방사선 이용 무공해 공업용 전분 생산기술

변 명 우
한국원자력연구소
방사선식품저장기술/공정개선연구 책임자

한국원자력연구소와 삼양제넥스연구소는 최근 제지 · 섬유 및 식품 공업 등에 널리 사용되고 있는 공업용 전분을 방사선을 이용하여 새롭게 생산하는 방법을 세계 최초로 개발하였다. 본 기술의 내용은 전분에 산화 보조제 첨가와 방사선 조사를 병행하여 점도 안정성이 우수하고 경제성이 높은 고점도에서 중점도 및 저점도까지의 필요에 따라 요구되는 변성 전분을 건식으로 제조하는 기술로서, 변성 전분의 생산성 향상 및 생산비 절감 효과와 함께 환경 공해 없이 변성 전분을 생산할 수 있어 국내 전분 공업에서 크게 이용될 것으로 전망된다. 또한 방사선 조사로 오염 유기체에 의한 손실을 방지하여 10~20% 정도의 간접 증산 효과와 전분 추출 시간 단축에 따른 가공 에너지 절감, 그리고 환경 규제 물질인 아황산 용액의 농도를 감소시켜 작업자의 건강 보호와 환경 보전에도 크게 이바지할 수 있으며, 전분 추출률 증대에 따른 수입 절감 효과도 크게 기대된다.

옥수수는 세계 곡물 생산량 중 2위를 차지하는 곡류로서, 식품 공업뿐만 아니라 제지 · 섬유 · 제약 · 플라스틱 · 금형 · 방적 등에서 옥수수 전분을 이용한 가공 제품의 종류는 2,000여종 이상에 달하고 있다.

국내 옥수수 전분 생산량은 70년에 2만MT이었으나 95년에는 100만 MT 이상으로 약 50배 증가되었고, 전분 공업에서 옥수수 전분이 차지하는 비율은 거의 99%에 이르며, 앞으로도 계속 증가될 전망이다.

그러나 현행 옥수수로부터 전분을 추출하는 공정은 환경 기준 물질인 아황산 용액의 고농도 사용으로 인한 작업 환경 및 환경 공해, 고온에서의 장시간의 침지浸漬로 과다한 가공 에너지 소모, 낮은 전분 추출 수율 등의 문제점을 내포하고 있다.

특히 추출된 원료 전분을 이용하여 산업적으로 가장 많이 사용되는 제지 및 섬유용 변성 전분(산처리 전분, 산화 전분)을 생산하는 공정은 산업 폐수의 대량 발생 등 많은 문제점을 내포하고 있다.

따라서 이러한 문제점을 해결하기

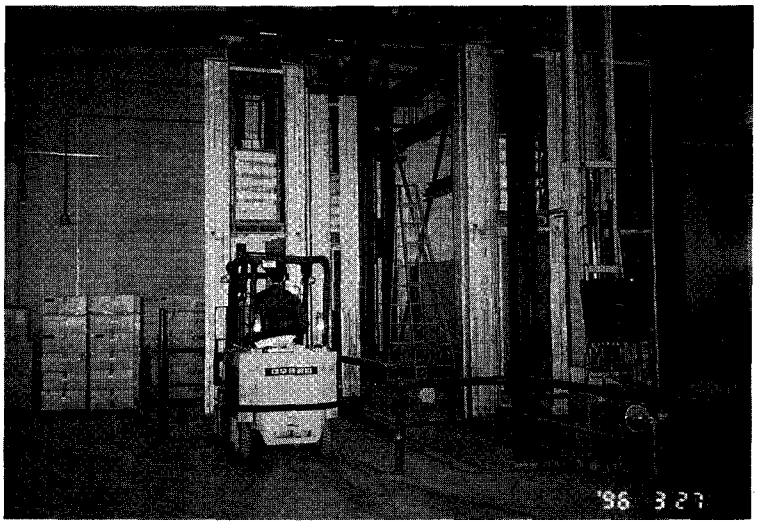
위해 방사선 조사 기술을 이용하여 옥수수 전분 추출 공정 및 공업용 변성 전분 생산 방법을 개선함으로써 전분 추출 시간의 단축으로 가공 에너지 절약과 전분 추출률 향상에 따른 수입 절감 효과를 가져오고, 특히 전분 추출 공정시 사용되는 환경 기준 물질인 아황산 용액의 농도 저하와 산업 폐수의 발생이 없는 공업용 변성 전분의 생산으로 작업 환경 개선과 환경 보전에서 크게 이바지할 수 있다.

또한 방사선 조사에 의해 전분 원료인 옥수수에 있는 유기체(해충 · 미생물)를 사멸시킴으로써, 저장중 이들에 의해 야기되는 10~20%의 원료 옥수수의 손실을 줄여 식량 자원의 간접 증산 및 수입 절감 효과를 얻을 수 있다.

방사선은 향신료 · 과채류 · 육류 등 여러 식품의 보존성 향상과 위생화 및 품질 개선을 위해 연구되어 왔으며, 최근 국제 기구(FAO, WHO, IAEA, ICGFI, FDA 등)에서의 방사선 조사 식품의 건전성 공인 및 허가에 의하여 그 이용이 크게 증가하고 있다.

96년 현재 37개국에서 200여종의 식품류에 방사선 조사를 허가하고 있고, 이 중 25개국이 상업적 규모로 본 기술을 실용화하고 있다.

국내에서도 한국원자력연구소와 국제 기구의 연구 결과를 바탕으로 보건복지부가 87년~95년 사이에 4차에 걸쳐 13개 식품군(약 25종)에 대한 방사선 조사를 허가하였고, 현재 상업적으로 이용되고 있다.



〈사진 1〉 공업용 전분 방사선 조사 시설

식품 외에 방사선 조사 기술은 특히 의료용 기구의 멸균에 가장 많이 이용된다.

소나 양의 뼈 또는 가죽과 같은 아교질을 이용하여 수술용 봉합사나 장선 봉합사를 만들어 수술한 후의 수술 부위를 봉합하여 체내에 서서히 흡수되도록 한다.

이와 같은 의료 용품은 세균에 오염되기 쉬우며 열에 약하다. 따라서 이러한 의료 용품은 방사선으로 멸균하면 매우 좋다.

방사선 조사에 의한 살균은 가열처리와 달리 냉온 살균 방법으로 다른 살균 공정에 비해 많은 장점이 있다.

페니실린이나 테트라사이클린과 같은 의약품에도 방사선 멸균을 하고 있다.

방사선 멸균은 포장된 채로 멸균할 수 있어서 멸균 후의 재감염 방지는 물론, 제조 공정의 간소화로 생산 단가를 절감할 수 있고, 2차 오염을 방지할 수 있어 제품 QC가 매우 쉽다.

1회용 주사기나 기관지 catheter 또는 수술용 장갑이나 피임 링 또는 인공 신장 투석기 등 의료용 기구도 최근 기존 사용되는 ethylene oxide gas에 의한 훈증 처리의 잔류 독성 때문에 점차 방사선 멸균으로 대체되고 있다.

또한 방사선 조사 기술은 오니 · 슬러지(sludge) 처리에도 이용되며, 본 기술 개발과 같은 건조 산물의 물성 개선 등 식품 외의 상업적 방사선 조사 기술의 응용 분야는 매우 다양하다.

옥수수 전분 추출 공정 개선 및 오염 유기체 구제 기술

본 기술은 전분 추출용으로 사용되는 옥수수를 현행 상법으로 포장한 후, 감마선을 1~10kGy 범위로 조사, 실온에 보관하면서 전분 추출 공정 개선 실험을 실시하였다.

〈표 1〉은 시료로 사용된 옥수수의 미생물 오염 정도와 감마선 조사에 따른 살균 효과를 나타낸 것으로서, 특히 옥수수 저장중 손실과 가장 관계가 깊은 곰팡이류의 오염이 옥수수 1g당 백만마리 이상으로 높은 혼입을 보였다.

그러나 2.5kGy 조사로써 오염 곰팡이의 수를 1/2 이상으로 감소시킬 수 있었고, 5kGy 이상의 조사로써는 완전 사멸시킬 수 있어서, 저장중 곰팡이 생육에 따른 10~20% 이상의 원료 옥수수의 손실과 독소 생성에 따른 식품 위생상의 문제점 및 전분 추출 후의 품질 저하 등 여러 가지 야기되는 문제점을 해결할 수 있다.

다음으로 옥수수의 전분 추출에서 필수 공정은 아황산 용액에서의 침지 과정으로, 기존 산업체에서 이용되고 있는 방법은 옥수수 침지액인 아황산 용액의 농도가 0.8~1.2% 정도로 고농도이며, 50~60°C 고온에서 40~50시간의 장시간 침지 공정을 거쳐 전분을 추출한다.

감마선 조사 선량에 따른 옥수수의 수분 흡수 속도는 감마선 조사 선량에 비례하여 증가되어, 50°C 침지시 5~10kGy의 감마선 조사 옥수수는 비조사 옥수수에 비하여 침지 시간을 1/3 정도 단축시킬 수 있었다.

옥수수 침지액인 아황산 용액의 농도와 감마선 조사 선량에 따른 옥수수의 수화 속도를 보면, 감마선 조사군은 비조사군에 비해 수분 흡수 속도가 빨라짐을 알 수 있고, 기존 산업체에서 이용되는 1.0% 아황산 용액에서의 옥수수 침지시 수화 속도는 본 연구에서 이용된 0.2% 아황산 용액에서의 수화 속도와 유의적인 차이가 없거나 오히려 더 낮은 수화 속도를 나타내었다.

또한 감마선 조사 후 6개월 동안 실온에서 저장한 후에도 수분 흡수 속도에 있어서 감마선 조사 효과는 조사 직후와 동일하였다〈표 2〉.

〈표 3〉은 감마선 조사 선량과 침지 용액인 아황산 용액의 농도에 따른 옥수수 전분 추출

〈표 1〉 옥수수의 미생물 오염도와 감마선 살균 효과

(단위 : 집락수/g)

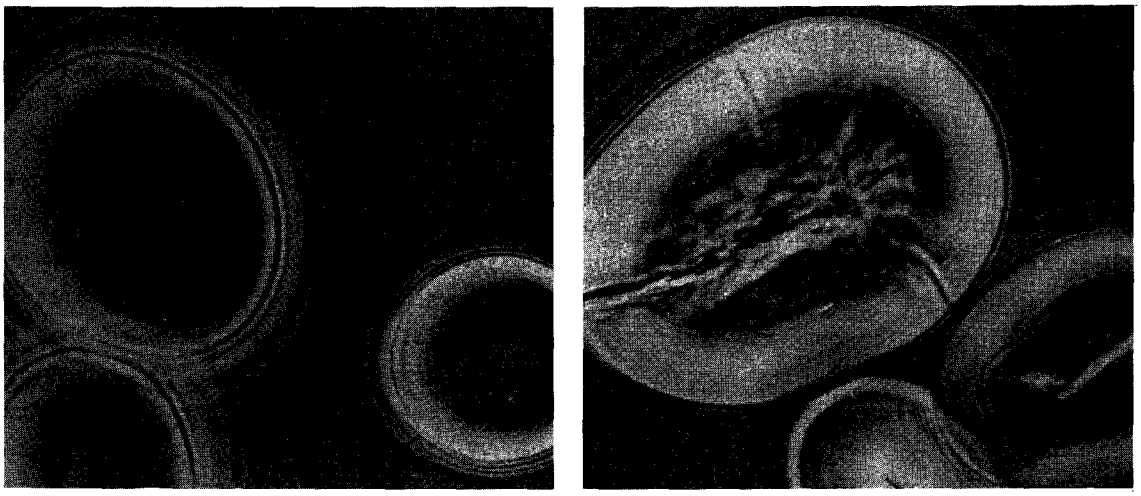
조사 선량(kGy)	일반 세균	곰팡이	대장균군
0.0	6.3×10^3	1.5×10^6	4.8×10^2
0.5	1.5×10^3	1.2×10^6	1.2×10^2
1.0	7.5×10^2	6.0×10^5	8.0×10
1.5	6.0×10^2	4.7×10^5	-
2.0	3.5×10^2	5.8×10^4	-
2.5	-	6.8×10^3	-
5.0	-	-	-
10.0	-	-	-

〈표 2〉 옥수수 침지액인 아황산 용액의 농도와 침지 온도 및 감마선 조사 선량에 따른 수분 흡수율 상수

조사 선량 (kGy)	저장 기간 (개월)	수분 흡수율 상수($g\ H_2O/hr^{1/2}$)			
		40°C		50°C	
		1.0%-SO_2	0.2%-SO_2	1.0%-SO_2	0.2%-SO_2
0	0	0.1401	0.1448	0.1780	0.1869
	6	0.1451	0.1490	0.1801	0.1872
2.5	0	0.1443	0.1501	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

〈표 3〉 옥수수 전분 추출 수율에 대한 침지액의 아황산 용액 농도와 감마선 조사 선량의 영향

아황산 농 도	전 분 수 율	조사 선량(kGy)							
		0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0
0.2%	전 분 량 (g)	544	563	589	748	632	663	670	693
	상대수율 (%)	100	103	108	138	116	122	123	127
1.0%	전 분 량 (g)	551	574	603	716	643	672	687	699
	상대수율 (%)	100	104	109	130	117	122	125	127



비조사 전분 입자　　20kGy로 조사된 전분 입자

〈사진 2〉 감마선 조사로 변성된 전분 입자의 모양(광학 현미경 사진)

률을 나타낸 것이다.

2kGy 선량 이상의 감마선이 조사된 옥수수는 비조사된 옥수수에 비해 전분 수율 10~30% 이상의 증대 효과를 보였고, 특히 2kGy 조사군에서는 38%의 높은 전분 수율 증대를 나타내었다.

침지 용액의 아황산 농도에 따른 영향은 기존 산업체에서 이용되는 1% 농도 용액에서의 전분 수율이나 본 실험에서 이용된 0.2% 농도 용액에서 2kGy 이상의 조사된 옥수수에서는 유의적인 차이가 없었고, 단지 저선량 조사군인 0.5kGy와 1kGy 조사된 옥수수에서는 고농도의 아황산 용액에 침지한 것이 약간의 증가를 보였을 뿐이다.

이러한 결과는 감마선 조사에 의해 옥수수 자체의 살균 · 살충으로 저장 안전성뿐만 아니라 전분 추출 시간 단축 및 환경 기준 물질인 아황산 용액의 농도 감소에 큰 효과가 있었으며, 전분 추출률도 크게 증대시킬 수 있어 상업적으로 크게 활용되리라 기대된다.

감마선 조사에 의한 공업용 변성 전분 생산 기술

본 기술은 전분(옥수수 · 찰옥수수 · 타피오카 · 감자 · 고구마 · 사고 · 소맥 등)에 산화 보조제 첨가와 방사선 처리를 병행하여 점도 안정성이 우수하며 제지 및 섬유용 사이징제로 사용될 수 있는 변성 전분을 건식으로 제조하는 방법에 관한 것이다.

현재 제지나 섬유의 사이징용으로 사용되고 있는 산화 전분의 제법은, 원료 전분에 물을 가하여 전분 유액 상태로 한 다음 알칼리를 첨가하여 전분 유액의 pH를 상승시킨 후 차아염소산 소다를 가하여 산화 반응이 일어나게 한다.

일정 시간이 경과하면 염산 용액을 가하여 전분 유액의 pH를 중성으로 한 다음 원심 탈수하여 전분을 회수한 후 건조하여 제품으로 한다.

한편 산처리 전분도 마찬가지로 원료 전분 유액에 염산이나 황산 등을 첨가하여 반응시킨 후 중화 · 탈수 · 건조하여 제품으로 한다.

이들 산업용 변성 전분은 제조 방법이 쉽고 비교적 가격이 저렴하며 품질이 우수한 관계로 예로부터 제지나 섬유 공업에서 널리 사용되고 있다.

그러나 이러한 습식 공정에 의한 변성 전분 제조시에는 대량의 폐수가 발생하며, 이 폐수를 처리하기 위해

거액의 시설 투자가 요구되고 있다.

최근 들어 환경 오염에 대한 규제가 강화되고 있으며, 더욱이 97년부터 폐수 종량제가 실시되면 폐수 처리 설비 및 운영비 등의 부담으로 인해 제지나 섬유용 등 산업용 변성 전분의 원활한 생산과 공급이 어렵게 될 뿐만 아니라 제품 가격 상승의 주요인이 될 것이다.

따라서 폐수나 기타 환경 오염 물질을 발생시키지 않으면서 변성 전분을 제조하는 방법이 현재 세계 여러 연구 기관의 가장 중점적인 목표가 되고 있다.

본 기술은 방사선의 특징인 강력한 에너지와 투과력을 이용한 것으로, 방사선이 전분 고분자에 조사되면 고분자쇄의 절단 및 절단된 분자쇄끼리의 축중합 등이 일어나는 사실에 착안한 것이다.

1. 방사선 단독처리시 점도 안정성

〈표 4〉와 〈표 5〉는 건조 전분(수분함량 13%) 방사선 단독 처리시 전분의 점도 안정성을 실험한 결과로서, 20kGy 조사 선량 정도만으로도 점도 저하 효과가 상당하며, 기존의 산처리 전분과 같이 단순히 낮은 점도만을 요구하는 용도로는 즉시 사용이 가능하다.

또한 방사선 조사 선량을 증가시킬수록 점도는 계속 낮아지나, 삼양제넥스 산화 전분(3009)과 같이 호화 후 방치 시간 경과에 따른 점도 변화가 적어야 제지 및 섬유용으로서 적합하다.

삼양 제넥스 산화 전분(3020)과 50kGy 감마선 조사 전분을 비교해 보면, 초기 점도는 50kGy 감마선 조사 전분이 오히려 낮으나 시간이 경과함에 따라 점도가 급격히 증가하고 있어, 점도 안정성면에서 볼 때 방사선 단독 조사만으로는 물성 향상이 불가능하다는 것을 알 수 있다.

〈표 4〉 기존의 변성 전분과 방사선 조사로 제조된 변성 전분의 점도 안정성 비교

(단위 : cps)

호화후 방치시간 (시간)	시료				
	삼양제넥스 산화전분 3009 (저점도)	삼양제넥스 산화전분 3020 (중점도)	건전분 10kGy 방사선 조사	건전분 30kGy 방사선 조사	건전분 50kGy 방사선 조사
0	88	810	9,740	1,290	260
1	91	1,150	1,000,000)	13,000	1,220
2	93	1,230	-	28,700	2,660
3	96	1,250	-	30,500	5,600
4	96	1,360	-	35,600	6,100
5	98	1,540	-	40,250	13,000
6	102	1,780	-	48,100	15,500

〈표 5〉 무변성 전분, 산처리 전분 및 방사선 조사 전분의 브라벤더 비스코그람

(단위 : BU)

구 분	최대 점도	95°C 30분 유지 점도	50°C 점도	30°C 점도
무변성 전분	3,000	1,500	2,400	3,000)
산처리 전분 (SUN-TEC 2040)	900	150	250	1,360
방사선 조사 전분(20kGy)	1,000	50	260	1,400

2. 방사선조사 · 산화보조제의 병용처리

위에서 언급한 바와 같이 방사선 조사 단독으로도 점도 저하가 일어 나지만, 점도가 불안정하여(호화 후 경과에 따라 전분 호화액의 점도 상승 속도가 빠름) 제지나 섬유의 사이징용으로 사용하기에는 물성이 부족하다.

따라서 제지 및 섬유용으로 사용될 수 있게 점도 안정성을 더욱 향상시킬 목적으로 원료 전분에 산화 보조제로서 무기 과산화제인 암모늄이나 소듐 혹은 포타슘 퍼설페이트류, 칼슘 하이포크로라이트를 방사선 처리 전에 첨가한 후 조사를 하였다

가. 산화 보조제 첨가 후 방사선 조사시 반응 메커니즘

전분을 방사선 조사할 경우 점도는 낮아지나 점도 안정성은 산화 전분과는 현저한 차이가 있어서 기존 산화 전분 대체는 불가능하였다.

따라서 점도 안정성을 향상시키기 위해서는 전분에 carboxyl기나 carbonyl기를 생성시켜 친수성을 높여

주어야 하는데 이런 관능기를 생성시킬 목적으로 산화 보조제 개념을 도입하였다

무기 과산화제는 수분 존재하에 금속 이온과 peroxydisulfate로 해리되며, 해리된 금속 이온과는 다시 반응하지 않고 온도나 촉매 등에 의해 peroxydisulfate가 활성화되어 sulfate로 변환되는 과정에서 유리된 산소 분자에 의해 산화 작용을 한다.

예를 들어 ammonium persulfate의 경우는, $(NH)_2S_2O \rightarrow 2NH_4+(S_2O_8)^{2-}$으로 1차 해리가 되고, $(S_2O_8)^{2-}+2e \rightarrow 2(SO)^2$로 되어 산화 작용을 일으키며, 환원 전위 E=2.07로서 상당히 강한 편이다.

이 반응은 고온(40℃ 이상)에서 반응이 시작되며, 온도를 높일수록 반응이 더 빠르고 강력하게 일어난다.

전분에 감마선을 조사할 경우 전분의 α-1.4나 1.6 결합이 절단되며, 절단된 부분의 일부는 다시 축중합을 일으키는 등 전분의 배소 덱스트린화와 유사한 반응이 일어난다.

과량의 방사선을 조사할 경우 glucose ring이 파괴되어 -CO, COOH 등이 생성되기도 하나, 전체적으로는 glucose chain의 절단이 우세하다.

전분에 무기 과산화제를 첨가할 경우 일차로 감마선에 의해 전분의 chain이 절단되며, 무기 과산화제는 감마선에 의해 분해되어 peroxydisulfate 및 sulfate로 연속적으로 분해되면서 이것이 절단된 전분의 chain(특히 ketone기)에 영향을 미쳐 산화 작용을 하게 되는 것으로 추정이 된다.

Ammonium persulfate의 경우 산화 작용에 의한 최종 부산물은 sulfate 이온이 되며 이것은 전분 호액의 pH를 저하시키는 작용을 한다.

나. 산화 보조제 종류와 점도 안정성

산화 보조제로는 유기 및 무기 과산화제가 있으며 유기 과산화제의 경우는 수용성이 약하고 가격이 비싸며, 예비 실험 결과 무기 과산화제보다 효과가 낮아 첨가제로는 부적합하였다.

무기 과산화제로는 ammonium persulfate, sodium persulfate, potassium persulfate의 3가지의 대표적인 것이 있으며 이것과 함께 염소계인 calcium hypochlorite도 추가하여 실험하였다.

무기 과산화제 4종을 건식 혼합법, 습식 혼합법, 분무 혼합법으로 전분에 첨가하고 감마선 조사 전후로 무기 과산화제에 의한 점도 안정성 향상 효과를 비교 · 분석하였다

① 실험 (2)-1 : 산화 보조제의 건식 첨가법으로 전분에 암모늄 퍼설페이트를 첨가한 후 잘 혼합하고 감마선을 10kGy 조사한 다음 호액을 제조하여 점도 안정성을 분석하였다.

② 실험 (2)-2 : 위 실험 (2)-1에서와 같은 산화 보조제의 건식 첨가법으로 실험 (2)-1의 암모늄 퍼설페이트 대신 소듐 퍼설페이트를 첨가하고 모든 조건은 같이 하였다.

③ 실험 (2)-3 : 위 실험 (2)-1에서와 같은 산화 보조제의 건식 첨가법으로 실험 (2)-1의 암모늄 퍼설페이트의 첨가량을 증가시키고 나머지 조건은 동일하게 실험하였다.

④ 실험 (2)-4 : 위 실험 (2)-1과 같은 방법으로 하되 감마선 조사 선량을 20kGy로 하였다.

⑤ 실험 (2)-5 : 산화 보조제의 침지식 첨가법으로 전분을 유액으로 한 다음 암모늄 퍼설페이트를 가하여 충분히 용해시킨 후 원심 탈수기를 이용하여 탈수한다. 이것을 대류 건조오븐에서 호화되지 않게 건조한 다음 감마선을 10kGy 조사한 후 점도 안정성을 분석하였다.

⑥ 실험 (2)-6 : 위 실험 (2)-5에서와 같은 산화 보조제의 침지식 첨가법으로 실험 (2)-5의 암모늄 퍼설페이트 대신 소듐 퍼설페이트를 첨가하고 모든 조건은 같이 하였다.

⑦ 실험 (2)-7 : 위 실험 (2)-5에서와 같은 산화 보조제의 침지식 첨가법으로 실험 (2)-5의 암모늄 퍼설페이트 대신 포타슘 퍼설페이트를 첨가하고 모든 조건은 같이 하였다.

⑧ 실험 (2)-8 : 산화 보조제의 분무 첨가법으로 암모늄 퍼설페이트를 증류수 용해시킨 후 건전분에 잘 분무하여 혼합한다. 이것을 대류 건조오븐에서 건조한 후에 감마선을 10kGy 조사한 다음 점도 안정성을 분석하였다.

⑨ 실험 (2)-9 : 위 실험 (2)-8과

〈표 6〉 방사선 조사와 산화 보조제 병용 처리로 제조된 변성 전분의 점도 안정성 (단위 : cps)

호화후 방치시간 (시간)	시료								
	실험 (2)-1	실험 (2)-2	실험 (2)-3	실험 (2)-4	실험 (2)-5	실험 (2)-6	실험 (2)-7	실험 (2)-8	실험 (2)-9
0	151	200	73	250	72	130	220	107	180
1	206	273	76	279	82	159	246	158	275
2	230	305	76	316	90	171	284	316	392
3	249	329	78	354	93	180	319	571	683
4	268	356	80	417	97	193	342	860	726
5	280	370	82	432	102	209	356	1,030	1,040
6	300	395	82	475	104	216	387	1,350	1,560

〈표 7〉 감마선 조사에 따른 전분의 색상 변화

색상 / 시료명		L(명도)	a(적색도)	b(황색도)
일반전분		93.7	-3.1	3.0
산화전분 3009		95.0	-2.8	1.9
일반전분	10kGy 조사구	93.6	-2.4	2.7
	30kGy 조사구	93.1	-2.5	5.0
	50kGy 조사구	92.5	-2.6	7.5
APS 침지첨가	APS 첨가	93.3	-2.8	2.0
	APS 첨가+10kGy	92.6	-3.1	3.9
	APS 첨가+20kGy	93.3	-2.9	4.4

같은 산화 보조제의 분무 첨가법으로 실험 (2)-8의 암모늄 퍼설페이트 대신 소듐 퍼설페이트를 첨가하고 모든 조건은 같이 하였다.

상기 실험에서 산화 보조제를 혼합하고 방사선을 조사할 경우에는 실험 (2)-1에서 (2)-9까지의 결과에서 본 바와 같이 비교적 저선량의 (10kGy) 방사선 조사만으로도 점도 안정성은 저점도와 중점도 산화 전분의 중간 정도 성질의 변성 전분을 얻을 수 있으며, 산화 보조제 투입량이나 방사선 조사량을 변경할 경우 점도값을 원하는 대로 조절할 수 있다 〈표 6〉.

따라서 본 실험에 제시된 방법들에 따라 제조된 변성 전분은 제지나 섬유용 사이징제로 사용시 요구 물성 중 가장 중요한 점도 안정성이나 초기 점도 등을 볼 때 기존 산화 전분이나 산처리 전분을 충분히 대체할 수 있을 것으로 사료된다.

다. 감마선 조사에 따른 색상 변화

감마선 조사 전후의 전분의 색상을 colorimeter를 사용하여 측정하였다.

암모늄 퍼설페이트 첨가와 감마선 조사 후 생산된 변성 전분은 b값의 증가가 뚜렷하여 황색도가 높아졌음을 알 수 있고, 또한 암모늄 퍼설페이트 첨가에 의해서 단당류들의 분해가 촉진되기 때문에 암모늄 퍼설페이트를 첨가한 구가 암모늄 퍼설페이트 첨가 없이 방사선만 조사한 구에 비해서 같은 선량의 감마선 조사에서도 더 색깔 변화 정도가 높아졌다〈표 7〉.

따라서 본 기술 개발에 이어 전분 색상 보완 시험이 현재 수행중에 있다.

맺음말

본 기술은 최근 제지 · 섬유 및 식품 공업 등에 널리 사용되고 있는 공업용 전분을 방사선을 이용하여 새롭게 생산하는 방법으로, 그 내용은 전분(옥수수 · 찰옥수수 · 타피오카 · 감자 · 사고 · 고구마 등)에 산화 보조제 첨가 및 방사선 조사를 병행하여 점도 안정성이 우수하고 경제성이 높은 고점도에서 중점도 및 저점도까지의 필요에 따라 요구되는 변성 전분을 건식으로 제조하는 기술이다.

본 기술은 변성 전분의 생산성 향상 및 생산비 절감(기존 방법보다 30% 정도) 효과와 함께 환경 공해(산업 폐수) 없이 변성 전분을 생산할 수 있어서 국내 전분 공업에서 크게 이용될 것이다.

또한 전분 원료인 옥수수에 방사선을 조사함으로써 오염 유기체에 의한 손실을 방지하여 10~20% 정도의 간접 증산 효과도 기대된다.

이와 함께 전분 추출 시간 단축에 따른 가공 에너지 절감 및 환경 규제 물질인 아황산 용액의 농도를 감소시켜 작업자의 건강 보호와 환경 보전 차원에서도 크게 이바지할 수 있으며, 전분 추출률 증대(5% 이상)에 따른 수입 절감 효과도 크게 기대된다.