

# 스투키의 가열에 의한 생체 신호 변화 특성에 대한 실험 연구

남 다 현<sup>1)</sup> · 김 정 배<sup>2)\*</sup>

한국교통대학교 에너지시스템공학과 학부생<sup>1)</sup> · 한국교통대학교 에너지시스템공학과<sup>2)</sup>

## Experimental Study on Bio-signal Characteristics of Stuckyi during Heating

Dahyun Nam<sup>1)</sup> · Jeongbae Kim<sup>2)\*</sup>

<sup>1)</sup>Department of Energy System Engineering, Korea National University of Transportation,  
50 Daehak-ro, Chungju 27469, Korea

<sup>2)</sup>Department of Mechanical Engineering, Korea National University of Transportation,  
50 Daehak-ro, Chungju 27469, Korea

(Received 2016.03.08 / Accepted 2016.05.18)

**Abstract** : An experiment was performed to show the bio-signal characteristics of the Stuckyi when was heated. To measure the bio-signal of the plant, this study used the electrode with copper(+) and constantan(-). The electrode was directly inserted into the Stuckyi stems. And used T-type thermocouple to measure the inside temperature of the Stuckyi. During the experiments, room temperature also measured with T-type thermocouple. Heating was made with hair dryer periodically that 3 times turned on for heating 5 min and off for non-heating 25 min. Under the situation, the responses of the Stuckyi including voltage potential and inside temperature were measured using data logger(HP-34970A) according to the distances(15cm, 30cm, 45cm) between hair dryer and the plant. Through the experiments, We knew that the inside temperature has similar level and behavior with the room temperature at normal state. And during heating period, the inside temperature and the potential were also simultaneously increased sharply. From the experiments, we revealed that the measuring system of bio-signal of the plant being proposed in this study can be useful to show the Characteristics of the plants.

**Key words** : Stuckyi, Heating, Electrode, Potential, Inside temperature

### 1. 서 론

실내 혹은 실외에서 생육되고 있는 식물들은 큰 주위온도의 변화 등 아주 다양한 주위 환경의 변화 속에서도 적응하여 생존하고 있다.

고사리과 식물들이 실내 온도 변화에 따라 식물체 내의 수분 손실 등을 실험적으로 분석하거나<sup>1)</sup>, 실내에서 많이 이용하는 관엽식물을 대상으로 온도, 광도 그리고 이산화탄소의 변화량에 대한 관엽식물의 생리적 반응들에 대한 실험을 수행하였고, 온도 변화에 따른 광합성률의 차이가 나타남을 확인하였다. 다만, 실험

온도 조건이 16도와 22도 만을 실험하였다.<sup>2)</sup>

이러한 연구들뿐만 아니라 저자들에 의해 꽃을 가지부터 잘라서 물에 당과 탄산을 함유한 용액 속에서 성장 특성을 열화상 카메라를 이용하여 측정하고<sup>3)</sup>, 물과 사이다 속에서 쥐뚝나무의 성장 특성을 실험적으로 규명하기도 하였다.<sup>4)</sup>

이와 달리, 식물의 성장 특성을 직접적으로 성장에 의해 나타나는 식물의 생체 신호를 측정함으로써 분석하기도 하였는데, 식물의 생체 신호를 기전력으로 측정하기 위하여 Ag/AgCl 전극을 식물에 삽입하고 대사에 따른 식물의 반응을 측정할 수 있음을 확인하였다.<sup>5)</sup> 또한 Ag/AgCl 센서를 식물의 잎 표면에 부착하고 식물의

\*Corresponding author, E-mail: jeongbae\_kim@ut.ac.kr

생체 신호를 측정하기 위한 기전력 계측 시스템을 개발하기도 하였다.<sup>6)</sup> 본 연구와 유사하게 식물에 강한 광원 혹은 열에 의하여 발생하는 기전력의 크기는 전극 사이의 거리가 어느 정도 이상이어야 하며, 특히 콩과식물인 미모사(Mimosa pudica)와 파리지옥(Venus flytrap) 식물에 열이 가해지는 경우에 생체 신호가 감소한 뒤에 다시 증가하는 특성의 신호 경향을 확인하였다.<sup>7)</sup>

이러한 기존의 연구들을 바탕으로 본 연구에서는 미세 전압을 측정할 수 있는 전극을 관상용 혹은 전자파 차단 식물로 알려져 있는 스투키(Stuckyi)에 직접 삽입하고, 스투키 내부의 온도를 측정하기 위하여 T타입의 열전대를 삽입하였다. 두 개의 센서를 활용하여 외부에서 강제대류 방식으로 높은 온도의 공기를 식물에 거리별로 가열할 때 식물에 의한 반응을 측정하고 그 특성을 분석하였다.

## 2. 실험 방법 및 내용

Fig. 1에서와 같이 실내 조건에서 화분에 담겨져 있는 스투키(Sanseveria Stuckyi)에 Fig. 2와 같이 전극을 동일한 줄기의 상하부에 각각 삽입하였다.

삽입된 전극의 +극은 구리이며, -극은 콘스탄탄 재질이고 두 전극의 기전력 차이인 전압 신호는 HP-34970A 데이터로거를 이용하여 측정하였다. 마찬가지로 줄기 아래쪽에 삽입된 T타입 열전대를 이용하여 줄기의 내부온도를 이와 함께 주위온도도 측정하였다.

가열원은 헤어드라이어기(열원)를 이용하였는데, 가열원과 식물 사이의 거리별로 (15, 30, 45cm) 줄기의 내부온도와 전위차의 변화 특성을 측정하였다.



Fig. 1 Photo of the Stuckyi

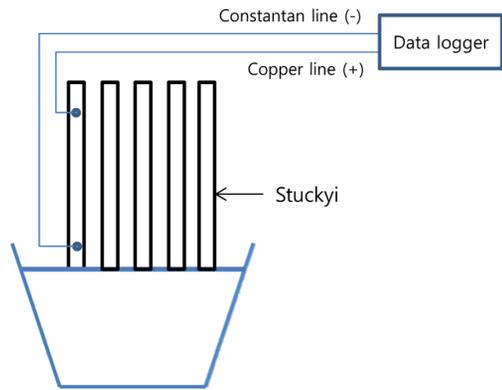


Fig. 2 Schematic diagram of Experimental Apparatus

일정한 거리에서 스투키에 열원을 5분간 전원을 공급하여 가열하고, 25분 동안 가열을 정지하는 방식으로 3회의 실험을 수행하였다. 이러한 3회 실험을 3일간 반복 실험을 수행하여 재현성과 반복성을 확인하였다. 스투키를 이용한 모든 실험은 실험실 내부에서 수행되었다.

먼저 공급되어지는 높은 온도의 공기는 15cm에서는 58.7℃, 30cm에서는 46.7℃, 45cm에서는 33.5℃로 측정되었다.

## 3. 실험 결과 및 고찰

먼저, 스투키 주위의 온도와 내부온도의 시간에 따른 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 그림에서와 같이 가열

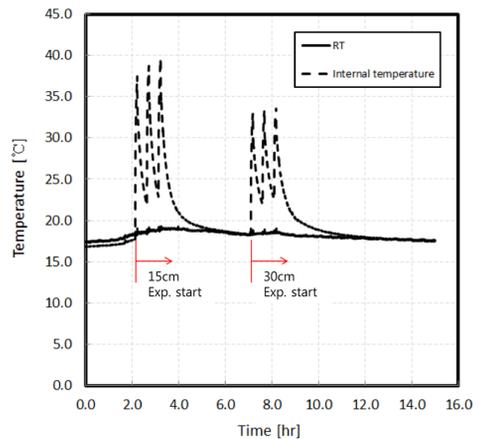
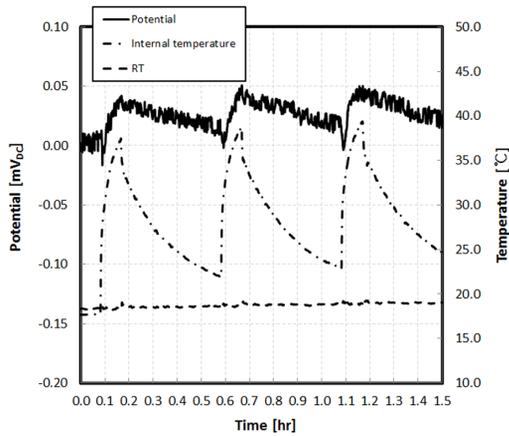
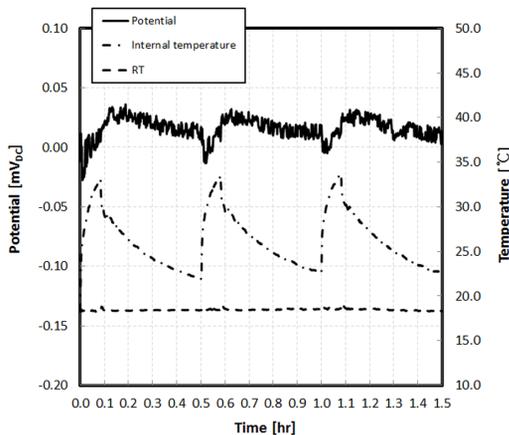


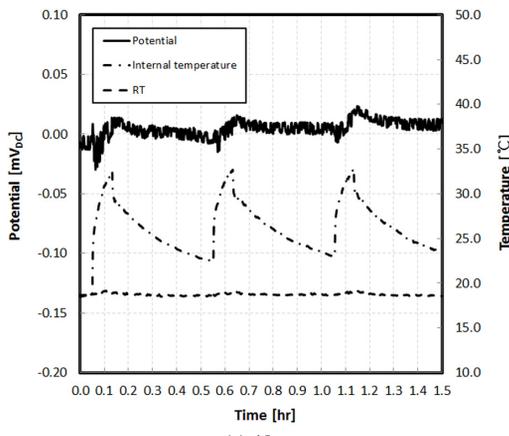
Fig. 3 Temperature behaviors between room and Stuckyi inside



(a) 15cm



(b) 30cm



(c) 45cm

Fig. 4 Measured results for each distances

사이클이 반복되기 전 혹은 가열 사이클 완료 후에는 주위온도와 스투키 내부온도의 차이는 거의 없음을 알 수 있다. 또한 비가열 사이클 동안 주위온도의 변화와 내부온도의 거의 동일한 경향으로 변함을 확인하였다.

스투키와 헤어드라이어 사이의 거리별로 측정된 내부온도와 스투키 생체신호인 전위차(Voltage Potential)의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 3회를 연속으로 실험한 결과를 나타내고 있는 것으로, 거리가 증가할수록 가열 전에 비하여 증가하는 전위차의 변화가 작아짐을 알 수 있다. 마찬가지로 내부온도의 변화도 거리가 증가할수록 상대적으로 감소함을 알 수 있다.

참고문헌 7)의 미모사와 파리지옥에 대한 실험결과와 동일하게 가열이 시작되면 순간적으로 생체신호가 살짝 감소한 이후에 증가하고 가열이 중단되면 즉시 혹은 거의 1분 이내에 전위차가 감소하는 경향을 나타냄을 알 수 있었다.

거리별로 가열에 의한 전위차의 증가량은 평균적으로 15, 30, 45cm에 대하여 0.055mV, 0.045mV, 0.039mV로 나타났다. 최소 9회 이상의 가열사이클 동안 전위차 변화량의 표준편차는 각각 0.019, 0.016, 및 0.014mV이었다. 이러한 특성을 Fig. 5에 나타내었는데, 낮은 값의 신호임에도 그림에서와 같이 명확한 경향성과 동일한 조건에서의 반복성을 확인할 수 있었다.

마지막으로 동일 거리에서 3회 수행된 실험에서 내부온도 증가량을 평균하여 Fig. 6에 나타내었다.

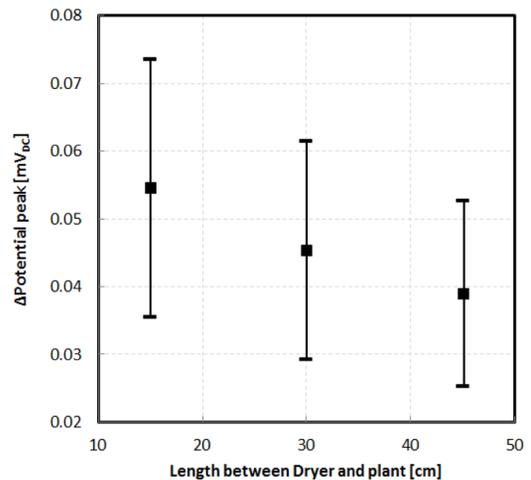
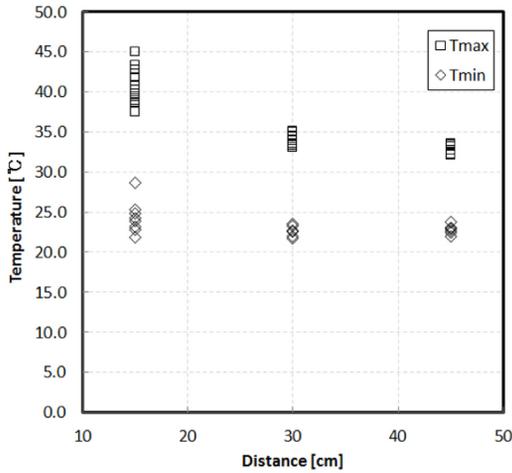
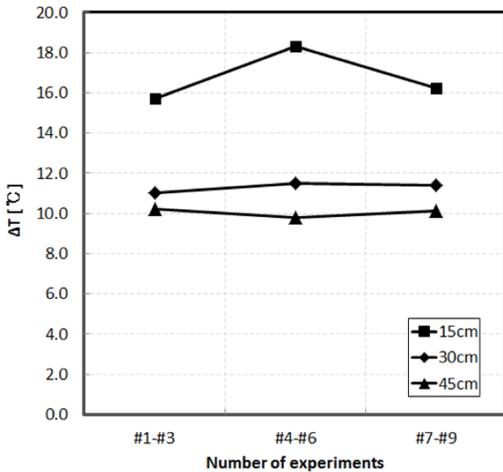


Fig. 5 Potential difference for various distances



(a) Maximum and minimum inside temperature



(b) Increased amount of inside temperature

Fig. 6 Inside temperature characteristics for various distances

먼저 Fig. 6(a)에서와 같이 가열 이후의 스투키 내부 온도의 증가는 가까운 거리일수록 크게 나타나고 25 분 간의 냉각기간 동안의 최소 도달온도는 거리별로 거의 비슷한 수준임을 알 수 있다.

또한, Fig. 6(b)에서와 같이 15cm에서의 스투키 내부 온도의 증가량이 제일 크게 나타났으며, 30cm에서의 내부 온도 증가가 45cm에 비하여 증가량이 높지만 그 차이는 15cm와 30cm에서의 차이보다는 작아지는 경향을 나타내었다.

## 4. 결론

식물에게 주어질 수 있는 주위 환경의 변화에 대한 식물의 생체신호 변화를 전위차를 측정하는 계측 시스템을 활용하여 측정하였다. 이를 통해 아래와 같은 결론을 도출하였다.

1) 식물에 직접 전극을 삽입하여 식물의 생체 신호를 전위차로서 측정하는 것이 가능함을 확인하였다.

2) 이러한 계측 시스템을 활용하여 주위 온도보다 높은 온도의 공기를 스투키에 가열하여 스투키의 반응을 전위차와 내부 온도로서 확인하였다. 거리별로 가열에 의한 전위차의 증가량은 평균적으로 15, 30, 45cm에 대하여 0.055mV, 0.045mV, 0.039mV로 나타났다.

3) 가열에 의한 내부 온도의 변화와 전위차의 변화는 동시에 발생하며 동일한 위상을 가지는 것을 확인할 수 있다. 외부적인 가열에 의하여 실제로 식물 내부의 온도가 상당히 크게 증가하지만 식물의 생체신호는 온도 변화에 비하여 작은 변화량으로 시간에 따라 달라짐을 확인할 수 있었다.

## References

- 1) J.M. Byun, K.W. Choi, Y.S. Choi, J.A. Baik, and C.H. Pak, "Effects of the Temperature and Humidity Condition on Growth of Some Ornamental Ferns in Indoor Environment as Indoor Landscape Architectural Plants", *Journal of The Korean Institute of Interior Landscape Architecture*, 4(1), p.49-63, 2002.
- 2) S.A. Park, M.G. Kim, M.H. Yoo, M.M. Oh, and K.C. Son, "Plant Physiological Responses in Relation to Temperature, Light Intensity, and CO<sub>2</sub> Concentration for the Selection of Efficient Foliage Plants on the Improvement of Indoor Environment", *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 28(6), p.928-936, 2010.
- 3) S.M. Park and J. Kim, "Experimental Study on the Growth of the Flowers with Various Sugar and Carbonate Concentrations", *AJMAHS*, 5(1), p.431-440, 2016.
- 4) S.M. Park, D.H. Nam, J.H. Kim, G.Y. Jo, H.Y. Kim, and J. Kim, "An Analysis of Relationships between Plant Growth and Temperature Characteristics Measured with Thermographic Camera", *Journal of the Korean Solar Energy Society*, 36(2), p.1-7, 2016.
- 5) K. Aditya, D.F. Joshua, and U. Ganesha, "An Intelligent Plant EMG Sensor System for Pre-Detection of Environmental Hazards", *International Journal of*

- Science, Environment and Technology, 2(1), p.28-37, 2013.
- 6) K. Kalovrektis, Th. Ganetsos, J. Antonopoulos, A. Gotsinas, and N.Y.A. Shamma, "Development of Transducer Unit to Transmit Electrical Action Potential of Plants to A Data Acquisition System", American Journal of Bioinformatics Research, 3(2), p.21-24, 2013.
- 7) A.G. Volkov and V.S. Markin, "Active and Passive Electrical Signaling in Plants", Progress in Botany, 76, p. 143-176, 2015.