนิยมแบ่งตามคุณสมบัติทางเคมี และการแบ่งประเภทพลาสติกตามการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การแบ่งประเภทของพลาสติกตามคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งมี 2 ลักษณะ

1.เทอร์โมเซตติง ในขบวนการผลิตต้องใช้ความร้อนสูงและต้องการแรงอัด เมื่อพลาสติกเย็นจนแข็งตัวแล้วจะไม่สามารถทำให้อ่อนตัวได้อีกโดยใช้ความร้อน แต่จะเกิดการสลายตัวทันทีที่อุณหภูมิสูง เช่น ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ และเมลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ นำไปใช้ทำฝาปิดทำภาชนะบรรจุพวกสารเคมี และภาชนะที่ต้องการให้มีรูปร่างสวยงาม เช่นจานชาม

2.เทอร์โมพลาสติกเป็นพลาสติกที่หลอมหรือละลายได้อีก เมื่อถูกความร้อนโดยไม่สลายตัวจึงสามารถนำกลับมาหลอมเพื่อใช้ใหม่

โพลีสไตรีน (Polystyrene) เป็นวัสดุที่ใช้กันมากในการทำภาชนะบรรจุ เป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงและทนต่อสารเคมีได้ดี คือ ถาดใส่อาหาร ถ้วย

โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) นำไปใช้ทำภาชนะบรรจุพวกกล่อง หรือภาชนะบรรจุชนิดที่ต้องการให้เห็นของที่บรรจุภายใน

โพลีเมธิล เมทาครีเลท (Polymethyl Methacrylate) ใช้ทำผลิตภัณฑ์สารเทียมที่ใช้ในทางทันตกรรม

โพลีอะซิโตนไทรล์ (Polyacrylonitrile) ใช้ทำผลิตภัณฑ์ผสมพีวีซี ไม่เหมาะใช้บรรจุอาหารหรือสัมผัสอาหารโดยตรง

ไนลอน (Nylon) ใช้ทำผลิตภัณฑ์พลาสติกลามิเนต (Laminate) ร่วมกับโพลีเอทิลีน

โพลีเอทิลีน เทอร์เรฟทาเลท (Polyethylene Terephthalate) ใช้ทำผลิตภัณฑ์แผ่นฟิล์มบาง ๆ สำหรับบรรจุอาหาร

เอส เอ เอ็น (SAN :Styrene Acrylonitrile) ใช้ทำผลิตภัณฑ์ จาน ชาม ถ้วย ถ้วยตวง เครื่องปั้นน้ำผลไม้ สีลาเท็กซ์

เอ บี เอส (ABS : Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) ใช้ทำผลิตภัณฑ์ เครื่องรับ โทรศัพท์ สันรองเท้า อุปกรณ์ภายในรถยนต์

โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) ใช้ทำผลิตภัณฑ์ของใช้ในครัว เช่น ถ้วยจาน ขวดนม

โฟมเป็นพลาสติกอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายและมีคุณสมบัติพิเศษต่างจากพลาสติกที่กล่าวมาแล้ว คือ มีความหนาแน่นต่ำ เป็นฉนวนความร้อนและความเย็นที่ดีทำ

เป็นรูปทรงต่างๆ ได้มากด้วยเครื่องมือง่ายๆ และมีราคาถูก โดยส่วนใหญ่ใช้ทำเป็นฉนวนความร้อน ภาชนะโฟม และอุตสาหกรรมเบา เป็นต้น

3.2.2 การแบ่งประเภทของพลาสติกตามลักษณะการใช้งาน

เอกชัย ศิริจันทน์ (2535 : 27-34) รายงานว่า การแบ่งชนิดตามคุณสมบัติการใช้งาน จะมีความสลับซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น โดยจัดประเภทตามการผลิตมี 3 ประเภท ถ้าหากเราจะเลือกใช้พลาสติกใด ๆ แล้ว เราควรพิจารณาถึงเงื่อนไข 2 ประการคือ งานที่จะพัฒนานั้นมีการทำงานอย่างไร พลาสติกตัวไหนมีคุณสมบัติอย่างไร พลาสติกแต่ละตัวต่างก็มีจุดดีจุดเด่นที่ต่างกันอย่างไร

ประเภทที่ 1 พลาสติกพื้นฐาน

พีวีซี (PVC) คุณสมบัติของพีวีซีเปลี่ยนแปลงได้โดยใส่สารเติมแต่งต่างๆ เช่น พลาสติก-ไซเซออร์ ทำให้พีวีซี (PVC) มีความยืดหยุ่นตัวสูงขึ้น สารเพิ่มความคงทนต่อแสงอุลตราไวโอเล็ต ทำให้ทนทานต่อแสงแดดมากขึ้น อายุการใช้งานสูงขึ้น ไม่เหลืองง่าย ในขณะที่ใช้งานหรือเก็บรักษา เพื่อยืดอายุของสินค้าออกไป

โพลีสไตรีน (Polystyrene) คือ พลาสติกที่มีสไตรีน (Styrene) เป็นองค์ประกอบมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค เนื่องจากการผลิตมีความบริสุทธิ์สูง และไม่มีสารอื่นเป็นตัวประกอบในการผลิตมากนัก อีกทั้งโดยธรรมชาติตัวมันเองก็ไม่มีพิษ

ประเภทที่ 2 พลาสติกวิศวกรรม

เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติพิเศษกว่าพลาสติกทั่วไป ในด้านคุณสมบัติทางกล ทางเคมี และ ทางไฟฟ้า แต่กระนั้นก็มีราคาแพงกว่าพลาสติกทั่วไป ซึ่งจะกล่าวถึงได้แก่

โพลีเมทิล เมทาครีเลท (PMMA) หรือที่เรียกกันว่า อะครีลิก (Acrylic) มีคุณสมบัติใส เหมือนกระจกจึงนำไปใช้ทำเป็นกระจกเทียม ไฟท้ายรถยนต์

โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) มีคุณสมบัติทนความร้อนและแรงกระแทกสูงมาก จึงใช้ผลิตเป็นอะไหล่รถยนต์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า

พลาสติกเซลลูโลส (Cellulose Plastics) เป็นพลาสติกที่มีที่มาจากพลาสติกทั่วไป กล่าวคือ เป็นพลาสติกที่ผลิตขึ้นมาจากสารธรรมชาติ คือ เยื่อไม้ต่างๆ แทนที่สารปิโตรเคมีคัล โดยที่พลาสติกเซลลูโลสแต่ละตัวจะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน แต่จะต่างกันที่ความเหนียวและความยืดหยุ่น

โพลีเอสเตอร์ (Polyester) เป็นโพลิเมอร์ที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในงานเส้นใย ซึ่งใช้เป็นไฟเบอร์ ซึ่งจะรวมทั้งโพลีเอทิลีนเทอเรฟทาเลท (PET) ที่ใช้ในงานบรรจุภัณฑ์ โครงสร้างของพลาสติกประเภทโพลีเอสเตอร์ มีความแข็งแรงจึงส่งผลให้มีคุณสมบัติเด่นทางกล และความร้อน ทนทานต่อปฏิกิริยาของแสง ความชื้น เป็นอย่างดี

ประเภทที่ 3 พลาสติกสมรรถนะสูง

พลาสติกกลุ่มนี้มีสมรรถนะสูงเมื่อเทียบกับพลาสติกทั่วไปหรือแม้กระทั่งวัสดุอื่น ไม่ว่าจะ เป็นไม้ แก้ว หรือกระทั่งโลหะโดยที่มีคุณสมบัติเด่น ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกันคือ มีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงกระทบกระแทกสูงมาก เรียกได้ว่า สุดยอดของคุณสมบัติทางกล ทนทานต่อความร้อนสูงมาก อีกทั้งพลาสติกกลุ่มนี้หลายตัวมีคุณสมบัติไม่ติดไฟ ด้วยตัวของมันเอง คุณสมบัติความในการตัดชิ้นงานพลาสติกประเภทนี้ จะให้ขนาดเท่ากันตลอด คุณสมบัตินี้มีความสำคัญมากต่องานวิศวกรรม เช่น ชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้พลาสติกกลุ่มนี้ยังมีคุณสมบัติทนทานต่อสารเคมี ส่วนใหญ่กลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าสูงเยี่ยมและทนทานต่อสภาวะแวดล้อม

โดยหลักของพลาสติกใสกกลุ่มนี้จะถูกใช้งานกับงานประเภทที่ต้องใช้เทคโนโลยีที่ค่อนข้างสูง เพราะการค้นคว้าวิจัยพลาสติกเหล่านี้ใช้ทุนมหาศาล ราคาขายก็สูงตามด้วย การใช้งานจึงเน้นให้คุ้มค่าของมันนั่นเอง

3.3 การผลิตพลาสติก

สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย (2541 : 6) รายงานว่า วัตถุดิบที่ใช้ผลิตพลาสติกอาจอยู่ในลักษณะที่เป็นผง เป็นเม็ด หรือเป็นของเหลวแต่ส่วนใหญ่จะใช้เม็ดพลาสติกเป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยมีวิธีการแปรรูป 6 แบบ คือ

1. แบบฉีด (Injection Moulding) ใช้วัตถุเทอร์โมพลาสติกหลอมละลายในเครื่องให้ความร้อนใช้กำลังฉีดเข้าไปในตัวแบบแล้วปล่อยให้แข็งตัว ใช้สำหรับผลิตร่องเท้า เครื่องเด็กเล่น เครื่องใช้และภาชนะบรรจุต่าง ๆ
2. แบบเป่า (Blow Moulding) เป็นเครื่องมือสำหรับผลิตภาชนะบรรจุและของเด็กเล่น
3. แบบอัด (Compression Moulding) เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมเซต โดยใส่ลงตัวแบบแล้วใช้กำลังอัดและให้ความร้อน ทำให้พลาสติกเป็นรูปตามที่ต้องการ เมื่อเวลาพลาสติกแข็งตัวใช้ทำภาชนะในครัวเรือน อุปกรณ์ทางไฟฟ้าและส่วนประกอบของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์
4. แบบบีบ (Extrusion) ใช้ผลิตเชือก ท่อ หลอดดูด และสายไฟฟ้า
5. แบบผึ่ง (Colandring) ใช้ทำผ้าใยกรอง เบี่ยงใยกรอง แผ่นพลาสติก
6. แบบอัดเป็นชั้น (Laminating) ใช้ทำแผ่นเซอร์กิต และแผ่นฟอโรไมก้า

3.4 การผลิตโฟม

สมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย (2541 : 7-8) โฟมเป็นพลาสติกที่มีการใช้สารเร่งให้ฟูเป็นฟอง ในกรณีที่ใช้แม่แบบต้องขยายแม่แบบให้มีปริมาตรโตขึ้น หรือให้ฟูโดยอิสระก็ได้ โฟมที่ได้จะมีความหนาแน่นน้อยกว่าพลาสติกที่ไม่ได้ทำให้เป็นโฟม พลาสติกที่ให้เป็นโฟมได้ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สามารถเร่งให้ผงฟูเป็นฟอง กลุ่มที่หลอมเหลวแล้วจึงทำให้ฟู และกลุ่มที่สารเริ่มต้นเป็นของเหลว และทำให้เกิดปฏิกิริยาเป็นก๊าซขึ้นเมื่อได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิหนึ่ง

3.5 การนำพลาสติกมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์พลาสติกอีกชนิดหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากปัจจุบันชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนเปลี่ยนไปคือ มีความเร่งรีบและต้องการความสะดวกสบาย

3.5.1 ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร

ทวีชัย พีชผล (2535 : 13-16) รายงานว่า ปัจจุบันนี้เป็นยุคของพลาสติก โดยเฉพาะสำหรับอาหารแล้ว การใช้ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร ทำให้อาหารที่บรรจุอยู่ดูสะอาดตาน่ารับประทาน นอกจากป้องกันอาหารไม่ให้สัมผัสกับสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่นละออง แมลง ฯลฯ แล้วยังสะดวกต่อการถือขณะขนส่ง เพราะมีน้ำหนักเบาที่มากกว่าภาชนะอย่างอื่น เช่น ขวดแก้ว หรือกระป๋อง

ถุงพลาสติกบรรจุอาหารที่จำหน่ายอยู่ตามร้านค้าทั่วไปนั้นมีลักษณะสีสรรแตกต่างกันไป บางชนิดจะทำด้วยพลาสติกเพียงชั้นเดียว แต่บางชนิดก็ทำด้วยพลาสติกหลายชั้น และต่างชนิดประกบกันเรียกว่า ลามิเนต (Laminate) (ลามิเนต หมายถึง การใช้พลาสติกฟิล์มประกบกับวัตถุอื่น ๆ เช่น แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์และหรือกระดาษ เพื่อให้มีคุณภาพต่าง ๆ เช่น กันแสงสว่าง อากาศ ความชื้น ไขมัน กลิ่น และทำให้ปิดผนึกโดยความร้อนได้) นอกจากพลาสติกแล้วยังมีวัตถุอื่นที่มีคุณสมบัติในการรักษาคุณภาพอาหารที่นำมาใช้ทำถุงประกบหลายชั้นดังกล่าว เช่น แผ่นอลูมิเนียมบาง กระดาษ ถุงพลาสติกและถุงประกบเหล่านี้มีมากมายหลายชนิด ผู้ที่ประกอบอุตสาหกรรมอาหารและผู้ที่ต้องใช้ถุงเหล่านี้บรรจุอาหาร ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับอาหารแต่ละชนิดด้วย เพื่อการเก็บถนอมอาหารไว้ในระยะนานโดยคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง

พลาสติกที่ใช้ทำถุงบรรจุอาหารที่รู้จักกันดี ได้แก่ โพลีเอธิลีน (Polyethylene) เป็นพลาสติกที่เรารู้จักกันดีทั่วไป เพราะใช้ทำถุงพลาสติกธรรมดาที่ซื้อขายกันในตลาด มีคุณสมบัติป้องกันความชื้นผ่านเข้าออกได้ มีความแข็งแรงดีมีความใสมาก สามารถเห็นอาหารที่บรรจุภายในได้ จึงใช้บรรจุอาหารได้มากชนิด แต่พลาสติกชนิดนี้ไม่สามารถป้องกันอากาศผ่านเข้าออกได้ พลาสติกชนิดนี้ยังใช้ทำแผ่นประกบกับวัตถุอื่นทำให้ได้ถุงพลาสติกมีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น ป้องกันน้ำกับอากาศ และต้มได้

โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) เป็นพลาสติกที่แสงผ่านได้ดีอีกชนิดหนึ่ง สามารถมองเห็นอาหารที่บรรจุภายใน และมีคุณสมบัติที่ความชื้นผ่านเข้าออกไม่ได้อีกด้วย

เซลลูโลส อะซิเตท (Cellulose Acetate) เป็นแผ่นพลาสติกชนิดที่อากาศและไอน้ำผ่านเข้าออกได้ ฉะนั้นจึงใช้บรรจุอาหารเช่น ผัก และผลไม้สดที่ต้องการหายใจหากใช้พลาสติกอื่นที่ไม่เหมาะสมทำให้ผักและผลไม้เน่าหรือเหี่ยวแห้ง

โพลีเอสเตอร์ (Polyester) แผ่นพลาสติกชนิดนี้ป้องกันไม่ให้อากาศผ่าน หรือทำให้เกิดภาวะสูญญากาศจึงเหมาะสำหรับทำภาชนะบรรจุอาหาร เพราะเมื่อสัมผัสกับอากาศแล้วจะเกิดการเติมออกซิเจนทำให้เสียได้ ได้แก่ อาหารประเภทชนิดไขมัน ถ้าใช้ประกบกับโพลีเอทิลีนแล้วจะเป็นถุงที่ทนความร้อนได้

โพลีสไตรีน (Polystyrene) มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเซลลูโลสอะซิเตท จึงใช้บรรจุอาหาร เช่น มะเขือเทศสด ผลไม้สด และผักสดได้ เช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ยังมีโพลีไวนิล คลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า พีวีซี (PVC) ไนลอน (Nylon) ซาราน (Saran) และรับเบอร์ไฮโดรคลอไรด์ (Rubber Hydrochloride) หรือเรียกทางการค้าว่า ไพลโอฟิล์ม (Pliofilm) ที่นำไปใช้ทำถุงพลาสติกบรรจุอาหารได้

สำหรับพีวีซีที่ใช้ทำภาชนะเครื่องใช้ต่าง ๆ รวมทั้งภาชนะบรรจุอาหารมีคุณสมบัติทนความร้อนและไขมัน แต่ไม่แนะนำให้ใช้ เพราะขณะนี้จากผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ทางยุโรปและอเมริกาปรากฏว่า อาหารสามารถสกัดโมโนเมอร์ของพีวีซี (Vinylchloride Monomer) ออกจากภาชนะลงสู่อาหารได้ และโมโนเมอร์ตัวนี้มีความไว้มึนเย็งที่จะทำให้เกิดโรคมะเร็งได้

การพัฒนาด้านพลาสติกที่ใช้บรรจุอาหาร มิได้จำกัดอยู่เพียงด้านคุณภาพ และความเหมาะสมของพลาสติกกับอาหารชนิดต่าง ๆ เท่านั้น แต่ยังคงมีการศึกษาวิจัยในด้านความปลอดภัยของผู้บริโภคอีกด้วย

ในด้านความปลอดภัยนั้นพลาสติกที่ใช้จะต้องไม่เป็นพิษเป็นภัยต่อร่างกาย เนื่องจากวัตถุดิบต่าง ๆ ที่นำมาใช้ผลิตพลาสติกนั้นประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด สารเหล่านี้อาจเป็นสารเคมีที่เป็นพิษต่อร่างกาย เมื่อนำมาบรรจุอาหารสารเหล่านี้อาจถูกสกัดออกมาปนในอาหารและมีพิษปริมาณสารที่อยู่ในพลาสติกจะถูกสกัดออกมาเล็กน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ระยะเวลา และผิวพื้นที่อาหารสัมผัสกับพลาสติกด้วย

3.5.2 ขวดโพลีไวนิลคลอไรด์

วิฑูรย์ ศิริไพบูลย์ (2535 : 70-74) รายงานว่า วัตถุประสงค์ของการนำพีวีซีมาใช้ผลิตเป็นภาชนะบรรจุภัณฑ์ประเภทขวด คือ เพื่อใช้ประโยชน์ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ มีความ

สะดวกทางด้านการนำไปใช้งานและการขนส่ง เพราะมีความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรง
กระแทกได้เป็นอย่างดี ง่ายต่อการขึ้นรูปและประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานมากกว่าวัสดุที่ใช้
ในการผลิตขวดบางประเภท

ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นของขวดพีวีซี คือ สามารถป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดี
มีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจนได้ค่อนข้างต่ำ สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ภายในขวดพีวีซี
ได้เป็นอย่างดี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University