

## 옥수수 전분추출 공정개선을 위한 감마선 이용

변명우 · 강일준 · 권중호\* · 이수정\*\* · 김성곤\*\*

한국원자력연구소, \*경북대학교 식품공학과,

\*\*단국대학교 식품영양학과

### The Improvement of Corn Starch Isolation Process by Gamma Irradiation

Myung-Woo Byun, Il-Jun Kang, Joong-Ho Kwon\*, Soo-Jeong Lee\*\* and Sung-Kon Kim\*\*

Korea Atomic Energy Research Institute

\*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

\*\*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

#### Abstract

Gamma irradiation was applied to non-glutinous and glutinous corns for improving starch isolation process. No significant changes in proximate composition of corn grains were observed by gamma irradiation. Irradiation at 1 and 5 kGy was effective for sterilizing all contaminated microorganisms of non-glutinous and glutinous corns, respectively. The moisture-uptake rate constants were increased in proportion to the steeping temperature and applied irradiation dose level. The irradiation efficacy on water absorption properties was also recognized in the corns stored for six months at room temperature. The combined use of gamma irradiation with sulfur dioxide solution was very effective for reducing steeping time. The starch yield gradually increased as irradiation dose levels increased. At 2 kGy, the starch yield of non-glutinous and glutinous corns increased by 38% and 27%, respectively. No significant difference in Hunter's color value was observed between the starches isolated from nonirradiated and irradiated corn grains.

Key words: gamma irradiation, corn, water absorption, starch isolation

#### 서 론

옥수수는 세계 곡류 생산량 중 세 2위를 차지하는 곡물로서, 국내외적으로 전분생산에 큰 비중을 차지하고 있다<sup>(1)</sup>. 현재 국내 옥수수 생산량은 약 12만톤 내외로 거의 식용으로 사용되고 있으며, 전분생산을 위한 옥수수는 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이다. 옥수수 전분은 그 용도가 다양해져 가공제품의 종류는 2,000종 이상에 달하고 최근에는 식품가공용 외에도 제약, 제지, 플라스틱, 금형, 방적 등에 까지 용도가 확대되고 있다<sup>(2)</sup>.

이와같이 전분추출용으로 주로 사용되고 있는 옥수수는 전분추출 전단계로서 아황산 침지과정을 거치게 되며, 옥수수를 50~60°C의 아황산 용액에 장시간 침지시켜 분리하는 습식도정법이 주로 이용되고 있다<sup>(3)</sup>. 아황산 침지는 옥수수 전분 추출공정에서 가장 중요한 위치를 차지하며, 옥수수를 부드럽게 하여 마세효율을 높이며, 전분과 단백질의 분리를 용이하게 할뿐 아니라 삽균의

오염을 방지하는 등 많은 장점을 가지고 있다. 이에 따라 침지조건을 개선하기 위한 많은 연구가 이루어져 왔다. Anderson<sup>(4)</sup>은 일반 옥수수와 아밀로오스 옥수수의 습식도정 조건에 대하여, 이와 김<sup>(5)</sup>은 아황산 용액의 농도에 따른 전분의 성질에 대하여 보고하였다. Roushdi 등<sup>(6,7)</sup>은 침지중 아황산용액의 농도가 낮은 경우 젖산을 침가하여 전분의 회수율을 높일 수 있다고 하였으며, 또한 그들<sup>(8)</sup>은 옥수수 침지액에 단백질 가수분해 효소를 침가 시킴으로서 침지시간이 단축되며, 단백질 함량이 낮은 전분을 얻을 수 있다고 하였다. 그러나, 아직까지도 옥수수 전분 추출공정에는 많은 문제점(환경 기준불질인 아황산 용액의 고농도 사용, 고온에서 장시간의 침지공정으로 인한 과다 에너지소모, 낮은 전분 추출율 등)을 내포하고 있다.

따라서 본 연구에서는 전분 추출공정을 개선하기 위한 목적으로 감마선 조사기법을 이용하여, 미생물 생육시험, 수분 흡수특성 및 전분추출 시험 등을 수행하였다.

#### 재료 및 방법

##### 시료

실험에 사용한 시료는 국내산 메옥수수와 찰옥수수로

Corresponding author: Myung-Woo Byun, Department of Food Irradiation, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-353, Korea

서, 강원도 농촌진흥원으로부터 구입하였다. 베옥수수는 강원 재래종(생산지 : 홍천군 동북면 신봉리)으로 1993년 9월 하순에 수확한 것이며, 찰옥수수는 고성 재래종(생산지 : 홍천군 두촌면 자은리)으로 같은해 8월 하순에 수확하여 천일건조한 것이다.

### 시료의 감마선 조사 및 저장

시료를 선별, 정선한 후 선원 100,000 Ci Co-60 감마선 조사시설(한국원자력연구소 소재)을 이용하여 실온에서 시간당 1 kGy의 선량률로서 0.5~10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 시료의 감마선 조사시, 흡수선량의 오차를 줄이기 위하여 원통형 PVC 용기( $\phi 5 \times H 8$  cm)를 사용하였으며, 흡수선량의 확인은 ceric cerous dosimeter(USA)를 사용하였다. 감마선 조사시료는 비조사 대조시료와 함께 원통형 PVC 용기에 담긴 상태로 실온에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 시료의 일반성분

옥수수 시료의 일반성분으로서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분은 AOAC법<sup>(9)</sup>에 의하여 측정하여 백분율로 나타내었다.

### 미생물 생육시험

옥수수시료 5g에 멸균수 95 mL를 가하여 30분간 교반한 뒤 그 중 0.2 mL를 취하여 미생물 생육검사를 실시하였다. 먼저 호기성 전세균은 APHA 표준방법<sup>(10)</sup>에 따라 plate count agar(Difco Lab.)를 사용하여 30°C에서 1~2일간 배양한 후 접락을 계수하였으며, 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco Lab.)를 사용하여 멸균된 10% tartaric acid로 pH를 3.5로 조절한 후 평판법으로 25°C에서 5~6일간 배양한 후 계수하였다<sup>(11)</sup>. 대장균균은 desoxycholate agar(Difco Lab.)를 사용해 pour plate method<sup>(11)</sup>로 37°C에서 1~2일간 배양한 후 적색의 접락을 계수하였다. 모든 미생물 검사는 3회 반복 실시하였으며, 단위는 시료 g당 colony forming unit(CFU)로 나타내었다.

### 수분 흡수속도 측정

옥수수 시료 20g 내외를 정확히 칭량하여 30°C, 40°C 및 50°C의 증류수와 40°C와 50°C의 0.1% SO<sub>2</sub> 및 0.2% SO<sub>2</sub> 용액에 각각 3~35시간 침지시켰다. 침지중 일정 시간별로 옥수수를 꺼내어 여과지로 표면수를 제거한 후, 무게의 증가량으로부터 수분 증가량을 계산하였으며, 모든 결과는 3회 반복하여 얻은 결과를 평균값으로 나타내었다. 그리고 수분 흡수속도는 Becker가 제안한 방정식<sup>(12)</sup>에 의하여 다음과 같이 계산하였다.

$$m - m_0 = K_o \sqrt{t}$$

여기서 m는 일정시간 침지후의 수분함량(g H<sub>2</sub>O/g dry substance), m<sub>0</sub>는 시료의 초기 수분함량(g H<sub>2</sub>O/g dry su-

bstance), t는 침지시간(hr), K<sub>o</sub>는 속도상수(hr<sup>1/2</sup>)이다.

### 전분추출 시험

옥수수 시료 200g(총 2 kg)에 대해 0.2% NaHSO<sub>3</sub> 용액 800 mL를 가한 뒤, 50°C에서 40시간 침지시켰다. 침지가 완료된 옥수수 시료는 증류수로 세척한 뒤 증류수 600 mL를 가하여 가정용 믹서기를 이용하여 최대속도에서 2분간 마쇄하였으며, 얻어진 전분유액은 70~345 mL로 연속적으로 걸러 외피와 배아를 제거하였다. 이액을 4°C에서 하룻밤 방치한 후 원심분리하여 단백질을 제거하였으며, 회수된 전분은 다시 증류수에 혼탁시켜 원심분리하여 혼탁액의 pH가 6.5~7.0이 될 때까지 정제하였다. 정제된 전분액은 aspirator로 여과한 뒤(Whatman No.1), 상온에서 2일간 건조시켰으며, 건조후 100 mL를 통과시켜 전분을 얻었다. 전분의 최종수율은 전물량으로 환산하여 시료무게에 대한 추출된 전분무게의 백분율로 나타내었다.

### 전분의 색도 측정

추출한 전분의 색도는 Color/color difference meter (Model N-1001 DP, Nippon Denshoku Kogyo Co., Japan)를 사용하여 Hunter 색체계의 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 및 ΔE(총색차)로 나타내었다. 이 때 사용된 표준백판의 L, a, b값은 각각 90.6, 0.4 및 3.3이었으며, 각 시료의 색도는 3번 이상 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

### 결과 및 고찰

#### 시료의 일반성분

시료의 일반성분을 정량한 결과는 Table 1과 같다. 베옥수수와 찰옥수수의 수분함량은 각각 18.92%와 13.78%였고, 탄수화물 65.93%와 70.48%, 조단백질 9.06%와 9.94%, 조지방 4.84%와 4.60%, 조회분 1.25% 및 1.20%였다. 감마선 조사에 따른 일반성분의 변화는 나타나지 않았다.

#### 옥수수 시료의 미생물 오염도와 감마선 살균효과

농가에서의 옥수수의 건조방법은 주로 일광노천 건조에 의존하고 있으며, 건조후에는 보통 마대에 달아 저장하고 있다. 이에 따라 저장중 대기 환경조건에 의한 흡습 및 탈습, 해충 및 미생물, 특히 곰팡이류의 발생 등으로 품질의 열화와 비위생화를 초래하며, 특히 미생물의 높은 오염은 식품가공의 부원료로 사용시 최종제품의 미생물학적 안정성에 큰 영향을 줄 수도 있다. 옥수수의 미생물 오염은 생산지에서 수확, 건조, 저장, 가공 유통중에 주로 일어난다.

본 실험에 사용한 옥수수 시료의 미생물 오염도는 Table 2와 같다. 먼저, 비조사 찰옥수수 시료의 미생물 오염도는 호기성 전세균이  $6.3 \times 10^3$  CFU/g, 곰팡이가  $1.5 \times 10^6$  CFU/g, 대장균군이  $4.8 \times 10^2$  CFU/g 정도로서,

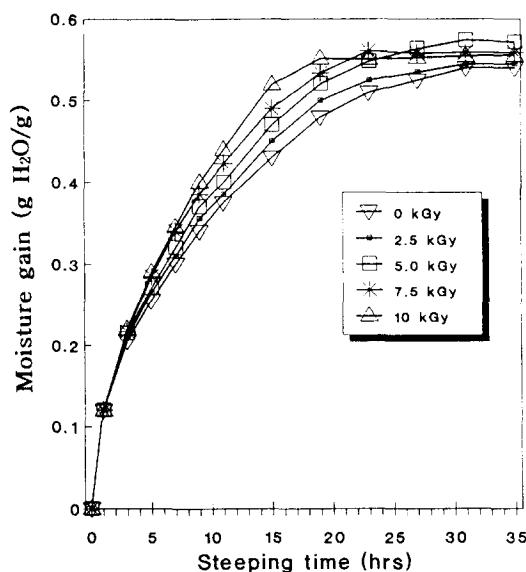
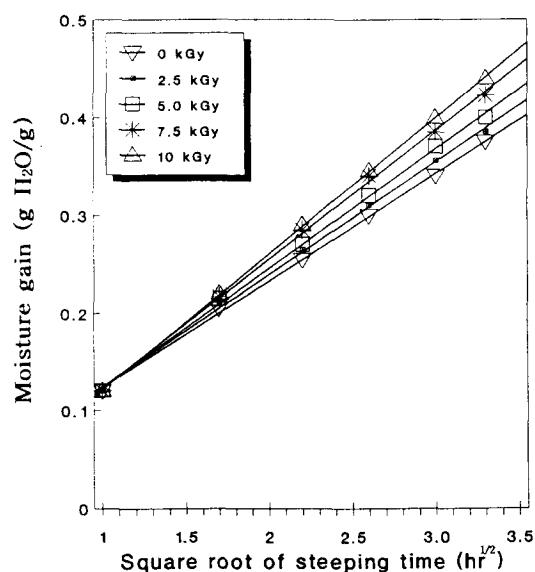
**Table 1. Proximate composition of nonirradiated and irradiated corns**

Components (%)	Non-glutinous corns			Glutinous corns		
	Control	5 kGy	10 kGy	Control	5 kGy	10 kGy
Moisture	18.92	19.23	19.12	13.78	13.66	13.66
Carbohydrate	65.93	65.49	65.83	70.48	70.52	70.65
Protein	9.06	9.13	9.06	9.94	9.86	9.87
Fat	4.84	4.90	4.69	4.60	4.61	4.62
Ash	1.25	1.25	1.30	1.20	1.35	1.20

**Table 2. Effect of gamma irradiation on the inactivation of microorganisms in corn**

(unit: CFU/g)

Microorganisms	Irradiation dose (kGy)							
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5	10
<b>Glutinous corn</b>								
Total bacteria	$6.3 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$	$7.5 \times 10^2$	$7.0 \times 10^2$	$3.5 \times 10^2$	—	—	—
Yeast & mold	$1.5 \times 10^6$	$1.2 \times 10^6$	$6.0 \times 10^5$	$4.7 \times 10^5$	$5.8 \times 10^4$	$8.6 \times 10^3$	—	—
Coliforms	$4.8 \times 10^2$	$1.2 \times 10^2$	$8.0 \times 10^2$	—	—	—	—	—
<b>Non-glutinous corn</b>								
Total bacteria	$4.0 \times 10^2$	$1.0 \times 10^2$	—	—	—	—	—	—
Yeast & mold	$1.2 \times 10^3$	$4.0 \times 10^2$	—	—	—	—	—	—
Coliforms	$1.4 \times 10^2$	—	—	—	—	—	—	—

**Fig. 1. Changes in moisture gain of nonirradiated and gamma-irradiated non-glutinous corns during steeping in distilled water at 50°C****Fig. 2. Relationship between the moisture gain and the square root of the steeping time of nonirradiated and gamma-irradiated non-glutinous corns during steeping in distilled water at 50°C**

옥수수의 저장중 손실과 가장 관계가 깊은 곰팡이류의 오염이 가장 심각하였다. 그러나 2.5 kGy의 감마선 조사로 오염곰팡이의 수를 1/2 이상 감소시킬 수 있었으며, 일반세균과 대장균수도 겹출한계 이하로 감소시킬 수 있었고, 특히 5 kGy 이상의 조사로 모든 미생물을 완전히 사멸시킬 수 있었다. 예 옥수수의 경우에는 찰옥수수보다 미생물 오염도가 낮았으며, 1 kGy의 조사로 모든 미생

물의 생육을 겹출한계 이하로 감소시킬 수 있었다.

#### 옥수수의 수분 출수특성

아황산 용액에서의 침지시험에 앞서 중류수에서의 침지온도별(30°, 40°, 50°C) 수화양상을 감마선 조사선량별(0~10 kGy)로 살펴보았다. 먼저 50°C에 수침시의 비조사

**Table 3. Water uptake rate constant of gamma irradiated non-glutinous corns during steeping at distilled water<sup>1)</sup>**

Irradiation dose (kGy)	Storage time (month)	Water uptake rate constant (g H <sub>2</sub> O/hr <sup>1/2</sup> )		
		30°C	40°C	50°C
0	0	0.0836	0.0993	0.1073
	6	0.0839	0.1006	0.1101
2.5	0	0.0876	0.1030	0.1100
	6	0.0882	0.1124	0.1203
5	0	0.0902	0.1052	0.1168
	6	0.0925	0.1155	0.1258
7.5	0	0.0930	0.1056	0.1301
	6	0.0950	0.1169	0.1329
10	0	0.0933	0.1061	0.1389
	6	0.0958	0.1073	0.1407

<sup>1)</sup>Steeping for 3 to 11 hours at each temperature**Table 4. Water uptake rate constant of gamma irradiated glutinous corns during steeping at distilled water<sup>1)</sup>**

Irradiation dose (kGy)	Storage time (month)	Water uptake rate constant (g H <sub>2</sub> O/hr <sup>1/2</sup> )		
		30°C	40°C	50°C
0	0	0.1073	0.1325	0.1515
	6	0.1112	0.1363	0.1547
2.5	0	0.1136	0.1326	0.1641
	6	0.1193	0.1370	0.1692
5	0	0.1136	0.1389	0.1705
	6	0.1125	0.1412	0.1765
7.5	0	0.1199	0.1452	0.1831
	6	0.1237	0.1499	0.1892
10	0	0.1260	0.1515	0.1957
	6	0.1307	0.1560	0.1989

<sup>1)</sup>Steeping for 3 to 11 hours at each temperature

메옥수수의 수분흡수량은 15시간 동안 급격히 증가하였으며, 그 이후부터는 완만한 증가 추세를 나타내어 30시간 후에 평행에 도달하였다. 그러나 감마선 조사선량이 증가함에 따라 수분 흡수속도가 빨라져, 10 kGy 감마선 조사 옥수수의 경우 20시간만에 수분 흡수량이 평형에 도달하였으며, 흡수된 수분량도 비조사 시료에 비해 높은 수치를 나타내었다(Fig. 1).

메옥수수 시료의 초기 흡수 단계에서의 수분증가는 수침시간의 평방근과 직선적인 비례 관계를 보여(Fig. 2), 옥수수의 침지중 수분증가는 기본적으로 확산에 의함을 알 수 있었다. 침지시간이 0일 때의 수분증가량은 이론적인 값 0과 일치하지 않았는데, 이러한 현상은 곡류의 외피층이 다공질 조직을 이루고 있어 모세관 흡수에 의하여 수분이 쉽게 포화되어 초기흡수가 빨리 일어나기 때문으로 알려져 있다<sup>(12,13)</sup>. Fig. 2의 직선의 기울기로 부터 메옥수수의 수분 흡수속도 상수(K)를 구한 결과는 Table 3과 같으며, 침지온도와 감마선 조사선량에 비례하여 수분흡수 상수가 증가함을 알 수 있었다. 찰옥수수의 감마선 조사의 영향은 메옥수수의 경우와 거의 유사하였으나, 수분 흡수속도는 메옥수수보다 높았으며, 이는 시료의 초기 수분함량의 차이에도 그 원인이 있다고 보여진다(Table 4). 이상의 결과는 이와 김<sup>(5)</sup>의 연구보고와 잘 일치하였으며, 시료를 6개월간 저장한 후에도 메옥수수와 찰옥수수 모두 수분흡수 속도에 대한 감마선 조사의 영향이 뚜렷하였다(Table 3, 4).

#### 아황산 침지용액에서의 수분흡수 특성

아황산 용액을 사용하여 침지하였을 경우 동일온도에서의 수분흡수 속도는 중류수를 사용한 시험군보다 현저하게 증가되어 찰 옥수수를 40~50°C에서 침지할 경우 약 1/3 정도의 침지시간이 단축되었고, 메 옥수수의 경우에도 수분 흡수량이 크게 증가됨을 알 수 있었다(Table

**Table 5. Water uptake rate constant of gamma irradiated non-glutinous corns during steeping at different sulfur dioxide concentrations and temperatures<sup>1)</sup>**

Irradiation dose (kGy)	Storage time (month)	Water uptake rate constant (gH <sub>2</sub> O/hr <sup>1/2</sup> )			
		40°C		50°C	
		0.1%-SO <sub>2</sub>	0.2%-SO <sub>2</sub>	0.1%-SO <sub>2</sub>	0.2%-SO <sub>2</sub>
0	0	0.1401	0.1448	0.1780	0.1869
	6	0.1451	0.1490	0.1801	0.1872
2.5	0	0.1443	0.1504	0.1862	0.1957
	6	0.1495	0.1554	0.1892	0.1976
5	0	0.1476	0.1560	0.1976	0.2033
	6	0.1512	0.1597	0.2003	0.2098
7.5	0	0.1523	0.1611	0.2090	0.2128
	6	0.1580	0.1667	0.2131	0.2170
10	0	0.1611	0.1663	0.2172	0.2191
	6	0.1643	0.1705	0.2205	0.2214

<sup>1)</sup>Steeping for 3 to 15 hours at each sulfur dioxide concentration

**Table 6. Water uptake rate constant of gamma irradiated glutinous corns during steeping at different sulfur dioxide concentrations and temperatures<sup>1)</sup>**

Irradiation dose (kGy)	Storage time (month)	Water uptake rate constant (gH <sub>2</sub> O/hr <sup>1/2</sup> )			
		40°C		50°C	
		0.1%-SO <sub>2</sub>	0.2%-SO <sub>2</sub>	0.1%-SO <sub>2</sub>	0.2%-SO <sub>2</sub>
0	0	0.1565	0.1681	0.1976	0.2008
	6	0.1599	0.1690	0.2005	0.2029
2.5	0	0.1602	0.1719	0.2058	0.2115
	6	0.1643	0.1732	0.2094	0.2138
5	0	0.1662	0.1766	0.2140	0.2203
	6	0.1701	0.1792	0.2196	0.2241
7.5	0	0.1761	0.1812	0.2319	0.2216
	6	0.1802	0.1838	0.2360	0.2250
10	0	0.1826	0.1878	0.2484	0.2492
	6	0.1847	0.1904	0.2503	0.2523

<sup>1)</sup>Steeping for 3 to 15 hours at each sulfur dioxide concentration

**Table 7. Effect of gamma-irradiation dose levels on the isolated starch yield**

Yield (g/2000g)	Irradiation dose (kGy)									
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	10.0
Non-glutinous corn										
Starch yield (g)	544	563	589	—	748	—	632	663	670	693
Relative yield (%)	100	103	108	—	138	—	116	122	123	127
Glutinous corn										
Starch yield (g)	683	756	779	757	832	777	—	—	783	797
Relative yield (%)	100	111	114	111	122	114	—	—	115	117

**Table 8. Effect of gamma-irradiation dose levels on the Hunter's color values of isolated corn starches**

Color value	Irradiation dose (kGy)									
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	10.0
Non-glutinous corn										
L	95.3	94.7	95.2	—	95.5	—	95.4	94.8	95.8	95.3
a	-0.6	-0.9	-0.8	—	-0.8	—	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8
b	-0.5	-1.0	-0.8	—	-1.0	—	-0.5	-0.7	-0.4	-0.1
ΔE	0.0	0.8	0.3	—	0.6	—	0.3	0.7	0.6	0.4
Glutinous corn										
L	96.2	96.2	96.2	96.4	96.4	96.3	—	—	96.2	95.6
a	-1.1	-1.1	-1.0	-0.9	-1.1	-1.0	—	—	-1.1	-1.1
b	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.5	-0.6	—	—	-0.4	-0.1
ΔE	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.2	—	—	0.4	0.9

5, 6). 이러한 결과는 Fan 등<sup>(14)</sup>의 연구 결과와 잘 일치하였다. 한편 아황산 용액에서 이와 같은 수화양상은 이와 김<sup>(5)</sup>의 연구에서 수분 흡수량은 아황산 농도가 높아질수록 낮아져서 아황산 농도가 0.16%에서는 0.57, 0.20%에서는 0.51g H<sub>2</sub>O/g이었다고 보고하였는데, 본 연구에서는 아황산 용액의 농도간(0.1%, 0.2%)에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 옥수수 종류에 따른 수분흡수 속도를 살펴보면, 중류수와 마찬가지로 아황산 용액에 침지하였을 경우에도 전반적으로 잘 옥수수가 메 옥수수보다 높은 수분흡수 속도상수를 나타냈으며, Ander-

son<sup>(4)</sup>도 0.25%의 아황산 용액에 침지할 때 옥수수의 종류에 따라서 흡수 수분함량이 다르다고 보고한 바 있다. 한편 아황산 용액에 침지시 수분흡수에 대한 감마선 조사의 영향을 보면, 감마선 조사선량에 비례하여 수분 흡수 상수가 증가함을 알 수 있었으며, 6개월간 저장한 후에도 감마선 조사의 영향이 뚜렷함을 알 수 있었다 (Table 5, 6).

#### 옥수수전분 추출시험

아황산 농도 0.2%, 침지온도 50°C, 침지시간 40시간

에서 전분추출 시험을 수행한 결과는 Table 7과 같다. 먼저 메옥수수의 경우, 시료 2000g에 대한 비조사군의 전분수율은 544g이었으며, 2 kGy의 감마선 조사로 최고의 수율인 748g의 전분을 추출할 수 있었다. 2 kGy 이상의 선량에서는 그 수율이 2 kGy 때 보다는 다소 감소하였으나 계속 증가하는 추세를 나타냈으며, 10 kGy에서는 693g으로 비조사군에 비해 27%나 수율이 증가하였다. 찰옥수수의 경우도 메옥수수와 비슷한 경향을 나타내어, 2 kGy의 감마선 조사가 최고의 수율을 나타냈으며, 10 kGy에서는 17%의 수율 증가를 나타내었다.

2 kGy에서의 높은 수율은 젖산균의 생육과 밀접한 관계가 있다고 사료되며, 그 이상의 선량에서는 젖산균의 생육이 어느 정도 저해되나, 감마선 조사에 의해 옥수수 구조의 부분적인 파괴로 전분추출이 용이하게 되며 이로 인해 수율이 계속 증가하는 것으로 추정된다.

### 전분의 색도

전분의 색도는 전분의 외관적 품질을 결정하는데 있어서 중요한 지표로 사용되고 있다. 감마선 조사 옥수수로 추출한 전분의 색도를 Hunter L, a 및 b값으로 나타낸 결과는 Table 8과 같다. 메옥수수 전분의 경우, L값(명도)은 94.7~95.8의 범위로 비조사군과 조사군간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 적색과 녹색의 범위를 나타내는 a값(적색도)은 모든 시험군에서 (-)값으로 감마선 조사선량의 증가에 따라 다소 감소하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었고, 황색과 청색의 범위를 나타내는 b값(황색도)은 a값과 거의 비슷한 수준으로 시료간의 유의적인 차이는 없었다. 찰옥수수의 경우에는 5 kGy까지 L, a, b값 모두 비조사군과 유의적인 차이가 없었으나 10 kGy 조사군은 황색도가 증가하여 이에 따라 L값이 다소 감소하는 경향을 나타냈다.

### 요약

전분 추출공정을 개선하기 위한 목적으로 감마선 조사기법을 이용하였다. 감마선 조사에 의해 옥수수 시료의 일반성분은 변화가 없었으며, 미생물 오염도는 크게 감소하여 메옥수수의 경우 1 kGy, 찰옥수수의 경우 5 kGy의 조사로 모든 미생물을 완전히 사멸시킬 수 있었다. 수침 및 아황산 용액에서의 수분흡수 속도상수는 침지온도 및 감마선 조사선량과 비례하여 증가되었으며 실온에서 6개월간 저장후에도 감마선 조사효과가 뚜렷하였다. 또한 아황산 용액은 수침에 의해 옥수수의 수화에 매우 효과적이며, 감마선 조사의 병용으로 그 효과를 더욱 향상시킬 수 있었다. 아황산농도 0.2%, 50°C, 40시간의 침지조건에서의 전분추출에 있어서 메옥수수와 찰옥수수 모두 감마선 조사로 전분의 수율을 최고 38%와 22%씩 증가시킬 수 있었으며, 추출된 전분의 색도는

찰옥수수 10 kGy 전분 만을 제외하고는 모두 시료간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

### 감사의 말

본 연구는 과학기술처 원자력중장기연구과제의 일부이며 지원에 감사드립니다.

### 문헌

1. Swinkles, J.J.M.: Sources of starch, its chemistry and physics. In *Starch Conversion Technology*, Van Beijnum, G.M.A. and Roels, J.A.(ed), Marcel Dekker, Inc., New York, p.18 (1985)
2. 구천서: 옥수수 가공 산업사, 단국대학교 부설 식량개발연구소 (1988)
3. Simms, R.E.: The technology of corn wet milling. In *Starch Conversion Technology*. Van Beijnum, G.M.A. and Roels, J.A.(ed), Marcel Dekker, Inc., New York, p.47 (1985)
4. Anderson, R.A.: Corn wet milling industry. In *Corn: Culture, Processing, Products*. Inglett, G.E. (ed), The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, p.152 (1970)
5. 이은숙, 김성곤: 옥수수의 침지조건이 전분의 성질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 22, 99 (1990)
6. Roushdi, M., Fahmy, A.A. and Mostafa, M.: Role of lactic acid in corn steeping and its relation with starch isolation. *Staerke*, 33, 426 (1981)
7. Roushdi, M., Ghali, Y. and Hassanean, A.: Factors improving the steeping process of corn grains. Part 3. Conditions favouring lactic acid formation during corn steeping and its effect. *Staerke*, 33, 49 (1981)
8. Roushdi, M., Ghali, Y. and Hassanean, A.: Factors improving the steeping process of corn grains. Part 2. Effect of enzyme addition. *Staerke*, 33, 7 (1981)
9. AOAC: *Official Method of Analysis*, 15th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A. (1990)
10. APHA: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, Speck, M.(ed), American Public Health Association, Washington, D.C. (1976)
11. Harrigan, W.F. and McCance, M.E.: *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*, Academic Press, London (1976)
12. Becker, H.A.: On the absorption of liquid water by the wheat kernel. *Cereal Chem.*, 37, 309 (1960)
13. Fan, L.T., Chung, D.S. and Shellenberger, J.A.: Diffusion coefficients of water in wheat kernels. *Cereal Chem.*, 38, 540 (1961)
14. Fan, L.T., Chen, H.C., Shellenberger, J.A. and Chung, D.S.: Comparison of the rates of absorption of water by corn kernels with and without dissolved sulfur dioxide. *Cereal Chem.*, 42, 385 (1965)