

유리병 경량화 지수를 이용한 유리병 포장용기 분석

김선종¹ · 장시훈¹ · 김기태² · 이유석² · 박수일^{1,*}

¹연세대학교 패키징학과

²(사)자원순환포장진흥원

Analysis of Glass Bottle using Glass Bottle Lightness Index

Sun-jong Kim¹, Si-hoon Jang¹, Ki-tae Kim², Yu-suk Lee² and Su-il Park^{1,*}

¹Department of Packaging, Yonsei University, Wonju, Kangwon 220-710, Korea

²Korea Packaging Resources & Recirculation Technology Institution, Seoul, Korea

Abstract Glass bottle lightness index has been used as a guideline for the lightness of glass bottle. In this study, we developed a glass bottle lightness index (L) by modifying Emhart's lightness index. Domestic and foreign glass bottle products were collected in Korean market and classified into two groups, returnable bottle and one way glass bottle. Empty glass bottle weight and volume were measured and written product's content volume were recorded to calculate the L value. Based on L value, 'acceptable' and 'optimum' criteria for design guideline of glass bottle were established for both returnable and one way glass bottles. Many of one way glass bottles failed to meet acceptable criteria ($L=1.0$), while returnable glass bottles mostly satisfied acceptable range ($L=1.4$). Few of one way glass bottles were even heavier than returnable glass bottles. Generally lightness index (L) of small size drink glass bottles (100 ml) were above 1.0, while these of juice glass bottles (180 ml) were close to acceptable criteria. Most foreign sauce glass bottles met the acceptable level, however most domestic souse glass bottles failed to satisfy acceptable criteria. A few foreign beer glass bottles satisfied optimum criteria, while most domestic beer glass bottles were acceptable level. Our results reveal that domestic glass bottles are mostly heavier than foreign glass bottles. In this paper, we suggest the use glass bottle lightness index as a design guideline for material resource reduction of glass bottle for Korean food and beverage industries.

Keywords Glass bottle, Light weight index, Resource reduction, Guideline

서 론

식품의 제조, 유통, 소비의 확대는 전 지구적 환경에 대해 중요한 영향을 주고 있다¹⁾. 식품 및 음료 산업은 지난 세기 동안 계속 변화하고 있으며, 제품 포장 용기의 환경 영향이 커짐에 따라 포장 용기에 친환경성을 부여하도록 권고되고 있다²⁾. 친환경적인 방법에는 제품의 폐기물을 처리함에 있어 가능한 환경에 영향을 덜 주는 것에 우선하여 설계 및 생산 단계에서 원천적으로 자연자원을 덜 이용하는 것이 더

욱 중요하다. CEN Standards (EN 13427 - EN 13432)는 포장에 대한 단계별 자원처리 방안에 대해서 설명하고 있으며 1단계로 자원의 절약을 통한 원천감량을 가장 우선으로 다루고 있다³⁾. 결국 자원의 사용량을 줄이는 것이 제품의 경제성과 환경성을 확보하는 가장 우선적이고 적절한 방안이라 말할 수 있다. 예로 1980년 이후 30년 동안 330 ml 맥주 유리병은 약 44%의 무게 감량을 이루었다⁴⁾.

일부 유리병 업계에서는 유리병의 무게와 용량을 이용한 계산식으로 산출한 경량화지수를 이용하여 유리병의 경량화 정도를 판단하고 있다. 특히 일본의 경우 일본 유리병 재활용 촉진 협의회를 중심으로 유리병 경량화 지수를 이용하여 유리병의 친환경성을 평가하고 있다⁵⁾.

포장재로 인한 발생한 폐기물은 재활용 및 재사용의 증가에 의해 재자원으로 이용량이 증가함에도 불구하고 이미 국

*Corresponding Author : Su-il Park
Department of Packaging, Yonsei University, 1 yonseidaegil, Heungup, Wonju 220-710, Korea
Tel : +82-33-760-2370, Fax : +82-33-760-2760
E-mail : parks@yonsei.ac.kr

내외에서 주요 폐기물로 취급받고 있다. 폐기물 관리의 개선과 폐기물 처리 방법의 선진화에 의해 많은 포장재가 재자원으로 반복 이용되는 기술적인 진보가 이루어지고 있으나 폐기물 발생량은 향후에도 지속적으로 증가될 것으로 예측되며, 이러한 포장 폐기물로 인한 환경 부담을 줄여야 하는 방안 또한 끊임없이 강구되어야 할 것이다. 본 연구에서는 유리병의 감량화에 대한 설계 기준을 마련하기 위하여 기존에 이용되던 유리병 경량화 지수를 국내 상황에 맞게 일부 수정하여 경량화 식을 도출하였으며 국내외에서 생산된 유리병 제품을 수거하여 제품당 유리병의 사용 무게와 부피를 측정하고 유리병 경량화 지수와 비교하여 유리병의 감량화 정도를 확인하였다.

재료 및 방법

1. 재료

유리병은 1회에 한하여 사용하는 일회용병과 다회에 걸쳐 세척 후 재사용하는 반복사용병으로 구분하여 대형 유통 매장에서 구매하였다. 유리병으로 포장된 주류, 드링크류, 주스류, 소스류 국내의 제품을 선별하였으며, 해외제품의 선정은 국내제품과 비교할 수 있는 동일 용량 제품 또는 유사 형태의 제품을 구매하였다.

2. 포장재 사용량 측정

제품별 재질 사용량 비교 분석을 위하여 국내외 유리병의 빈용기 무게, 부속류 무게, 내용물 부피 및 만량부피를 분석하였다. 각 제품별 유리병의 라벨 및 뚜껑 등의 부착물을 몸체로부터 제거한 후 포장재의 빈용기(body) 무게와 분리된 부속류 무게를 소수점 둘째 자리(0.01 g)까지 측정하였다. 내용물 부피는 제품에 표기되어 있는 표시용량을 사용하였으며, 만량(만수) 부피는 용기의 입수구까지 물을 채운 후 물의 부피를 메스실린더로 측정하였다. 부속류 무게와 만량 부피의 측정치는 지수 설정 단계에 참조하였으며 실제 지수는 반영하지 않았다.

3. 유리병 경량화 지수 산출

일부 유리병 업계에서는 유리병의 무게와 용량을 이용하여 제병기 제조사의 하나인 스위스 엠하트(Emhart)사에서 사용하고 있는 아래 식 (1)과 같은 경량화지수로 유리병의 경량화 정도를 판단하고 있다⁶⁾. 일본의 경우 일본 유리병 재활용 촉진 협의회를 중심으로 유리병 지수를 유리병의 친환경적인 면을 평가하는 정도로 삼고 있으며 유리병의 경량화 지수 L값이 0.7 이하이면 초경량병, 1.0 이하는 경량병, 1.4 이하는 표준병, 1.4 초과는 중량병으로 판단하고 있다.

$$L = 0.44 \times M \times V^{-0.77} \quad (1)$$

여기서,

L : 유리병 경량화 지수

M : 유리병 무게 (g)

V : 최대만량용량 (ml)

본 연구에서는 빈용기의 무게와 용량의 상관관계를 지수로 표현한 위의 유리병 경량화 지수식을 아래 식 (2)와 같이 일부 수정하여 사용하였다. ‘제품의 포장재질 포장방법에 관한 기준 등에 관한 규칙’에서 음료와 주류의 포장공간비율인 10% 이하를 식에 도입하여 제품의 기능성과 안전성이 침해되지 않는 선에서 충전량 최대화를 권고하기 위해 0.9 (90%)의 충전율을 표시용량과 비교함으로 최대만량용량을 대체한 식이다.

$$L_{GLASS} = 0.44 \times M \times V^{-0.77} \quad (2)$$

여기서,

L_{GLASS} : 유리병 경량화 지수

M : 유리병 무게(뚜개, 라벨 등 부속물 무게 제외) (g)

V : 표시용량/0.9 (ml)

4. 적정포장 권고기준 및 최적기준 설정

유리병의 용도와 표시용량에 따른 분석을 위해 반복사용병(맥주류), 소용량 유리병(드링크류), 소용량 유리병(주스류), 장기보관사용 유리병(양념류), 대용량 유리병으로 구분하여 위의 식 (2)를 이용하여 지수를 계산하였다. 분석된 유리병의 분포도 및 지수를 이용하여 유리병의 용도별 적정설계를 위한 권고기준(현 기술수준을 감안한 기준)과 최적기준(향후 기술발전 추이를 반영한 기준)을 설정하였다.

결과 및 고찰

1. 유리병의 설계 기준

Figure 1은 유리병의 빈용기 몸체 무게와 표시용량의 분포와 식 (2)에 따른 경량화 지수(L)의 기준선을 같이 나타낸 그래프이다. Figure 2에는 분석된 유리병 지수를 종합하여 설계시 권고 기준과 최적기준을 제시하였다. 일회용 유리병의 권고기준은 1.0 이하, 최적기준은 0.7 이하로 설정하였고 반복사용 유리병 및 일회용이지만 장기보관 사용 유리병의 권고기준은 1.4 이하, 최적기준은 1.0 이하로 설정하였다. 기준의 구분지수인 0.7, 1.0, 그리고 1.4는 해외에서 이용하는 지수와의 비교 편의성 및 각 유리병의 분포 특성을 반영한 결과이다. 반복사용 유리병의 경량화 지수 기준이 일회용 유리병 기준보다 높게 설정된 이유는 반복사용 유리병의 회수 물류 과정 및 반복되는 세척 공정을 고려한 상대적으로 높은 강도 위치의 필요성에 의한 것이며, 주로 장기간에 걸쳐 소비자가 이용하는 형태의 장기보관 유리병 제품들은 보

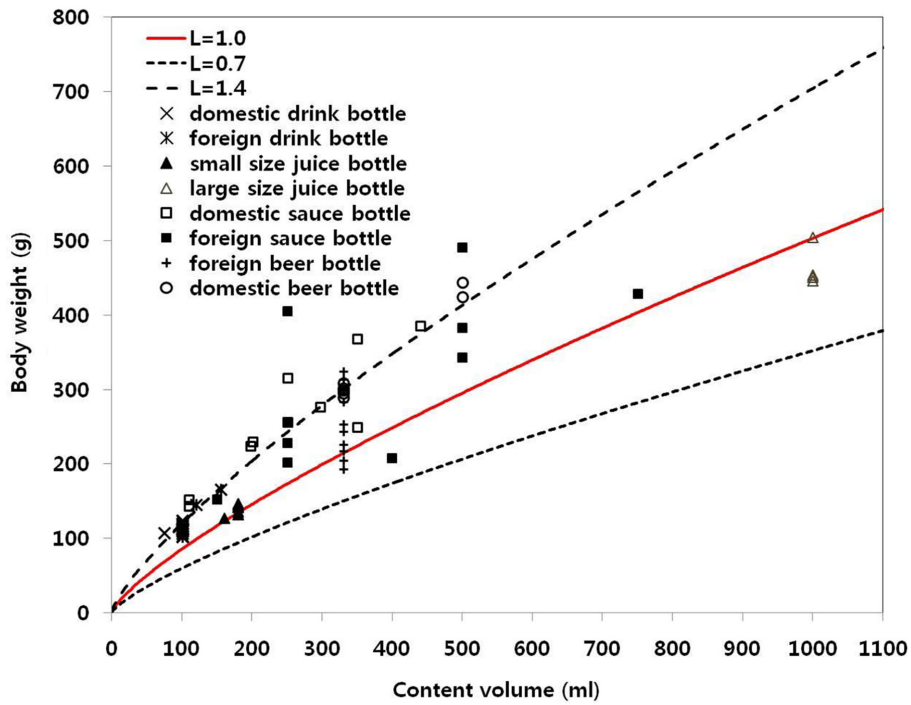


Fig. 1. Weight, volume and glass bottle lightness index of different types of glass bottles.

Classification	figure	Index (L)	Acceptable	Optimum
One-way glass bottle		$L_{GLASSO} = 0.44 \times W \times V^{-0.77}$ W : Empty bottle Weight (g) V : Content volume/0.9 (ml)	$L=1.0 \leq$	$L=0.7 \leq$
One-way glass bottle (Long period using bottle)		$L_{GLASSO} = 0.44 \times W \times V^{-0.77}$ W : Empty bottle Weight (g) V : Content volume/0.9 (ml)	$L=1.4 \leq$	$L=1.0 \leq$
Returnable glass bottle		$L_{GLASSO} = 0.44 \times W \times V^{-0.77}$ W : Empty bottle Weight (g) V : Content volume/0.9 (ml)	$L=1.4 \leq$	$L=1.0 \leq$

Fig. 2. A design guideline for source reduction of glass bottle. “Acceptable” and “Optimum” refer to the allowable ranges in the design process.

관 및 사용 시 안정성 확보를 위해 상대적으로 견고하게 디자인되어야 하는 여건을 고려하여 반복사용병과 동일한 기준을 적용하여 설정하였다.

2. 반복사용 유리병 (맥주류) 분석

Table 1은 반복사용 유리병의 대표적인 예인 맥주병의 내용물 부피, 빈용기 무게를 나타낸 것이다. 국내제품과 해외 제품을 포함한 대부분의 유리병 용기의 내용량 부피는 330

Table 1. Weight and glass bottle lightness index of returnable beer glass bottle

Origin	Product	Content volume (ml)	Bottle weight (g)	Index (L)
Korea	Budweiser	330	299.16	1.40
	Hoegaarden	330	226.3	1.06
	Stout	330	289.38	1.35
	Dry Finish	330	308.84	1.44
	Cass Fresh	500	444.56	1.51
	Hite ice point	500	425.05	1.44
	Cass Light	330	302.27	1.41
	Cafri	330	295.78	1.38
Abroad	MAX	330	299.52	1.40
	Guinness fraught	330	244.01	1.14
	Honoi	330	324.77	1.52
	Singha	330	253.71	1.18
	Sapporo	330	313.89	1.46
	Tsingtao	330	284.24	1.33
	Beck's dark	330	193.11	0.90
	Carlsberg	330	217.79	1.02
Heineken	330	205.45	0.96	

Table 2. Weight and glass bottle lightness index of long period using glass bottle (Sauce)

Origin	Product	Content volume (ml)	Bottle weight (g)	Index (L)
Korea	국시장국 멸시다시마 국물	350	250.13	1.12
	남해굴소스	297	276.71	1.40
	맛간장 소스	440	386.08	1.44
	레몬간장 소스	250	256.40	1.48
	굴소스	198	224.12	1.55
	구수한참기름	110	143.85	1.56
	유자 폰즈소스	201	230.32	1.57
	말사믹 식초	350	368.37	1.64
	진한참기름	110	152.99	1.66
	국수장국 (멸치)	250	315.57	1.82
Abroad	つゆ	400	208.00	0.84
	Extra virgin olive oil	750	428.56	1.06
	Extra virgin olive oil	500	343.52	1.16
	Aceto du vino loso	250	201.93	1.17
	Extra virgin olive oil	500	383.36	1.30
	Tabasco	150	152.36	1.30
	スキ市ソス	250	228.46	1.32
	Sweet chilli sauce	250	256.84	1.48
	Olivo extra vrgin di oliva	500	490.50	1.66
	Aceto balsamico di modena	250	405.40	2.34
味付け酢	500	169.00	0.57	

ml였고, 빈용기 무게가 가장 작은 수치는 국내 제품은 226.3 g, 해외 제품은 193.1 g으로 나타났다. 유리병지수 분석 결과, 일

부 제품의 경우 권고기준인 1.4를 충족하고 있으나 국내에서 제조 유통되는 대부분의 제품은 권고기준을 넘어서고 있

는 것으로 나타났다. 반면 해외 제품의 경우 측정된 제품 중 2개의 제품을 제외하고 권고기준을 충족하고 있는 것으로 나타났으며, 2개의 제품은 최적기준(L=1)을 충족하고 있는 것으로 나타났다. 국내 제품의 지수 평균값이 권고기준치인 1.4 보다 낮은 1.38이나 대부분의 제품이 현재 무게보다 조금 더 경량화할 경우 권고기준을 충족할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 장기 저장 사용 유리병(소스류) 분석

Table 2는 장기 저장 사용 유리병의 내용물 부피, 빈용기 무게를 나타낸 것이다. 장기 저장 사용 유리병은 내용량 부피가 다양하며, 주로 조리 시 사용되는 양념류가 대부분을 차지하고 있다. 장기 저장 사용 유리병은 일반적으로 일회성에 그치지 않고 장기적으로 보관하며 사용하기 때문에 다른 일회용병보다 제품의 내용량에 비하여 무거운 것으로 나타났다. 장기보관 사용병의 경우 국내 제품의 경우 대부분 제품의 경량화 지수가 1.4를 넘어서고 있는 것으로 나타난 반면, 해외 제품의 경우 상대적으로 긴 유통경로를 거침에도 불

구하고 거의 대부분의 제품이 1.4 미만이었다. 일부 일본 제품의 경우 일본 유리병 재활용 촉진 협의회에서 설정한 기준인 0.7에 근접하거나 낮아 초경량병에 가까운 수치를 보였다. 이러한 결과들을 종합하여 볼 때 국내 양념류 제품용 유리병은 전반적으로 감량화 가능성 및 그 필요성이 매우 큰 것으로 판단된다.

4. 소용량 유리병(100 ml 드링크류)

Table 3은 주로 비타민 및 자양강장제를 위한 100 ml 소용량 유리병(드링크류)의 내용물 부피, 빈용기 무게를 나타낸 것이다. 현재 유통되고 있는 소용량 유리병은 대부분이 우리나라와 일본의 제품이었으며, 국내 제품과 해외 제품 모두 권고 기준인 1.0을 충족하고 있지 못한 것으로 나타났다. 또한 일부 제품을 제외하고는 경량화 지수의 평균이 1.36를 보이며 표준편차가 작아 현재 유통되고 있는 제품들의 빈용기 무게가 매우 유사한 수준임을 알 수가 있다. 일본의 감량화 발표 사례에 따르면 동일 용량(100 ml) 유리병의 무게가

Table 3. Weight and glass bottle lightness index of small size glass bottle

Origin	Product	Content volume (ml)	Bottle weight (g)	Index (L)
Korea	박카스 D	100	102.85	1.32
	구룡산 G	100	106.57	1.30
	까스활명수 큐	75	74.89	1.58
	알프스디	100	104.33	1.32
	비타500	100	103.11	1.41
	미에로화이바	100	103.44	1.46
	원비-디	100	101.59	1.25
	헛개 컨디션 파워	100	105.47	1.34
	레모나-D액	100	104.66	1.31
	만리장성동충하초	100	101.75	1.38
	마시느포도당홍삼	100	104.62	1.30
	영지 골드	100	104.27	1.32
	홍삼골드	100	105.54	1.39
	광동탕 골드액	100	103.75	1.29
	마이화이바	100	105.41	1.45
	황력액	100	104.05	1.33
	포스톤G액	100	106.14	1.41
자황액	100	107.12	1.33	
복분자	100	107.08	1.37	
Abroad	オロナミンC	120	145.60	1.48
	リポビタンD スーパー	100	102.80	1.20
	リポビタンD ファイン	100	103.40	1.21
	リポビタンD	100	102.80	1.20
	キレートレモン	155	166.20	1.39
ハイジェリB	100	113.10	1.32	

99 g으로 권고수준을 충족시키는 경우⁵⁾를 찾아볼 수 있어 소용량 유리병의 감량화도 가능할 것으로 판단된다.

5. 소용량 유리병 (쥬스류)

Table 4는 주로 주스 및 혼합 음료를 위한 180 ml 소용량 유리병의 내용물 부피, 빈용기 무게, 경량화 지수를 나타낸 것이다. 빈용기 무게는 가장 큰 수치는 147.02 g, 가장 작은 수치는 127.18 g으로 나타났다. 소용량 유리병의 유리병 지수 분석 결과 국내에서 유통되는 일부 제품이 권고기준을 충족시키며 일부는 1.1 미만의 경량화 지수로 계산되어 감량화 노력을 통해 권고기준인 1.0을 쉽게 충족시킬 수 있을 것으로 판단된다.

6. 일본의 경량화병 기술

일본에서는 경량지수 0.7 미만의 병을 초 경량병으로 칭하도록 하고 있으며, 더불어 규격을 통일한 해당 제품용기에는 “R” 로고를 새겨 넣도록 하여 소비자로서 하여금 해당 용기가 경량화 병이면서 재사용이 가능한 용기임을 알 수 있도록 하고 있다(Fig. 3)⁵⁾. 일본에서는 우레탄 수지 단층 코

팅(MUC) 기술을 이용하여 유리병의 경량화 병을 가능하게 했다. 기존의 유리병 코팅방법인 이층 코팅(고무질+우레탄)의 두께 100 μm 비해서 MUC는 20~30 μm의 두께로 코팅이 가능하며, 알카리 세정을 60회 이상 반복하며 사용해도 상처는 거의 없고, 강도 저하를 일으키지 않는 점에서 더욱 발전된 기술이라 판단된다. 기존 제품의 사례를 보자면 우유병 200 ml 병의 경우 빈 병의 무게가 244 g이었으나 병 두께를 얇게 하여 182 g으로 절감하였다. 결국 MUC 사용함으로써 140 g(43%)의 감량효과를 이룬 셈이다. 이와 더불어 세분화된 관리 기법을 통하여 초경량병을 제조하고 있으며, 최적의 형상을 시뮬레이션할 수 있는 설계 기술, 유리를 만드는 가마의 온도 관리, 병의 두께를 안정시키는 성형 기술, 강도 미달 유리병을 제거하는 검사 기술 등을 통하여 초경량화 병을 제조하고 있다⁵⁾.

Table 5은 주요 유리병 종류에서 나타난 일본의 유리병 절감화 사례이다. 무게 대비 절감한 양을 보면 최소 9%부터 최대 43% 이르기까지 절감한 내용을 알 수 있다. 또한 절감한 이후 경량화 지수 분석 결과를 보면 재사용을 하는 유리병 이외의 유리병의 경우 대부분 1.0 미만의 수치를 보이고

Table 4. Weight and glass bottle lightness index of 180 ml juice glass bottle

Origin	Product	Content volume (ml)	Bottle weight (g)	Index (L)
Korea	미닛메이드 토마토 플러스	180	142.11	1.06
	미닛메이드 알로에 플러스	180	142.11	1.06
	미닛메이드 제주감귤 플러스	180	142.11	1.06
	자연은 알로에	180	136.09	1.01
	자연은 제주감귤	180	132.44	0.99
	자연은 토마토	180	132.34	0.98
	썬키스트 웨미리 멀티비타 100 포도	180	146.45	1.09
	썬키스트 웨미리 멀티비타 100 오렌지	180	144.67	1.08
	썬키스트 웨미리 멀티비타 100 사과	180	147.02	1.09
	제주감귤	180	143.2	1.07
	웰치스 포도	160	127.18	1.04

Table 5. Source reduction activities for glass bottles in Japan⁵⁾

Classification	Volume	Before weight Reduction	After weight Reduction	Reduced Weight (Percent ratio)	Index (L)
Beer	633 ml	605 g	475 g	130 g (21%)	1.34
Alcohol	720 ml	540 g	400 g	140 g (26%)	1.02
Wine	720 ml	324 g	285 g	39 g (12%)	0.73
Milk	200 ml	244 g	140 g	104 g (43%)	0.96
Jam	300 ml	173 g	112 g	61 g (35%)	0.56
Condiment	900 ml	530 g	305 g	225 g (42%)	0.66
Vinegar	500 ml	270 g	210 g	60 g (22%)	0.71
Coffee	90 g	297 g	237 g	60 g (20%)	-
Drink	100 ml	113 g	103 g	10 g (9%)	1.21



Fig. 3. “R” mark on glass bottle with light weight design in Japan.

있다. 국내에서도 이러한 경량화에 대한 필요성을 인식하고 경량화 기술 및 품질 관리 체계를 확보하는 노력을 진행해야 하는 시점이다.

요 약

국내 유리병 포장의 개선 방향을 제시하기 위하여 유리병 경량화 지수를 이용하여 유리병 재질 사용 원천 감량을 위한 적정 기준을 설정하였다. 제품의 구분은 사용목적과 사용 시간에 따라 일회용병과 다회에 걸쳐 장기간 두고 쓰는 반복사용병(returnable bottle) 및 장기보관 사용 일회용 유리병으로 구분하여 설정하였다. 재사용병의 대부분은 권고기준을 충족하고 있는 것으로 나타났으나 해외 제품의 경우 같은 품목임에도 지수가 최적기준에 준하는 수치를 보여 현저하게 낮은 지수를 보였다. 일회용 유리병 중 소용량 드링크류 유리병은 권고기준을 충족하지 못하여 감량할 필요성이 있는 품목군으로 판단된다. 반면 일회용 유리병 중 180 ml 주스류에 해당되는 품목은 평균적으로 권고기준에 가까운 지수를 보였다. 분석 결과, 해외 제품에 비해 국내 제품의 유리병 경량화 지수가 커 상대적으로 무거운 유리병을 사용하고 있는 것으로 나타나 경량화를 위한 노력이 필요하다고 판단된다. 일본의 경우 일본 유리병 재활용 촉진 협의회를 중심으로 유리병 경량화 지수를 이용하여 유리병의 친환경성을 평가하고 있다. 국내에서 업계의 자발적인 감량화 노력을

유도하는 협의회 구성이 필요하며 경량병 사용시 불이익 발생하지 않는 기술력을 확보해야 한다.

감사의 글

본 연구는 환경정책기반공공기술개발사업(과제번호: 415-111-003)에 의하여 수행되었음.

참고문헌

- Williams, H. and Wikström, F. 2011. Environmental impact of packaging and food losses in a life cycle perspective: A comparative analysis of five food items., *Journal of Cleaner Production*, 19, 43-48.
- Meneses, M., Pasqualino, J., and Castells, F. 2012. Environmental assessment of the milk life cycle: The effect of packaging selection and the variability of milk production data. *Journal of Environmental Management*, 107, 76-83.
- EUROPEN, A Practical Guide to Using the CEN Standards, 2005.
- Robertson, G. L. (2013). *Food packaging: Principles and practices*, CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 645-672.
- Glass Bottle Recycling Promoter Association. <http://www.glass-recycle-as.gr.jp/>. Accessed at 2013.06.15.
- 박근실. 2000. 유리병과 포장. 도서출판 (주)포장산업. 도서출판 (주)포장산업, 서울, 대한민국. pp. 260.
: 2013.07.22 / : 2013.08.01 / : 2013.08.11