



โครงการฉลากเขียว

ข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับสเปรย์ (Sprays with zero ODP & GWP substances)

คณะกรรมการโครงการฉลากเขียว

อนุมัติ

9 มกราคม 2549

สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว
สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ฉลากเขียว (green label หรือ eco-label)

“ฉลากเขียว” คือ ฉลากที่ให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน

ข้อดีของการมีฉลากเขียวติดอยู่บนผลิตภัณฑ์ก็คือ ใช้เป็นเครื่องหมายให้กับผู้บริโภคทราบ ว่า ผลิตภัณฑ์นั้นเน้นคุณค่าทางสิ่งแวดล้อม ผู้บริโภคจะได้เลือกซื้อถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ในส่วนผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายจะได้รับผลประโยชน์ในแง่กำไรเนื่องจากมีการบริโภคผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมากขึ้น ผลักดันให้ ผู้ผลิตรายอื่นๆ ต้องแข่งขันกันปรับปรุงคุณภาพของสินค้าหรือบริการของตนในด้านเทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดการยอมรับของประชาชน และส่งผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแก่ผู้ผลิตเองในระยะยาว ฉลากเขียวจึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ช่วยป้องกันรักษาธรรมชาติผ่านการผลิตและการบริโภคของประชาชน

โครงการฉลากเขียวของประเทศไทย

ฉลากเขียวเริ่มใช้เป็นครั้งแรกในประเทศเยอรมนีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 และได้รับการตอบสนองจากผู้บริโภคชาวเยอรมันเป็นอย่างดี ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ มากกว่า 20 ประเทศได้มีการจัดทำโครงการฉลากเขียว

สำหรับประเทศไทยคณะกรรมการนักธุรกิจเพื่อสิ่งแวดล้อมไทย (Thailand Business Council for Sustainable Development, TBCSD) ได้ริเริ่มโครงการฉลากเขียว เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2536 และได้รับความเห็นชอบและความร่วมมือจากกระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และองค์กรเอกชนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้ปฏิบัติออกมาเป็นรูปธรรม จึงนับว่าเป็นโครงการที่เกิดจากการร่วมมือระหว่างภาครัฐบาล เอกชน และองค์กรกลางต่าง ๆ โดยมีสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและสถาบันสิ่งแวดล้อมไทยทำหน้าที่เป็นเลขานุการ

หลักการในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคทั่วไปในชีวิตประจำวัน
- คำนึงถึงผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และคุณสมบัติทางสิ่งแวดล้อมที่ได้รับเมื่อผลิตภัณฑ์นั้นถูกจำหน่ายออกสู่ตลาด
- มีวิธีการตรวจสอบที่ไม่ยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง ในการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางสิ่งแวดล้อมตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด

- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตมีทางเลือกอื่นในการผลิตที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า

ผลิตภัณฑ์จลาจเขียว

ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือกให้ออกข้อกำหนดสำหรับขอรับจลาจเขียว ได้แก่

- | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--|
| 1. ผลิตภัณฑ์พลาสติกแปรใช้ใหม่ | 2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ | 3. ตู้เย็น |
| 4. สี | 5. เครื่องสุขภัณฑ์ | 6. ถ่านไฟฉาย |
| 7. เครื่องปรับอากาศ | 8. กระจก | 9. สเปรย์ |
| 10. สารซักฟอก | 11. ก๊อกน้ำและอุปกรณ์ประหยัดน้ำ | 12. คอมพิวเตอร์ |
| 13. เครื่องซักผ้า | 14. ฉนวนกันความร้อน | 15. ฉนวนยางกันความร้อน |
| 16. มอเตอร์ | 17. ผลิตภัณฑ์ทำจากผ้า | 18. บริการซักผ้าและซักแห้ง |
| 19. แชมพู | 20. ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดด้วยขาม | 21. น้ำมันหล่อลื่น |
| 22. เครื่องเรือนเหล็ก | 23. ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ยางพารา | 24. บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์ |
| 25. สบู่ | 26. ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดพื้นผิว | 27. ผลิตภัณฑ์ลบล้างสี |
| 28. เครื่องถ่ายเอกสาร | 29. สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง | 30. เครื่องเขียน |
| 31. ดับหมึก | 32. ปู่ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ | 33. สีเคลือบกระเบื้องมุงหลังคา |
| 34. โทรศัพท์มือถือ | 35. เครื่องโทรสาร | 36. รถยนต์นั่ง |
| 37. เครื่องรับโทรทัศน์ | 38. เครื่องพิมพ์ | 39. เครื่องเล่นบันทึกสัญญาณภาพและเสียง |

ปัจจัยที่ใช้พิจารณาเพื่อออกข้อกำหนด

ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดขึ้น จะแตกต่างกันไปตามประเภทของผลิตภัณฑ์และความเสียหายของสิ่งแวดล้อมในแง่มุมต่าง ๆ ที่เกิดจากผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยทั่วไปจะคำนึงถึง

- การจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ (renewable resources) และที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ (nonrenewable resources)
- การลดภาวะมลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศ โดยส่งเสริมให้มีการผลิต การขนส่ง การบริโภค และการกำจัดทิ้งหลังใช้แล้วอย่างมีประสิทธิภาพ
- การนำขยะมูลฝอยทั่วไปและขยะอันตรายกลับมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น (reuse) หรือแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ (recycle)

การสมัครขอใช้จลาจเขียว

การขอใช้ฉลากเขียวเป็นการดำเนินการด้วยความสมัครใจของผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่าย หรือ ผู้ให้บริการที่ต้องการแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีกฎหมายบังคับ ผู้ประสงค์จะสมัครขอใช้ฉลากเขียว สามารถซื้อใบสมัครชุดละ 500 บาท เพื่อกรอกข้อความ และแนบเอกสารต่างๆ ตามที่ระบุในข้อกำหนดเพื่อยื่นขอใช้เครื่องหมายฉลากเขียว และชำระค่าธรรมเนียมในการสมัคร 1,000 บาท ต่อรุ่น หรือแบบ หรือเครื่องหมายการค้า สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยและสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจะตรวจสอบเอกสารและหลักฐานต่างๆ และจัดทำสัญญาอนุญาตให้ใช้เครื่องหมายรับรองฉลากเขียวในการโฆษณาและติดที่ผลิตภัณฑ์ เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการตรวจสอบตามข้อกำหนดแล้ว ผู้สมัครจะต้องชำระค่าธรรมเนียมการใช้ฉลากเขียวเป็นจำนวนเงินปีละ 5,000 บาท ต่อรุ่นหรือแบบ โดยมีวาระการอนุญาตให้ใช้เครื่องหมายรับรองฉลากเขียวไม่เกิน 3 ปี

หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับฉลากเขียวสามารถติดต่อสอบถามได้ที่ :
สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
16/151 เมืองทองธานี ถ.แจ้งวัฒนะ ปากเกร็ด นนทบุรี 11120
โทรศัพท์ 0-2503-3333 ต่อ 315 , 316 โทรสาร 0-2504-4826 ถึง 8
หรือ www.tei.or.th

คณะอนุกรรมการเทคนิคคณะที่ 10
โครงการฉลากเขียว
ข้อกำหนดสำหรับสเปรย์

ประธานอนุกรรมการ

นางสมศรี สุวรรณจรัส

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

อนุกรรมการ

นายรังสรรค์ ปิ่นทอง

กรมควบคุมมลพิษ

นายสมพร ฤกษ์อำนวยชัย

บริษัท แอล เอส ดี แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด

นางวีณา ชัยอรุณดีกุล

บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทย เทรดดิ้ง จำกัด

นายบุญชัย สุรวุฒิพงศ์

บริษัท แพคเซิร์ฟ จำกัด

นายธีรวิทย์ โชติช่วง

บริษัท บีเอ็นเอ็นที เอ็นเตอร์เทนเมนต์ จำกัด (มหาชน)

นางกนกวรรณ บุญยาภิธานฐาน

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อนุกรรมการและเลขานุการ

ดร. พงษ์วิภา หล่อสมบูรณ์

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

นายปฐม ชัยพฤษทล

ข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับสเปรย์

TGL-9-R1-06

จัดทำโดย

คณะอนุกรรมการเทคนิคคณะที่ 10

1. เหตุผล

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศสมาชิกที่สัญญาให้ความร่วมมือปฏิบัติตามข้อตกลงที่เมืองมอนทรีออล ประเทศแคนาดา ในปี 2530 ในการเลิกใช้สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (ซีเอฟซี) (Chlorofluorocarbons, CFCs) ภายในปี 2553 ซึ่งปัจจุบันได้มีการยกเลิกใช้สารซีเอฟซี แล้วในอุตสาหกรรมสเปรย์ แต่ยังมี การใช้สารทดแทนที่มีค่าศักยภาพในการทำลายโอโซน, โอดีพี (Ozone Depletion Potential, ODP) และค่าศักยภาพที่ทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential, GWP) มากกว่าศูนย์อยู่บ้าง

สารที่มีค่าโอดีพีมากกว่าศูนย์จะไปทำลายโอโซนซึ่งทำหน้าที่กรองรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) ให้บางลง และเกิดเป็นช่องว่างขึ้น ทำให้รังสีนี้สามารถกระจายลงสู่ผิวโลกได้ เป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็งที่ผิวหนัง เกิดการสูญเสียมวลการรับภาพของดวงตา และโรคอื่น ๆ นอกจากนี้จะมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์แล้ว รังสีนี้ยังทำลายฮอร์โมน คลอโรฟิลล์ และสารเคมีที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงของพืช จนมีผลทำให้การผลิตชีวมวลของป่าและพืชต่างๆ ลดลง ส่วนสารที่มีค่า GWP มากกว่าศูนย์จะมีส่วนทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ดังนั้นการส่งเสริมการใช้สเปรย์ที่ใช้สารทดแทนที่มีค่าโอดีพีและ GWP เท่ากับศูนย์ จะช่วยลดปัญหาการทำลายของโอโซนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นลงได้ส่วนหนึ่ง

2. ขอบเขต

ผลิตภัณฑ์สเปรย์ ในที่นี้ครอบคลุมเฉพาะ

1. สเปรย์ใช้ในครัวเรือน (household) เฉพาะ สเปรย์ล้างหัวเทปคาสเซ็ทและวีดีโอ สเปรย์ทำความสะอาดกระจก (glass cleaner) สเปรย์ฟอกอากาศ
2. สเปรย์รถยนต์ (car care) เฉพาะ สเปรย์ไล่ความชื้น สเปรย์หล่อลื่น สเปรย์ฉีดสายพาน สเปรย์ถอดน็อต (penetrating spray) สเปรย์ทำความสะอาดระบบภายในรถยนต์

3. สเปรย์ส่วนบุคคล (personal care) เฉพาะ สเปรย์ระงับกลิ่นกาย (deodorant) สเปรย์ฉีดตัว (body spray) สเปรย์ระงับกลิ่นปาก (mouth spray) สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า (foot spray) สเปรย์ระงับเหงื่อ (anti-perspirant) สเปรย์ฉีดผม (hair spray) มูสแต่งผม สเปรย์น้ำหอม สเปรย์น้ำแร่ (mineral spray) สเปรย์น้ำให้ความสดชื่น (refreshing spray)
4. สเปรย์ป้องกันภัยขนาดเล็ก (protection) เฉพาะ สเปรย์ดับเพลิง
5. สเปรย์อุตสาหกรรม (industrial spray) เฉพาะ สเปรย์กันความชื้น (demoisturizer) สเปรย์ถอดแบบ (mould release) และสเปรย์ล้างหน้าสัมผัสไฟฟ้า (contact cleaner) สเปรย์กาว (adhesive)

หมายเหตุ สเปรย์บางชนิด เช่น สเปรย์สี สเปรย์ปรับอากาศ สเปรย์ยาฆ่าแมลง ขณะนี้ได้เปลี่ยนไปใช้ตัวขับเคลื่อนชนิดอื่นแทนสารซีเอฟซีทั้งอุตสาหกรรมแล้ว จึงไม่ได้อยู่รวมอยู่ในขอบเขตของสเปรย์ที่จะขอใช้ฉลากเขียวได้

3. บทนิยาม

สเปรย์ (spray) ในที่นี้หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีสิ่งบรรจุในสภาวะของเหลว บรรจุอยู่ในภาชนะที่มีก๊าซ หรือก๊าซเหลว (liquefied gas) หรืออากาศ เป็นตัวขับเคลื่อน หรือบรรจุอยู่ในภาชนะที่ประกอบด้วย mechanical pump เพื่อเป็นตัวช่วยให้มีกำลังฉีดพ่นสิ่งบรรจุนี้ออกมาเป็นฝอยละอองเล็กๆ

ภาชนะ (package) ในที่นี้หมายถึง ภาชนะสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ ทำด้วยอะลูมิเนียม หรืออะลูมิเนียมแข็ง หรือแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก หรือแผ่นเหล็กเคลือบโครเมียม หรือวัสดุชนิดอื่นที่มีสมบัติเหมาะสม

สารขับเคลื่อน (propellants) ในที่นี้หมายถึง สารที่เป็นตัวช่วยให้มีกำลังฉีดพ่นที่มีความดันไอสูงกว่า 760 มิลลิเมตรของปรอท (1 บรรยากาศ) ที่อุณหภูมิ 40.6 องศาเซลเซียส

สารที่ทำลายโอโซน (ozone depletion substance : ODS, โอดีเอส) ในที่นี้หมายถึง สารเคมีที่มีธาตุคลอรีน หรือ โบรมีน และฮาโลน ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการทำลายโอโซนในบรรยากาศทำให้ชั้นโอโซนบางลง

ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential : GWP) ในที่นี้หมายถึง ค่าดัชนีที่นำเสนอผลรวมของช่วงเวลาที่ยาวนานที่ก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ ตกค้างในบรรยากาศใน

ระยะเวลาต่างๆ กัน กับประสิทธิภาพสัมพัทธ์ในการดูดซับรังสีอินฟราเรด โดยเป็นการประมาณความสามารถที่ทำให้เกิดโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกใดๆ เมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำหนักเท่ากัน

(โดยให้คาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเท่ากับ 1 เช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP เท่ากับ 21 หมายความว่า ก๊าซมีเทนจำนวน 1 ตัน มีศักยภาพในการเกิดความร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 21 ตัน)

4. ข้อกำหนดทั่วไป

- 4.1 ผลิตภัณฑ์สเปรย์ต้องมีคุณลักษณะที่ต้องการดังต่อไปนี้
- (1) ไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง (กำหนดเฉพาะสเปรย์ส่วนบุคคล)
 - (2) ไม่ประกอบด้วยสารเป็นพิษร้ายแรง หรือ ใช้วัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2536) ออกตามความในพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2535 (ภาคผนวก) และฉบับแก้ไขที่อาจมีเพิ่มเติมในภายหลัง
 - (3) มีการคงอยู่ในสภาพที่ดี ไม่แปรสภาพหรือเสื่อมคุณภาพ
 - (4) สามารถฉีดพ่นได้จนหมด หรือ เหลือผลิตภัณฑ์ค้างอยู่ในภาชนะบรรจุได้ไม่เกินร้อยละ 2 ของน้ำหนัก
 - (5) จะต้องมีที่ว่างด้านบน (head space) ในภาชนะบรรจุเหลืออยู่อย่างน้อยร้อยละ 15 ของปริมาตร หรือปริมาตรบรรจุผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกินร้อยละ 85 ของปริมาตรภาชนะบรรจุ
 - (6) ความทนความดันผิวดรูป: ภาชนะบรรจุทุกประเภทต้องทนความดัน 1.2 เมกะพาสคัล เป็นเวลา 1 นาทีได้ โดยไม่บวม บิดเบี้ยวหรือรั่วซึม
 - (7) ความทนความดันระเบิด: ภาชนะบรรจุทุกประเภทต้องทนความดัน 1.8 เมกะพาสคัล เป็นเวลา 1 นาทีได้ โดยไม่รั่วซึมหรือระเบิด
- 4.2 ในกระบวนการผลิต การขนส่ง และการกำจัดของเสีย ต้องเป็นไปตามกฎหมาย และข้อบังคับของราชการ

5. ข้อกำหนดพิเศษ

- 5.1 ต้องไม่ใช้สารขั้วตันที่มีค่าไอดีพีและ/หรือ GWP มากกว่าศูนย์
- 5.2 มีคำแนะนำการใช้สเปร์ย์ และแนวทางการปฏิบัติเมื่อต้องการทิ้งหลังใช้ที่ถูกต้องเหมาะสมติดไว้ที่บรรจุภัณฑ์
- 5.3 มีสัญลักษณ์รีไซเคิล (mobius loop) ติดอยู่ที่บรรจุภัณฑ์ เพื่อสนับสนุนการนำบรรจุภัณฑ์กลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่
- 5.4 สำหรับสเปร์ย์กาว ปริมาณสารอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Compound :VOC) ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ต้องไม่เกินร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ไม่รวมส่วนประกอบที่เป็นน้ำ

6. วิธีทดสอบคุณภาพ

- 6.1 การทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์สเปร์ย์
 - (1) การทดสอบการระคายเคืองต่อผิวหนัง ตามวิธีทดสอบที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป มาตรฐานมอก.เลขที่ 152 หรือ สามารถทำการทดสอบความระคายเคืองโดยวิธีการอื่นที่ไม่ใช้สัตว์ทดลองได้ หากมีหลักฐานอ้างอิงทางวิชาการที่เชื่อถือได้รองรับ
 - (2) การทดสอบการคงสภาพ ให้แสดงหลักฐานการตรวจสอบสภาพผลิตภัณฑ์ เช่น กลิ่น หลังจากทิ้งไว้ 6 เดือนพร้อมกำกับด้วยลายเซ็นรับรองจากกรรมการผู้จัดการบริษัท ยื่นต่อเจ้าหน้าที่โครงการฉลากเขียว
 - (3) ความสามารถในการฉีดพ่น ให้แสดงน้ำหนักของภาชนะก่อน (W1) และหลังบรรจุน้ำยาเคมีตามปริมาตรที่ระบุไว้ (W2) จากนั้นฉีดพ่นน้ำยาเคมีจนไม่มีความดันเหลืออยู่ในภาชนะบรรจุแล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง (W3) และคำนวณหาร้อยละของน้ำยาเคมีที่คงเหลืออยู่ $((W3-W1)*100/(W2-W1))$ หรือให้ทดสอบด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า เอกสารที่นำเสนอต้องลงนามรับรองโดยกรรมการผู้จัดการบริษัท
 - (4) ที่ว่างด้านบนในภาชนะบรรจุ ให้ทดสอบโดยวิธีเอกซเรย์ (x-rays) แล้วนำรูปที่ได้มาคำนวณหาปริมาตรของที่ว่างด้านบนตาม ASTM D 3091 หรือ แสดงข้อมูลความถ่วงจำเพาะของน้ำยาเคมี อัตราส่วนผสมของน้ำยาเคมีต่อสารขั้วตัน ร้อยละขององค์ประกอบน้ำยาเคมี ปริมาตรภาชนะบรรจุ (กรัม) และคำนวณปริมาตรบรรจุผลิตภัณฑ์ เอกสารที่นำเสนอต้องลงนามรับรองโดยกรรมการผู้จัดการบริษัท

- (5) ความทนความดันฉีดรูป ให้ทดสอบตามวิธีทดสอบที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม กระจกแอโรซอล มาตรฐานเลขที่ มอก. 974 หรือ มาตรฐานระดับประเทศที่เทียบเท่า หรือ ให้แสดงใบรับรองสมบัติ (certification) ของภาชนะบรรจุที่ได้รับจากผู้ผลิตภาชนะบรรจุ
- (6) ความทนความดันระเบิด ให้ทดสอบตามวิธีทดสอบที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกแอโรซอล มาตรฐานเลขที่ มอก. 974 หรือ มาตรฐานระดับประเทศที่เทียบเท่า หรือ ให้แสดงใบรับรองสมบัติ (certification) ของภาชนะบรรจุที่ได้รับจากผู้ผลิตภาชนะบรรจุ
- 6.2 ผู้ผลิตต้องยื่นหลักฐานแสดงชื่อส่วนประกอบและปริมาณของสารเคมีที่ใช้เป็นสารขับเคลื่อน หรือ ยื่นหนังสือรับรองว่าสารเคมีที่ใช้ไม่มีสารตามที่ระบุในข้อ 4.1 ข้อ (2) ลงนามกำกับโดยกรรมการผู้จัดการหรือผู้มีอำนาจลงนามของบริษัท
- 6.3 การทดสอบตามข้อกำหนดพิเศษของผลิตภัณฑ์สเปรย์
- (1) ให้ทดสอบสาร CFCs สาร 1,1,1-trichloroethane สาร perchloroethane และ ฮาลอน ด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี (gas chromatography) ตาม USP 23 หรือวิธีที่ให้ผลเทียบเท่า ผลการทดสอบต้องไม่พบสารขับเคลื่อนดังที่ระบุในข้อกำหนดพิเศษ ข้อ 5.1
- (2) ต้องยื่นแสดงฉลากที่มีคำแนะนำการใช้สเปรย์ติดไว้ที่บรรจุภัณฑ์ หรือตัวอย่างของฉลากที่จะจัดทำหลังจากผลิตภัณฑ์ได้รับการอนุมัติให้ใช้ฉลากเขียวแล้ว แก่เจ้าหน้าที่โครงการฉลากเขียว เพื่อการตรวจพินิจ
- (3) ต้องยื่นตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ที่มีสัญลักษณ์รีไซเคิลแก่เจ้าหน้าที่โครงการฉลากเขียว เพื่อการตรวจพินิจ
- 6.5 ผู้ผลิตต้องยื่นหลักฐานแสดงปริมาณ VOC ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งรับรองโดยกรรมการผู้จัดการหรือผู้มีอำนาจลงนามของบริษัท

หมายเหตุ

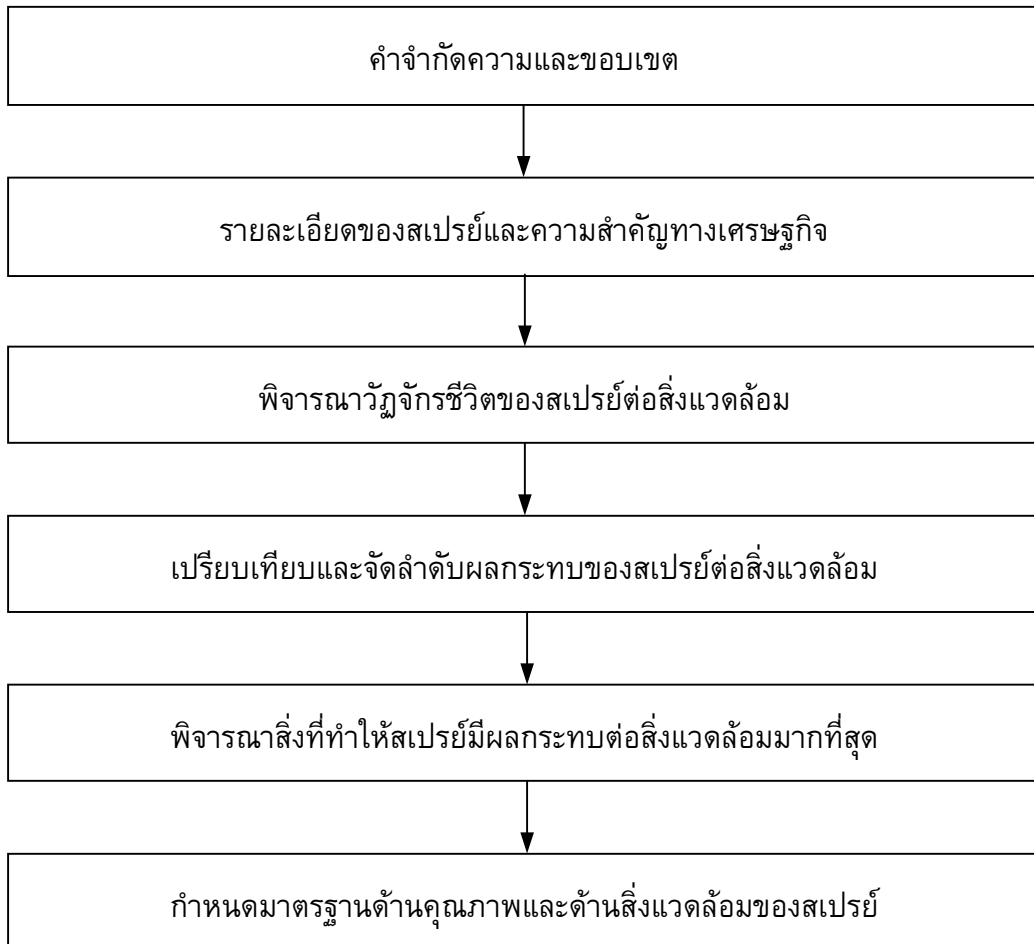
1. ผู้ยื่นขอใช้เครื่องหมายฉลากเขียว สามารถนำผลการทดสอบข้อ 6.1 (1) ถึง (6) ที่ทดสอบภายในห้องปฏิบัติการของผู้ผลิตสเปรย์มายื่นเป็นหลักฐานต่อเจ้าหน้าที่โครงการฉลากเขียวได้ แต่ต้องลงนามรับรองโดยกรรมการผู้จัดการบริษัทผู้ผลิตสเปรย์และกรรมการผู้จัดการบริษัทที่ยื่นขอใช้เครื่องหมายรับรองฉลากเขียว ในกรณีที่ผู้ยื่นขอใช้เครื่องหมายรับรองฉลากเขียวเป็นบุคคลเดียวกับผู้ผลิตสเปรย์ ให้ลงนามรับรองโดยกรรมการผู้จัดการบริษัทผู้ผลิตสเปรย์ แต่การทดสอบข้อ 6.3 (1) ต้องนำผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการของราชการ หรือ ห้องปฏิบัติการของเอกชน (independent laboratories) ที่ได้รับการรับรองความสามารถของ

ห้องปฏิบัติการทดสอบ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ มาตรฐานเลขที่ มอก. 17025 (ISO/IEC 17025) หรือ ห้องปฏิบัติการของเอกชนอิสระที่ได้รับการรับรองมาตรฐานระบบการจัดการคุณภาพ (ISO 9001 : 2000)

2. กำหนดแนวทางการชักตัวอย่าง วิธีใช้ และเกณฑ์ตัดสินสำหรับเครื่องสำอางทั่วไป ยกเว้นกลิ่น (เครื่องหอม) โดยให้เลขจำนวนที่ยอมรับเป็นศูนย์ ตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 152

ภาคผนวก

1. ขั้นตอนการร่างข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับสเปรย์



2. รายละเอียดของสเปรย์และความสำคัญทางเศรษฐกิจ

2.1 อุตสาหกรรมสเปรย์

สเปรย์เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งในตลาดที่เป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค และมีใช้อย่างแพร่หลายเพราะเหมาะสมกับชีวิตที่รีบเร่งและความต้องการความสะดวกสบายในการใช้งาน ผลิตภัณฑ์สเปรย์มีหลายชนิดที่เป็นที่นิยมใช้ในชีวิตประจำวันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ สเปรย์ฉีดผม สเปรย์ยาฆ่าแมลง สเปรย์ระงับกลิ่นกาย สเปรย์น้ำหอมปรับอากาศ

ประชากรในประเทศที่พัฒนาแล้วทุกประเทศมีแนวโน้มจะใช้ผลิตภัณฑ์สเปรย์มากขึ้นตามลำดับ ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากการนำเข้าสินค้าในรูปของสเปรย์ พบว่าอัตราการขยายตัวในการบริโภคสเปรย์มีแนวโน้มสูงขึ้นและยังจะขยายตัวได้อีกมาก เมื่อเทียบกับอัตราเฉลี่ยในการใช้ต่อหัวประชากรต่อปีกับประเทศที่พัฒนาแล้ว อาทิ ญี่ปุ่นและอเมริกา ซึ่งยังสูงกว่าประเทศไทยสิบกว่าเท่า ประมาณว่าในปี 2539 สเปรย์ที่ใช้รวมกันทั้งหมดในประเทศประมาณ 90-100 ล้านกระป๋อง โดยคาดว่าจะมีอัตราการขยายตัวประมาณร้อยละ 15-20 ต่อปี และมีการนำเข้าประมาณร้อยละ 5

จากการสำรวจอุตสาหกรรมสเปรย์กระป๋องในปี 2536 พบว่ามียอดรวมการผลิตปีละประมาณ 64.5 ล้านกระป๋อง โดยแบ่งออกเป็นผลิตภัณฑ์สเปรย์ประเภทต่างๆ ดังนี้

ยาฆ่าแมลง	24 ล้านกระป๋อง คิดเป็นร้อยละ 37
สเปรย์สีฟัน	23 ล้านกระป๋อง คิดเป็นร้อยละ 36
สเปรย์ส่วนบุคคล	10 ล้านกระป๋อง คิดเป็นร้อยละ 15
สเปรย์ใช้ในครัวเรือน	3.5 ล้านกระป๋อง คิดเป็นร้อยละ 5
สเปรย์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม	3 ล้านกระป๋อง คิดเป็นร้อยละ 5
สเปรย์ประเภทอื่นๆ	1 ล้านกระป๋อง คิดเป็นร้อยละ 2

กลุ่มผู้ผลิตสเปรย์กระป๋องประกอบด้วย ผู้ผลิตสเปรย์ยาฆ่าแมลง 4 รายใหญ่ ผู้ผลิตสเปรย์สีฟัน 4 รายใหญ่ ผู้รับจ้างบรรจุสเปรย์กระป๋อง 3 รายใหญ่และผู้ผลิตรายย่อยประมาณ 30 ราย

2.2 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตสเปรย์แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. ภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์
2. สารเคมี

บรรจุภัณฑ์และสารเคมีที่ใช้ส่วนใหญ่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ อาทิเช่น วาล์วบาง ส่วน กระจกเหล็กเคลือบดีบุก กระจกอะลูมิเนียม ฝาพลาสติก แอลกอฮอล์ น้ำมันก๊าด ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (liquefied petroleum gas, LPG) ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฯลฯ ส่วนวัตถุดิบที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น สารเคมี สเปรย์ น้ำหอม และวาล์ว

2.3 ประเภทของสเปรย์

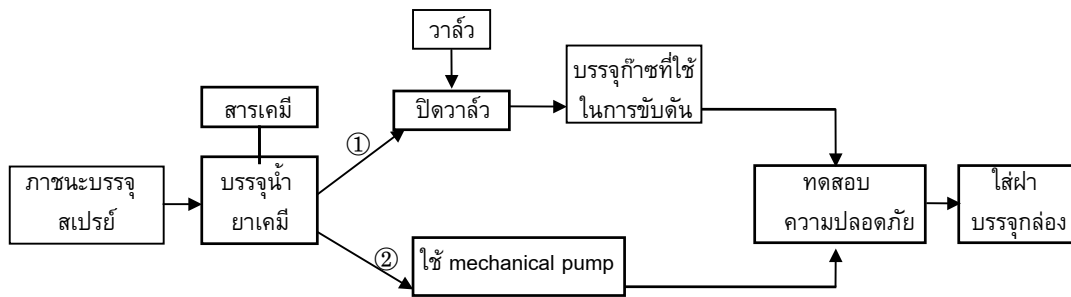
สเปรย์ที่ใช้ในประเทศไทย มีการนำเข้าทั้งแบบสำเร็จรูป และที่ผลิตได้เองในประเทศเป็นส่วนใหญ่ แบ่งแยกตามชนิดการใช้งานได้ดังนี้

1. สเปรย์ใช้ในครัวเรือน เช่น สเปรย์ปรับอากาศ สเปรย์ทำความสะอาดพรมสเปรย์ เคลือบเงาเฟอร์นิเจอร์ สเปรย์เช็ดกระจก สเปรย์ล้างหัวเทปคาสเซ็ทและวีดีโอ
2. สเปรย์ฆ่าแมลง เช่น สเปรย์ฉีดยุง/แมลงสาป
3. สเปรย์สี เช่น สีสเปรย์ต่าง ๆ
4. สเปรย์รถยนต์ เช่น สเปรย์ไล่ความชื้น สเปรย์หล่อลื่น สเปรย์ฉีดสายพาน สเปรย์ถอดน็อต
5. สเปรย์ส่วนบุคคล เช่น สเปรย์ระงับกลิ่นกาย สเปรย์ฉีดตัว สเปรย์ระงับกลิ่นปาก สเปรย์ระงับกลิ่นเท้า สเปรย์ระงับเหงื่อ สเปรย์ฉีดผม มูสแต่งผม สเปรย์น้ำหอม
6. สเปรย์ยาและอาหาร เช่น สเปรย์พ่นจมูก สเปรย์ฉีดคลายกล้ามเนื้อ ช็อกโกแลตมูส สเปรย์น้ำมันปรุงอาหาร
7. สเปรย์ป้องกันภัย เช่น สเปรย์พริกไทย สเปรย์ดับเพลิง
8. สเปรย์อุตสาหกรรม เช่น สเปรย์กันความชื้น สเปรย์ถอดแบบ สเปรย์ล้างหน้าสัมผัสไฟฟ้า

สเปรย์ส่วนใหญ่สามารถผลิตได้ในประเทศ แต่ยังคงมีการนำเข้าเป็นบางประเภท เช่น สเปรย์ยาและอาหาร สเปรย์อุตสาหกรรมชนิดพิเศษต่าง ๆ รวมทั้งสเปรย์ที่ยังมีขาดจำหน่ายไม่มากและมีสเปรย์ส่วนบุคคลที่ใช้ฐานการผลิตจากต่างประเทศ เช่น สเปรย์น้ำหอมชนิดต่าง ๆ

2.4 ขั้นตอนการผลิตสเปรย์

เทคนิคพื้นฐานของการผลิต คือ การนำเอาสารเคมีที่ต้องการมาบรรจุในภาชนะบรรจุที่ทนแรงดัน ปิดวาล์วและบรรจุก๊าซที่ใช้ในการขับเคลื่อน หรือใช้ mechanical pump แทน จากนั้นทำการทดสอบบรรจุภัณฑ์ว่ามีความปลอดภัยเพียงพอ ไม่รั่วซึม ใส่ฝาและบรรจุกล่อง โดยสามารถเขียนเป็นแผนภูมิง่าย ๆ ได้ดังนี้



อย่างไรก็ดีเพื่อที่จะผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ต้องมีการควบคุมคุณภาพอย่างเข้มงวดและมีการติดตามทดสอบทุกขั้นตอนเพื่อควบคุมคุณภาพของสเปรย์ให้เป็นไปตามกำหนดสินค้าชนิดต่างๆ

2.5 สารขับเคลื่อน

ผลิตภัณฑ์ในกระป๋องสเปรย์ที่มีความหนืดและความหนาแน่นมาก จะต้องใช้สารขับเคลื่อนทำหน้าที่ช่วยอัดหรือช่วยดันสารผลิตภัณฑ์ออกจากหัวฉีด สารขับเคลื่อนนี้มีสถานะเป็นก๊าซในสภาวะปกติ แต่จะถูกอัดให้เป็นของเหลว หรือเพิ่มความดันเข้าไปอยู่ในกระป๋องสเปรย์ร่วมกับผลิตภัณฑ์ เมื่อกดหัวฉีดซึ่งจะทำให้เกิดช่องว่างขึ้นในท่อฉีด สารขับเคลื่อนจะขยายตัวดันสารผลิตภัณฑ์ให้ออกมาจากหัวฉีดในลักษณะฝอยละเอียด สารขับเคลื่อนที่ใช้มากและแพร่หลายที่สุด คือ สารประเภทฟลูออโรคาร์บอน ที่ใช้มากได้แก่ CFC-11 หรือไตรคลอโรฟลูอออโรมีเทน (CCl₃F) และ CFC-12 หรือไดคลอโรฟลูอออโรมีเทน (CCl₂F₂) สารทั้งสองนี้มีช่วงอายุที่อยู่ในบรรยากาศได้ 64-75 และ 100-140 ปีตามลำดับ

เดิมในปี 1923 มีการใช้ก๊าซอัด (compressed gas) เป็นตัวขับเคลื่อนในผลิตภัณฑ์ระบบแอดโรซอลเป็นครั้งแรก เพื่อให้ยาฆ่าแมลงมีการกระจายตัว (dispersing) แต่มีข้อจำกัดในการใช้ เนื่องจากความดันก๊าซในภาชนะบรรจุจะลดลงตามความว่างของภาชนะบรรจุ แต่การใช้ก๊าซเหลว (liquified gas) จะไม่พบปัญหานี้

ต่อมาหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 มีการนำซี เอฟ ซี ซึ่งเป็นสารประกอบที่สังเคราะห์ขึ้นในทศวรรษ 1930 มาใช้เป็นสารขับเคลื่อนในอุตสาหกรรมกันอย่างแพร่หลาย คุณสมบัติที่ทำให้ซี เอฟ ซี เป็นที่ยอมรับคือไม่ติดไฟ (non-flamable) ไม่เกิดการระเบิด (non-explosive) หรือเป็นพิษ (non-toxic) และยังเป็นตัวทำละลาย (solvent) ที่ดีด้วย ในบางครั้งยังใช้สารซี เอฟ ซี เป็นตัวลดการติดไฟในผลิตภัณฑ์แอโรซอลที่มีสารอื่นที่สามารถติดไฟได้เป็นส่วนผสม ซี เอฟ ซี ยังใช้เป็นตัว active ingredient ในผลิตภัณฑ์แอโรซอลบางประเภท ตัวอย่างเช่น ในผลิตภัณฑ์แอโรซอลที่ออกแบบให้มี chilling effect เช่น ยาระงับความรู้สึก (anaesthetic) ใช้ในกรณีได้รับบาดเจ็บจากการเล่นกีฬา การทำหัตถ์ที่ต้องการการซ่อมแซมแข็งเย็น การลอกหมากฝรั่งออก และการตรวจหาความบกพร่องของอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ในการกำจัดฝุ่นจากรูปภาพ แผ่นดิสก์และเทป เนื่องจากซี เอฟ ซี มีสมบัติระเหยได้อย่างรวดเร็ว และไม่เหลือตกค้าง นอกจากนี้การเล็ดลอดของซี เอฟ ซี ออกจากช่องเล็ก ๆ ยังทำให้เกิดเสียงใน fog horn และอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (alarm equipment) ด้วย

สาร CFC-11 และ CFC-12 ถูกใช้เป็นสารขับเคลื่อนมากที่สุดในผลิตภัณฑ์ระบบแอโรซอลกระป๋องได้แก่ แล็กเกอร์ น้ำยาขัดบกลื่น น้ำยาโกนหนวด น้ำหอม ยาฆ่าแมลง น้ำยาทำความสะอาดกระจก น้ำยาทำความสะอาดเตา ยารักษาโรคคนและสัตว์ สี กาว และสารหล่อลื่น สำหรับ CFC-14 จะใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์

แต่เนื่องจากการวิจัยพบว่าสารซี เอฟ ซี เป็นสารเคมีที่สามารถก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง คือไปทำลายโอโซนที่ทำหน้าที่กรองรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ให้บางลงและเกิดเป็นช่องว่างขึ้น ทำให้รังสีนี้สามารถกระจายลงสู่ผิวโลกได้ มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์และห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต ดังรายละเอียดภายใต้หัวข้อ 3.2 จึงมีการยกเลิกการผลิต หรือจำกัดการนำเข้า ดังรายละเอียดภายใต้หัวข้อ 4. ทำให้สารซี เอฟ ซี มีราคาแพงขึ้น ปัจจุบันผู้ผลิตสเปรย์ยาฆ่าแมลงและผู้ผลิตสเปรย์สีได้หันมาใช้สารที่ไม่ทำลายชั้นโอโซน เช่น ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือสารไฮโดรคาร์บอน เนื่องจากสารซี เอฟ ซี มีราคาแพง แต่ยังมีผลิตภัณฑ์สเปรย์ที่ใช้สารซี เอฟ ซี เช่น สเปรย์ฉีดผม และสเปรย์ที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรม

ประเทศไทยมีการนำเข้าสารซี เอฟ ซี และสารฮาโลน ลดลง โดยในปี พ.ศ. 2547 (ม.ค.-พ.ย.) พบว่ามีการนำเข้า CFC-11 จำนวน 199 ตัน ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2541 ประมาณ 84.7% และมีการนำเข้า CFC-12 จำนวน 1,001 ตัน ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2541 ประมาณ 57.6% (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณการนำเข้าสารซี เอฟ ซี และสารฮาลอน ของประเทศไทย
ระหว่างปี พ.ศ. 2541 - 2547

ชื่อวัตถุดิบทราย	ปริมาณการนำเข้า (เมตริกตัน)						
	พ.ศ. 2541	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547 (ม.ค.-พ.ย.)
ไตรคลอโรฟลูออโรมีเทน (ซี เอฟ ซี-11)	1,309	1,348	1,309	1,287	814.36	476.435	199.385
ไตรคลอโรฟลูออโรมีเทน (ซี เอฟ ซี-12)	2,360	2,099	2,188	2,020	1,362.97	1,369.7074	1,001.2664
ไตรคลอโรไดรฟลูออโรอีเทน (ซี เอฟ ซี-113)	140	190	88	84	-	-	-
ไตรคลอโรเตตระฟลูออโรอีเทน (ซี เอฟ ซี-114)	2	2	-	-	-	-	-
คลอโรเพนตะฟลูออโรอีเทน (ซี เอฟ ซี-115)	-	16	1.54	1.54	-	-	-
โบรโมคลอโรไดรฟลูออโรมีเทน (ฮาลอน 1211)	18	100	100	100	-	-	-
โบรโมคลอโรไตรฟลูออโรมีเทน (ฮาลอน 1301)	10	20	20	20	-	0.43272	-

ที่มา: สำนักควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2547

2.6 การนำเข้าผลิตภัณฑ์สเปรย์

จากข้อมูลการนำเข้าผลิตภัณฑ์สเปรย์ของประเทศไทย ในปี 2545 ซึ่งมีมูลค่า 3,603,223 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2546 พบว่า มีมูลค่าการนำเข้าลดลงจากเดิมประมาณร้อยละ 50 โดยมีมูลค่า 1,791,238 บาท

ตารางที่ 2 สถิติการนำเข้าผลิตภัณฑ์สเปรย์ของประเทศไทยในปี 2545 และ 2546

รายการ	ปี 2545 (บาท)	ปี 2546 (บาท)
สเปรย์น้ำหอม สเปรย์ปรับอากาศห้องน้ำ สเปรย์ระงับกลิ่นปาก สเปรย์สำหรับศีรษะ	3,603,223	1,791,238

ที่มา : กรมศุลกากร 2547.

3. ผลกระทบของสเปรย์ต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบของสเปรย์ต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อพิจารณาตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 3) สามารถแบ่งได้เป็น 5 ระยะ คือ ก่อนการผลิต ในระหว่างการผลิต ขณะขนส่ง ในระหว่างการใช้งาน และการทิ้งหลังการใช้งาน เมื่อพิจารณาแล้วสามารถแยกวิเคราะห์เป็น 2 ส่วนคือ ผลกระทบจากบรรจุภัณฑ์สเปรย์ และผลกระทบจากการใช้สารซี เอฟ ซี

ตารางที่ 3 ผลกระทบเบื้องต้นของสเปรย์ต่อสิ่งแวดล้อม

หัวข้อทางสิ่งแวดล้อม (environmental aspect)	วัฏจักรชีวิตของสเปรย์				
	ก่อนผลิต	ขณะผลิต	ขณะขนส่ง	ขณะใช้	ทิ้งหลังใช้
การใช้ทรัพยากร (resource use) เช่น วัตถุดิบ พลังงาน น้ำ		○		○	×
การเกิดวัตถุอันตราย (hazardous substance)		● ¹		● ¹	● ¹
การปล่อยมลสารไปสู่ (emission/release of pollutant into)					
- อากาศ		○ ²		○ ²	×
- น้ำ		×		×	×
- ดิน		×		×	×
ขยะมูลฝอย/ของเสีย (waste)		○ ³		×	● ³
ผลกระทบอื่นๆ (other impact)		● ^{4*}		○ ⁴	×
ความเหมาะสมสำหรับการใช้ (fitness for use)		×		●	×
ความปลอดภัย (safety)		●*		● ^{5*}	● ^{5*}

หมายเหตุ ● มีผลกระทบ ต้องพิจารณาในการออกข้อกำหนด

○ มีผลกระทบ แต่ไม่รวมอยู่ในข้อกำหนด

× ไม่เกี่ยวข้อง

1 เกิดการระเหยของตัวขับเคลื่อน เช่น ซี เอฟ ซี

2 เกิดการระเหยของสารเคมีที่บรรจุภายใน

3 ภาชนะบรรจุสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้

4 กลิ่นของสารเคมี

5 อาจติดไฟ หรือเกิดการระเบิด

* มีข้อบังคับตามกฎหมาย เช่น พระราชบัญญัติโรงงาน กฎกระทรวงของกรมโยธาธิการ

3.1 ผลกระทบจากบรรจุภัณฑ์สเปรย์

ภาชนะที่ใช้บรรจุสเปรย์อาจทำจากอะลูมิเนียม หรืออะลูมิเนียมเจือ หรือแผ่นเหล็กเคลือบ ดีบุก หรือแผ่นเหล็กเคลือบโครเมียม หรือวัสดุชนิดอื่นที่มีสมบัติเหมาะสม วัสดุเหล่านี้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่สามารถสร้างใหม่ได้ (nonrenewable resource) ถ้าการจัดการในช่วงก่อนผลิตและขณะผลิตไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ จะทำให้ทรัพยากรเหล่านี้ร่อยหรอลง นอกจากนี้ภาชนะเหล่านี้ยังกลายเป็นขยะมูลฝอยเมื่อผู้บริโภคใช้สารเคมีที่บรรจุภายในหมดเกิดเป็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

3.2 ผลกระทบจากการใช้สารซี เอฟ ซี

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่า โอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ (stratosphere) ที่ช่วยกรองรังสีจากดวงอาทิตย์ถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว ทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตบี หลุดลอดลงมายังผิวโลกได้มากขึ้น เป็นอันตรายต่อมวลมนุษยชาติ และสัตว์โลกมากขึ้น เช่น มีผลให้ภูมิคุ้มกันลดลง เป็นมะเร็งที่ผิวหนังและติดเชื้อง่ายขึ้น ตาเป็นต้อกระจก และมีผลต่อการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของพืชและสัตว์ พบว่าตัวการสำคัญที่ทำให้ปริมาณโอโซนในชั้นสตราโทสเฟียร์ลดลงจนเกิด “ช่องโหว่โอโซน” นั้นเป็นสารเคมีที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น เช่น สารซี เอฟ ซี ที่มีการนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ คือ อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ เครื่องทำความเย็น ตู้เย็น อุตสาหกรรมเป่าโฟม และอุตสาหกรรมสเปรย์กระป๋อง

การทำลายโอโซนของสารซี เอฟ ซี เกิดเนื่องจากสารนี้มีคุณสมบัติเป็นก๊าซที่สามารถระเหยไปสู่บรรยากาศได้ง่ายในอุณหภูมิปกติ ไม่ละลายน้ำโดยง่าย ไม่ไวต่อการทำปฏิกิริยากับสารอื่น แขนที่จับกันระหว่างอะตอมของคาร์บอนกับคลอรีน และแขนระหว่างคาร์บอนกับฟลูออรีนมีความแข็งแรงมาก ช่วงคลื่นของรังสีตกกระทบของดวงอาทิตย์ที่มาถึงชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ (troposphere) จึงไม่สามารถทำลายหรือแยกสารชนิดนี้ได้ ซี เอฟ ซี จะลอยสูงขึ้นไปสู่บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ที่อยู่สูงกว่าชั้นของโอโซนและออกซิเจน และมีรังสีอัลตราไวโอเล็ตคลื่นสั้นอยู่ รังสีนี้จะแตกตัวสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน ปล่อยอะตอมคลอรีนอิสระออกมา คลอรีนอิสระจะทำปฏิกิริยากับโอโซน ได้ก๊าซคลอรีนมอนอกไซด์ (ClO) กับก๊าซออกซิเจน (O_2) ขึ้น ซึ่งก๊าซคลอรีนมอนอกไซด์จะไปทำปฏิกิริยากับอะตอมของออกซิเจนเกิดเป็นโมเลกุลของก๊าซออกซิเจนและปลดปล่อยอะตอมของคลอรีนอีกครั้ง ปฏิกิริยากับโอโซนที่เกิดขึ้นนี้จะวนไปเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่อง จากการศึกษาพบว่าคลอรีนหนึ่งอะตอมสามารถทำลายโอโซนได้ถึง 100,000 อะตอม นอกจากนี้การทำลายโอโซนไม่ได้เกิดขึ้นทันทีที่มีการผลิตสารซี เอฟ ซี แต่การปลดปล่อยอะตอมคลอรีนจะเกิดขึ้นภายหลังที่ซี เอฟ ซี เดินทางจากจุดที่มีการผลิตและการใช้ไปสู่

ชั้นสตราโทสเฟียร์ซึ่งใช้เวลาประมาณ 15 ปี สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทสเปรย์นั้น การผลิตและการปล่อยสารซี เอฟ ซี เข้าสู่ชั้นบรรยากาศจะเกิดขึ้นในระยะเวลาที่ใกล้กัน

ในปี 1985 นักวิจัยอังกฤษได้ตีพิมพ์ผลการตรวจวัดที่แสดงให้เห็นว่าบรรยากาศชั้นโอโซนเหนือทวีปแอนตาร์กติกา (ขั้วโลกใต้) ได้ลดลงอย่างมาก และต่อมาได้ลดลงเรื่อยๆ ในทุกฤดูใบไม้ผลิ เกิดเป็นรอยร้าวในท้องฟ้า จนในปี ค.ศ.1987 เหลือโอโซนเพียงครึ่งหนึ่งของระดับปกติ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้เห็นพ้องกันแล้วว่า สาเหตุของปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดจากสารที่มีคลอรีนและโบรมีนเป็นองค์ประกอบที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งก็คือ ซี เอฟ ซี (มีคลอรีน) และฮาลอน (มีโบรมีน) จากการตรวจสอบข้อมูลความเข้มข้นของสารคลอรีนในบรรยากาศโลก พบว่าในทศวรรษ 1970 มีคลอรีนอยู่ 2 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ และจากรายงานของสหประชาชาติในปี 1989 พบว่า ความเข้มข้นของสารคลอรีนในบรรยากาศโลกมี 3 ส่วนในพันล้านส่วน และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงแม้ว่าทุกประเทศจะลดการใช้ซี เอฟ ซี ลงครึ่งหนึ่งตามที่ตกลงกันในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว คลอรีนในบรรยากาศก็ยังคงสูงขึ้นเป็นสองเท่าในไม่กี่สิบปีข้างหน้า หากเป็นเช่นนี้แล้วรอยร้าวในท้องฟ้า ก็จะคงอยู่อย่างถาวรตลอดไป

เมื่อบรรยากาศของชั้นโอโซนลดลงจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนโลก เมื่อชั้นโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์บางลง รังสีอัลตราไวโอเล็ตจะส่องถึงพื้นโลกได้มากขึ้น ซึ่งรังสีอัลตราไวโอเล็ตนี้ทำอันตรายอย่างมากต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่า คน สัตว์ พืช หรือสิ่งของ ผลกระทบดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทรายเท่าที่การลดลงของชั้นโอโซนยังคงอยู่ มีการคาดการณ์ว่า การลดลงของชั้นโอโซนร้อยละ 10 จะทำให้รังสีที่เป็นอันตรายนี้ส่องถึงพื้นโลกเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 20 รังสีอัลตราไวโอเล็ตแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามความยาวคลื่น (wavelength) ดังนี้

1. รังสีอัลตราไวโอเล็ตเอ (UV-A) มีความยาวคลื่นในช่วง 315-400 นาโนเมตร ซึ่งไม่ได้รับผลกระทบจากการลดลงของชั้นโอโซนและไม่มีอันตราย
2. รังสีอัลตราไวโอเล็ตบี (UV-B) มีความยาวคลื่นในช่วง 280-315 นาโนเมตร ซึ่งได้รับผลกระทบจากการลดลงของชั้นโอโซนในบรรยากาศ UV-B ก่อให้เกิดอันตรายต่อพืชและสัตว์
3. รังสีอัลตราไวโอเล็ตซี (UV-C) มีความยาวคลื่นในช่วง 200-280 นาโนเมตร เป็นอันตราย และสามารถถูกดูดซับโดยโอโซนและออกซิเจนในชั้นบรรยากาศ

การเปลี่ยนแปลงของความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลก หากรังสีอัลตราไวโอเล็ตนั้นอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร การทำลายของรังสีอัลตราไวโอเล็ตบี ขึ้นอยู่กับชั้นของโอโซนในบรรยากาศที่เปรียบ

เสมือนตัวกรอง มุมของพระอาทิตย์ในท้องฟ้า เมฆที่ปกคลุมท้องฟ้า จะเป็นเกราะกำบัง รังสีอัลตราไวโอเล็ตได้อีกชั้นหนึ่ง

ผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมต่อเนื่องจากการลดลงของโอโซน มีดังนี้

1. ปรากฏการณ์โลกร้อน

สารซี เอฟ ซี ทำให้บรรยากาศของโลกร้อนขึ้น ด้วยการดูดซับรังสีความร้อนมิให้แผ่ออกไปจากโลกโดยดูดซับความร้อนได้ถึง 10,000 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเมื่อซี เอฟ ซี ทำลายบรรยากาศชั้นโอโซน รังสีต่าง ๆ ก็แผ่มาถึงพื้นโลกได้มากขึ้น ทำให้บรรยากาศที่ผิวโลกร้อนขึ้นแต่บรรยากาศชั้นบนอาจจะเย็นลง ปรากฏการณ์เช่นนี้จะทำให้เกิดเมฆในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์มากขึ้น ซึ่งจะทำให้โอโซนถูกทำลายมากขึ้นได้อีก หากโลกร้อนขึ้น น้ำในมหาสมุทรจะขยายตัว ทำให้เกิดน้ำท่วมทั่วไป เช่นในพื้นที่ต่ำของบังคลาเทศหรือเกาะในทะเลและเมื่อน้ำแข็งขั้วโลกเริ่มละลาย ก็จะทำให้เกิดมหันตภัยต่อโลกทั่วทุกหนทุกแห่งจากระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น บรรยากาศของโลกจะแปรปรวนไปหมด โดยมีความแห้งแล้งและน้ำท่วมเกิดขึ้นทั่วไป

2. ระบบภูมิคุ้มกันและการฉีดวัคซีน (immune system and vaccination)

รังสีอัลตราไวโอเล็ตมีผลต่อปฏิกิริยาการแพ้ (allergic reaction) ของผิวหนังและส่งผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันโรค โดยเฉพาะในเซลล์ผิวหนังซึ่งเป็นด่านแรกของร่างกายในการต่อสู้กับเชื้อโรค ปกติการฉีดวัคซีนเข้าสู่ผิวหนังจะก่อให้เกิดภูมิคุ้มกันตอบสนองแอนติเจนที่ฉีดเข้าสู่ร่างกาย โดยไปกระตุ้นการสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวในผิวหนังสำหรับผิวหนังที่ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป จะไปกดการสร้างแอนติบอดีและไปสร้าง effector T-cell แทน T-cell จะป้องกันร่างกายโดยรับว่าวัคซีนที่ฉีดเข้าไปนั้นเป็นสิ่งแปลกปลอม ดังนั้นร่างกายจะไม่สามารถสร้างแอนติเจนสำหรับการป้องกันเชื้อโรคได้

กระบวนการดังกล่าวไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดการพัฒนาของมะเร็งผิวหนัง แต่ยังง่ายต่อการเกิดโรคที่เกี่ยวกับผิวหนัง เช่น หิด โรคที่เกิดจากไวรัสชนิดอื่น ๆ และส่งผลกระทบต่อผิวหนัง เช่น อีสุกอีใส และเริม โรคที่เกิดจากแบคทีเรีย เช่น วัณโรค และโรคเรื้อน โรคที่เกิดจากเชื้อรา เช่น เชื้อรา candidiasis โรคที่พาหะเข้าทางผิวหนัง เช่น มาเลเรีย

3. มะเร็งผิวหนัง

การได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตบีเพิ่มมากขึ้นประกอบกับรังสีอัลตราไวโอเล็ตบีมีผลยับยั้งระบบภูมิคุ้มกันของผิวหนัง ทำให้อัตราการเกิดมะเร็งผิวหนังสูงขึ้นและผิวหนังที่ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตบี จะมีลักษณะหนา และมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น มีการคำนวณไว้ว่า โอโซนที่ลดลงร้อยละ 5 จะทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง (non-melanoma skin cancer) แบบ basal cell carcinoma เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 14 และมะเร็งผิวหนังชนิดร้ายแรงคือ squamous cell carcinoma เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 25

องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (US-EPA) ได้ประมาณว่า ทุกๆ ร้อยละ 1 ของการลดลงของชั้นโอโซนในชั้นสตราโทสเฟียร์จะส่งผลให้ร้อยละ 2 ของประชากรโลกพัฒนาเกิดมะเร็งผิวหนังแบบ cutaneous malignant melanoma (ในปี 1990 คิดเป็น 106 ล้านคน) และร้อยละ 0.2-3 (ประมาณ 10.6-15.9 ล้านราย) จะตายด้วยสาเหตุดังกล่าว

4. อันตรายต่อดวงตา

ต้อเป็นโรคตาที่เกิดจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตบีซึ่งทำให้เลนส์ตาขุ่นมัวและเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้เกิดต้อได้ มีการคาดเดาว่า ต้อกระจก (cataract) และต้อบอด จะเพิ่มขึ้นตามการลดลงของชั้นโอโซน เนื่องจากดวงตาต่างจากผิวหนังที่สามารถพัฒนาการตอบสนองต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ตบีในรูปของความหนาที่เพิ่มขึ้นหรือสีที่เข้มขึ้น แต่ดวงตาจะไม่มีความทนทานเช่นนั้น รังสีอัลตราไวโอเล็ตบีสามารถทำลายคอร์เนีย (cornea) เลนส์และเรตินา ตาจะตอบสนองต่อการทำลายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตบีโดยพัฒนา photokeratitis หรือ snow blindness eyelids และผิวหนังรอบๆตาจะกลายเป็นสีแดง และถ้ายังได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตบีไปเรื่อยๆ จะก่อให้เกิดต้อกระจก องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกาคาดว่า หากบรรยากาศชั้นโอโซนลดลงร้อยละ 1 อัตราการเกิดต้อจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.3 ถึง 0.6 ในโลก

5. ผลกระทบต่อมหาสมุทร

การลดลงของชั้นโอโซนจะรบกวนสิ่งมีชีวิตในมหาสมุทร และส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรงต่อสายใยอาหารในทะเล (marine food web) เช่น แพลงตอนและสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในทะเล ในแต่ละปี แพลงตอนพืช (phytoplankton) จะดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าครึ่งหนึ่งของคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ และผลิตมวลชีวภาพ (biomass) มากกว่าเท่าครึ่งของมวลชีวภาพของโลก คำนวณว่ามีการผลิตมวลชีวภาพประจำปีประมาณ 6×10^{14} กิโลกรัม แต่การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของแพลงก์ตอนพืชจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตเพิ่มขึ้น ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมากคงอยู่ในชั้นบรรยากาศ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิของโลก นอกจากนี้คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 ที่ลดลงจากการนำไปใช้ของมหาสมุทรจะเท่ากับคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและน้ำมัน ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 มหาสมุทรจะสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ได้เพียงร้อยละ 1 เท่านั้น การเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเล็ตปีทำให้จำนวนอาหารที่แพลงก์ตอนพืชผลิตได้โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงลดน้อยลงร้อยละ 10-35 (ขึ้นกับระดับน้ำที่แพลงก์ตอนอาศัยอยู่) หากบรรยากาศชั้นโอโซนลดลงร้อยละ 25 ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในทะเล แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) ซึ่งใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน นั่นคือหากชั้นโอโซนลดลงร้อยละ 15 ณ อุณหภูมิ น้ำ แพลงก์ตอนสัตว์บริเวณผิวน้ำครึ่งหนึ่งจะตายภายใน 5 วันในช่วงฤดูร้อนจากการเพิ่มขึ้นของรังสี แพลงก์ตอนเป็นอาหารของสัตว์ต่าง ๆ ในทะเล หากมีปริมาณลดลงก็จะทำให้สัตว์น้ำเศรษฐกิจลดลงไปด้วย

นอกจากนี้รังสีอัลตราไวโอเล็ตปียังส่งผลกระทบต่อตัวอ่อนของปลา กุ้ง ปู และสัตว์ขนาดเล็กในมหาสมุทรอีกด้วย พบว่าถ้าชั้นโอโซนลดลงร้อยละ 16 ที่บริเวณชายฝั่งแปซิฟิกในอเมริกาเหนือ จะฆ่าตัวอ่อนของปลาแอนโชวีที่มีอายุ 2, 4 และ 12 วัน เป็นจำนวนร้อยละ 50, 82 และ 100 ตามลำดับ

6. ผลกระทบต่อพืชบก

การเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเล็ตปี จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศบนบกเช่นกัน ผลผลิตข้าวอาจลดลง จากผลกระทบของรังสีอัลตราไวโอเล็ตปีต่อกิจกรรมการใช้ไนโตรเจนของจุลินทรีย์ เช่น cyanobacteria ที่ทำหน้าที่สำคัญในการสร้างธาตุไนโตรเจนแก่ดิน โดยการตรึงไนโตรเจนที่ละลายในน้ำ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่พืชชั้นสูงไม่สามารถทำได้

จากการศึกษา พบว่าพืชหลายชนิดมีความไวต่อระดับของรังสีอัลตราไวโอเล็ตบี พืชส่วนใหญ่มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตช้าลง มีขนาดเล็ก แคระแกร็น และเป็นหมันหากได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตบีมากเกินไป การสังเคราะห์แสง อัตราการคายน้ำ และการออกดอกจะได้รับผลกระทบเช่นกัน นอกจากนี้ยังทำให้ผลผลิตพืชลดลงและคุณภาพของอาหารที่ได้ลดลงด้วย เช่น โปรตีนและน้ำมันในเมล็ดพืชลดลง ได้มีการทดลองในพืช 10 ชนิดพบว่า พืชครึ่งหนึ่งมีผลผลิตลดลงในช่วงร้อยละ 5 ถึง ร้อยละ 90 ผลผลิตของข้าวสาลีลดลงร้อยละ 5 ผลผลิตของมันลดลงร้อยละ 21 ส่วน ข้าว ถั่ว และข้าวโพดไม่ได้รับผลกระทบ ถั่วเหลืองจะลดผลผลิตลงร้อยละ 20-25 หากบรรยากาศชั้นโอโซนลดลงร้อยละ 25 และมีโปรตีนและน้ำมันในเมล็ดลดลง

การเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเล็ตบีอาจส่งผลต่อการอยู่รอดของป่าเช่นกัน ได้มีการทดสอบการงอกของสน 3 ชนิด คือ lodgepole pine, red pine และ loblolly pine พบว่าเมื่อได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตบี จะมีขนาดเล็กและแกร็นลง

7. การเพิ่มขึ้นของมลภาวะทางอากาศ

ถ้าชั้นโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ลดลง รังสีอัลตราไวโอเล็ตบีที่ส่งถึงชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น เช่น เกิดปฏิกิริยากับไอเสียรถยนต์ และอากาศเสียจากอุตสาหกรรม ทำให้เกิดก๊าซโอโซนขึ้นในระดับใกล้พื้นโลก ซึ่งเป็นก๊าซพิษต่อมนุษย์และพืชอย่างรุนแรง โอโซนส่วนนี้จะไม่เคลื่อนตัวไปสู่บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ และถึงแม้จะดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต แต่ไม่แทนที่บรรยากาศชั้นโอโซนที่ถูกทำลาย

8. การทำลายวัสดุ

การลดลงของชั้นโอโซนและการเพิ่มขึ้นของรังสีอัลตราไวโอเล็ต ทำให้วัสดุมีคุณภาพลดลงอย่างรวดเร็วกว่าปกติ พลาสติกที่ใช้ภายนอกจะมีอายุการใช้งานลดลง รังสีอัลตราไวโอเล็ตทำลายสารประกอบที่ใช้ในการก่อสร้าง สี ภาชนะบรรจุและอื่น ๆ อีกมากมาย การทำลายจะทวีความรุนแรง เมื่ออยู่ในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูงและมีแสงจ้า โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตร้อน

4. การลดการใช้สารซี เอฟ ซี และทางเลือกอื่น

4.1 การลดการใช้สารซี เอฟ ซี ในผลิตภัณฑ์ระบบแอร์โซลในประเทศต่าง ๆ

ในช่วงกลางปี 2513 CFC-11 และ CFC-12 ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์แอร์โซลคิดเป็นร้อยละ 60 ของการใช้ CFC-11 และ CFC-12 ทั้งโลก แต่อย่างไรก็ตาม จากข้อตกลงของกลุ่มประเทศสมาชิกองค์การสหประชาชาติด้านสิ่งแวดล้อมจำนวน 178 ประเทศ ที่เมืองมอนทรีออล ประเทศแคนาดา ในปี 2530 มีมติให้ประเทศสมาชิกลดปริมาณการใช้สาร ซี เอฟ ซี ลง (ตารางที่ 4-5) และให้เลิกการผลิตและการใช้สารซี เอฟ ซี ภายในปี 2543 และหันมาใช้สารทดแทนตัวใหม่ที่มีผลกระทบต่อบรรยากาศรุนแรงน้อยลงหรือไม่มีผลทำลายบรรยากาศเลย โดยกำหนดให้กลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว ลดการใช้สารซี เอฟ ซี ลง ร้อยละ 50 และ 85 ภายในปี 2538 และ 2540 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังกำหนดให้ประเทศสมาชิกลดปริมาณการใช้สารซี เอฟ ซี ลงเหลือเพียง 0.3 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ประเทศต่าง ๆ จึงเริ่มจำกัดและห้ามใช้สารซี เอฟ ซี ในผลิตภัณฑ์แอร์โซล ทำให้การใช้ซี เอฟ ซี เริ่มลดลงอย่างรวดเร็ว โดยที่การใช้ซี เอฟ ซี ในปี 2529 มีประมาณ 300,000 ตัน และลดลงเหลือ 180,000 ตัน ในปี 2532 และในปี 2534 มีการใช้ซี เอฟ ซี ในผลิตภัณฑ์แอร์โซลเพียง 115,000 ตัน (ตารางที่ 6) ตัวอย่างเช่น

1. *ออสเตรเลีย* ห้ามการนำเข้า ผลิต และขายตั้งแต่ 1 มกราคม 2533 นอกจากได้รับการอนุญาต และมีการใช้สารขับเคลื่อนซี เอฟ ซี ในอุตสาหกรรมบางประเภทเท่านั้น เช่น ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์
2. *ออสเตรเลีย* ไม่อนุญาตให้ใช้สารขับเคลื่อนซี เอฟ ซี หลังจากเดือนมกราคม 2533 ยกเว้นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ และทางเทคนิคบางชนิด
3. *บราซิล* มีการใช้สารขับเคลื่อนซี เอฟ ซี ในอุตสาหกรรมบางชนิดเท่านั้น เช่น ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์
4. *แคนาดา* มีการออกกฎเกี่ยวกับการนำเข้า การขาย และการผลิต ตั้งแต่ 1 มกราคม 2533 และมีข้อยกเว้นสำหรับผลิตภัณฑ์บางอย่างจนถึงวันที่ 1 มกราคม 2536
5. *จีน* คาดว่ามีการใช้ซี เอฟ ซี เพิ่มขึ้นถึง 23,000 ตัน ในปี 2539 และกำลังวางแผนการลดการใช้ซี เอฟ ซี และโรงงานบางแห่งมีแผนเปลี่ยนมาใช้สารขับเคลื่อนไฮโดรคาร์บอนแทนซี เอฟ ซี
6. *เดนมาร์ก* ห้ามใช้สารซี เอฟ ซี ตั้งแต่ 1 มกราคม 2530 ยกเว้นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมบางชนิด และยกเลิกข้อยกเว้นดังกล่าว ใน 1 มกราคม 2533
7. *อียิปต์* ห้ามใช้ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2534 และการใช้ลดลงจาก 1,500 ตัน เหลือ 30 ตันต่อปี

8. ฟินแลนด์ ยกเลิกการใช้ภายในสิ้นปี 2534 ยกเว้นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์และผลิตภัณฑ์ทางเทคนิคบางชนิด ในขณะที่ยังไม่มีสารทดแทน
9. เยอรมนี ลดการใช้ซี เอพ ซี ลงได้ร้อยละ 90 ในปี 2531 และมีแผนลดลงต่อไป
10. ฮังการี ยกเว้นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ห้ามใช้สารซี เอพ ซี ตั้งแต่ ปี 2536
11. ญี่ปุ่น ลดความเข้มงวดของกฎหมายที่เกี่ยวกับการใช้สารขับเคลื่อนที่ไวไฟ (flammable propellant) ลง
12. เม็กซิโก เป็นประเทศแรกที่ให้สัตยาบัน ในพิธีสารมอนทรีออล โดยลดการใช้ ซี เอพ ซี ลงร้อยละ 80 ในระหว่างปี 2529 และ 2533 โดยข้อตกลงอย่างสมัครใจกับผู้ผลิต และกำจัดการใช้แอร์โซลเกือบทั้งหมดภายในปี 2534
13. นิวซีแลนด์ ห้ามการผลิตและการนำเข้าตั้งแต่เดือน มกราคม 2533 ยกเว้นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์
14. นอร์เวย์ ห้ามใช้ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2534 โดยยกเว้นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์บางชนิด
15. อัฟริกาใต้ ผู้ผลิตร่วมมือโดยสมัครใจลดการใช้ซี เอพ ซี ในปี 2533 ลงร้อยละ 40 ของการใช้ในปี 2531
16. สวีเดน ห้ามใช้ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2534 โดยยกเว้นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์บางชนิด
17. สวิตเซอร์แลนด์ ห้ามใช้ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2534 โดยยกเว้นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์บางชนิดจะถูกห้ามใน 1 มกราคม 2537 นอกจากได้รับการอนุญาต
18. ตรินิแดดและโตเบโก โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ระบบแอร์โซลส่วนใหญ่ เปลี่ยนเป็นใช้ไฮโดรคาร์บอนแทน
19. อังกฤษ ลดการใช้ลง 90% ภายในปี 2533
20. สหรัฐอเมริกา ห้ามใช้ตั้งแต่ปี 2521
21. เวเนซุเอลา เหมือนฟินแลนด์ แต่ห้ามใช้เริ่ม ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2535

ตารางที่ 4 สารเคมีที่มีพิธีสารมอนทรีออลควบคุมอยู่

ผลิตภัณฑ์	สูตรเคมี	แหล่งที่ใช้	ค่าศักยภาพในการทำลายโอโซน	ค่าศักยภาพในการทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น
CFC-11	CFCl_3	Foaming agent Refrigeration Cleaning Aerosols	1.0	1.0
CFC-12	CF_2Cl_2	Refrigeration Foaming agent Aerosols	1.0	2.8-3.4
CFC-13	CF_3Cl		1.0	
CFC-111	C_2FCl_5		1.0	
CFC-112	$\text{C}_2\text{F}_2\text{Cl}_4$		1.0	
CFC-113	$\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$	Cleaning Refrigeration Foaming agent	0.8	1.3-1.4
CFC-114	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$	Refrigeration Foaming agent Aerosols	1.0	3.7-4.1
CFC-115	$\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$	Refrigeration	0.6	7.4-7.6
CFC-211	C_3FCl_7		1.0	
CFC-212	$\text{C}_3\text{F}_2\text{Cl}_6$		1.0	
CFC-213	$\text{C}_3\text{F}_3\text{Cl}_5$		1.0	
CFC-214	$\text{C}_3\text{F}_4\text{Cl}_4$		1.0	
CFC-215	$\text{C}_3\text{F}_5\text{Cl}_3$		1.0	
CFC-216	$\text{C}_3\text{F}_6\text{Cl}_2$		1.0	
CFC-217	$\text{C}_3\text{F}_7\text{Cl}$		1.0	
Halon 1301	CF_3Br	Fire fighting	10.0	
Halon 1211	CF_2BrCl	Fire fighting	3.0	
Halon 2402	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$	Fire fighting	6.0	
Carbon tetrachloride	CCl_4		1.1	
1,1,1-trichloroethane (methyl chloroform)	$\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$		0.1	

ที่มา: เอกสาร [5] และคู่มือพิธีสารมอนทรีออล

ตารางที่ 5 สาร HCFC และสารอื่นๆ ที่พิธีสารมอนทรีออลควบคุมอยู่

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวน Isomer	ODP	Atmosphere Lifetime	GWP-20 Years Time Horizon	GWP-100 Years Time Horizon	GWP-500 Years Time Horizon
<u>กลุ่มที่ 1</u>							
	CHFCI ₂	1	0.04	13.3	4300	1700	520
	CHF ₂ Cl	1	0.055				
	CH ₂ FCI	1	0.02				
	C ₂ HFCI ₄	2	0.01-0.04				
	C ₂ HF ₂ Cl ₃	3	0.02-0.08	1.4	300	93	29
	C ₂ HF ₃ Cl ₂	3	0.02-0.06				
	CHCl ₂ CF ₃	-	0.02	5.9	1500	480	150
	C ₂ HF ₄ Cl	2	0.02-0.04				
	CHFClCF ₃	-	0.022				
	C ₂ H ₂ FCI ₃	3	0.007-0.05				
	C ₂ H ₂ F ₂ Cl ₂	4	0.008-0.05				
	C ₂ H ₂ F ₃ Cl	3	0.02-0.06				
	C ₂ H ₃ FCI ₂	3	0.005-0.07				
	CH ₃ CFCl ₂	-	0.11				
	C ₂ H ₃ F ₂ Cl	3	0.008-0.07				
	CH ₃ CF ₂ Cl	-	0.065				
	C ₂ H ₄ FCI	2	0.003-0.005				

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวน Isomer	ODP	Atmosphere Lifetime	GWP-20 Years Time Horizon	GWP-100 Years Time Horizon	GWP-500 Years Time Horizon
C_3HFCI_6	HCFC-221	5	0.015-0.07				
$C_3HF_2Cl_5$	HCFC-222	9	0.01-0.09				
$C_3HF_3Cl_4$	HCFC-223	12	0.01-0.08				
$C_3HF_4Cl_3$	HCFC-224	12	0.01-0.09				
$C_3HF_5Cl_2$	HCFC-225	9	0.02-0.07				
$CF_3CF_2CHCl_2$	HCFC-225ca**	-	0.025				
CF_2ClCF_2CHClF	HCFC-225cb**	-	0.033				
C_3HF_6Cl	HCFC-226	5	0.02-0.10				
$C_3H_2FCI_5$	HCFC-231	9	0.05-0.09				
$C_3H_2F_2Cl_4$	HCFC-232	16	0.008-0.10				
$C_3H_2F_3Cl_3$	HCFC-233	18	0.007-0.23				
$C_3H_2F_4Cl_2$	HCFC-234	16	0.01-0.28				
$C_3H_2F_5Cl$	HCFC-235	9	0.03-0.52				
$C_3H_3FCI_4$	HCFC-241	12	0.004-0.09				
$C_3H_3F_2Cl_3$	HCFC-242	18	0.005-0.13				
$C_3H_3F_3Cl_2$	HCFC-243	18	0.007-0.12				
$C_3H_3F_4Cl$	HCFC-244	12	0.009-0.14				
$C_3H_4FCI_3$	HCFC-251	12	0.001-0.01				
$C_3H_4F_2Cl_2$	HCFC-252	16	0.005-0.04				
$C_3H_4F_3Cl$	HCFC-253	12	0.003-0.03				

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวน Isomer	ODP	Atmosphere Lifetime	GWP-20 Years Time Horizon	GWP-100 Years Time Horizon	GWP-500 Years Time Horizon
C ₃ H ₅ FCI ₂	HCFC-261	9	0.002-0.02				
C ₃ H ₅ F ₂ Cl	HCFC-262	9	0.002-0.02				
C ₃ H ₆ FCI	HCFC-271	5	0.001-0.03				
<u>กลุ่มที่ 2</u>							
CHFBr ₂	HBFC-22B1	1	1.00				
CHF ₂ Br		1	0.74				
CHF ₂ Br		1	0.73				
C ₂ HFBr ₄		2	0.3-0.8				
C ₂ HF ₂ Br ₃		3	0.5-1.8				
C ₂ HF ₃ Br ₂		3	0.4-1.6				
C ₂ HF ₄ Br		2	0.7-1.2				
C ₂ H ₂ FBr ₃		3	0.1-1.1				
C ₂ H ₂ F ₂ Br ₂		4	0.2-1.5				
C ₂ H ₂ F ₃ Br		3	0.7-1.6				
C ₂ H ₃ FBr ₂		3	0.1-1.7				
C ₂ H ₃ F ₂ Br		3	0.2-1.1				
C ₂ H ₄ FBr		2	0.07-0.1				
C ₃ HFBr ₆		5	0.3-1.5				
C ₃ HF ₂ Br ₅		9	0.2-1.9				

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวน Isomer	ODP	Atmosphere Lifetime	GWP-20 Years Time Horizon	GWP-100 Years Time Horizon	GWP-500 Years Time Horizon
	$C_3HF_3Br_4$	12	0.3-1.8				
	$C_3HF_4Br_3$	12	0.5-2.2				
	$C_3HF_5Br_2$	9	0.9-2.0				
	C_3HF_6Br	5	0.7-3.3				
	$C_3H_2FBr_5$	9	0.1-1.9				
	$C_3H_2F_2Br_4$	16	0.2-2.1				
	$C_3H_2F_3Br_3$	18	0.2-5.6				
	$C_3H_2F_4Br_2$	16	0.3-7.5				
	$C_3H_2F_5Br$	8	0.9-14.0				
	$C_3H_3FBr_4$	12	0.08-1.9				
	$C_3H_3F_2Br_3$	18	0.1-3.1				
	$C_3H_3F_3Br_2$	18	0.1-2.5				
	$C_3H_3F_4Br$	12	0.3-4.4				
	$C_3H_4FBr_3$	12	0.03-0.3				
	$C_3H_4F_2Br_2$	16	0.1-1.0				
	$C_3H_4F_3Br$	12	0.07-0.8				
	$C_3H_5FBr_2$	9	0.04-0.4				
	$C_3H_5F_2Br$	9	0.07-0.8				
	C_3H_6FBr	5	0.02-0.7				

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวน Isomer	ODP	Atmosphere Lifetime	GWP-20 Years Time Horizon	GWP-100 Years Time Horizon	GWP-500 Years Time Horizon
กลุ่มที่ 3 CH ₂ BrCl	bromochloromethane	1	0.12				

หมายเหตุ: * เป็นช่วง ODPs เฉพาะที่เป็นค่าสูงสุดที่จะใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ของพิธีสาร ค่า ODPs นี้ถูกรวบรวมไว้เป็นค่าเชิงเดี่ยวที่กำหนดมาจากการคำนวณจากห้องปฏิบัติการมาตรฐาน รายการเหล่านี้มีพื้นฐานจากการประมาณและน้อยกว่าอย่างชัดเจน ช่วงที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มไอโซเมอร์ค่าที่สูงกว่าคือการประมาณไอโซเมอร์ของค่า ODP ด้วยค่า ODP ที่สูงสุด และค่าที่ต่ำกว่าคือการประมาณไอโซเมอร์ของค่า ODP ด้วยค่า ODP ที่ต่ำสุด

** การแบ่งประเภทของสารที่เป็นไปได้ทางการค้าที่สุดด้วยรายการค่า ODP ซึ่งถูกนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ของพิธีสาร

ที่มา: คู่มือพิธีสารมอนทรีออล

ตารางที่ 6 แสดงการใช้ซี เอฟ ซี ในผลิตภัณฑ์แอโรซอล

	ผลิตภัณฑ์แอโรซอล (ล้านหน่วย)		ร้อยละที่บรรจุซี เอฟ ซี	การใช้ซี เอฟ ซี (ตัน)
	2529	2533	2533	2533
อาร์เจนตินา	123	86	14	1300
ออสเตรเลีย	154	143	9	4500
บราซิล	104	102	5	91
แคนาดา	157	116	7	1000
จีน	20	48	80	4700
ยุโรปตะวันออก	140	140	25	5000
EEC	2832	2913	10	17000
อินเดีย	15	30	50?	500
ญี่ปุ่น	408	570	1.4	3383
เม็กซิโก	47	60	5	300
ตะวันออกกลาง	60	120	8	1300
นิวซีแลนด์	14	16	< 2	400
อัฟริกาใต้	100	19	20	1500
เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	100?	100	20?	1400?
โซเวียต	448?	414	75	65000
ตรินิแดดและโตเบโก	-	6	-	90
สหรัฐอเมริกา	2564	2920	5	11000
เวเนซุเอลา	56	40	6	220

หมายเหตุ: 1. ไม่รวม refill can สำหรับตู้เย็น

2. ตรินิแดดและโตเบโกเป็นตัวเลขขั้นต้น

ที่มา: เอกสาร [3]

4.2 บทบาทของรัฐในประเทศไทย

1) กองทุนพหุภาคี

ภายใต้พิธีสารมอนทรีออล ได้มีการจัดตั้งกองทุนพหุภาคี (Multilateral Fund) โดยเป็นเงินบริจาคจากประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งประเทศที่กำลังพัฒนา เช่น ประเทศไทยมีสิทธิขอรับความช่วยเหลือจากเงินกองทุนนี้ เพื่อนำมาใช้ในโครงการปรับเปลี่ยนไปไม่ใช้สารทำลายชั้นโอโซน คณะกรรมการบริหารเงินกองทุน (Executive Committee of the Multilateral Fund) ประกอบด้วยผู้แทนจากประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนาฝ่ายละ 7 ประเทศ ทั้งนี้ได้มีการแต่งตั้งให้องค์กรระหว่างประเทศ 4 องค์การคือ UNEP (United Nations Environment Programme), UNDP (United Nations Development Programme), UNIDO (United Nations Industrial Development Organization), และ World Bank เป็นผู้ดำเนินการจัดขอเงินช่วยเหลือโดยประสานกับประเทศผู้ขอรับความช่วยเหลือ เพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการบริหารเงินกองทุน

ประเทศไทยได้รับความช่วยเหลือจากกองทุนพหุภาคีเป็นจำนวน 49 โครงการ (ณ เดือนกันยายน 2539) ได้รับวงเงินอนุมัติประมาณ 21 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และจะลดสารทำลายชั้นโอโซนได้ 2,482 ตัน สำหรับในภาคอุตสาหกรรมสเปรย์กระป๋องนั้น ประเทศไทยได้รับโครงการช่วยเหลือ 3 โครงการ ได้วงเงินอนุมัติประมาณ 1.2 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และจะลดสารทำลายชั้นโอโซนได้ 349 ตันตามรายละเอียดดังนี้

1. โครงการให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคและทางด้านความปลอดภัย
2. โครงการให้ความช่วยเหลือบริษัท แพคเซิร์ฟ จำกัด เพื่อเปลี่ยนการบรรจุกระป๋อง สเปรย์ไปใช้เทคโนโลยีทดแทน
3. โครงการให้ความช่วยเหลือ บริษัท สานิตแอนด์ซัน จำกัด เพื่อเปลี่ยนการบรรจุกระป๋องสเปรย์ไปใช้เทคโนโลยีทดแทน

ทั้งนี้การที่คณะกรรมการบริหารกองทุนอนุมัติโครงการ 2. และ 3. ในการประชุมคณะกรรมการบริหารกองทุนครั้งที่ 17 ณ กรุงมอนทรีออล ประเทศแคนาดา ระหว่างวันที่ 26-28 กรกฎาคม 2538 นั้น คณะกรรมการบริหารกองทุนได้ตั้งเงื่อนไขผูกพันให้ประเทศไทยต้องออกกฎระเบียบไม่อนุญาตให้มีการจัดตั้งหรือขยายโรงงานบรรจุสเปรย์กระป๋องอีก

- 2) การนำเสนอคณะรัฐมนตรีในการไม่อนุญาตให้ตั้งหรือขยายโรงงานบรรจุกระป๋องสเปรย์ที่ใช้สารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนเป็นสารผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งจะมีผลดีต่อประเทศไทยดังต่อไปนี้
1. ปฏิบัติตามข้อผูกพันกับคณะกรรมการบริหารกองทุน ในการอนุมัติโครงการช่วยเหลือผู้รับจ้างบรรจุสเปรย์กระป๋อง
 2. เพิ่มโอกาสส่งออกสินค้าที่ผลิตด้วยสารที่ไม่ทำลายชั้นโอโซน ไปยังประเทศที่พัฒนาแล้ว
 3. ได้ภาพพจน์ที่ดีในการร่วมมือในการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมโลก
 4. ลดความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและการนำเข้าซึ่งสารทำลายชั้นโอโซน ทั้งนี้ประเทศผู้ผลิตสาร CFC และเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วได้เลิกผลิตสาร CFC เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2539
 5. สอดคล้องกับพระราชบัญญัติว่าด้วยอันตรายของกระทรวงอุตสาหกรรมซึ่งได้ออกประกาศห้ามขายสเปรย์กระป๋องที่บรรจุสาร CFC และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อว่าด้วยอันตราย พ.ศ. 2538
- 3) ประเทศไทยได้เข้าร่วมปฏิบัติตามพันธกรณีในพิธีสารมอนทรีออล เมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2532 ถึงแม้ประเทศไทยเป็นประเทศที่ไม่สามารถผลิตสารซี เอฟ ซี ได้ในประเทศ ปริมาณสารซี เอฟ ซี ทั้งหมดนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น อินเดีย และจีน และมีปริมาณการนำเข้าในแต่ละปีมีจำนวนมาก ประเทศไทยจึงเห็นความสำคัญเข้าร่วมเป็นสมาชิกพิธีสารมอนทรีออล ด้วยสาเหตุสำคัญคือ
1. เพื่อแสดงความรับผิดชอบและความร่วมมือกับนานาประเทศในการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมโลก
 2. เพื่อป้องกันการขาดแคลนสารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนที่จำเป็นใช้ในอุตสาหกรรมในระยะแรกๆ เนื่องจากเป็นผู้นำเข้า
 3. เพื่อป้องกันมิให้สินค้าส่งออกของไทยที่ยังคงบรรจุหรือผลิตด้วยสารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนถูกกีดกัน
 4. เพื่อให้อุตสาหกรรมของไทยที่ต้องเลิกใช้สารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนในอนาคตอันใกล้สามารถขอรับความช่วยเหลือทางเทคนิคและทางการเงินจากกองทุนพหุภาคีเพื่อการอนุมัติพิธีสารมอนทรีออล
 5. การดำเนินการเลิกใช้สารฯให้เป็นอย่างรวดเร็วจะช่วยให้อุตสาหกรรมสามารถขยายส่วนแบ่งตลาดการค้าได้เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้ตั้งข้อรังเกียจสินค้าที่มีผล กระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อม

โดยมีหน่วยงานที่รับผิดชอบ คือ กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งทางกรมโรงงานอุตสาหกรรมมีแผนกำหนดระยะเวลาการเลิกใช้สารทำลายโอโซนดังนี้

- (1) สารทำลายโอโซน กลุ่ม Annex A ตามพิธีสารมอนทรีออล คือ CFC-11, CFC-12 กำหนดให้เลิกใช้ในการผลิตสินค้าใหม่ในปี 2541 และการนำไปใช้เพื่อการซ่อมบำรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมในปี 2553
- (2) สาร CFC-113, CFC-114, CFC-115, เมทิล คลอโรฟอร์ม (Methyl chloroform) ได้กำหนดให้เลิกใช้ในปี 2541
- (3) สารฮาโลน มีโครงการลดและเลิกใช้ภายในระยะเวลาดังนี้
 - ตั้งแต่ 1 มกราคม 2545 จำกัดปริมาณการใช้สารฮาโลนไว้ในระดับค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้ตั้งแต่ปี 2538 ถึง 2540
 - ตั้งแต่ 1 มกราคม 2547 เป็นต้นไป ห้ามนำเข้าสารฮาโลนบริสุทธิ์ โดยให้นำเข้าได้เฉพาะสารฮาโลนที่รีไซเคิลเท่านั้น
 - ตั้งแต่ 1 มกราคม 2548 จำกัดปริมาณการใช้สารฮาโลนไว้ในระดับ 50 % ของค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้ตั้งแต่ปี 2538 ถึง 2540
 - ตั้งแต่ 1 มกราคม 2553 เลิกใช้สารฮาโลน โดยยกเว้นสำหรับการใช้ที่จำเป็นให้สามารถใช้สารฮาโลนที่ผ่านการรีไซเคิลได้

4.3 สารทดแทนสารซี เอฟ ซี และทางเลือกอื่น (ตารางที่ 7)

4.3.1 สารทดแทนสารซี เอฟ ซี

ปัจจุบันมีสารทดแทนสารซี เอฟ ซี หลายชนิด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งานในผลิตภัณฑ์สเปร์ย์ แต่ยังมีข้อจำกัดทางด้านต้นทุน เพราะสารทดแทนบางชนิดยังมีราคาสูง และในการใช้สารทดแทนบางอย่างต้องเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเครื่องจักรอุปกรณ์พิเศษในการผลิตหรือเปลี่ยนแปลงบรรจุภัณฑ์ เช่น วาล์วชนิดพิเศษ กระจ่างเคลือบสารกันสนิม อันมีผลทำให้ต้นทุนสูงขึ้น นอกจากนี้สารขับเคลื่อนและตัวทำละลายที่ใช้ในอุตสาหกรรมจะต้องไม่ไวไฟและมีความเฉื่อย ตัวอย่างเช่นสเปร์ย์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์คือตัวทำ ความสะอาดและตัวทำละลาย สารที่ใช้คือ CFC-12 ปัจจุบันมีสารทดแทนคือ HCFC-22* และมีการทดลองใช้ HCFC-123 และ HCFC-141b แทน CFC-113 ซึ่งใช้เป็นตัวทำละลาย สำหรับไฮโดรคาร์บอนมีข้อจำกัดในการใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากจะมี

* HCFC-22 เป็นสารขับเคลื่อนที่นำมาใช้แทน CFCs ในสเปร์ย์ส่วนบุคคล เช่น สเปร์ย์ฉีดผม น้ำหอม มีสมบัติไม่ไวไฟ แต่ HCFC-22 ก็เป็นสารที่ทำลายโอโซนเช่นกัน ดังนั้นจึงเป็นทางเลือกในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น ประเทศอเมริกาห้ามขายสเปร์ย์ที่ใช้ HCFC ตั้งแต่ 1 มกราคม 2537 ยกเว้นกรณีจำเป็น

น้ำมันปิโตรเลียมตกค้างในแผงวงจร และไฮโดรคาร์บอนเป็นสารไวไฟซึ่งเป็นข้อจำกัดในเรื่องความปลอดภัย

ในผลิตภัณฑ์บางประเภทยากที่จะนำสารชนิดอื่นมาแทนที่ซี เอฟ ซี เช่น ยารักษาโรคหืด เพราะต้องการสารที่ไม่มีพิษและไม่ติดไฟ เดิมใช้สาร CFC-11, CFC-12 และ CFC-14 ปัจจุบันมีการใช้สารทดแทนบางตัวเช่น HCFC-141b, HFC-134a, HFC-227ea และไฮโดรคาร์บอน แต่ไม่มีสารใดทดแทนได้อย่างสมบูรณ์ ทางเลือกอื่นที่มี เช่น การใช้ยาสูตรแบบผง (powder inhaler) ซึ่งใช้ในประเทศสวีเดนและเนเธอร์แลนด์

ในที่นี้แบ่งสารทดแทนตามลักษณะการใช้สารซี เอฟ ซี เป็น 2 กลุ่มคือ

- 1) สารซี เอฟ ซี ที่ใช้เป็นสารละลาย เช่น CFC-11, CFC-113, 1,1,1-trichloroethane (T-1,1,1) มีสารทดแทน คือ สารไฮโดรคาร์บอน (เช่น น้ำมันก๊าด) ไวต์สปีริต แอลกอฮอล์ น้ำ ตัวอย่างเช่น เดิมใช้เมทิลคลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายในสเปรย์บรรจุยาฆ่าแมลง อุตสาหกรรมรถยนต์และอื่นๆ เมทิลคลอโรฟอร์มเป็นสารไม่ไวไฟ และช่วยลดการไวไฟของสารที่ใช้เมทิลคลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลาย แต่เมทิลคลอโรฟอร์มอยู่ในรายชื่อของสารที่ถูกห้ามใช้ในพิธีสารมอนทรีออลในปี 2533 และยังมีสารใดที่มาทดแทนได้อย่างสมบูรณ์ อุตสาหกรรมได้มีการเปลี่ยนไปใช้ตัวทำละลายที่เป็นอันตรายมากขึ้น เช่น ไฮโดรคาร์บอน ซึ่งต้องการการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโรงงานอย่างมาก หรือปรับปรุงสูตรของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้แน่ใจว่าความไวไฟไม่เพิ่มขึ้น
- 2) สารซี เอฟ ซี ที่ใช้เป็นสารชนิดอื่น เช่น CFC-12, HCFC-22 มีสารทดแทนแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ
 1. อากาศ (air) ซึ่งต้องอาศัยอุปกรณ์พิเศษในการผลิตและบรรจุ
 2. ก๊าซชนิดเป็นไอก๊าซ (gas phase) เช่น ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ นำมาใช้เป็นสารทดแทนซี เอฟ ซี ได้ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้ก๊าซอัด คือถ้าในภาชนะบรรจุว่าง ความดันภายในจะลดลงทำให้อัตราการส่งผ่านของสารลดลง คุณภาพของสเปรย์และปริมาณของสเปรย์จะลดลง แก้ไขโดยการออกแบบหัวฉีด (aerosol nozzle) ใหม่ สำหรับคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าสูตรและกระป๋องที่ใช้ไม่เหมาะสม สามารถก่อให้เกิดการกัดกร่อนในภาชนะบรรจุได้ คาร์บอนไดออกไซด์และไนโตรเจนมีประโยชน์ในแง่ไม่ไวไฟ ต้นทุนการผลิตสเปรย์ที่ใช้คาร์บอนไดออกไซด์จะมีราคาถูกกว่าใช้สารซี เอฟ ซี และต้นทุน

ในการเปลี่ยนไปใช้คาร์บอนไดออกไซด์จะเท่ากับการเปลี่ยนไปใช้สารไฮโดรคาร์บอน

3. ก๊าซชนิดมีน้ำก๊าซ (liquid phase) ได้แก่

- HFC-134a และ HFC-227ea เป็นสารประกอบ fluorinated ที่กำลังพัฒนามาใช้แทนซี เอฟ ซี มีสมบัติไม่ไวไฟ และมีค่า ODP เป็นศูนย์ HFC-134a นำมาใช้แทน CFC-12 ในผลิตภัณฑ์ประเภทยา (pharmaceutical inhalant) และแทน HCFC-22 ในบางอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีการทดลองใช้ HFC-227ea กับยาด้วย ในสหรัฐอเมริกากำลังพัฒนา HFC-134a ให้เป็นสารขับเคลื่อนแต่คาดว่าจะมีราคาแพงกว่าซี เอฟ ซี
- ก๊าซไฮโดรคาร์บอน เช่น โพรเพน (propane), บิวเทน (normal butane), ไอโซบิวเทน (isobutane) และ เพนเทน (pentane) เนื่องจากมีราคาถูกและมีประสิทธิภาพ แต่มีความไวไฟสูง ผู้ผลิตสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดไฟไหม้ได้โดยติดตั้งตัวตรวจจับการเกิดไฟไหม้ (fire detection) และระบบป้องกันอัคคีภัย การสร้างอาคารเพื่อลดความเสียหายจากการระเบิดและมีการอบรมด้านความปลอดภัย การเปลี่ยนโรงงานให้มาใช้ไฮโดรคาร์บอน จะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 750,000 เหรียญสหรัฐ ซึ่งโดยปกติราคาของไฮโดรคาร์บอนจะอยู่ในช่วงหนึ่งในสามถึงหนึ่งในห้าของราคาซี เอฟ ซี แต่ถ้าต้องการไฮโดรคาร์บอนที่ดีขึ้นค่าใช้จ่ายก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน
- ก๊าซไดเมทิลอีเทอร์ (dimethyl ether: DME) มีการใช้ DME กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในยุโรป โดยใช้เป็นตัวทำลายและเป็นสารขับเคลื่อนแทนซี เอฟ ซี DMEเป็นสารไวไฟ แต่สามารถนำไปใช้ในโรงงานที่มีมาตรการรักษาความปลอดภัยอย่างเพียงพอ แต่ไฮโดรคาร์บอนและ DME ก็มีโทษเช่นกันเนื่องจากสารทั้งสองตัวนี้เป็น (volatile organic compounds, VOCs) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศในขณะที่มีแสงแดด ทำให้เกิดโอโซนในระดับล่างของชั้นบรรยากาศซึ่งมีความเป็นพิษ

เนื่อง สารทดแทนบางชนิดเป็นสารที่มีค่า GWP มากกว่า ศูนย์ ซึ่งการที่มี GWP มากกว่า ศูนย์ จะทำให้เกิด climate change

4.3.2 ทางเลือกอื่น

- 1) เปลี่ยนบรรจุภัณฑ์เป็นชนิดหัวปั๊มด้วยแรงกล (mechanical pump) ปั๊มทำงานโดยคานงัด (lever) ที่กดด้วยนิ้วมือ หรือใช้ไกปืนที่ทำงานได้หลังจากเพิ่มความดัน แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน ความละเอียดของละอองน้ำยา (particle size) และราคา

ขวดและหัวปั๊มซึ่งจะสูงกว่าเมื่อเทียบกับระบบสเปรย์ และพลาสติกยังมีปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อใช้แล้วมากกว่ากระป๋องและวาล์วโลหะ นอกจากนี้ยังต้องเปลี่ยนสูตรหาสารละลายที่เหมาะสมที่ให้สมบัติใกล้เคียงกับสเปรย์

- 2) การแยกผลิตภัณฑ์และสารขับเคลื่อนโดยลูกสูบ (piston) โดยให้ถุงที่บรรจุผลิตภัณฑ์อยู่ข้างในระบบนี้จะส่งผ่านผลิตภัณฑ์ได้โดยไม่มีสารขับเคลื่อนปะปน หรืออาจถูกปล่อยสู่บรรยากาศในปริมาณเล็กน้อย สารขับเคลื่อนที่ใช้ได้แก่ ฟลูออโรคาร์บอน ไฮโดรคาร์บอน และก๊าซอัด ต้นทุนการผลิตประมาณสองเท่าของสเปรย์แบบธรรมดา และต้องการเครื่องจักรชนิดพิเศษ อุปกรณ์ที่ง่ายที่สุดคือ flexible container หรือ ประเภทที่มีถุงบรรจุอยู่ภายใน ซึ่งใช้มือบีบ

ตารางที่ 7 ทางเลือกในปัจจุบันที่ใช้ทดแทนสารซี เอฟ ซี

Alternative Propellants	Alternative Solvents	Alternative Aerosol Systems	Alternative To The Aerosol
HAPS — blends of hydrocarbons (propane, n-butane, iso-butane)	water	bag-in-can systems	finger and trigger pumps
dimethyl ether (DME)	certain chlorinated solvents (methylene chloride , trichloroethylene , perchloroethylene)	piston-in-can systems	
Compressed gases (CO ₂ , NO ₂ , N ₂ O, air)	certain alcohols (ethanol , iso-propanol , n-propanol)	alcohols (isopropyl alcohol, ethanol and n-propanol)	sticks (for deoderants, anti-perspirants, insect repellants)
HCFC-22 (ใช้ในประเทศที่ไม่ได้ระบุ เป็นสารต้องห้าม)	HCFC-141b (ใช้ในประเทศที่ไม่ได้ระบุ เป็นสารต้องห้าม)		rollers, brushes and cloths
	Pentane, hexane, white spirits , acetone , methyl ethyl ketone , methyl iso-butyl ketone , methylal , glycols		
HFC-152a	HFC-43-10mee , HFC-245fa , volatile silicones , or hydrofluoro-ethers		powder inhalers, and nebulizers for pharmaceuticals
HFC-134a			barrier pack
HFC-227ea			

ที่มา: เอกสาร [3] และ [9] (United Nations Environment Programme)

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] กานดา ว่องไวลิขิต. สเปร์ย์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 18 (70) 2533: 52-53.
- [2] Meadows, D.H. 1990. A Sustainable World: an Introduction to Environment Systems, Unit Three, Planet Earth as a System.
- [3] United Nations Environment Programme. 1992. Protecting the Ozone Layer. 27 p.
- [4] วิระ มาวิจักขณ์ และแสงสันต์ พานิช. 2533. การป้องกันบรรยากาศชั้นโอโซนของโลก. 17 หน้า.
- [5] จิรพล สินธุนาวา. 2535. การเกิดและทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา เรื่อง บทบาทของห้างสรรพสินค้าและผู้ค้าปลีกต่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อม. หน้า 90-108.
- [6] United Nations Environment Programme. 1992. The Impact of Ozone-layer Depletion. 35 p.
- [7] สุชาติดา ขอบขายเกียรติ. การเลิกสาร CFC: ผลกระทบต่ออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง. วสท. ฉบับเทคโนโลยี 46 (1) 2536: 52-54.
- [8] Reid, Stephen J. 2000. Ozone and Climate Change: a beginner's guide. Gordon and breach science publishers: USA.
- [9] United Nations Environment Programme. 2002. Report of the Aerosols, Sterilants, miscellaneous Uses and Carbon Tetrachloride Technical Options Committee 2002 Assessment.
- [10] กรมศุลกากร. 2547. www.customs.go.th
- [11] สารทำลายโอโซน. 2547. <http://www.tmd.go.th/~ozone/ods.htm>
- [12] สำนักควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2547. ปริมาณการนำเข้า สาร ซี เอฟ ซี และฮาโลน ระหว่างปี พ.ศ. 2541-2547.
- [13] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. ClimateChange 2001 : The Scientific Basis.
-