

주요 한약재의 오존처리저장 특성

(Ozone Processing Storage Characteristic of Main Herb Medicines)

우성훈* · 이광식

(Sung-Hun Woo · Kwang-Sik Lee)

요 약

최근 한약재의 저장 중 품질 유지를 위한 다양한 방안이 검토되고 있으며, 그 방안의 하나로 한약재의 유해 세균 및 잔존 농약을 분해, 처리하여 저장하는 방법을 연구하였다. 오존발생기에 관한 선행 연구를 통해 오존이 박테리아 및 비루스에 대한 살균효과가 우수함을 확인하고, 오존을 이용하여 한약재 살균처리 및 저장(이하 OPS)에 적용하는 방법을 연구하였다. 본 연구에서는 현재 시중에 많이 유통되어 사용되고 있는 4종류의 약재를 선정하여 한약재 특성 평가를 실시하였다. 즉 오존 램프를 이용하여 한약재 살균 특성을 조사하였고, 장기간 오존 저장 후 한약재의 품질 및 고유 성분이 유지되는지를 조사하기 위하여 한약재의 일반성분 및 생리활성물질의 정량분석 평가를 하였다.

Abstract

Recently, many storing methods were applied to keep quality of herb medicines during storage. Among of them, we tried to research a method to store after dissolving remaining harmful bacillus and agricultural chemicals of herb medicines. We confirmed that ozone processing is superior at the sterilization of bacteria and virus from the leading research about ozone generator, and then we made research method to apply with the sterilization and storing processing of herb medicines using ozone (OPS). In this study we chose herb medicines of 4 kinds which have been sold much in the market, evaluated the characteristics. Namely, we used ozone lamp in a storage system, and investigated the sterilization characteristic of herb medicines. We executed a quantitative analysis of the general ingredient and the physiological activity ingredient to investigate whether the original ingredient and the quality of herb medicines is preserved, after doing an ozone and storing processing for a long term.

Key Words : Ozone Processing Storage(OPS), Herb Medicines

* 주저자 : 영남대학교 공학교육혁신센터 연구원

Tel : 053-810-3641, Fax : 053-810-4767

E-mail : huniof@hanmail.net

접수일자 : 2007년 7월 9일

1차심사 : 2007년 7월 16일

심사완료 : 2007년 8월 1일

1. 서 론

1987년 한방의료보험제도 도입 이후 한약재의 수요가 증가하였으나 국내 생산량의 부족으로 수입약재가 증가하였다. 이에 따라 재배, 생산, 유통과정

뿐만 아니라 저장의 중요성이 대두되기 시작했고, 더불어 국내의 연구도 진행되어 왔다. 또한 식품의 약안전청의 한약재에 대한 생산, 소비 및 수출입 동향, 유통구조 분석 및 개선방안, 국제경쟁력 분석을 통하여 종합적인 대책이 제시되었고, 한약재가 의약품으로서의 품질관리가 중요하다는 점이 제시되었다.

도·소매상이 수집상 또는 재배 농가로부터 한약재를 받는 단계에서부터 비교적 장기간 창고나 시설 내부에 한약재를 보관하고 있기 때문에 저장시설이나 주변환경이 불량할 경우, 재배 및 수집과정에서 등에서 들어온 병·해충이 번식하거나 또는 창고나 시설내부 보관 중에 새로이 외부에서 병·해충이 유입될 수 있다. 약사법 제36조의 규정에 의해 판매업에 적합한 시설기준을 구비하도록 판매업의 허가 기준을 정하고 있다. 그러나 실제 국내 한약재 도·소매상의 창고시설은 매우 열악하며, 저장고 내의 시설로는 주로 환풍장치만 되어 있거나 항온·항습 등의 특별한 장치가 없는 경우가 많다. 또한 판매하고 있는 약재는 법령에 근거하여 밀봉하여 보관하고 있으나, 대량으로 보관하고 있는 한약재는 박스나 포대에 담긴 채 외부에 노출되어 있다. 이는 해충이 한약재에 그대로 존재하여 해충의 피해 및 미생물의 오염에 의한 품질 저하를 야기할 수 있어 엄격한 관리가 요구된다고 할 수 있다.

최근 한약재의 저장 중 품질 유지를 위한 다양한 방안이 검토되고 있으며, 그 방안의 하나로 오존을 이용하여 한약재의 유해 세균 및 잔존 농약을 분해, 처리하여 저장(Ozone Processing Storage; 이하, OPS)하는 방법을 연구하였다. 오존발생기에 관한 선행 연구를 통해 오존이 박테리아 및 비루스에 대한 살균효과가 우수함을 확인하고, 한약재 살균처리 및 저장에 적용하는 방법을 연구하였다[1].

본 연구에서는 선행 연구된 오존램프 제작 및 전기적 특성을 바탕으로, 현재 시중에 많이 유통되어 사용되고 있는 4종류의 약재를 선정하여 한약재 특성 평가에 중점을 두었다. 즉 오존 램프를 이용하여 한약재 살균 특성을 조사하였고, OPS 전·후 한약재의 품질 및 고유의 성분변화는 없는지를 조사하기 위하여 한약재의 일반성분 및 생리활성물질의 정량

분석 평가를 하였다.

2. 한약재 방제 및 저장 방법

저장보관 중에 한약재가 입는 피해는 해충에 의한 것이 가장 크며, 그 다음으로 병해와 설치류에 의한 피해라고 할 수 있다. 저장물 해충은 한약재 그 자체에 직접 가해하여, 제품의 상품가치를 저하시키며 경제적 손실을 초래한다. 저장물 해충의 방제는 비교적 좁은 공간에서 이루어지고 있기 때문에 한약재라고 하는 특성상 방제 및 저장에 제약이 있다.

현재 2.1절~2.7절과 같은 다양한 방제 및 저장법을 이용하여 관리해오고 있으나, 본 연구에서는 저장효과 및 경제성이 있는 새로운 저장방법을 찾고자 2.8절과 같은 오존램프를 이용한 한약재 처리 및 저장(OPS) 방법에 대한 연구를 하였다. 그 이유는 오존의 강한 산화력이 한약재 해충의 방제, 박멸 및 저장에 효과가 클 것으로 예상되기 때문이다.

2.1 건조저장

한약재의 화학적 변화 및 미생물 발생을 억제하기 위하여 수분함량이 10[%] 이하가 되도록 완전한 건조가 필요하다. 그러나 열풍 및 화력 건조시 일부 한약재의 품질변화에 영향을 미칠 수 있다.

2.2 저온저장

해충들은 15[°C] 부근에서 활동을 정지하므로 저온에 저장하여 해충의 피해를 줄일 수 있다. 온도의 상승으로 이화학적 변화가 가속되며, 함유된 물질의 산화, 분해의 화학반응이 가속화하여 빨리 변질된다. 속성효과를 높이기 위해 0[°C] 이하의 저온이 필요하다. 그러나, 경제적으로 다소 무리가 있다.

2.3 밀봉저장

밀봉으로 공기의 유입차단을 통해 곤충, 미생물 대사활동에 소모되는 산소농도를 저하시킴으로써

주요 안약재의 오존처리저장 특성

병·해충을 치사시키는 방법이다. 약제와 전력을 사용하지 않는 저장법으로 보관에 유효한 방법이지만 높은 수분(15[%]이상)을 함유한 한약재에서는 혐기적 발효가 일어날 위험성이 있다.

2.4 훈증저장

훈증제는 확산을 통해 쉽게 저장물로 침투하므로 해충 구제에 많이 이용되지만, 한약재에 미칠 수 있는 유해성과 방제의 경제성을 고려해야 한다. 또한 인체에 대한 독성 등을 고려하여 적절한 훈증제의 선택, 처리방법 및 처리시설이 대단히 중요하다.

2.5 접촉살충저장

약효 발현은 약제가 직접 충체에 접촉하여야 한다. 마대에 넣어져 있는 한약재의 경우 균일 분무의 어려움이 있고, 생존충의 존재 가능성 및 저항성의 발달 가능성 등의 문제가 있다. 또한 그 대상이 약재이므로 살충제의 직접 살포는 바람직하지 않다.

2.6 방사선 조사 저장

γ선, 전자선 등 이온화 방사선을 이용한 방제, 저장 방법으로 한약재에 직접 조사한다. 약재에 있는 해충을 효과적으로 방제할 수 있을 뿐 아니라 약재의 효능을 기본적으로 보전할 수 있지만, 방사선이 직접 조사되지 않는 사각지역은 그 효과가 감소한다.

2.7 고주파 및 마이크로파

약재를 건조시킬 뿐 아니라 살균, 살충효과도 있다. 고주파(1~50[MHz])는 건조약재 중에 혼재된 해충에 대해서 선택적으로 가열할 수 있어 약재의 품질저하 없이 혼입 해충의 사멸을 기대할 수 있다. 고주파 발생원의 장치적 제약을 받는다. 마이크로파(0.3~30[GHz]) 역시 효과를 기대할 있지만, 단독 효과가 낮고, 50[°C] 이상의 온풍 하에서의 조사가 필요하다.

2.8 오존램프를 이용한 저장

사용 용도에 따라 오존발생 방법 및 오존농도가 달라지며, 오존램프를 이용한 한약재 처리 및 저장(OPS) 방법은 한약재 처리 및 저장을 위해서는 저전력, 저농도의 오존발생기가 적합하다. 제작·사용된 오존램프는 살균선(253.7[nm]) 및 오존선(184.9[nm])을 방사하는 특징으로 접촉 및 비접촉 처리가 가능하며, 방사선 조사 저장의 단점을 극복할 수 있다.

3. 오존램프를 이용한 저장 장치

오존램프를 설치한 한약재 저장장치는 사진 1과 같으며, 오존램프, 저장챔버, 전원장치, 계측장치 등 주변 장치로 구성되어 있다. 사진 1은 점등된 오존램프로서 살균선과 오존선을 모두 방사하는 외관을 나타내고 있다. 점등시 수은 증기압 $10^{-3} \sim 10^{-1}$ [torr] 정도에서 자외선 공진선이 253.7[nm] 및 184.9[nm]에서 최대로 방사되고 있다. 오존램프는 자외선을 효율적으로 투과시키는 직경 12[mm], 길이 130[mm]의 I타입의 석영관을 사용하였다.

사진 2는 한약재 저장 챔버로서 내부에 있는 오존램프에서 오존이 발생되고, 한약재가 살균처리 및 저장되는 장치로서, 790×740×450[mm] 크기이다. 내부의 오존램프로부터 방사되는 자외선과 공기의 접촉확률을 증가시키고 오존발생의 특성을 향상시키기 위하여 챔버 좌·우측면에는 직경 100[mm]의 구멍이 각 4개씩, 후면은 직경 150[mm]의 구멍 2개가 mesh 형태로 되어 있다. 공기순환 및 전선 인입을 위해 후면에 직경 50[mm] 구멍 4개가 설치되어 있다[1].

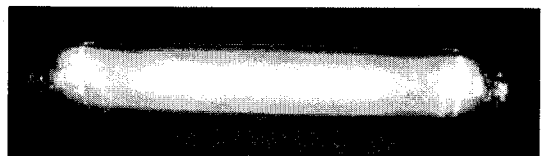


사진 1. 방사 오존램프의 외관
Photo 1. Appearances of radiant ozone lamp

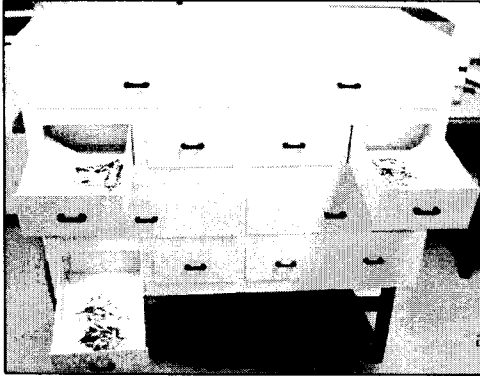


사진 2. 한약재 저장 장치
Photo 2. Herb medicines storage system

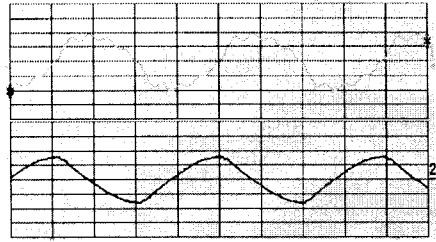
4. 오존생성 및 방전 특성

4.1 오존생성 특성

한약재 처리 및 저장을 위해 챔버 내부에 오존램프 2개를 설치하였으며, 내부 오존농도를 측정된 결과 0.13[ppm] 정도로 나타났다. 30초 이내에 포화되어 전체적으로 균일한 오존농도를 유지하였다. 이때 챔버 외부에 노출되는 실내 대기 오존농도는 0~0.02[ppm]로 측정되었다. 제작된 오존발생장치는 저장함을 열더라도 시야에 드러나지 않는 구조이므로, 자외선에 의한 생리작용에 영향을 받지 않을 뿐 아니라, 오존의 인체 유해성 기준으로 볼 때도 외부에 노출되는 오존농도는 평상시 접하고 있는 오존농도 0.02~0.07[ppm]보다 낮아서 인체에 전혀 문제가 되지 않음을 알 수 있다[2].

4.2 전기적 방전 특성

전원장치는 정격입력전압 220[V], 정격입력전류 20[mA]의 특성을 가지고 있다. 그림 1은 계측된 오존램프 1개의 방전 파형이며, 방전전압 26.9[V], 방전전류 104.9[mA], 방전전력 2.012[W]로 나타났다. 전압과 전류파형이 90°의 위상차를 보이고 있으며, 방전전력은 오존램프에 인가된 전압과 전류를 이용하여 오실로스코프 Lissajous V-I 특성곡선에서 계측하였다.

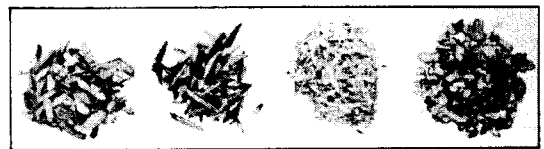


上 : 전압파형(5(μs), 20(V)/div), 26.9(V)
下 : 전류파형(5(μs), 100(mA)/div), 104.9(mA)
방전전력 : 2.012(W)

그림 1. 방전 파형 및 실효값
Fig. 1. Discharge waveform & r.m.s value

5. 한약재 특성 평가

한약재 특성 평가시 살균처리가 가능하고, 장기간 오존 저장 후에도 품질변화가 없는지 고려하여야 한다. 따라서 오존살균 특성 및 일반성분 분석, 생리활성물질의 정량분석을 실시하였다. 오존살균 실험은 0.13[ppm]의 농도로 30분간 OPS 후 특성을 조사하였다. 성분변화 실험은 장기간이 요구되므로, 0.13[ppm]의 오존 농도로 하루 4시간 가동하여 6개월간 시료에 직·간접적으로 조사(照射)하여 실험을 하였다. 사진 3은 대구 약전골목에서 많이 유통되고 있는 작약(Paeoniae Radix), 감초(Glycyrrhizae Radix), 황기(Astragali Radix), 백출(Atractylodis Rhizoma)로서 실험에 사용된 한약재이다.



작약 감초 황기 백출

사진 3. 4종류의 한약재
Photo 3. Four kinds of Herb medicines

5.1 오존살균 특성

일반적으로 한약재에서 검출되는 유해 세균은 살모넬라균[Salmonella], 대장균[E. coli], 포도상구균[Streptococcus], 녹농균[Pseudomonas] 및 곰팡이류

주요 한약재의 오존처리저장 특성

등이 있으며, 본 연구에서는 4종류의 약재 중 우선 작약(Paeoniae Radix)에 대한 대장균(E. coli) 살균 특성을 조사하였다. 대장균 개수를 정량적으로 산출하기 위하여 평판집락법을 사용하였으며[3-4], OPS 전 및 OPS 30분 후에 CFU(Colony Forming Unit; 집락형성단위)를 조사하여 오염정도를 확인하였다.

사진 4는 OPS 전·후의 특성을 보여주고 있으며, OPS 전 세균수에 있어서 800[CFU/g]인 작약의 대장균이 OPS 후 100[%] 제거됨을 확인할 수 있었다(CFU/g: 1g중 부유세균을 일정조건에서 성장시켜 눈으로 볼 수 있도록 형성된 부유 세균의 집락수).

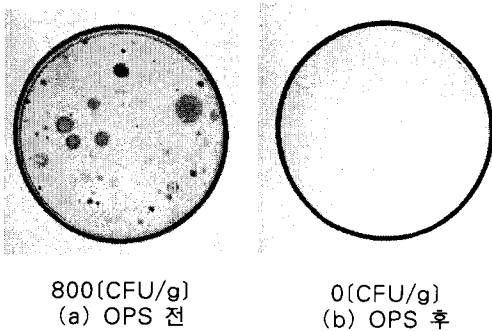


사진 4. 대장균 살균 특성(작약)
Photo 4. Characteristic of E. coli sterilization(Paeoniae Radix)

5.2 일반성분 분석

표 1 ~ 표 3은 오존 저장에 따른 한약재의 일반성분 변화 특성을 나타낸 것이다.

일반성분 분석에서 갈색도 탁도는 추출액을 UV-분광광도계로 420[nm]에서 흡광도를 측정하였고, 탁도는 색의 영향을 적게 받으면서 빛의 분산에 의해 흡광도의 차이를 주는 558[nm]에서 측정하였다. pH 및 전기전도도는 pH meter 및 EC meter로 측정하였다. 가용성 고형물 함량은 일정량의 추출액을 100 [°C]에서 증발 건조시킨 후 건물량(%)을 측정하였고, °Brix 당도는 당도계를 이용하여 조사하였다. 환원당은 DNS법, 총당 함량은 phenol-sulfuric acid법에 준하여 실험하였다. 조단백 함량은 Bradford Assay법에 준하여 Bovine Serum Albumin(BSA)를 표준 단백질로 사용하여 조사하였다.

표 1. 한약재의 pH, 갈색도, 탁도의 변화

Table 1. Change of pH, brown color, turbidity

구분	오존처리 저장 전			오존처리 저장 후		
	pH	갈색도 (OD)	탁도 (OD)	pH	갈색도 (OD)	탁도 (OD)
백출	5.03±0.01	1.291±0.007	0.470±0.004	5.02±0	1.834±0.011	0.781±0.004
작약	5.24±0.02	4.003±0.003	1.590±0.001	5.17±0.01	4.628±0.003	1.834±0.004
황기	5.36±0.02	0.932±0.003	0.290±0.001	5.20±0.02	0.768±0.002	0.211±0
감초	5.22±0.01	3.860±0.003	0.239±0.002	5.22±0.01	6.263±0.003	0.438±0.001

표 2. 한약재의 전기전도도, 가용성 고형물, 단백질 함량의 변화

Table 2. Change of electric conductivity, dry weight, protein

구분	오존처리 저장 전			오존처리 저장 후		
	전기 전도도 (μs/g/cm)	가용성 고형물 (%)	단백질 함량 (mg%)	전기 전도도 (μs/g/cm)	가용성 고형물 (%)	단백질 함량 (mg%)
백출	145.8±0.8	4.72±0.06	1.074±0.023	152.0±0.4	4.86±0.02	1.138±0.158
작약	179.8±0.5	3.51±0.04	2.180±0.272	183.6±0.3	3.57±0.07	2.180±0.272
황기	259.5±0.5	3.70±0.02	2.693±0.363	253.3±0.3	3.47±0.05	2.436±0.181
감초	209.6±0.7	3.46±0.03	6.042±0.295	176.1±0.5	3.55±0.02	8.077±0.091

특성을 비교하면 백출, 작약, 황기의 경우 갈색도와 탁도에 있어서 약간의 변화를 제외하고는 OPS 전·후에 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 감초의 경우 OPS 전·후 갈색도의 변화가 심하게 나타났다. 또한 감초의 경우 단백질 함량이 2.04[mg%], 환원당 함량이 126.71[μg%]의 차이가 나서 변화의 폭이 높았다. 즉 장기간 저장시 일부 한약재의 경우 일반성분의 변화가 발생할 수 있음을 의미한다. 따라서 제작된 오존 램프는 농도가 충분히 낮기 때문에 장기간 저장시 저장장치의 가동시간을 최소화 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

표 3. 한약재의 당도, 환원당, 총당 함량의 변화
Table 3. Change of Brix scale, reducing sugar, total sugar

구분	오존처리 저장 전			오존처리 저장 후		
	°Brix 당도	환원당 ([$\mu\text{g}\%$])	총당 ([$\mu\text{g}\%$])	°Brix 당도	환원당 ([$\mu\text{g}\%$])	총당 ([$\mu\text{g}\%$])
백출	4.9 \pm 0.1	456.24 \pm 14.82	58.75 \pm 0.31	5.3 \pm 0.1	511.85 \pm 7.09	58.53 \pm 0.62
작약	3.4 \pm 0.2	459.44 \pm 3.87	28.15 \pm 1.35	3.7 \pm 0.1	474.02 \pm 2.57	29.53 \pm 0.77
황기	4.0 \pm 0	535.55 \pm 9.67	27.14 \pm 0.28	3.9 \pm 0	524.16 \pm 7.74	24.94 \pm 1.48
감초	4.1 \pm 0.1	161.35 \pm 1.29	22.07 \pm 0.02	4.4 \pm 0.1	288.06 \pm 3.87	23.43 \pm 0.10

5.3 생리활성물질의 정량 분석

생리활성물질의 변화를 알아보기 위해 분쇄시료를 80[%] 에탄올에 가하여 상온에서 24시간 추출 후 용액을 3,000[rpm]에서 10분간 원심분리한 후 분말을 완전 제거하여, 5[°C] 저온에서 하루 동안 방치한 후 0.45[μm]의 membrane filter를 이용하여 HPLC(유량 1.0[ml], 온도 30[°C])로 분석하였다.

그림 2~5는 OPS에 따른 백출, 작약, 황기, 감초의 생리활성물질의 함량 변화를 나타내고 있으며 OPS 전·후의 pattern이 거의 일치함을 볼 때, 4종류의 한약재 모두 생리활성물질의 변화가 없음을 확인할 수 있다.

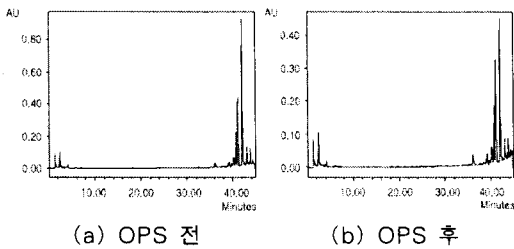


그림 2. 생리활성물질의 함량 변화(백출)
Fig. 2. Change of physiological activity ingredient (Atractylodis Rhizoma Alba)

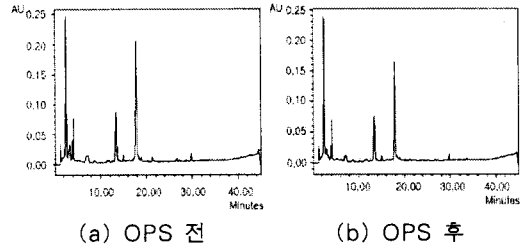


그림 3. 생리활성물질의 함량 변화(작약)
Fig. 3. Change of physiological activity ingredient (Paeoniae Radix)

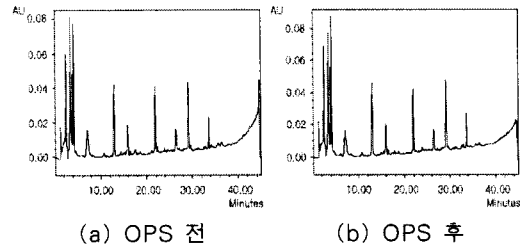


그림 4. 생리활성물질의 함량 변화(황기)
Fig. 4. Change of physiological activity ingredient (Astragali Radix)

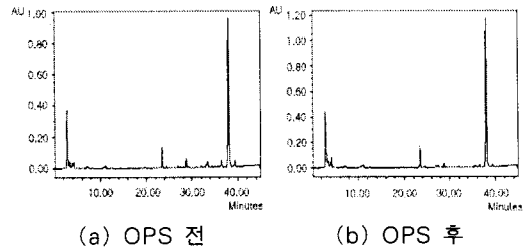


그림 5. 생리활성물질의 함량 변화(감초)
Fig. 5. Change of physiological activity ingredient (Glycyrrhizae Radix)

6. 결 론

본 연구에서 제작되어 사용된 오존램프는 방전전압 26.9[V], 방전전류 104.9[mA], 방전전력 2.012[W]의 실효치 특성을 가지고 있다. 오존램프는 한약재 저장장치 내부에 2개 설치되어 있으며, 내부에 0.13[ppm]의 오존 농도를 발생시킨다.

한약재 살균 특성은 0.13[ppm]의 오존 농도로 30

주요 인약재의 오존저리저장 특성

분간 OPS 후 실험을 하였으며, 한약재 특성평가 실험은 장기간 저장 동안 한약재 품질 및 성분이 유지되는지를 조사하기 위하여 하루 4시간씩 6개월간 OPS 실험을 하였다. 그 결과 한약재 살균 처리에 있어서 오존이 효과가 있음을 확인할 수 있었고, 본 연구에서 제작되어 사용된 오존램프는 한약재 살균 처리에 적합함을 확인할 수 있었다.

또한 장기간 오존 저장의 경우 백출, 황기, 감초의 경우 일반성분 및 생리활성물질의 변화가 없었지만, 작약의 경우 장기간 저장에 따라 일반성분 물질인 단백질 및 환원당 함량의 차이가 크게 나타났다. 즉 장기간 저장시 일부 한약재의 경우 일반성분의 변화가 발생할 수 있음을 의미한다.

결국 본 연구에서 제작·사용된 오존램프 및 저장 장치는 0.13[ppm]의 낮은 오존농도로서 30분간 한약재를 저장할 경우 충분한 살균 특성이 있는 저장 장치임을 확인하였고, 장기간 저장시 하루의 가동시간을 최소화하여 사용한다면 새로운 한약재 저장장치로서 가능성이 있으며, 한약재 저장환경 개선에도 도움이 될 것으로 사료된다. 향후 저장효과 및 경제성, 품질평가에 대한 연구를 할 예정이다.

References

- (1) 우성훈, 이광식, "오존램프를 이용한 한약재 저장 장치의 특성 연구", 한국조명·전기설비학회 논문지 21-1-13, pp.98~103, 2007.
- (2) 石井啓夫, "オゾン利用の新技術", 三瑠書房, pp.152 ~ 153, 昭和61年.
- (3) 環境廳, "環境汚染公定試験法(水質分野)", 韓國環境廳, pp.46 ~ 120, pp.193 ~ 200, 1987.
- (4) Thomann R.V., "System analysis and water quality management" McGraw-Hill, pp.286, 1972.

◇ 저자소개 ◇

우성훈 (禹盛薰)

1970년 9월 16일생. 1993년 영남대학교 전기공학과 졸업. 2001년 동 대학원 졸업(박사). 현재 영남대학교 공학 교육혁신센터 연구원.

이광식 (李廣植)

1948년 10월 20일생. 1971년 영남대학교 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 졸업(박사). 1988~1989년 Nagoya Institute of Technology 초빙교수. 한국조명·전기설비학회 회장. 영남대학교 전기공학과 교수.