

Supplementary Material

과학 실험교안 소개: 모바일 앱을 활용한 식물 표면왁스와 계면활성제의 역할 교육

전남대학교 원예생명공학과 구강모 교수

실험교안의 목표:
식물 표면왁스와 계면활성제의 역할을 모바일 앱을 통해 교육

전남대학교 원예생명공학과 구강모 교수

식물 표면왁스의 역할

- 수분손실을 막아줌
 - ✓ 가뭄 스트레스에 대한 저항성
 - ✓ 수확후 저장중 수분 손실 방지
- 해충 및 병원균에 대한 저항성
- 자외선에 의한 조직 손상 방지
- 식물유해균의 정착 저하

전남대학교 원예생명공학과 구강모

식물 표면왁스와 농약살포

- 제초제
- 살균제
- 살충제
- 영양제 (엽면시비 - 기공으로 침투)
- 생장조절제 (식물호르몬)

유틸리움과 표면왁스층의 물리적 화학적 특성이 젖음성을 결정 (연일표면)

전남대학교 원예생명공학과 구강모

접촉각: 젖음성(wettability)을 측정하는 잣대

Lotus effect

Figure source: <https://fmpr.fbk.eu/contact-angle-platform>

전남대학교 원예생명공학과 구강모

접촉각과 식물 표면 계층 구조

구조	접촉각
3D wax crystal + cuticular fold	125°
3차원 표면왁스 결정체	
3D wax crystal	100°
2D waxy layer	50°

전남대학교 원예생명공학과 구강모

계면활성제 (Surfactant)

- 소수성과 친수성이 있어 다리 역할을 한다.
- 농약의 도포성을 증진 시킴
- 효율적인 계면활성제가 농약의 사용을 줄이고 (안정성) 환경을 보호 할 수 있다.

Leaf surface Without surfactant vs Leaf surface With surfactant

전남대학교 원예생명공학과 구강모

계면활성제 시장

계면활성제 시장 연구개발특구기술 글로벌 시장동향 보고서

2018.03 연구개발특구기술센터 (K-RESEARCH) Presentation

용도:

- 세제용
- 섬유용
- 농약
- 식품
- 음료
- 화장품

연도	시장 규모	연평균 성장률
2016	396억 4,000만 달러	
2021	496억 6,000만 달러	5.4%

※ 자료 : Marketandmarkets, Surfactants Market, 2016

전남대학교 원예생명공학과 구강모

접촉각 측정 전문기구

연세대학교 환경생명공학과 교수님

9

Contact Angle Measurements Using a Simplified Experimental Setup

Guillaume Lamour and Ahmed Hamraoui
NeuroPhysique Cellulaire, Université Paris Descartes, UFR Biomedicale, 75006, Paris, France
Andrii Bovalla, Yangjun Xing, Sean Keuleyan, Vivek Prakash, Ali Efekhari-Bafroei, and Eric Borguet*
Department of Chemistry, Temple University, Philadelphia, Pennsylvania 19122, United States
*aborguet@temple.edu

연세대학교 환경생명공학과 교수님

10

논문제목: Demonstrating the Effect of Surfactant on Water Retention of Waxy Leaf Surfaces (Chiu et al., 2017)

CHEMICAL EDUCATION

ImageJ
Image Processing & Analysis in Java

Angulus
각도 측정 앱

기본 ImageJ 프로그램을 이용한 실험은 컴퓨터와 소프트웨어 설치 및 사용법에 대한 설명이 필요하여 실험시간이 오래 걸린다는 단점이 있었음.
모바일 앱을 통해 2시간 이상의 실습 시간을 1시간으로 줄일 수 있음

연세대학교 환경생명공학과 교수님

11

Angulus: Measure angles on images/videos Apps on Google Play

연세대학교 환경생명공학과 교수님

12

실험재료 및 준비물

브로콜리 (양배추, 케일, 콜라드 같이 평평한 잎이 더 좋음)

가위, 양면테이프, 피펫, 용, 비눗물

연세대학교 환경생명공학과 교수님

13

실험절차

1. 잎맥을 피해서 자른다
2. 양면테이프를 가장자리에 붙인다
3. 잎을 당기면서 아래쪽으로 평평하게 고정시킨다 (잎 3장 준비)
4. 주사기로 왁스가 있는 부분에 물방울을 떨어뜨린다
5. 왁스를 제거한다
6. 왁스를 제거한 곳에 물방울을 떨어뜨린다 (이도 일대도 반복한다)
7. 비눗물을 왁스 표면에 떨어뜨린다
8. 사진을 찍는다
9. 1. 방법으로 측정한다

물 방울의 무게
33.81 ± 0.97 mg
(N=20) (Chiu et al., 2017)

연세대학교 환경생명공학과 교수님

14

주의점

접촉각을 정확하게 측정하기 위해서 평평하게 찍기

(Chiu et al., 2017)

연세대학교 환경생명공학과 교수님

15

접촉각 측정

접촉각!
접촉각!

역세-고체-기체 접합점
왁스 제거 후 접촉각
왁스 제거 전 접촉각

연세대학교 환경생명공학과 교수님

16

통계처리

$TTEST(B3:B5,C3:C5,2,1)$ ← 같은 일위에서 처리전후를 측정하므로 대응 표본 t-test을 써야함.

반복	왁스표면	왁스제거	계면활성제
1	121	90	40
2	125	92	45
3	130	88	35

0.00904281

*P-value (두 집단이 통계적으로 같지 않을 확률이 0.9%)
P-value 1이 100%를 뜻함.
*P = Probability

연세대학교 환경생명공학과 교수님

17

기대결과

접촉각 (도)

160
140
120
100
80
60
40
20
0

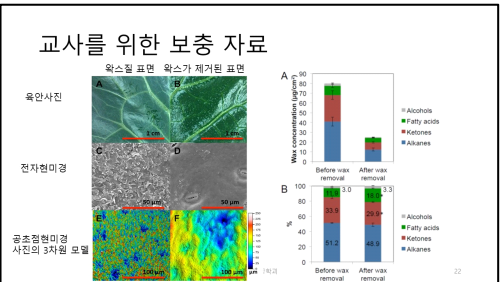
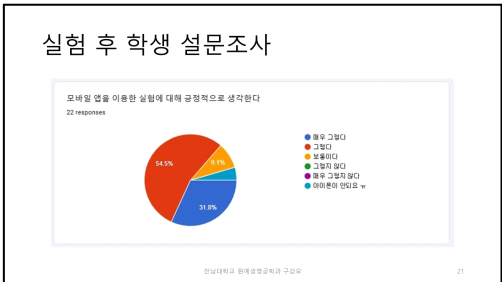
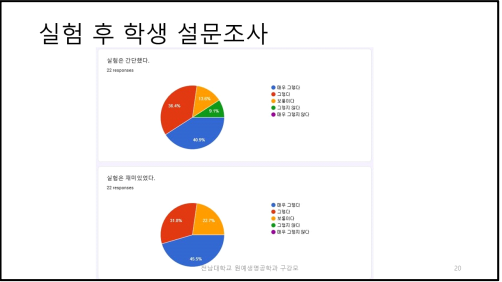
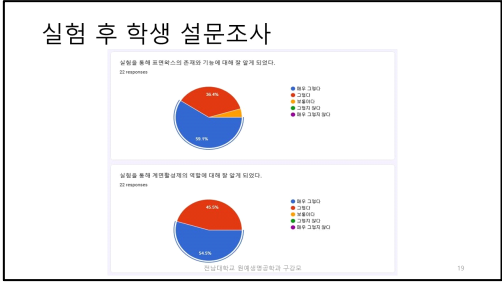
125.33
90.67
41.67

왁스
왁스제거
물
왁스
비눗물

P=0.005
P=0.004

연세대학교 환경생명공학과 교수님

18



학생그룹 토의 주제

베이베 케일 샐러드
샐러드 드레싱

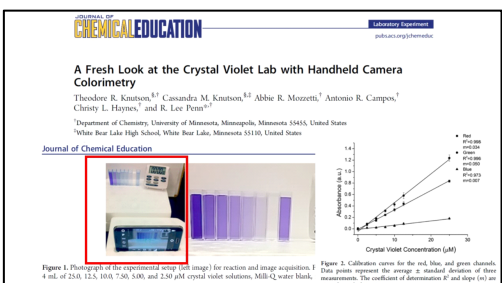
실생활과 본 실험과의 관계?
*케일잎을 생산할 때 상대습도와 표면화소의 상관관계
*케일을 샐러드용으로 이용할 때 표면화소가 작게 생기는 이유는 어떤일? 오래된 잎?
*샐러드 드레싱을 개발할 때 유의점?
*농약(계면활성제)이 살포된 브로콜리 잎에는 식품유체군의 검출이 용이할까?

한남대학교 환경생명공학과 교수팀

스마트폰을 활용한 교육제안 및 응용

- 스마트폰의 센서들을 적극 활용한 실험교안 개발 필요
가속센서, 자이로 센서, 근접 센서, RGB 센서, 밝기 센서, 홀 센서, 모션 센서, 온도/습도 센서, 기압계, 지자기 센서, 심장 박동 센서, 지문인식 센서, GPS 센서
- 컬러리미터를 활용한 식물색의 정량화
- RGB나 컬러리미터를 활용한 spectrophotometer의 기능을 대신

한남대학교 환경생명공학과 교수팀



감사합니다.

한남대학교 환경생명공학과 교수팀