

전리수가 생체물질의 분해에 미치는 영향

김윤경, 박혜린, 이종권* 이윤배* 류근걸* 이미영
순천향대학교 자연과학대학 생명과학부, 공과대학 신소재화학공학부*
e-mail:miyoung@sch.ac.kr

Effects of electrolyzed water on the degradation of biomolecules

Yoon-Kyoung Kim, Hye-Lin Park, Jong-Kwon Lee*, Kun-Kul Ryoo*,
Yoon-Bae Lee* and Mi-Young Lee

Division of Life Sciences, Division of Material and
Chemical Engineering* Soonchunhyang University

요약

본 연구에서는 산성전리수와 환원전리수가 생체물질인 DNA와 단백질의 분해에 미치는 영향을 조사하였다. 산성전리수에서 DNA는 반응 1일 후 약 40%가 분해되었고 1주일 후에는 거의 완전히 분해되었다. 이에 비해 환원전리수에서 DNA는 총 10일간의 반응시간동안 거의 분해가 되지 않았다. 산성전리수에 크기가 약 40 kDa인 효소단백질을 반응시켰을 때 반응시점부터 효소단백질이 분해되기 시작하여 26 kDa와 35 kDa의 단백질 조각이 잘라져 나왔다. 증류수에 반응시킨 효소단백질도 산성전리수에서와 동일한 크기의 단백질 조각을 생성하면서 분해되었다. 산성전리수와 증류수에 의한 단백질의 분해는 4°C 보다 25°C에서 더 심화되었다.

1. 서론

전기분해에 의해서 pH나 산화·환원전위 (oxidation-reduction potential, ORP)를 조절한 수용액을 전리수 (electrolyzed water) 라고 부른다. 물에 직류전압을 가하면 이온의 이동에 의해 pH를 변화시킬 수 있는 이온수를 만들 수 있다. 양극에서 생성되는 물은 H⁺ 이온의 증가로 pH가 감소되며, ORP가 증가하게 되어 강한 산화성의 상태가 되고, 음극에서는 OH⁻ 이온의 증가로 pH가 상승하여 환원성의 상태가 된다 [1]. 전리수가 가지고 있는 특성으로는 미생물에 대한 살균력을 들 수 있다 [2-3]. 뿐만 아니라 흥미로운 것은 전리수로 실험쥐의 상처와 화상을 치료할 수 있을 뿐만 아니라 [4], 당뇨병의 질병 치료에 긍정적인 효과를 나타낸다는 보고이다 [5]. 환원전리수가 DNA의 산화적 손상을 억제할 수 있으며 그 이유는 전리수가 항산화활성을 가지고 있기 때문이라고 보고된 바 있다 [6]. pH나 산화·환원전위 (ORP)를 조절한 전리수는 고체 표면에 부착한 불순물질을 효과적으로 제거 할 수 있다. 전기분해 조건을 다양하게 변화시켜 친수성 혹은 친기성 등의 표면상태를 조절하게 되면 미세한 구조 및 반응물의 처리를 용이하게 할 수 있으므로 다양한 목적의 유효한 세정 매체를 만들어 낼 수 있게 된다 [7]. 이러한 특성으로

근거로 하여 전리수를 생명공학기술 분야의 반응세정액으로 개발하기 위해서는 전리수가 DNA와 단백질의 구조적 안정도에 어떠한 영향을 미치는지 반드시 조사하여야 한다. 본 연구에서는 산성전리수와 환원전리수가 DNA와 단백질의 분해를 촉진하는지 아니면 억제하는지를 전기영동법으로 살펴보았다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 전리수가 DNA 분해에 미치는 영향

*E.coli*로부터 알카리 분해법으로 plasmid DNA 추출하였다. 추출한 plasmid DNA를 멸균한 3차 증류수, 산성전리수와 환원전리수에 각각 녹여 상온에서 1주일 동안 반응시켰다. Agarose gel 전기영동을 실시하여 DNA의 분해 정도를 UV illuminator에서 관찰 비교하였다.

2.2. 전리수가 단백질분해에 미치는 영향

단백질 분해에 미치는 영향을 알아보기 위해 정제된 Horseradish peroxidase (40 kDa)를 증류수와 산성전리수에 각각 녹인 후 4°C와 25°C에서 10일 동안 반응시켰다. 1일과 10일 간격으로 Horseradish peroxidase 25

μg을 stacking gel 5%와 separating 12.5%로 이루어진 SDS-polyacrylamide gel [8]상에서 전개시킨 후 염색된 밴드의 크기와 강도를 서로 비교하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 전리수가 DNA분해에 미치는 영향

Plasmid DNA를 멸균 3차 증류수와 산성전리수와 환원전리수에 각각 녹인 후 DNA 분해 정도를 agarose gel 전기영동으로 조사하였다 (Fig. 1). 산성전리수에서 DNA는 1일 후부터 분해되기 시작하다가 1주일 반응후에는 완전히 분해되었다. 이에 비해 환원전리수에 반응시킨 DNA는 전혀 분해되지 않았다. 높은 산화·환원전위에 의한 강력한 산화력을 가진 산성전리수는 DNA 분해를 심화시켰다. 이에 비해 항산화력을 가지고 있다고 알려진 환원전리수는 위의 모든 실험조건에서 DNA 분해를 방지하였다.



Fig. 1. Effects of anodic electrolyzed water (AEW) and cathodic electrolyzed water (CEW) on the DNA degradation

Marker : 1 Kb DNA Ladder
 Lane 1 : DNA in deionized water for 1day
 Lane 2 : DNA in AEW for 1day
 Lane 3 : DNA in CEW for 1day
 Lane 4 : DNA in deionized water for 7days
 Lane 5 : DNA in AEW for 7days
 Lane 6 : DNA in CEW for 7days

3.2. 전리수가 단백질분해에 미치는 영향

증류수와 산성전리수에 10분 동안 반응시킨 40 kDa의 horseradish peroxidase는 약 26 kDa과 35 kDa의 단백질 조각을 형성하면서 분해되기 시작하였다. 10일후에는 단백질의 분해정도가 더 심화되었으나 DNA의 경우와 달리 산성전리수에 의해 완전분해가 일어나지 않았다 (Fig. 2).

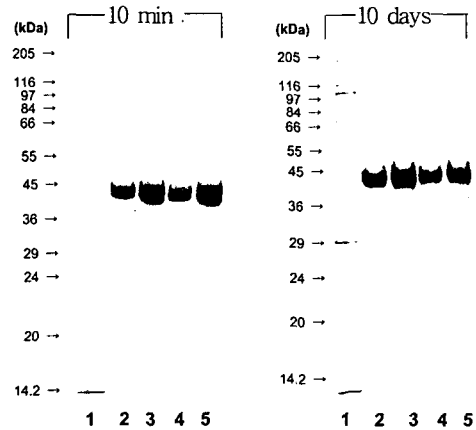


Fig. 2. Effects of anodic electrolyzed water (AEW) on the protein degradation

Lane 1 : Marker
 Lane 2 : 4°C, distilled water
 Lane 3 : 4°C, AEW
 Lane 4 : 25°C, distilled water
 Lane 5 : 25°C, AEW

4. 결론

전리수를 생명공학 세정제로 사용하기 위해서는 전리수가 적용되고자 하는 생체물질의 구조적 안정화에 어떠한 영향을 미치는지 반드시 살펴보아야 한다. 따라서 본 연구에서는 우선 산성전리수와 환원전리수가 DNA의 구조적 안정화에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과 산성전리수와 달리 환원전리수는 DNA분해를 강력하게 방지할 수 있었다. 환원전리수가 DNA의 분해를 억제하는 메커니즘에 대해서는 추후 항산화력을 중심으로 규명할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 국가지정연구실사업 (류근걸: N10302000029-03J0000-01710) 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Ryoo, K., Kang, B. and Sumida, S., Electrolyzed water as an alternative for environmentally-benign semiconductor cleaning. Material Research Society,

17(6), pp.1298-1304, 2002.

[2] Fabrizio, K. A. and Cutter, C. N., Stability of electrolyzed oxidizing water and its efficacy against cell suspensions of *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.*, 66(8), pp.1384-1397, 2003.

[3] Sharma, R. R. and Demirci, A., Treatment of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds and sprouts with electrolyzed oxidizing water. *Int. J. Food Microbiol.*, 86(3), pp.231-237, 2003.

[4] Xin, H., Zheng, Y. J., Hajime, N. and Han, Z. G., Effect of electrolyzed oxidizing water and hydrocolloid occlusive dressings on excised burn-wounds in rats. *Chin. J. Traumatol.*, 6(4), pp.234-237, 2003.

[5] Huang, K. C., Yang, C. C., Lee, K. T. and Chien, C. T., Reduced hemodialysis-induced oxidative stress in end-stage renal disease patients by electrolyzed reduced water. *Kidney Int.*, 64(2), pp.704-714, 2003.

[6] Sanetaka, S., Shigeru K., Mariko, N., Takumi, M., Kenichi, K., Miho, G., Hidemitsu, H., Kazumichi, O., Shinkatsu, M. and Yoshinori, K., Electrolyzed-reduced water scavenges active oxygen species and protects DNA from oxidative damage. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 234, pp. 269-274, 1997.

[7] 강병두. 환경친화적 전리수를 이용한 반도체 세정연구. 순천향대학교, 석사학위논문, pp.21-23, 2001.

[8] Laemmli, U. K., Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, pp.680-685, 1970.