

투습도가 다른 포장조건이 건대추의 품질보존에 미치는 영향

안덕순 · 이동선*
경남대학교 식품공학과

Quality Deterioration of Dry Jujube Packaged in Different Water Permeability Conditions

Duck-Soon An and Dong-Sun Lee*
Department of Food Engineering, Kyungnam University

Abstract

Dry jujubes (*Zizyphus jujuba* MILLER) of water activity 0.55 were packaged in conditions of different water permeabilities and stored at 25°C and relative humidity of 85%. During the storage of 133 days, moisture content, water activity, titratable acidity, ascorbic acid content, browning and surface color were measured. Studied packages were carton box of paper board (Control), shrink wrapped carton box (Shrink), shrink wrapped carton box with desiccant (Shrink+desiccant), pouch package of oriented polypropylene/polyethylene (OPP/PE) and OPP/PE package with desiccant (OPP/PE+desiccant). Shrink packaging around Control package could reduce water permeability significantly, and OPP/PE pouch could result in less water permeation into the package. The packages of reduced water permeability were effective in slowing down the increases of moisture content and water activity of packaged jujubes, and helped to preserve the quality as observed by ascorbic acid retention, browning and surface color. Adding desiccant to the packages did not show any further benefits over the packages alone except slightly decreased moisture content at initial storage time.

Key words: *Zizyphus jujuba* MILLER, water permeability, shrink packaging, desiccant, quality

서 론

대추는 일반적으로 건대추 형태로 특별한 포장없이 저장 유통되어 왔으나 이 경우 품질열화가 빠르고 심할뿐만 아니라 시각적인 기호성에서도 좋지 못하다. 특히 온도가 높아지는 수확 다음 해의 봄과 여름을 지나면서 곰팡이 발생과 함께 관능적인 품질의 열화가 심하다. 최근에 들어 일부 건대추를 포장하여 판매하는 제품이 시장에 등장하기 시작하였으며, 이러한 포장은 건대추의 저장중 품질열화를 억제하고 유통기한을 연장시키는 데 기여할 것으로 생각된다. 하지만 건대추 제품의 포장은 일반 건조식품의 포장의 경우와 마찬가지로 적절한 투습도 조건을 갖도록 설계되는 것이 바람직하다. 유통조건을 고려하여 포장의 투습도 조건이 선택되어야 하며, 너무 높은 수분차단성을 갖는 포장은 과도한 포장비를 부담시키게 되고 수분

차단성이 너무 낮으면 효과적인 품질보존을 얻기가 어렵다(Brown, 1992; Lakin, 1987). 따라서 본연구에서는 건대추를 투습도 조건이 다른 조건으로 포장하였을 때 일어나는 품질변화를 측정하여 적정의 포장조건을 제시하고자 함을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

건대추

경남 밀양산 무등 품종의 건대추(*Zizyphus jujuba* MILLER)로서 산동농업협동조합에 의해서 세척 건조된 '청결건대추' 제품을 구입하여 사용하였다.

건대추의 포장 및 저장

건대추 시료를 370 g 씩 Table 1과 같은 조건으로 포장하였다. 대조구로는 종이판지 박스(23×16×3.5 cm, 판지두께: 0.7 mm)를 사용하였고, 수축포장으로는 종이판지박스 위에 크기 30×23 cm의 polyolefin film Cryovac D-955 (W.R. Grace & Co., Duncan, SC,

Corresponding author: Dong-Sun Lee, Department of Food Engineering, Kyungnam University, Wolyoung-dong, Masansi, Kyungsangnam-do, 631-701, Korea

Table 1. Packaging conditions used in this study

Package type	Condition
Control	Carton of paper board thick 0.7 mm, dimension of 23×16×3.5 cm
Shrink	Cryovac D-955 film was heat shrink packaged on the same carton package as in control package
Shrink+desiccant	50 g silicagel was inserted into the shrink package
OPP/PE	Flexible pouch package of 20×23 cm in dimension
OPP/PE+desiccant	50 g silicagel was inserted into OPP/PE package

미국)으로 밀봉시킨 다음, 110°C 에서 30초간 노출시켜 판지박스위에 수축 밀착되게 하였다. 그리고 연신 폴리프로필렌 20 μm/폴리에틸렌 20 μm (OPP 20 μm/PE 20 μm)의 경우는 20×23 cm의 크기의 봉지에 370 g의 건대추를 포장하였다. 또한 이러한 포장조건에 탈습제를 함유시킨 포장을 함께 실험하였는데 탈습제로서 실리카겔 50 g 단위(B 형, (주)태풍겔, 김포)를 각 포장에 삽입시켰다. 각 조건으로 포장된 대추를 25°C, 상대습도 85%의 조건에서 133일 동안 저장하면서 저장중의 품질변화를 측정하였다. 이러한 저장조건은 우리나라의 하절기 평균적인 기후조건을 고려하여 선정되었으며, 일정한 온도 및 습도조건을 유지하기 위하여 항온항습기(Model HB 105S, 한백과학, 인천)를 사용하였다.

건대추 포장의 투습도 측정

건대추 포장에 사용된 포장내에 건조된 실리카겔을 담고 밀봉한 다음 25°C, 상대습도 85% 조건에 12~40일간 방치하면서 증가되는 무게증가의 속도, dW/dt를 측정하여 Fick의 법칙에 기초한 다음 식 (1)에 의하여, 단위면적당 단위수증기압의 차이에 대해서 수분 투과속도인 투습도(WVTR)를 얻었다(Brown, 1992; Lakin, 1987).

$$WVTR = \frac{(dW/dt)}{A(P_{out} - P_{in})} \tag{1}$$

- 여기서, WVTR: 수분투과도(g/m² day Pa)
- dW/dt: 무게의 증가속도(g/day)
- A: 포장의 단면적(g/m²)
- P_{out}: 포장외부의 수증기압(0.85×3169 Pa)
- P_{in}: 포장내부의 수증기압(0 Pa)

포장외부조건에서 상대습도 85%의 유지를 위해서

KCl 포화염 용액을 담은 데시케이터를 이용하였다 (Rizvi, 1986).

건대추의 저장중 품질변화 측정

저장중인(25°C, 습도 85%) 건대추에 대해서 시간별로 포장을 개봉하여 수분함량, 수분활성도, 총산, ascorbic acid 함량, 갈변도, 표면색도 등의 변화를 측정하였다. 수분함량은 105°C, 상압하에서 건조하여 항량이 될 때의 무게를 측정하여 결정하였다. 총산의 측정을 위해서 대추 5 g을 증류수 10 mL와 마쇄한 다음, 90 mL의 증류수를 첨가하고 0.1 NaOH로 적정하였다 (Ruck, 1963). 적정산도로서의 총산은 건물기준에 대하여 구연산 함량으로 나타내었다. 수분활성도는 Novasina 수분활성도 측정장치 (Model Humidat-IC, Novasia AG, 스위스)로 측정하였다.

저장된 건대추의 ascorbic acid 함량의 측정은 AOAC방법(AOAC, 1995)에 의하였다. 갈변도 측정은 이회봉(1990)의 방법에 따라 건대추 시료 5 g에 50% ethanol 50 mL를 가하여 실온에서 24시간 보관한 후, blender로 마쇄하여 여과지(Toyo No. 6)로 투명한 여액을 얻어 분광광도계로 420 nm에서 흡광도로 측정하였다. 측정된 ascorbic acid와 갈변도는 과육부분의 수분함량을 측정하고 보정하여 건물 5 g 기준으로 환산하고, 이를 포장처리구별로 비교하였다.

표면색도는 무작위로 취한 대추 시료 10개에 대해서 삼자극 색차계(Model JC801, Color Techno System Corporation, 일본)를 이용하여 Hunter의 색차계 L, a, b값으로 측정한 후 평균치로 나타내었다.

결과 및 고찰

포장된 건대추의 수분함량 변화

Table 2는 본 연구에 사용된 포장조건에 따른 투습도 조건을 보여주고 있다. 판지상자 포장이 가장 투습도가 높았으며, 이에 polyolefin 필름으로 열수축 포장을 하면 현저하게 투습도를 낮추어 줄수 있는 것으로 나타났다. 그리고 OPP/PE필름에 의한 유연포장은 수축필름보다 약간 더 낮은 투습도를 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 현실적인 370 g 단위의 대추포장에서는 대조구와 수축포장, 수축+탈습제 포장이 OPP/PE와 OPP/PE+탈습제의 유연포장에 비해서 약간 더 넓은 표면적을 필요로 하므로 실제 포장의 수분 투과는 전자의 경우가 더욱 높아질 것이다.

25°C에서 저장중인 건대추의 포장조건에 따른 수분 함량과 수분활성도의 변화과정을 보면, 포장의 수분

Table 2. Water permeability of packaging conditions applied for the experiment

Package type	Water permeability (g/m ² day Pa)	Surface area (cm ²)
Control	1.571 × 10 ⁻³	1,009
Shrink	5.572 × 10 ⁻⁴	1,009
Shrink+desiccant	5.572 × 10 ⁻⁴	1,009
OPP/PE	5.346 × 10 ⁻⁴	920
OPP/PE+desiccant	5.346 × 10 ⁻⁴	920

투과성이 가장 큰 대조구 포장에 저장된 건대추의 수분함량과 수분활성도가 가장 빨리 증가하였으며(Fig. 1; Table 2), 이로 인하여 저장 56일경에서는 거의 모든 대추가 곰팡이에 의한 부패를 보여주고 있었다. 그리고 수분투과성이 가장 낮은 OPP/PE 포장이 수축포장에 비해서 수분함량의 증가가 낮고 저장기간중 거의 일정한 수분함량과 수분활성도를 보여주고 있었다(저장초기 수분함량 26.7%, 수분활성도 0.55에 대해서 저장 101일에 각각 28.0% 및 0.58). 탈습제를 함유시킨 포장(수축+탈습제, OPP/PE+탈습)은 저장 56일까지는 수분함량이 약간 감소하여 저장초기보다 낮은

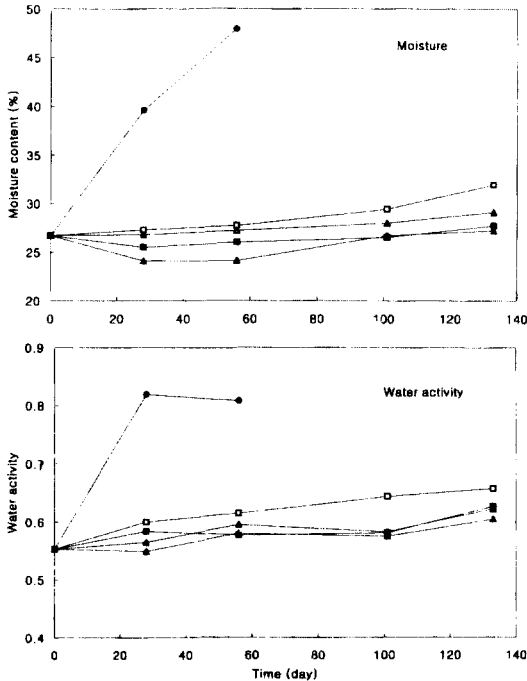


Fig. 1. Changes in moisture content and water activity of dry jujube packaged in different water permeability conditions. ●—●: Control, □—□: Shrink, ■—■: Shrink+desiccant, △—△: OPP/PE, ▲—▲: OPP/PE+desiccant.

수분함량을 보여주고 있다가 그 이후에 약간 수분함량의 증가를 보여 초기와 거의 동일한 수분함량을 보여주고 있었다. 수축포장은 완전한 수분증가를 나타내어서 저장 133일에 이르러 31.9%의 수분함량과 0.66의 수분활성도를 보였고 대조구를 제외한 다른 포장에 비해서 높은 수분 및 수분활성도의 증가를 보여주고 있었다.

Fig. 1에서 보여주는 수분함량과 수분활성도의 변화는 포장의 수분차단성과 탈습제의 작용에 기인한 결과이며, 종이박스포장에 수축필름을 함께 덮어씌워 포장하는 것만으로도 저장 100일 정도까지는 적정 수분함량의 유지에 큰 도움을 줄 수 있는 것으로 평가된다. 특히 고온다습한 하절기의 기간이 약 3개월 정도인 것을 고려한다면 수축포장은 적정 수분함량의 유지를 위한 효과적인 수단이 될 수 있음을 나타내고 있다. 그리고 고온다습한 조건에서 100일 이상의 장기간의 저장과 유통이 필요하다면 OPP/PE와 같이 보다 수분차단성이 양호한 유연포장을 적용할 수 있을 것으로 생각된다. 수축포장이나 OPP/PE 포장에 탈습제를 사용하는 것은 보다 낮은 수분함량을 유지시킬 수는 있으나 수분활성도의 추가적인 감소 효과는 비교적 크지 않은 것으로 평가된다.

포장조건에 따른 건대추의 품질변화

건대추는 저장 중 총산의 증가를 보였으며, 특히 이러한 변화는 저장 56일 이후에 현저하였다(Table 3). 이러한 총산의 변화는 이회봉(1990)에 의한 보은대추에서의 총산변화와는 상반된다. 그리고 대조구를 제외한 포장처리구간의 총산변화에는 시료차 및 실험오차를 넘는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다.

그리고 대조구포장에 비해서 낮은 수분함량과 수분활성도를 유지하였던 수축포장, 수축+탈습제 포장, OPP/PE 포장, OPP/PE+탈습제 포장은 현저히 낮은 ascorbic acid의 파괴를 보여주었다(Fig. 2). 특히 OPP/PE 포장이 높은 ascorbic acid의 보존을 나타내었다. 탈습제의 사용은 투습도가 비교적 높은 수축포장의

Table 3. Change in titratable acidity of packaged dry jujube stored at 25°C and relative humidity of 85%

	Acidity	Package type			
		0	28	56	101
133	Control	1.04	1.02	-	-
	Shrink	1.04	1.00	1.12	1.24
	Shrink+desic-	1.04	0.96	1.23	1.30
	OPP/PE	1.04	0.96	1.30	1.40
	OPP/PE+desic-	1.04	0.96	1.30	1.40

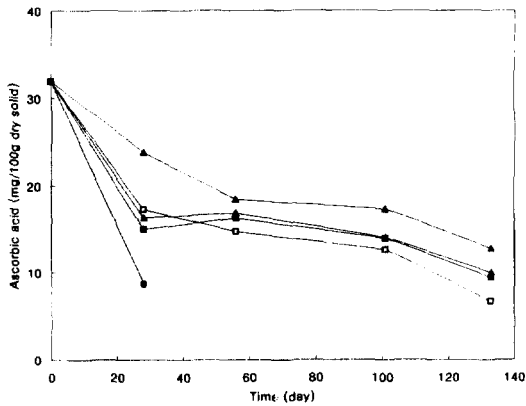


Fig. 2. Changes in ascorbic acid content of dry jujube packaged in different water permeability conditions. ●—●: Control, □—□: Shrink, ■—■: Shrink+desiccant, △—△: OPP/PE, ▲—▲: OPP/PE+desiccant.

종이박스포장에서는 ascorbic acid의 보존면에서 긍정적이었으나, OPP/PE 유연포장시에는 저장 56일 이후에 오히려 낮은 ascorbic acid 함량을 보여서 부정적으로 나타났다. 건조식품에서 ascorbic acid의 파괴는 일반적으로 수분활성도가 높을수록 빠르기 때문에 (Eichner, 1986) 수분함량의 증가가 심하였던 대조구 포장의 건대추에서는 ascorbic acid 함량의 감소가 심하였던 것으로 생각되며, 수분활성도 0.55~0.65의 범

위를 유지하였던 나머지의 조건으로 포장되었던 건대추에서는 시간에 따른 수분함량의 변화 및 이로 인한 건대추내의 수분구배가 저장후의 ascorbic acid 함량에 영향을 주는 것으로 생각된다. 수분함량과 수분활성도가 비교적 일정하면서 그 변화가 완만하였던 OPP/PE 포장구가 가장 우수한 ascorbic acid의 보존을 보여 주는 사실은 현실적인 포장에서 중요한 의미를 갖는 것으로 판단된다. 이희봉(1990)에 의하면 포장되지 않은 건대추의 상온저장 중의 ascorbic acid 함량은 3개월후 약 64%, 12개월후 약 93%가 소실된 것으로 보고되었기 때문에 이의 보존을 위해서는 적절한 포장조건의 도입이 필요하며 적절한 수분차단성을 갖는 포장조건을 선택하는 것도 도움을 줄 수 있음을 Fig. 2가 보여주고 있다. 그리고 ascorbic acid 보존의 측면에서 건대추의 수분함량을 보다 낮은 0.42 이하의 낮은 수분활성도를 유지하도록 건조하여 포장할 수 있었으나, 이 경우 표면색택이 어둡게 되고 조직이 딱딱해지는 문제점을 가지게 된다(김영숙 등, 1997).

Fig. 3에서는 포장조건에 따른 저장중 건대추의 갈변도를 보여주고 있는 바, 저장 56일까지는 수분함량을 낮게 유지시킨 탈습제 사용 포장(수축+탈습제, OPP/PE+탈습제)이 낮은 갈변도를 보여주었으나, 그 이후에는 경향이 상반되거나 차이가 없어졌다. 본 연구에서 사용된 건대추의 수분활성도가 0.55~0.66의

Table 4. Change in surface color of packaged dry jujube stored at 25°C and relative humidity of 85%

Package type	Hunter value	Surface color for each storage time in days				
		0	28	56	101	133
Control	L	77.04	78.14	75.30	-	-
	a	-3.75	-2.26	-6.16	-	-
	b	11.56	12.42	8.30	-	-
	ΔE*	0	2.04	4.41	-	-
Shrink	L	77.04	77.35	78.28	77.60	77.93
	a	-3.75	-3.02	-2.57	-4.84	-4.28
	b	11.56	12.05	13.28	13.30	14.60
	ΔE	0	0.93	2.43	2.13	3.21
Shrink+desiccant	L	77.04	76.99	78.31	76.05	77.57
	a	-3.75	-2.62	-1.97	-5.87	-4.25
	b	11.56	12.14	13.48	11.87	14.32
	ΔE	0	1.27	2.91	2.28	2.85
OPP/PE	L	77.04	76.87	76.64	78.27	77.19
	a	-3.75	-2.77	-3.02	-4.81	-4.77
	b	11.56	11.88	11.26	14.28	13.41
	ΔE	0	1.05	0.88	3.17	2.12
OPP/PE+desiccant	L	77.04	77.29	75.43	75.40	77.07
	a	-3.75	-2.78	-4.07	-6.58	-5.41
	b	11.56	12.05	9.77	10.89	13.15
	ΔE	0	1.12	2.43	3.34	2.30

*Distance from initial sample color in Hunter color solid, i.e., $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$.

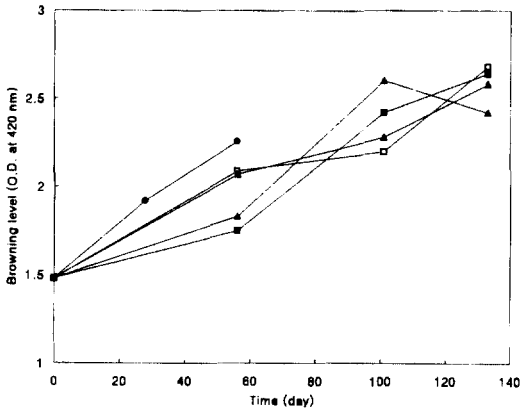


Fig. 3. Changes in browning level of dry jujube packaged in different water permeability conditions. ●—●: Control, □—□: Shrink, ■—■: Shrink+desiccant, △—△: OPP/PE, ▲—▲: OPP/PE+desiccant.

범위에 있었고, 이러한 범위는 갈변반응이 비교적 빠르면서 수분활성도에 따라 큰 차이를 보이지는 않으므로(김영숙 등, 1997), 투습도 조건에 따른 갈변도의 차이는 크지 않을 것으로 생각된다.

포장된 건대추의 표면색도는 곰팡이가 핀 저장 56일의 대조구를 제외하고는 저장에 따라 a값이 -쪽으로 감소하고 b값은 전체적으로 증가하는 경향을 보였다(Table 4). 초기 시료와의 색차를 나타내는 ΔE 값으로 살펴보면, 저장초기부터 다른 포장에 비해 대조구의 색택변화가 심하였으며, 모든 포장에서 저장 56일에 이르러 색차의 변화가 커졌다. 대추의 표면색택의 변화는 수분함량이나 수분활성도에 따라 크게 차이가 나타나지 않기 때문에(김영숙 등, 1997), 포장조건간의 뚜렷한 변화경향의 차이를 보기는 어려운 것으로 보인다. 다만 저장이 56일 이상으로 장기화되면서 색택이 탁해지고 퇴색되는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

전체적으로 투습도를 고려하여 건대추의 포장을 설계한다면, 판지상자 포장에 polyolefin 필름으로 수축포장을 하면 현저하게 투습도를 낮추어 줄 수 있는 것으로 나타났다. OPP/PE 필름에 의한 유연포장은 수축 필름보다 약간 더 낮은 투습도를 얻을 수 있는 것을 나타내었다. 이러한 수분투과성이 낮은 포장들은 수분함량의 증가를 억제시키고 저장기간중 비교적 일정하거나 완만한 변화의 수분함량과 수분활성도를 보여 주고 있어서, ascorbic acid 보존, 갈변, 표면색택의 면에서 우수한 효과를 갖는 것으로 평가된다. 포장내에 추가적으로 탈습제를 함유시키는 것은 저장 초기에 약간 감소된 수분함량을 얻을 수 있는 점 이외에 다른

추가적인 품질보존의 향상을 도와주지는 못하는 것으로 나타났다.

요 약

건대추를 투습도를 달리한 포장조건으로 포장하고 25°C, 상대습도 85%에서 133일 동안 저장하면서, 수분함량, 수분활성도, 총산, ascorbic acid 함량, 갈변도, 표면색도를 측정하였다. 포장조건으로는 판지박스(대조구), 판지박스에 polyolefin 필름으로 수축포장한 것(수축포장), 수축포장에 탈습제를 삽입한 포장(수축+탈습제 포장), OPP/PE 필름에 의한 유연포장(OPP/PE 포장), OPP/PE 포장에 탈습제를 삽입시킨 포장(OPP/PE+탈습제 포장)을 사용하여 수분활성도 0.55인 370g 건대추를 포장하였다. 수축포장은 대조구 포장에 대해 현저하게 투습도를 낮추어 줄 수 있었으며, OPP/PE포장은 수축포장보다 약간 더 낮은 투습도를 얻을 수 있는 것을 나타내었다. 이러한 수분투과성이 낮은 포장들은 수분함량과 수분활성도의 증가를 억제시켜서 저장기간중 ascorbic acid 보존, 갈변, 표면색택의 면에서 우수한 품질보존효과를 갖는 것으로 나타났다. 포장내에 추가적으로 탈습제를 함유시킨 포장인 수축+탈습제 포장, OPP/PE+탈습제 포장은 수축포장과 OPP/PE 포장에 비해서 저장 초기에 약간 감소된 수분함량을 얻을 수 있는 점 이외에 다른 분명한 이점을 주지는 못하였다.

감사의 글

본 논문은 농림수산기술관리센터에 의해 지원된 농림수산특정연구과제 '산지대추가공공장의 가동정상화를 위한 기술지원' 과제에 의해서 이루어진 연구결과의 일부이며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- 김영숙, 안덕순, 우강용, 이동선. 1997. 건대추의 등온흡수곡선 및 품질열화특성. 농산물저장유통학회지. 4(1): 33-38.
- 이희봉. 1990. 대추(*Zizyphus Jujube* MILLER)의 건조 저장중 Maillard반응에 관한 연구. 충북대학교 농업과학연구, 8: 104-121.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- Brown, W. E. 1992. *Plastics in food packaging*. Marcel Dekker, New York, USA
- Eichner, K. 1986. The influence of water content and ac-

- tivity on chemical changes in foods of low moisture content under packaging aspects. In: *Food Packaging and Preservation*, ed. by M. Mathlouthi, Elsevier Applied Science, London, England, pp67-92.
- Lakin, W.D. 1987. Computer aided hermetic package design and shelf life prediction. *J. Packaging Technol.*, 1(3): 82-86.
- Rizvi, S.S.H. 1986. Thermodynamic properties of foods in dehydration. In: *Engineering Properties of Foods*, ed. by M.A. Rao and S.S.H. Rizvi. Marcel Dekker, New York, USA. pp133-214.
- Ruck, J.A. 1963. *Chemical methods for analysis of fruits and vegetable products*. Canada Department of Agriculture. Summerland, BC, Canada.