

## 放射線 照射와 自然低温에 의한 發芽食品의 Batch Scale 貯藏에 關한 研究

第二報 : 照射감자의 長期間 貯藏後 Potato Chip 加工適性에 대하여

邊 明宇 · 李 哲鎔\* · 趙 漢玉 · 權 重浩 · 梁 好淑

韓國에너지 研究所 放射線農學研究室

\*高麗大學校 食品工學科

(1982년 9월 25일 수리)

## Batch Scale Storage of Sprouting Foods by Irradiation Combined with Natural Low Temperature

### II. Suitability for Potato Chip Processing of Irradiated Potatoes after Storage.

Myung Woo Byun, Chul Ho Lee\*, Han Ok Cho, Joong Ho Kwon, Ho Sook Yang:

*Radiation Agri. Div., Korea Advanced Energy Research Institute*

*\*Dept. of Food Technology, Korea University*

(Received September 25, 1982)

#### Abstract

Two varieties of potatoes, Irish cobbler and Shimabara stored for seven and nine months respectively by irradiation combined with natural low temperature (year-round temperature change: 2~17°C) on a batch scale were investigated on the suitability for processing of potato chip.

Nine months after storage, irradiated potatoes (Irish cobbler) tended to maintain somewhat better texture and sensory quality than untreated in potato chip processing.

Peel rate, closely related to potato chip yield, of untreated potatoes were 20~25% higher than those of irradiated and Agtron color determination of potato chip from both irradiated were commercially acceptable.

Preservation of potatoes by irradiation combined with natural low temperature was evaluated as an alternative method of the supply for raw materials of potato chip processing in the off-season in Korea.

#### 序 論

1979~1981년의 韓國年경 甘藷 生産量은 45만톤이며 健康, 營養食으로써 甘藷 및 甘藷加工品의 消費증가 추세에 따라 生産量 역시 每年 증가 되리라 본다.

現在까지 生産된 甘藷의 대부분이 主, 副食의 調理用으로 소비되고 있으나 外國에서는 일찍부터 貯藏체 소로써 뿐만 아니라 일상식용으로 그 加工技術이 개발되어 각종 料理와 加工食品의 原料로 광범위하게 利用되고 있으며, 그 중 가장 많이 加工되고 있는 것은 potato chip이다.

國內에서 端境期の potato chip 加工原料의 대부분은 가을감자에 의존하고 있지만 休眠期間이 1~3個月 정도로 짧기 때문에 대개 人工 저온저장(3~7°C)으로 發芽를 抑制하여 加工原料를 확보하고 있으나, 低溫貯藏中の 환원당의 증가로 인해 加工前에 高溫處理를 行하여 환원당을 감소 시켜야 하고 급격한 發芽때문에 製品의 수율이 낮아지고 腐敗 등에 따른 品質의 低下를 초래하게 되며, 또한 냉동기 가동에 의한 貯藏費의 高價로 大量의 原料를 확보하기가 어려운 실정이다.

高野 등<sup>1)</sup>도 照射감자를 常溫에서 8個月間 貯藏하여도 potato chip 加工原料로 充分히 利用할 수 있다고 하였으며 無處理區에서는 發芽, 萎縮에 의해 potato chip 製造時 品質이 低下되었다고 하였다.

따라서 第一報에서 밝힌바와 같이 10~15 Krad의 照射를 照射하여 發芽抑制等 理化學的 變化가 거의 없이 9~12個月間 自然低溫에서 貯藏할 수 있었으므로 端境期の potato chip 製造原料 확보에 活用할 것을 目標로 照射감자에 대한 potato chip 제조적성 실험을 하였기에 그 結果를 發表한다.

## 材料 및 方法

### 試料

試料은 前報<sup>2)</sup>와 같이 1981年 7月 18日 수확된 慶尙昌寧產 "Irish cobbler(남각)"와 같은해 9月 11日 수확된 "Shimabara"를 구입, 相對濕度 80~85%인 室溫(23~25°C)에서 curing(治楚)시킨 후 韓國에너지研究所內의 10,000Ci Co<sup>60</sup> 照射施設로서 5, 10, 15, 20 Krad를 照射하고 第一報와 같은 조건으로 自然低溫 貯藏庫에 貯藏하였다.

### 成分分析 및 potato chip 製造

#### 가. 成分分析

Potato chip 製造에 使用된 원료감자는 저장 9個月된 "Irish cobbler"와 貯藏 7個月된 "Shimabara"로 그 成分分析은 水分은 105°C 常壓乾燥法, 全糖은 25% HCl로 加水分解한 후 Somogyi變法<sup>3)</sup>으로, 유리당은 Somogyi變法<sup>3)</sup>에 의하였고, 조단백질은 Kjeldahl法, 아미노-N 정량은 Formol적정법<sup>4)</sup>, 조지방은 soxhlet-ether 추출법<sup>5)</sup>, 회분은 AOAC法<sup>6)</sup>에 의하였고, 산도는 AACS 법<sup>7)</sup>에 의하였다.

#### 나. Potato chip 製造

Potato chip의 製造는 원료감자를 수세한 후 손으로 박피하고, 박피율(peel rate)은 皮重/原料重×100으로 나타냈으며, 1.4mm 두께로 절단하여 70~75°C 溫水中에서 10分間 침지시킨 후 탈수시켜, 튀김油로는 palm oil과 cotton seed oil을 7:3 비율로 혼합하여 175~

180°C oil bath에서 1分40초간 튀긴후 脫油하여 관능검사시 potato chip 자체의 맛을 살리기 위해 미부하지 않고 aluminium foil로 air-cushion packaging하였다. 튀김시 使用한 油脂의 조건은 Table 1과 같다.

### Potato chip의 品質檢査

Table 1. Acid value, iodine value and peroxide-value of frying oil

Kinds of oil	AV	I V	PoV
Cotton seed oil	0.05	105±5	less than 2
Palm oil	0.05	53±5	less than 2

#### 가. Texture

Potato chip의 texture 측정은 Instron universal testing machine (table model 1140)을 使用 관통시험 (penetration test)으로 부서질성 (brittleness)을 측정하였다.

#### 나. Color

Potato chip의 color는 potato chip전용 colorimeter인 Agtron colorimeter(magmuson engineers INC.)로 측정하였다.

#### 다. 관능검사

Potato chip의 전반적인 기호성을 평가하기 위하여 韓國에너지研究所 男, 女 研究員을 대상으로 panel 선정을 위한 3점 시험법(triangle test)<sup>8)</sup>을 행하여 8명의 男, 女 檢査員을 선정하고, 2점대비법 (paired comparison test)<sup>9)</sup>을 利用 1회 최대 2가지 2점비교 실험을 行하여 총 6개의 pair에 대하여 관능검사를 실시하였다. 각 pair은 채질표(score sheet)에 따라 평가하도록 8명의 panel member에게 제시하였으며 panel의 반수는 쌍의 첫째 시료를 먼저 시식하고 나머지 반수는 두 번째 시료를 먼저 시식하도록 하였다. Panel의 평가는 +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3의 수치로 환산하고 채질결과를 통계처리하여 유의성을 검토하였다.

## 結果 및 考察

### Potato chip 加工原料의 適性檢査

#### 가. 原料감자

원료감자의 成分分析 結果 및 除皮率은 Table 2와 같다. Potato chip 品質에서 중요한 것은 color와 texture인데 이에 영향을 미치는 요소로서는 原料감자 自體의 비중과 건물량이 높으며 건물함량이 많아야 하고, 특히 potato chip의 color에 중요한 영향을 미치는 것은 환원당량으로 저실험에 使用한 原料감자의 환원당량

Table 2. Some chemical properties of potatoes

(Unit : %)

Variety	Dose (Krad)	Moisture	Sugar		Crude protein	Crude fat	Crude ash	Amino-nitrogen	Peel rate
			Total suger	Free suger					
Late-Potato (Irish cobbler)	Cont.	80.65	15.04	1.21	2.41	0.05	0.72	0.071	24.5
	10	80.22	15.57	0.71	2.26	0.20	0.91	0.088	18.0
	15	78.97	16.39	1.15	2.19	0.20	0.92	0.079	17.2
	20	81.99	14.14	1.15	2.34	0.15	0.69	0.071	18.1
Autumn potato (Shimabara)	Cont.	80.36	15.34	0.71	2.24	0.14	0.01	0.079	20.0
	10	80.45	15.42	0.52	2.25	0.15	1.10	0.079	16.0
	15	82.76	13.33	0.89	1.88	0.17	0.98	0.097	16.1
	20	81.52	14.27	0.60	1.94	0.18	1.06	0.079	16.3

貯藏期間의 경과로 無處理區나 照射區 모두 높은 환원 당량을 보였으나 前報에서 밝힌 바와 같이 특히 9個月 間 長期貯藏된 Irish cobbler에서는 無處理區가 照射區 보다 發芽와 더불어 amylase의 활성이 증대되어 탄수 화물의 분해가 촉진됨에 따라 환원당량이 높아지고 전 분함량이 낮아진 것을 나타냈다. 또한 potato chip 加工時 박피와 절단 과정에서 오는 손실은 두 품종 모두 無處理區가 照射區에 비하여 심한 발아수축으로 20~25% 정도의 높은 손실율을 보였다.

나. 튀김용 기름

일반적인 튀김용 기름은 냄새가 적고 발연점이 낮은 것이 좋는데 튀김용 기름으로는 대두유, 유채유, 미장 유등이 많이 사용되나 油種 특유의 냄새 및 산패가 빨 라서 본실험에서는 palm oil과 cotton seed oil을 혼합 하여 사용한 結果 製品이 양호하였다.

Potato chip 品質檢査

가. Potato chip의 일반조성 및 酸價

Table 3과 같이 두 品種간에 다소 差異는 있으나 照射線量間에는 별차이가 없으며, 糖質이 42~47%, 지방 이 43~47%로 主成分을 이루는 열량식품이다. 製品의 酸價도 별 차이없이 0.42~0.51로 낮은 수치를 보였다.

나. Texture

Instron universal testing machine을 使用 부서짐성 (brittleness)을 측정 한 결과는 Table 4와 같다. 照射 後 9個月 貯藏된 Irish cobbler에서는 照射區가 無處理 區에 비해 線量の 증가에 따라 부서짐성 (brittleness)이 낮은 수치를 보여 조직의 연화를 보였으며, 無處理區의 조직이 불량한 것은 저장기간의 경과로 환원당량이 높 아지고 전분함량의 감소가 그 원인으로 생각되며, 단기 간 貯藏된 (7個月 貯藏) Shimabara에서는 第一報에서 밝힌 바와 같이 理化學的 變化가 照射區나 無處理區에 서 큰 차이를 보이지 않은 것과 같이 potato chip 製造 時에도 큰 차이를 나타내지 않았다.

George<sup>(4)</sup>도 放射線 照射한 감자로 감자제품의 製造 時 貯藏 8個月에 無處理區나 發芽抑制를 위한 化學的 處理區에 비해 다소 좋은 texture을 나타내었다고 하였 다.

다. Color

Potato chip의 color는 Agtron colorimeter로 측정 한 結果 Table 5와 같다. Agtron colorimeter의 색도 범위 는 0~100까지로 65~75사이가 chip color로 적정치 인 데 貯藏 9個月에 加工된 Irish cobbler은 照射區나 無處

Table 3. Proximate composition and acid value of potato chip

(Unit : %)

Variety	Dose (Krad)	Moisture	Total sugar	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Acid value of products fat
Late-potato (Irish cobbler)	Cont.	3.09	47.59	4.01	46.81	1.85	0.47
	10	3.98	47.88	3.20	45.99	1.89	0.43
	15	3.12	46.00	3.07	47.89	1.78	0.50
	20	3.06	47.32	3.08	47.02	1.82	0.49
Autumn-potato (Shmabara)	Cont.	6.70	45.49	2.87	44.05	2.01	0.42
	10	4.02	43.99	2.31	48.05	1.90	0.51
	15	9.81	42.49	2.46	43.24	2.12	0.42
	20	4.36	43.99	2.31	47.64	1.94	0.49

**Table 4. Brittleness of potato chip by Instron universal testing machine**

Variety	Dose (Krad)			
	Cont.	10	15	20
Late-potato(Irish cobbler)	0.096±0.019	0.074±0.019	0.075±0.012	0.051±0.017
Autumn-potato(Shimabara)	0.078±0.027	0.083±0.019	0.079±0.022	0.084±0.018

**Table 5. Color parameters of potato chip by Agtron colorimeter**

Processing date	Late-potato(Irish cobbler)				Autumn-potato(Shimabara)			
	Cont.	10	15	20	Cont.	10	15	20
Feb. 18, 1982	53	47	58	51	69	65	65	72

**Table 6. Variance analysis of paired comparison test for overall preference of potato chip**  
(Variety: Irish cobbler)

Variables	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of squares	F-Value	
				Computation	table signification
Main effects	3	109.5625	36.5208	17.15	2.84(5%) 4.31(1%)
Order effects	1	0.75	0.75	0.3522	4.08(5%)
Error	44	93.6875	2.1293		
Total	48	204.0			

(Variety: Shamabara)

Variables	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of squares	F-Value	
				Computation	table signification
Main effect	3	30.8125	10.2708	5.7085	2.84(5%) 4.31(1%)
Order effect	1	1.0208	1.0208	0.5674	4.08(5%)
Error	44	79.1669	1.7992		
Total	48	111.0			

**Table 7. The shortest significance range by Duncan's multiple range test**

(Variety: Irish cobbler)

rP (1%)	3.82	3.99	4.10	Sample	20 Krad	10 Krad	15 Krad	Cont.
Rp	1.15	1.20	1.23	Average	0.63	0.59	0.38	-1.60

20 Krad - \*Cont. = 2.23 > 1.23, 20 Krad - 15 Krad = 0.25 < 1.20

20 Krad - 10 Krad = 0.04 < 1.15, 10 Krad - \*Cont. = 2.19 > 1.20

10 Krad - 15 Krad = 0.12 < 1.15, 15 Krad - \*Cont. = 1.98 > 1.15

(Variety: Shimabara)

rP (1%)	3.82	3.99	4.10	Sample	Cont.	15 Krad	20 Krad	10 Krad
Rp	1.03	1.78	1.11	Average	0.84	-0.22	-0.25	-0.38

\*Cont. - 10 Krad = 1.22 > 1.11, \*Cont. - 20 Krad = 1.099 > 1.78  
 \*Cont. - 15 Krad = 1.05 > 1.03, 15 Krad - 10 Krad = 0.16 < 1.78  
 15 Krad - 20 Krad = 0.03 < 1.03, 20 Krad - 10 Krad = 0.13 < 1.03

理區 모두 환원당의 증가로 인해 color 측정치 48~58 사이로 다소 갈변현상을 보였으며, 貯藏 7個月에 加工된 Shimabara에서는 加工原料 自體가 potato chip 製造의 적정 환원당량인 0.5%<sup>(9)</sup>에 가까운 0.52~0.71%로 color 測定值 역시 65~72사이로 chip의 color가 良好하였다. 無處理와 照射區의 線量間에 차이는 Irish cobbler의 경우 15 Krad 照射가 가장 좋았으며 Shimabara에서는 無處理區나 照射區의 線量間에 차이 없이 良好하였다.

특히 potato chip의 색에 중요한 영향을 미치는 것은 환원당으로 환원당과 아미노산의 반응인 maillard반응이 potato chip 변색의 주 원인이 된다고 한다<sup>(10)</sup>, ascorbic acid나 감자중에 미량으로 존재하는 유기산 중 citric acid의 함량도 變色の 원인이 된다고 한다<sup>(11)</sup>. 한편 감자의 환원당 함량의 변화는 放射線 照射보다도 貯藏期間 및 貯藏溫度가 큰 영향을 주며, 調理 및 potato chip 製造에 있어서 品種間에 차이도 重要하다고 한다<sup>(12)</sup>. 따라서 방사선 照射後 利用 目的에 따라서 貯藏條件이 조절되어야 할 것이다.

라. 관능검사

試製品의 관능검사는 無處理區와 照射區의 線量에 따른 전반적 기호성을 2점대비법으로 行하여 Saheffe 法에 의해 분산분석한 결과로 F검정한 결과 Table 6와 같다. 두 品種 모두 관능검사에 parel에게 시료를 제시하는 순서에 의한 영향은 통계적으로 유의차가 없었으나 (p>0.05) 無處理區와 照射區間에는 1%의 유의차 수준으로 (p<0.01) 영향이 뚜렷하였다. 따라서 각 시료간의 유의차를 調査하기 위해 上記 結果를 Duncan's multiple range test로 분석한 결과 Table 7과 같다. 貯藏 9個月에 加工된 Irish cobbler 품종은 無處理區와 照射區間에 1%의 유의차가 인정되었으며, 照射區의 線量間에는 유의적인 차가 없는 것으로 나타났다. 또한 두처리구가 照射區보다 열등한 것으로 나타났다는데 이는 無處理區가 왕성한 發芽로 amylase활성의 증대로 전분이 분해되어 당화되므로 환원당 함량이 높아지고 전분함량이 낮아졌기 때문이다. 貯藏 7個月된 Shimabara 품종에서도 두처리구와 照射區間에 1%의 유의차가 인정되었고, 照射區의 線量間에

는 유의차가 없었으며 無處理區가 照射區보다 우수한 것으로 나타났으나, 照射區의 品質이 나쁘다는 것을 의미하는 것은 아니다. 이러한 結果를 뒷받침하여 주는 것은 앞에서 言及된 color 측정치나 texture 측정치와 거의 일치한다. 즉 저장중期까지는 品種間에 차이는 다소 있지만 無處理區나 照射區의 線量間에 별 차이가 없었으며, 貯藏期間이 경과할 수록 照射區가 良好하였다. 高野 등<sup>(13)</sup>도 10 Krad 照射한 감자를 常溫에서 8個月間 貯藏할때 potato chip 加工原料로 充分히 이용될 수 있었으며, 10개월 이후에는 品質이 떨어져서 加工原料로 利用할 경우 水分증산에 의한 수축을 방지하기 위해 5°C로 貯藏하고 加工 2週前에 常溫에 옮겨 환원당량을 낮추어 加工原料로 使用하면 좋았다고 하며, 無處理區에서는 발아, 수분증산에 의해 수축하고 표면에 주름이 많아 chip 제조시 品質이 떨어졌다고 하였다. 이는 본실험의 結果와도 大體로 일치한다. 따라서 照射區의 chip 品質이 떨어지는 貯藏 3個月 이후부터는 加工方法의 개선으로 좋은 製品의 製造가 가능하리라 본다.

要約

감자선 照射와 自然低溫에 의한 감자의 商業的 貯藏法 開發을 目標로 第一報와 같은 方法으로 Irish cobbler 와 Shimabara 品種을 7個月 및 9個月間 各各 貯藏하면서 potato chip 製造適性에 대한 實驗을 한 結果는 다음과 같다.

1. 9個月間 貯藏한 Irish cobbler로 製造된 potato chip은 機械的 및 官能檢査結果 照射區가 無處理區보다 우수하였다.
2. Potato chip 收率에 영향이 큰 除皮率에 따른 손실은 無處理區가 照射區보다 20~25% 높았다.
3. 端境期에 있어서 potato chip 加工原料로써 放射線과 自然低溫에 의하여 貯藏된 감자가 적당하였다.

文獻

1. 高野博幸, 口木忠直, 梅田圭可: 日本食品工業學會

- 誌, 21, 483(1974)
12. 趙漢玉, 邊明宇, 權重浩, 梁好淑, 李哲鎬: 韓國食品科學會誌, 13, 19(1982)
  13. Kohara: *Hand Book of Food Analysis*, Kenpaku-sha, Japan (1977)
  14. AOAC: *Official Methods of Analysis*, 13th ed., Washington, D.C. (1980)
  15. AOCS: *AOCS Official and Tentative Method*, 2nd ed., Am. Oil Chem. Soc., Chicago (1964)
  16. 이철호, 채수규, 이진근, 박상봉: 食品工業品質管理論, 裕林文化社 (1982)
  7. Talburt, W.F. and Simth, O.: *Potato Processing*, AVI Pub. Co., p. 262(1967)
  8. George, A.: *Chem. Abstr.*, 63, 12(1965)
  9. Davis, C.O. and Smith, O.: *The Potato Chipper*, 25(1967)
  10. Miller, R.A., Harrington, J.D. and Kahn, D.G.: *Am. Potato J.*, 52, 379(1975)
  11. Heister, E.G., Siciliano, J., Woodward, C.F. and Porter, W.L.: *J. Food Sci.*, 29, 555(1964)
  12. Parks, N.M., Mac Quee, K.F. and Cloutier, J.A.R.: *Chem. Abstr.*, 61, 4(1964)