

## 제18회 화학탐구프런티어페스티벌 정부시상 후보자 및 발표자료 공개검증

제18회 화학탐구프런티어페스티벌 정부시상 후보자 및 발표자료에 대한 사전 공개 및 국민의견을 수렴하여 심사 자료로 활용하고자 하오니, 의견이 있으신 분은 2021.9.8.(수)까지 의견을 제출해 주시기 바랍니다.

○ 공개검증 기간 : 2021.8.25.(수) ~ 9.8.(수) (15일간)

○ 의견 제출 : 이메일 ( [hjj@kpia.or.kr](mailto:hjj@kpia.or.kr), [eunseonju@motie.go.kr](mailto:eunseonju@motie.go.kr) )

\* 제출된 의견 중, 작성자의 실명, 연락처, 검증내용 및 관련 증빙 또는 구체적 사유 (자료) 등을 명시한 의견에 한하여 시상심사 자료로 활용될 수 있으며 별도로 회신하지 않습니다.

\* 첨부된 발표자료는 화학탐구프런티어페스티벌 정부시상 공개검증 용도 외 사용을 금합니다.

**붙임**

**2021년 제18회 화학탐구프런티어페스티벌 정부시상  
후보작품 명단**

※ 아래 정부시상 및 예비 후보작 명단은 공개검증 등에 따라 변동될 수 있습니다.

구분	팀명	참가자		탐구 주제
		학생	지도교사	
1	SeeReal1023	김민서	김주형	스마트 폰을 이용한 시리얼 속 철 분석
		손유정		
2	아임계수와팽이	강명진	윤은경	아임계수를 이용한 국산품종 팡이버섯 폐기물 유래 추출물의 생리활성물질 탐색
		심지은		
3	chemipion	이지원	이진희	유용 미생물의 항균 효과에 관한 연구
		이서윤		
4	프화학	박유성	추재석	달걀껍질 입자의 농도에 따른 연골 복원을 위한 알긴산-히알루론산 하이드로젤의 물리적 성질에 관한 탐구
		안시은		
5	해충박멸CESCO	김민준	황종률	루미놀 반응을 이용한 모기 발광
		하승훈		

\* 팀명 가나다순 정렬

## 주제 : 스마트폰을 이용한 시리얼 속 철 분석

### 팀명 : SeeReal1023

#### 탐구 동기



#### 탐구 목적

- 1 스마트폰 흡광도 분석 방법으로 시리얼 속의 철 분석이 가능한지 확인
- 2 시리얼 속 철 함량을 스마트폰을 이용하여 분석할 수 있는 실험방법 찾기
- 3 스마트폰 흡광도 분석 방법의 정확도를 높일 수 있는 방법 찾기
- 4 스마트폰 흡광도 분석 방법의 장점과 한계에 대해 고찰

## 실험 계획

1



스마트폰 흡광도 분석방법

2



표준 용액으로 검정곡선 그리기  
및 시리얼 미지 용액 제작

3



다양한 조건에서 시리얼 농도 분석

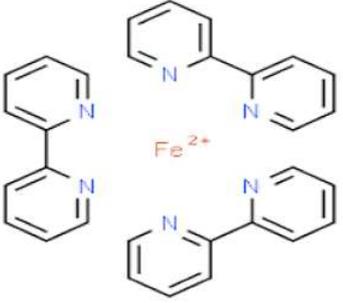
4



분광광도계를 이용한 교차 검토

## 1. 스마트폰 흡광도 분석방법

2,2'-bipyridine Fe<sup>2+</sup>



시리얼 속의 철을 산화시켜  
**2,2'-bipyridine Fe<sup>2+</sup>**  
**붉은 착화합물**을 형성하여  
흡광도 분석

G값 읽는 이유



시리얼용액이 **붉은색(R)**을  
띄는 것은 **초록색(G)**을  
흡수하기 때문임

# 1. 스마트폰 흡광도 분석방법

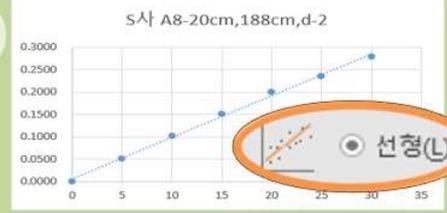
**1** 

촬영사진을 color picker로 G값 읽기

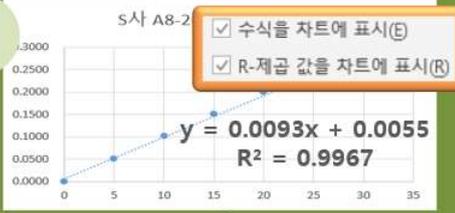
**2** 

읽은 G값으로 엑셀 표 만들기

용액	농도(mg/L)	G0	G	흡광도(A=-log(G/G0))
바탕용액	0		202	0.0000
1	5		179	0.0525
2	10		154	0.1178
3	15	202	139	0.1623
4	20		119	0.2298
5	25		113	0.2523
6	30		103	0.2925

**3** 

엑셀에서 농도 대 흡광도 분산형 그래프 만들기, 추세선 추가

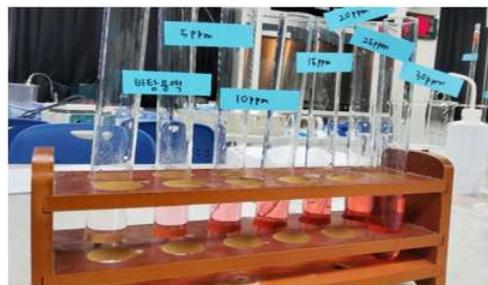
**4** 

R<sup>2</sup> 수식 넣기  
(수식의 Y에 미지시료의 흡광도 값을 넣어 농도(X)를 구함)

# 2. 표준 용액 및 시리얼 미지 용액 제작

## 실험 방법 - (1) 표준용액 만들기

- 1 시판되는 1,000ppm 철 표준 용액 5mL와 6M 염산 80mL를 100mL 부피 플라스크에 넣고 증류수로 희석하여 50mg/L stock 용액을 만든다.
- 2 희석하여 만든 50mg/L stock 용액으로 각 농도 별 용액을 만든다.  
(농도 : 바탕용액(0), 5, 10, 15, 20, 25, 30ppm)
- 3 시험관에 5mL씩 덜고, 순서대로 10% hydroxylamine 용액 1.5mL, 0.025% 2,2-bipyridine/2M sodium acetate 용액 12mL를 넣어준다.

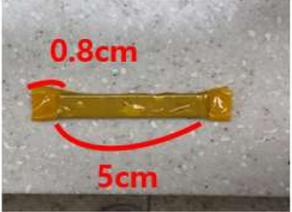


## 2. 표준 용액 및 시리얼 미지 용액 제작 실험 방법 - (2) 시리얼 미지용액 제작

### 슬러리 제작



① 시리얼 슬러리 제작



② 네오디뮴 자석에 철가루 붙이기

### 철 추출

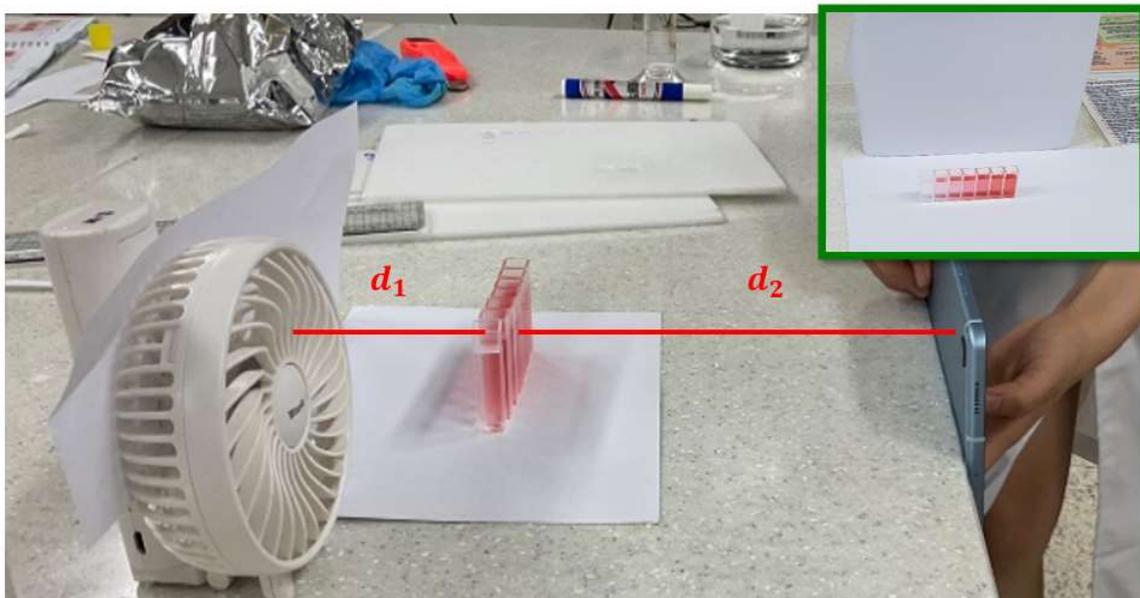


① 철가루 산화



② 붉은 미지용액 완성

## 3. 다양한 조건에서의 시리얼 농도 분석 (1) 카메라 렌즈와 큐벳 사이의 거리

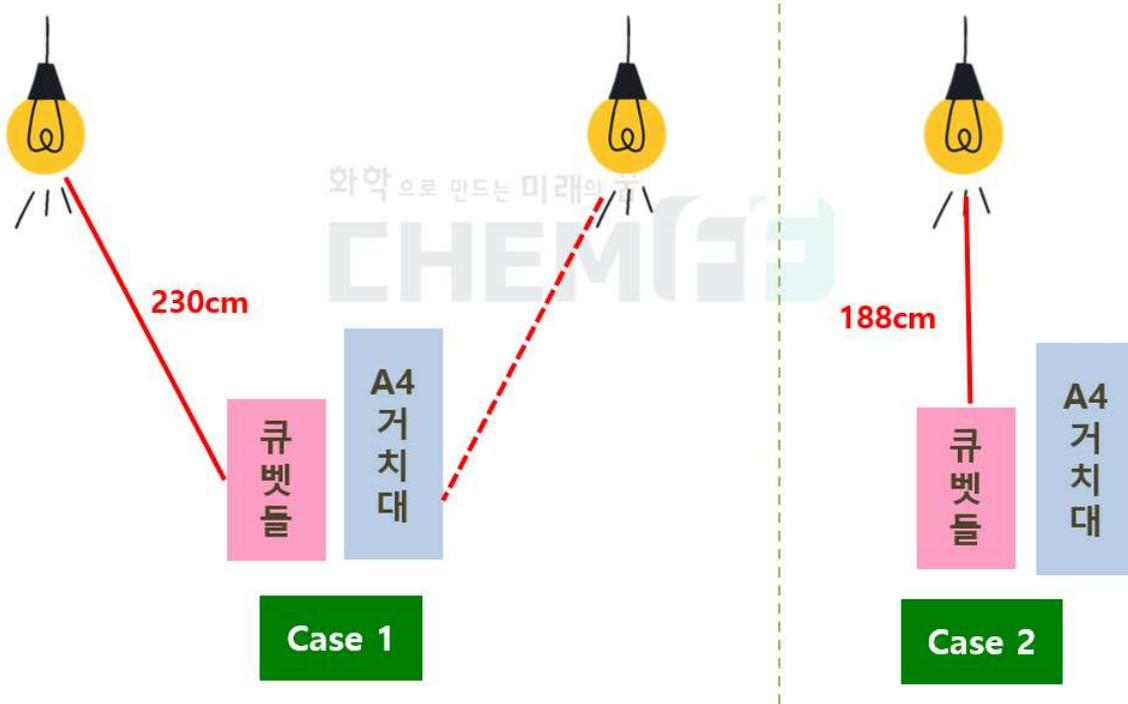


$d_1$  : 10cm로 고정

$d_2$  : 거리 조작(10cm/21cm/30cm)

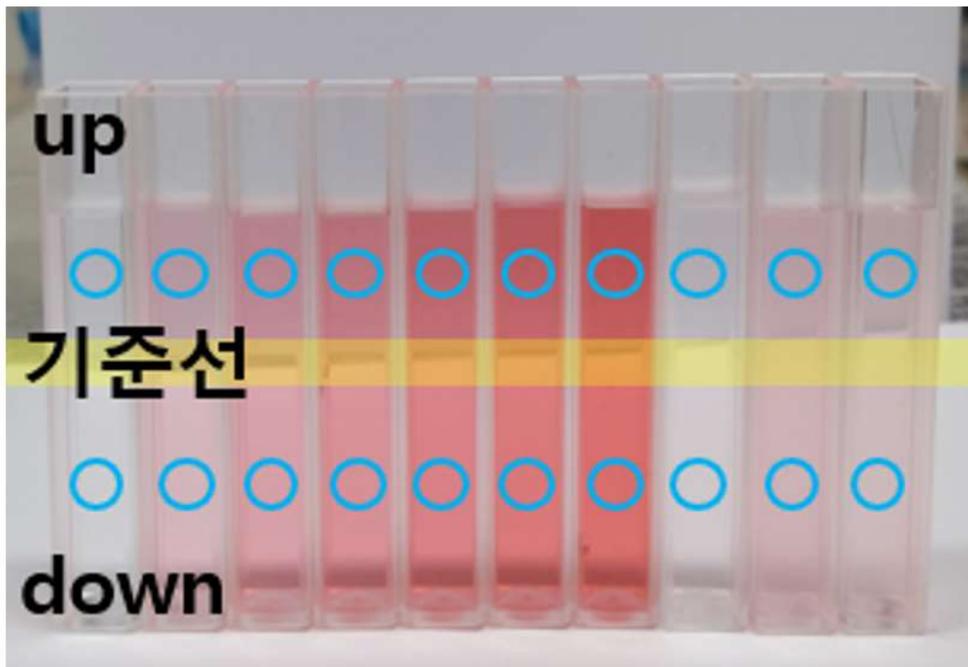
### 3. 다양한 조건에서의 시리얼 농도 분석

#### (2) 광원과의 거리



### 3. 다양한 조건에서의 시리얼 농도 분석

#### (3) 동일 사진에서 G값 측정 위치



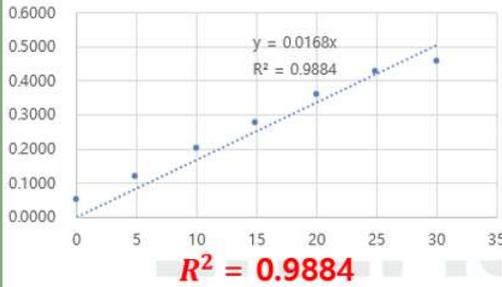
### 3. 다양한 조건에서의 시리얼 농도 분석

#### (4) 스마트폰 모델

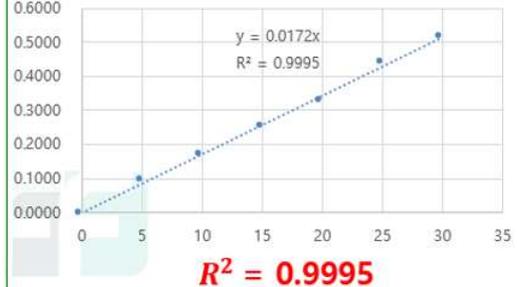


S사 A202K

S사 A202K-20cm,188cm-u-1

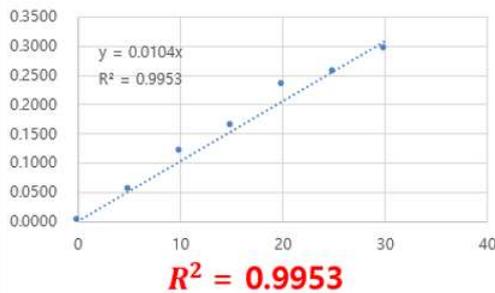


S사 A202K-30cm,188cm-u-1

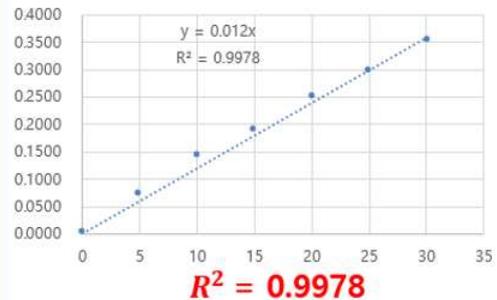


S사 A8

S사 A8-20cm,188cm,u-1



S사 A8-30cm,188cm,u-1

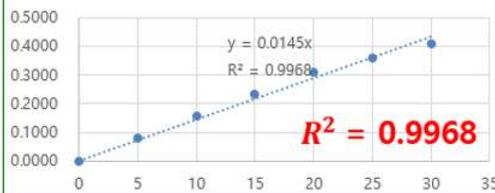


### 3. 다양한 조건에서의 시리얼 농도 분석

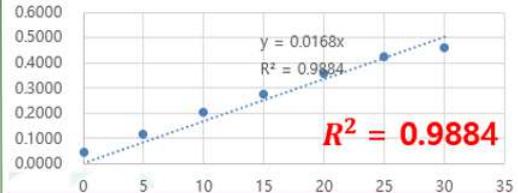
#### (5) 측정 장소

과학실 A  
(50W LED,  
2줄\*3열)

S사 A202K-20cm,230cm,u-1

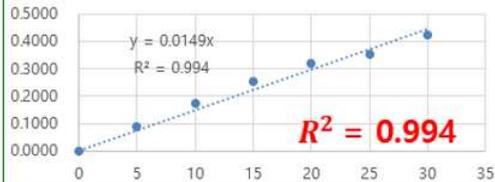


S사 A202K-20cm,188cm,u-1

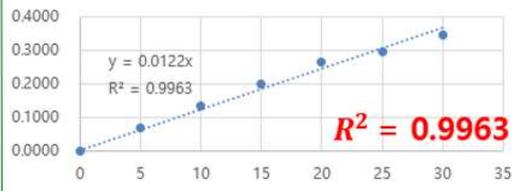


과학실 B  
(50W LED,  
3줄\*2열)

S사 A202K-20cm,180cm,u-1

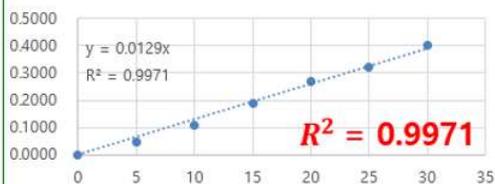


S사 A202K-30cm,180cm,u-1

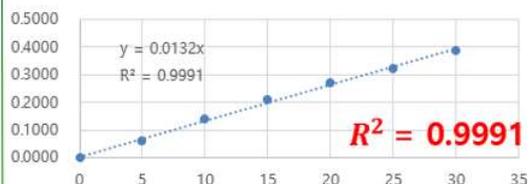


야외  
(자연광)

S사 A202K-20cm,야,u-3



S사 A202K-30cm,야,u-3



## 4. 자외선-가시광선 분광광도계를 이용한 교차 검토

### 측정 과정



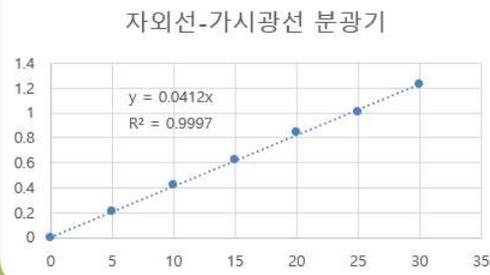
① 바탕용액과 20mg/L 표준용액을 이용하여 최대 흡수 파장 측정 ▶ 523nm



② 하나의 큐벳을 사용하여 표준용액과 시리얼 미지 용액의 흡광도를 측정

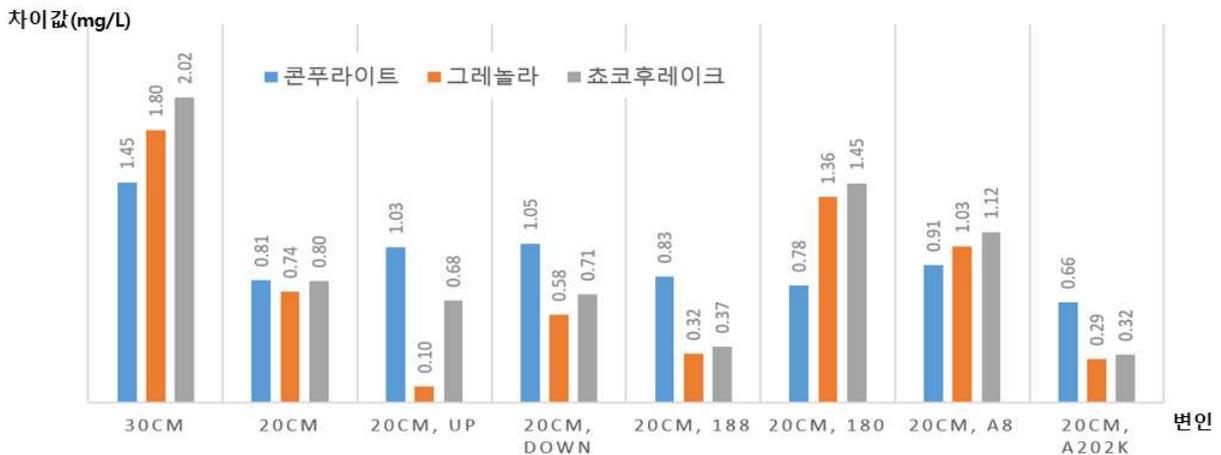
### 결과

용액	농도(mg/L)	흡광도(A)
바탕용액	0	0
1	5	0.2070
2	10	0.4180
3	15	0.6220
4	20	0.8470
5	25	1.0070
6	30	1.2320
콘푸라이트	2.1845	0.0900
그레놀라	6.1165	0.2520
초코 후레이크	4.6602	0.1920



## 실험 결과 분석

### <변인에 따른 농도 차이>



❖ 차이값(mg/L) : (자외선 가시광선 분광기 측정 농도) - (스마트폰 측정 농도)

## 실험 결과 분석

### <측정값 간격 비율>

측정방법	농도(mg/L)	농도(mg/L)			비율	
		그-콘	그-초	초-콘	(그-초) (그-콘)	(초-콘) (그-콘)
자외선-가시광선 분광기		3.93	1.46	2.48	0.37	0.63
S사 A8-20cm,188cm,u-3		3.60	1.10	2.50	0.30	0.70
S사 A8-20cm,188cm,d-3		4.31	1.55	2.75	0.36	0.64
S사 A8-20cm,188cm,u-4		3.54	1.69	1.85	0.48	0.52
S사 A8-20cm,188cm,d-4		5.41	1.79	3.62	0.33	0.67

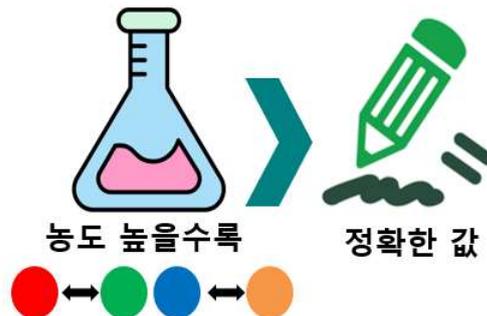
평균	0.37	0.63
자외선-가시광선 분광기	0.37	0.63

❖ 그-콘 : 그레놀라 - 콘푸라이트, 그-초 : 그레놀라 - 초코후레이크, 초-콘 : 초코후레이크 - 콘푸라이트

## 결론

- 자외선-가시광선 분광광도계의 값과 일치하는 농도 구하기에는 한계가 있음
- 과학실 조건에서 스마트폰과 큐벳 사이 거리가 대략 20cm 일 때 가장 유사한 경향성을 보임

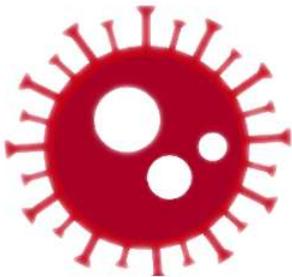
## 기대효과



# 아임계수를 이용한 국산품종 팽이버섯 폐기물 유래 추출물의 생리활성물질 탐색

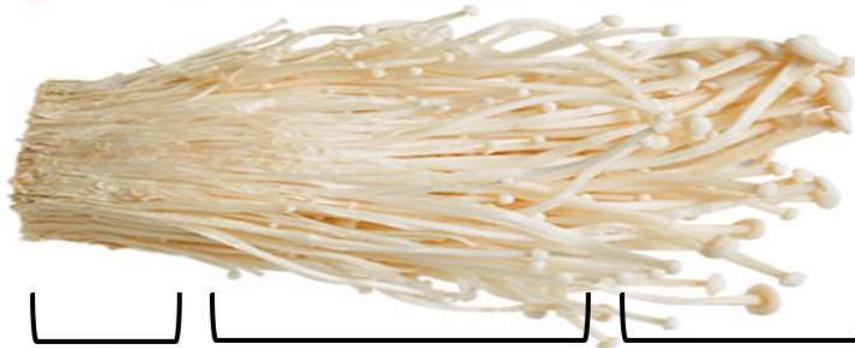
## 팀명 : 아임계수와 팽이

### 연구동기



수업시간에 고혈압 기저질환을 가진 사람들이 코  
로나 19에 더욱 취약하다는 사실을 배움

항산화 및 항염 등 면역과 혈압을 조절할 수 있는 천연  
자원으로 우리 주변에서 저렴하고 쉽게 구할 수  
있는 팽이버섯에 관심을 가짐



대 하단부  
(부산물)

대

갓

## 연구동기

### 천연물 추출 시, 사용한 유기용매에 대한 의구심에서 출발한 새로운 추출법 '아임계수' 탐색

- 감압농축시킨 천연물 추출물 속에 포함된 유기용매가 세포독성에 영향을 미치지 않을까?
- 유기용매이기에 더 좋은 유효성분이 있음에도 추출되지 못한 성분들이 있지 않을까?
- 추출용매가 친환경적이고 실험 시 용매 자체가 영향을 미치지 않는 방법은 없을까?

⇒ 아임계수 천연자원 추출법에 관심을 가지게 됨.

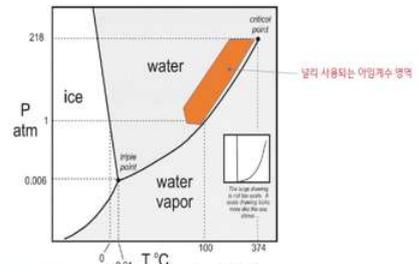
## 연구목적

- 1 천연물 중 생리활성이 우수한 국산품종 팽이버섯을 활용하여 식용 시 버려지고 있는 대 하단부(밑둥) 부산물에 존재하는 천연화합물을 유기용매와 아임계수로 추출하여
- 2 위 추출물을 이용하여 항산화활성, 항균활성 및 세포독성의 기전을 연구하여 코로나 19 펜데믹을 극복할 수 있는 새로운 천연 생리활성물질로서의 가능성을 제시하고자 함.

## 이론적 배경

### I 아임계수

- 임계점 이하의 온도와 압력을 가지는 물
- 온도, 압력이 증가 → 이온곱, 유전율 등이 변함.
- 아임계수는 온도-압력 선도에서 임계온도보다 높지 않고 압력은 기-액 경계선(포화곡선)보다 높은 영역을 말함.



▲ [아임계수의 영역]

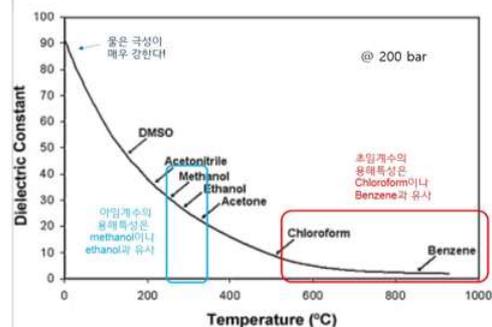
#### ● 물의 이온곱

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

이온곱이 높을수록 수소이온과 수산화이온의 양이 많다는 의미로 산염기 촉매 반응이 가속화됨.

#### ● 물의 유전율

값이 크면 극성용매이고 작으면 비극성 용매를 나타내는 물성



▲ [온도에 따른 물의 유전율]

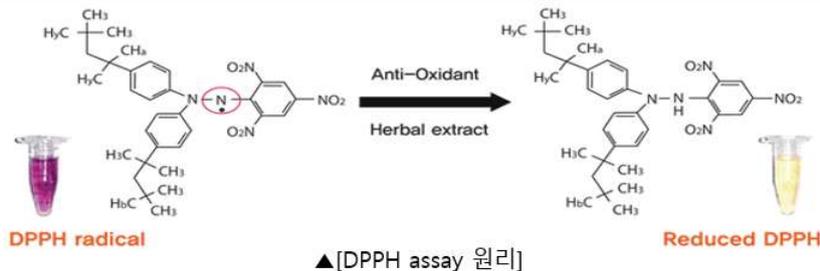
## 이론적 배경

### II 항산화

- 산화의 억제를 뜻함.
- 항산화제 : 활성산소를 억제하는 물질
- 호흡을 통해 에너지를 생산 → 활성산소 생성
- 활성산소는 지질, 단백질, 핵산을 파괴, 질병 촉진

#### ● DPPH assay

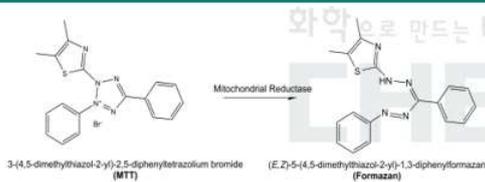
안정한 유리 라디칼인 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl를 이용하여 일정한 양의 시료액과의 반응에 의하여 DPPH 라디칼이 감소하는 정도를 분광광도계로 측정하여 간접적으로 시료의 항산화 활성을 측정하는 방법



## 이론적 배경

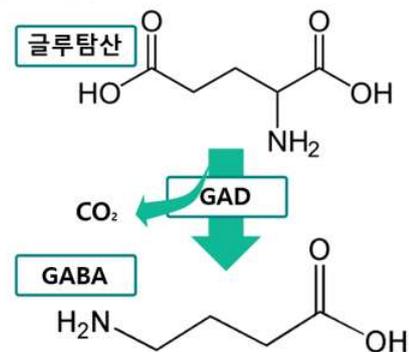
### III 세포독성(MTT reduction assay)

- 세포의 증식 또는 살아있는 세포를 정확하게 측정할 수 있는 기법 중 하나
- 탈수소 효소작용에 의하여 수용성 기질인 MTT tetrazolium을 비수용성 기질인 MTT formazan으로 환원시키는 미토콘드리아의 능력을 이용하는 검사법



### IV GABA(γ-aminobutyric acid)

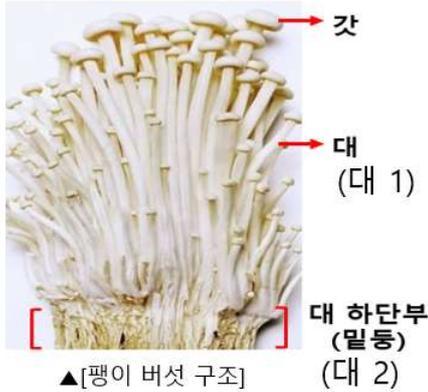
- 자연계에 분포하는 비단백질 아미노산
- 포유동물의 뇌나 척수에 존재하는 신경전달물질
- 글루탐산 탈탄산효소(GAD)의 작용으로 글루탐산에서 생성



## 연구과정 및 결과

### I 국산품종 팽이버섯 갓, 대, 대 하단부(밑둥) 부산물 추출물 제조

#### ● 시료제작



- 국산 품종 백승, 아람 팽이버섯을 농촌진흥청으로 부터 받아서 동결건조 샘플을 갓, 대, 대 하단부(부산물) 로 나누어 제작
- \*편의상 대를 대1, 대 하단부(부산물)을 대 2라고 하였다.



## 연구과정 및 결과

### II 국산품종 팽이버섯 갓, 대, 대 하단부(밑둥) 부산물에서의 HPLC 분석을 통한 GABA 검색

#### ● GABA 검색

메탄올 침출법 추출물 (Methanol maceration extraction)

		Concentration (mg/mL)
1	백승 갓	12.07
2	백승 대	12.74
3	백승 밑둥	16.54
4	아람 갓	9.69
5	아람 대	9.70
6	아람 밑둥	11.16

메탄올 추출

대2(대 하단부) > 대1 > 갓

아임계수 추출물 (subcritical water extraction)

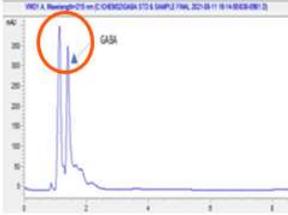
		Concentration (mg/mL)
1	백승 갓	67.15
2	백승 대	51.32
3	백승 밑둥	54.09
4	아람 갓	68.11
5	아람 대	65.12
6	아람 밑둥	62.03

아임계 추출

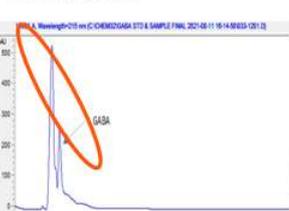
백승 : 갓 > 대2 > 대1  
아람 : 갓 > 대1 > 대2

## 연구과정 및 결과

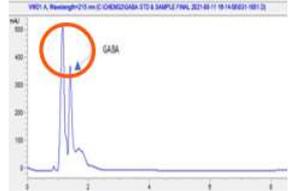
1. 백승 갓 (메탄올 침출법 추출물)



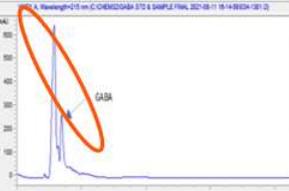
4. 아람 갓 (메탄올 침출법 추출물)



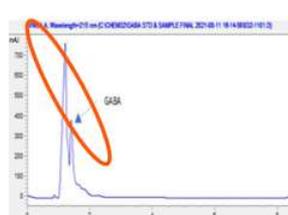
2. 백승 대 (아임계수 추출물)



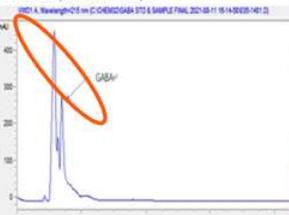
5. 아람 대 (메탄올 침출법 추출물)



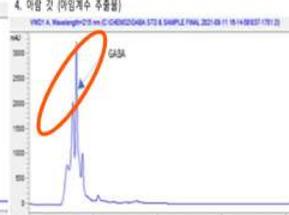
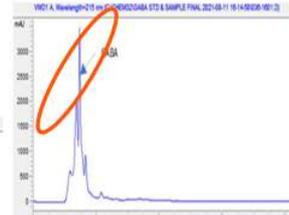
3. 백승 밀통 (메탄올 침출법 추출물)



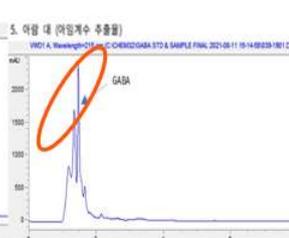
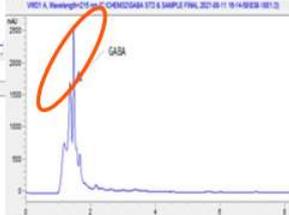
6. 아람 밀통 (메탄올 침출법 추출물)



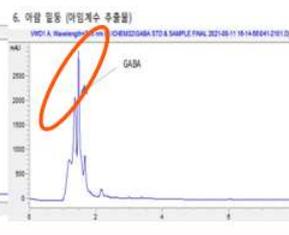
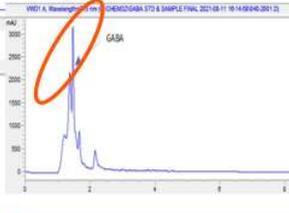
1. 백승 갓 (아임계수 추출물)



2. 백승 대 (아임계수 추출물)



3. 백승 밀통 (아임계수 추출물)



메탄올 추출 < 아임계수 추출

\*아람이 백승보다 대체적으로 GABA 함량이 높음

## 연구과정 및 결과

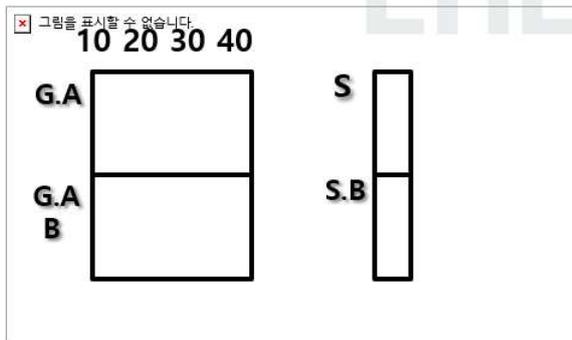
### Ⅲ 항산화 활성 측정

가설 1 : 메탄올 추출물보다 아임계 추출물의 항산화 활성이 더 좋을 것이다.  
가설 2 : 아임계 추출물 중 대2 하단부이 항산화 활성이 가장 좋을 것이다.

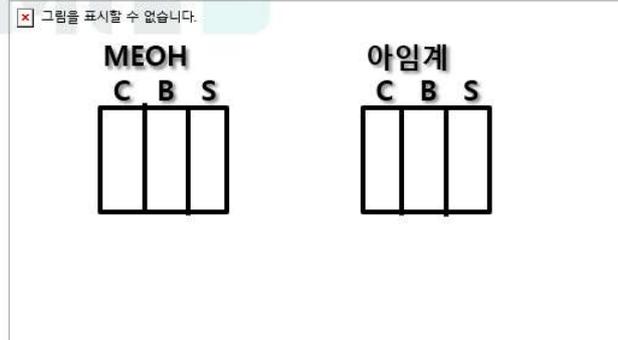
#### TPC assay

#### DPPH assay

아람 샘플을 갓, 대1, 대2로 나누어 메탄올과 아임계 추출물의 항산화 활성 비교



▲ 96-well plate 디자인



▲ 96-well plate 디자인

## 연구과정 및 결과

갓 MeOH		Vit-C (단위:mg/mL)		갓 아임계		Vit-C (단위:mg/mL)	
1	0.339	1	0.081	1	0.219	1	0.085
2	0.371	2	0.090	2	0.251	2	0.090
Average	0.355	Average	0.086	Average	0.235	Average	0.088
SD	0.023	SD	0.006	SD	0.023	SD	0.004
% of 항산화율	11.0	% of 항산화율	78.6	% of 항산화율	41.1	% of 항산화율	78.1
% of SD	0.703	% of SD	5.848	% of SD	3.958	% of SD	3.155

대1 MeOH		Vit-C (단위:mg/mL)		대1 아임계		Vit-C (단위:mg/mL)	
1	0.333	1	0.081	1	0.258	1	0.085
2	0.367	2	0.090	2	0.285	2	0.090
Average	0.350	Average	0.086	Average	0.272	Average	0.088
SD	0.024	SD	0.006	SD	0.019	SD	0.004
% of 항산화율	12.3	% of 항산화율	78.6	% of 항산화율	32.0	% of 항산화율	78.1
% of SD	0.844	% of SD	5.848	% of SD	2.247	% of SD	3.155

대2 MeOH		Vit-C (단위:mg/mL)		대2 아임계		Vit-C (단위:mg/mL)	
1	0.360	1	0.081	1	0.223	1	0.085
2	0.399	2	0.090	2	0.237	2	0.090
Average	0.380	Average	0.086	Average	0.230	Average	0.088
SD	0.028	SD	0.006	SD	0.010	SD	0.004
% of 항산화율	4.9	% of 항산화율	78.6	% of 항산화율	42.4	% of 항산화율	78.1
% of SD	0.355	% of SD	5.848	% of SD	1.823	% of SD	3.155

메탄올 추출물 < 아임계 추출물

- 메탄올 추출물 : 대1 > 갓 > 대2
- 아임계 추출물 : 대2 > 갓 > 대1

⇒ 메탄올 추출물보다 아임계 추출물의 항산화 활성이 더 좋음

⇒ 아임계 추출물에서 대2가 부산물로서 항산화 활성이 가장 좋다.

## 연구과정 및 결과

### IV 항산화 활성 측정 2

#### TPC assay 결과

10배 희석				결과
150	Sample - Blank	µg GAE/mL (희석)	µg GAE/mL	mg GAE/mL
1	0.107	16.7640	167.6404	0.1676
2	0.108	16.8764	168.7640	0.1688
3	0.102	16.2022	162.0225	0.1620
Average	0.106	16.6142	166.1423	0.1661
SD	0.003	0.3612	3.6119	0.0036

10배 희석				결과
200	Sample - Blank	µg GAE/mL (희석)	µg GAE/mL	mg GAE/mL
1	0.311	39.6854	396.8539	0.3969
2	0.312	39.7978	397.9775	0.3980
3	0.315	40.1348	401.3483	0.4013
Average	0.313	39.8727	398.7266	0.3987
SD	0.002	0.2339	2.3390	0.0023

10배 희석				결과
250	Sample - Blank	µg GAE/mL (희석)	µg GAE/mL	mg GAE/mL
1	0.744	88.3371	883.3708	0.8834
2	0.738	87.6629	876.6292	0.8766
3	0.737	87.5506	875.5056	0.8755
Average	0.740	87.8502	878.5019	0.8785
SD	0.004	0.4254	4.2539	0.0043

아임계 대2(대 하단부)  
250도 > 200도 > 150도  
⇒ 250도에서 아임계수로 추출한 대2의 총 폴리페놀 함량이 가장 많다.

#### DPPH assay 결과

150		Vit-C (단위:mg/mL)	
1	0.248	1	0.087
2	0.261	2	0.093
Average	0.255	Average	0.090
SD	0.009	SD	0.004
% of 항산화율	32.1	% of 항산화율	76.0
% of SD	1.161	% of SD	3.583

200		Vit-C (단위:mg/mL)	
1	0.277	1	0.081
2	0.291	2	0.087
Average	0.284	Average	0.084
SD	0.010	SD	0.004
% of 항산화율	23.2	% of 항산화율	77.3
% of SD	0.810	% of SD	3.904

250		Vit-C (단위:mg/mL)	
1	0.163	1	0.090
2	0.164	2	0.089
Average	0.164	Average	0.090
SD	0.001	SD	0.001
% of 항산화율	59.3	% of 항산화율	77.7
% of SD	0.257	% of SD	0.614

아임계 대2(대 하단부)  
250도 > 150도 > 200도  
⇒ 250도에서 아임계수로 추출한 대2의 항산화 활성이 가장 좋다.

- 고전적인 유기용매 추출인 메탄올 추출보다 아임계 추출이 더 효율적이고 경제적이다.
- 팅이버섯의 대2 하단부는 부산물로서 총 폴리페놀 함량도 많았고 항산화 활성도 좋았다.
- 또한 아임계수 추출법으로 250도에서 추출했을때는 매우 높은 항산화 활성 능력을 보였다.

## 연구과정 및 결과

### V 항균 활성 측정

고초균



0.1mm 이하

황색포도상구균



0.2mm 이하

대장균



0.3, 0.1mm 이하

고초균, 황색포도상구균, 대장균 모두 아주 작은 고리를 형성함  
→ clear zone이 생각보다 넓지 않음

하지만 고리 자체가 형성되었다.  
→ 항염의 가능성이 있다

## 연구과정 및 결과

### VI 세포 독성 효과 실험

가설 : 항산화 활성 능력이 좋은 대2의 아임계 250도 추출물에서 세포 독성 효과가 있을 것이다. (>대장암, 췌장암 세포는 죽이고, 신경세포는 살릴 것이다.)

#### 실험 과정

##### Cell Plating

: 디스펜서를 이용해서 동일한 양의 세포가 잘 깔리도록 한다.

##### Sample 처리

: sample을 감압 농축한 후, 최종 처리 농도를 100, 50, 10, 5( $\mu\text{g/ml}$ )로 희석해서 처리해준다.

##### MTT assay

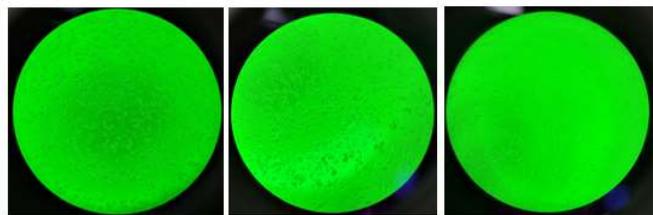
: MTT 용액을 처리해주고 DMSO 용액을 첨가하여 용해시킨후, 흡광도를 측정한다.

<사용한 세포 이름>

- 대장암 세포 : HT-29
- 췌장암 세포 : PANC-1
- 신경 세포 : PC-12

현미경을 통해 육안 관찰하고 흡광도 측정으로 세포 독성 효과 확인하기

<Cell Plating 후 하루 자란 세포>



▲HT-29

▲PANC-1

▲PC-12

## 연구과정 및 결과

### HT-29

DMSO 1%	1	2	3	Average	SD	% of control	% of SD
Control	0.464	0.422	0.404	0.430	0.031	100	7.160
HT-29 (단위: µg/ml)							
Conc.	5	10	50	100			
1	0.678	0.633	0.442	0.452			
2	0.621	0.629	0.461	0.442			
3	0.595	0.601	0.414	0.438			
Average	0.631	0.621	0.439	0.444			
SD	0.042	0.017	0.024	0.007			
% of control	146.8	144.4	102.1	103.3			
% of SD	9.873	4.055	5.498	1.677			

⇒ 육안으로 보기에 다른 색깔 차이가 보이지 않음.  
⇒ 세포 독성 효과는 나타나지 않음.

### PANC-1

DMSO 1%	1	2	3	Average	SD	% of control	% of SD
Control	0.367	0.334	0.31	0.337	0.029	100	8.492
PANC-1 (단위: µg/ml)							
Conc.	5	10	50	100			
1	0.376	0.355	0.334	0.301			
2	0.358	0.35	0.309	0.314			
3	0.367	0.330	0.322	0.285			
Average	0.367	0.345	0.322	0.300			
SD	0.009	0.013	0.013	0.015			
% of control	108.9	102.4	95.5	89.0			
% of SD	2.671	3.925	3.710	4.310			

⇒ 육안으로 보기에 다른 색깔 차이가 보이지 않음.  
⇒ 세포 독성 효과는 5, 10 농도에서는 나타나지 않음.  
⇒ 50, 100 농도에서 세포 독성 효과가 나타났지만, 미미했음.

### PC-12

DMSO 1%	1	2	3	Average	SD	% of control	% of SD
Control	0.321	0.297	0.330	0.316	0.017	100	5.398
Stress control	0.111	0.106	0.108	0.108	0.003	34	0.796
PC-12 (단위: µg/ml)							
Conc.	5	10	50	100			
1	0.141	0.124	0.116	0.107			
2	0.147	0.141	0.117	0.114			
3	0.143	0.140	0.122	0.107			
Average	0.144	0.135	0.118	0.109			
SD	0.003	0.010	0.003	0.004			
% of control	45.5	42.7	37.4	34.6			
% of SD	0.967	3.019	1.017	1.279			

⇒ 육안으로 보기에 다른 색깔 차이가 보이지 않음.  
⇒ 세포 독성 효과는 50, 100 농도에서는 나타나지 않았다,  
⇒ 5, 10 농도에서 세포 독성 효과가 나타났지만, 미미함.

\*결과 값이 예상대로 나오지 않음.  
→ 향후 다시 한 번 실험을 진행할 계획

## 결론

- 추출법에 따른 GABA 추출량과 항산화 활성에 관한 실험을 통해 메탄올 보다 아임계수 추출이 더 효과적이며 효율적인 방법임을 알 수 있었다.
- 팬이버섯 대 하단부에서 GABA 물질이 검출되었고 이는 아임계수 추출을 통해 코로나 19 에 취약한 기저질환 환자에게 도움이 될 것이라 예측할 수 있었다.
- 국산 품종 팬이버섯 아람의 대 하단부를 250도에서 아임계수 추출을 하였을 때, 높은 항산화 활성을 보였으며 부산물로서 환경적인 측면을 더해서 활용 가치가 높다.
- 아임계 추출물 속 항균과 세포 독성 효과에 대한 실험에서 미미하지만 그 효과를 발견할 수 있었고, 이는 아임계수 추출법이 필요한 물질들을 제대로 분리해냄을 알 수 있었다.

## 기대효과 및 활용 방안

- 국산품종 팬이버섯 대 하단부(밀등) 부산물의 항산화, 항균활성을 통해 이를 이용한 건강식품과 의약적 자원 개발 및 기능성 화장품의 연구자료로 활용 될 수 있을 것이다.
- 국산품종 팬이버섯 대 하단부(밀등) 부산물의 영양학적 가치를 통해 식용 수요를 통해 폐기물의 양을 줄일 수 있고 다양한 식용 및 약용 버섯 재배를 위한 재활용 배지로 가공하여 사용될 수 있을 것이다. 또한 잼과 젤리 등과 같은 가공식품 및 식품재료 개발에 기여할 수 있을 것이다.

# 유용 미생물의 항균 및 항바이러스 효과에 관한 연구

## 요약본

## CHEMIPION

### 1. 탐구 동기 및 목적 EM, 정말 방역에 효과가 있을까?

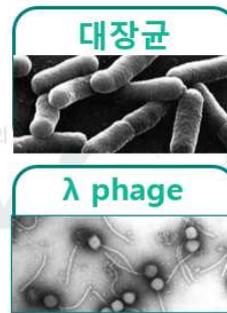
#### 1 탐구 동기

코로나 19의 대규모 유행



코로나 19 방역 중  
유용미생물(EM)의  
미검증된 효과

#### 2 탐구 목적



EM의 항균 및  
항바이러스  
효과 규명

유용 미생물의 항균 효과 규명  
유용 미생물의 항균 효과에 최적 조건  
유용 미생물의 항바이러스 효과  
항균 및 항바이러스 측면의 활용방안

## 2. 이론적 배경 유용미생물, 효소

### 1 유용 미생물

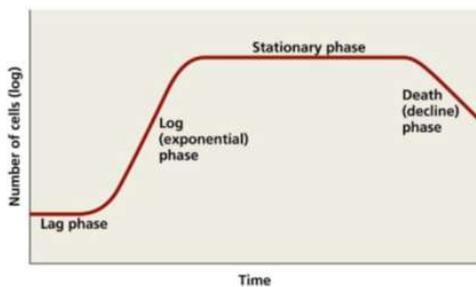
- ▶ 토양 개량 및 자연 · 유기 농업을 목적으로 개발한 미생물 자재
- ▶ 인류가 오래전부터 유용하게 이용한 미생물 80여종 포함  
(효모, 젖산균, 누룩균, 광합성 세균, 방선균 등)
- ▶ 부패 억제, 악취 제거, 수질 정화, 식품 산화 방지 등의 효과

### 2 효소

- ▶ 기질과의 결합을 통한 효소-기질 복합체 형성 및 전이 상태 안정화
- ▶ 반응의 활성화 에너지를 낮춰 물질대사 속도를 증가시키는 생체 촉매
- ▶ pH, 온도, 보조 인자, 저해제 등이 활성화에 영향을 미침

## 2. 이론적 배경 세포 성장 곡선, 바이러스

### 1 세포 성장 곡선



- ▶ Lagging Phase : 일시적인 성장 지연
- ▶ Exponential Phase : 농도의 지수적 증가
- ▶ Stationary Phase : 세포 성장 중지
- ▶ Death Phase : 세포 사멸

### 2 바이러스

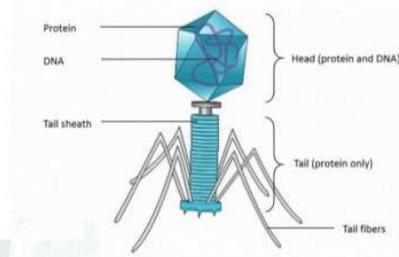
- ▶ 비세포성 체제의 감염 입자로, 핵산과 단백질 외피로 구성
- ▶ 숙주 세포 내에서만 증식 가능하고, 숙주 범위가 존재
- ▶ 핵산 : 이중 혹은 단일 가닥의 DNA 또는 RNA
- ▶ 단백질 외피(캡시드) : 바이러스의 유전체를 둘러싸는 단백질 껍질

## 2. 이론적 배경

### 파지의 생활사

#### 1 박테리오파지

- ▶ 세균을 감염시키는 바이러스
- ▶ 파지 머리 : DNA 보호
- ▶ 파지 꼬리 : 세균에 부착하여 DNA 주입



#### 2 파지의 생활사

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 용균성 생활사<br/>최종적으로 숙주 세포 사멸</li> <li>▷ 부착, 파지 DNA 주입</li> <li>▷ 숙주 DNA 분해</li> <li>▷ 숙주 세포로 파지 DNA, ptn합성</li> <li>▷ 파지 조립 및 방출</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 용원성 생활사<br/>숙주 파괴 없이 파지 유전체 복제</li> <li>▷ 파지 DNA를 숙주 염색체로 삽입 (프로파지)</li> <li>▷ 숙주세포 분열:<br/>파지 DNA도 복제, 딸세포로 전달</li> <li>▷ 특정신호: 파지 절제, 용균성 시작</li> </ul> |
|--|--|

## 3. 탐구 방법

### 가. EM의 항균 효과에 관한 실험

#### 1 대장균 배양 및 변인 통제

- ▶ LB broth 배지에서 앰플에 담긴 대장균 활성화
- ▶ 활성화된 대장균을 LB agar 배지에 계대 및 변인 통제
  - ▷ 대조군 : 다른 물질을 첨가하지 않은 최소 배지에 대장균 배양
  - ▷ 실험군 1 : EM 발효액(전체 부피 1%)을 첨가한 배지에 대장균 배양
  - ▷ 실험군 2 : 암피실린(전체 부피 1%)을 첨가한 배지에 대장균 배양

#### 2 항균 효과 분석

- ▶ UV-VIS를 사용하여 1시간 단위로 600nm에서 대장균의 흡광도 측정
- ▶ 각 시간대 별 흡광도 값을 바탕으로 성장 곡선 작성

### 3. 탐구 방법 나. EM의 최적 활성 조건 실험

#### 1 pH의 영향 확인 : 배지에 pH 완충용액 첨가

pH	5	6	7	8	9
대조군	B1	B2	B3	B4	B5
EM 발효액	E1	E2	E3	E4	E5
암피실린	A1	A2	A3	A4	A5

#### 2 온도의 영향 확인 : 다른 온도의 배양기에서 배양

온도	25	35	45
대조군	Plate 1 (E. Coli)	E. Coli	Plate 2 (E. Coli)
EM 발효액	Plate 1 (EM)	EM	Plate 2 (EM)
암피실린	Plate 1 (Amp)	Amp	Plate 2 (Amp)

#### 3 조효소의 영향 확인 : 배지에 비타민 용액 첨가

비타민	A	B1	B2	C	D	K
대조군	B1	B2	B3	B4	B5	B6
EM 발효액	E1	E2	E3	E4	E5	E6
암피실린	A1	A2	A3	A4	A5	A6

### 3. 탐구 방법 다. EM의 항바이러스 효과

#### 1 COMPETENT CELL 제작

- ▶ 세균에 화학적 처리를 하여 DNA가 잘 들어갈 수 있도록 만든 세포
- ▶ Competent Cell 제작 과정



LB Broth with Supplements에  
XL1-Blue 접종



24시간 전배양  
(30°C, 180rpm)



XL1-Blue 배양액 계대

ABS/CONC		Simple Absorbance 600.0 nm Linear (0)			
NO.	CONC	U.L.	ABS	CF	mg/L
1	1	600.0	0.926	11.84	0.926
2	2	600.0	0.689	20.46	0.689
3	1	600.0	0.928	11.80	0.928
4	2	600.0	0.686	20.59	0.686

3~4시간 본배양  
(30°C, 180rpm)



세포 회수 후 centrifuge  
(4°C, 1000g로 10분)  
및 상등액 제거



10mM MgSO<sub>4</sub> 수용액으로 현탁  
흡광도: 0.5

### 3. 탐구 방법 다. EM의 항바이러스 효과

#### 2 바이러스 입자 적정 (Virus Particle Titering)

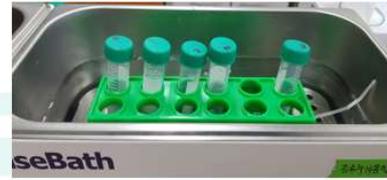
##### ▶ 바이러스 입자 적정 과정



conical tube에 XL1-Blue Cell  
200μL씩 분주



바이러스 입자 1λ 첨가



항온 수조에서 배양 (37°C, 15분)



NZY Top Agar 3mL 첨가,  
NZY Agar에 계대



상온에서 10분간 식힌 후  
다시 37°C 배양

### 3. 탐구 방법 다. EM의 항바이러스 효과

#### 3 추출물의 항바이러스 활성 검정

##### ▶ 유용 미생물의 항바이러스 활성 검정 과정

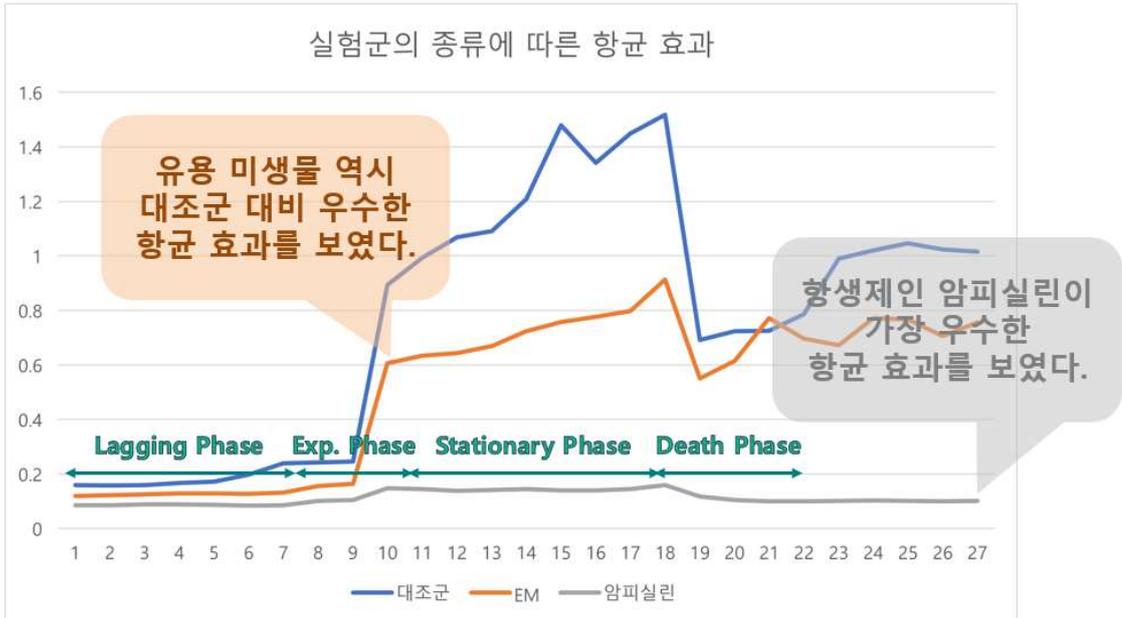
- ▷ 세포 분주
- ▷ 유용 미생물 처리 (전체 부피 1%)
- ▷ 바이러스 입자 처리

##### ▶ 바이러스 입자보다 추출물을 먼저 처리하는 이유

- ▷ 바이러스 감염은 매우 빠른 속도로 진행
- ▷ 추출물이 바이러스 감염을 저해하도록 세포를 먼저 coating 한 후 바이러스를 처리해야 추출물의 활성을 정확히 알 수 있기 때문

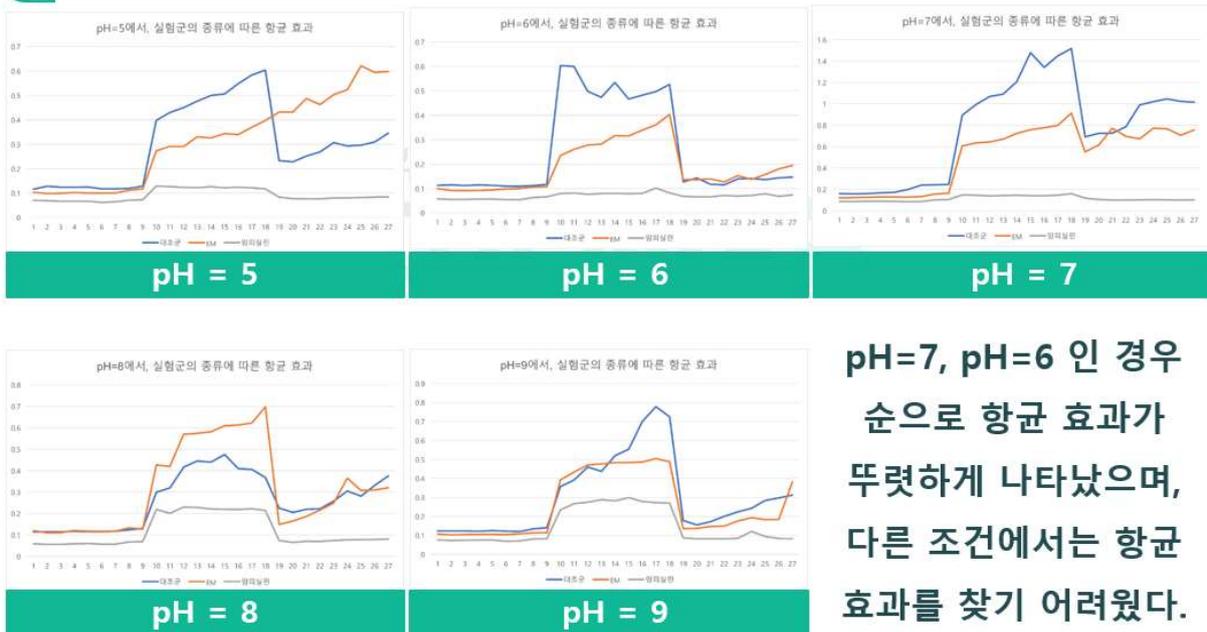
## 4. 탐구 결과 가. EM의 항균 효과

### 1 유용 미생물의 항균 효과



## 4. 탐구 결과 나. EM의 최적 활성 조건 (pH)

### 1 유용 미생물의 항균에 대한 최적 활성 조건 (pH)



## 4. 탐구 결과 나. EM의 최적 활성 조건 (온도)

### 2 유용 미생물의 항균에 대한 최적 활성 조건 (온도)



**45°C**



**35°C**



**25°C**

35°C 에서만 항균 효과가 뚜렷하게 나타났으며, 다른 조건의 그래프의 개형은 대조군 생장 곡선과 크게 다르지 않았다.

## 4. 탐구 결과 나. EM의 최적 활성 조건 (조효소)

### 3 유용 미생물의 항균에 대한 최적 활성 조건 (조효소)



**Vitamin A**



**Vitamin B1**



**Vitamin B2**



**Vitamin C**



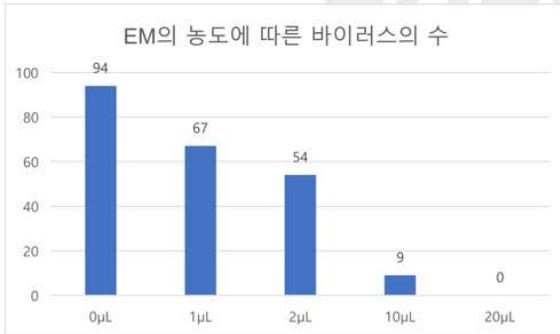
**Vitamin D**



**Vitamin K**

## 4. 탐구 결과 다. EM의 항바이러스 효과

### 1 유용 미생물의 항바이러스 효과



유용 미생물의 농도에 따른 바이러스 수를 확인한 실험으로, 유용 미생물의 농도가 높을수록 바이러스의 수가 적게 나타났다.

➔ 유용 미생물은 항바이러스 효과를 가짐을 알 수 있다.

## 5. 탐구 결론 EM의 효과와 활용전망

### 1 유용 미생물의 효과

- ▶ 유용 미생물은 (대장균에 대한) 항균 효과를 나타낸다.
- ▶ 항균 효과가 최적으로 일어나도록 하는 특정 조건이 존재한다.
  - ▷ pH : pH = 6~7
  - ▷ 온도 : 35°C 부근
  - ▷ 조효소 : 특정 환경에서 항균 효과를 보였으나, 뚜렷하지 않았다.
  - ▷ EM이 대사 과정(메커니즘)으로 항균 작용이 일어남을 시사한다.
- ▶ 유용 미생물은 (람다 파지에 대한) 항바이러스 효과를 나타낸다.

### 2 유용 미생물의 활용전망

- ▶ 다른 세균 및 바이러스로의 확장
- ▶ 전염병에 대한 방역에의 활용
- ▶ 활용 범위 확장 및 후속 연구의 진행

# 달걀 껍질 입자의 농도에 따른 연골 복원을 위한 Alginate/HA hydrogel의 물리적 성질에 관한 탐구

## 팀명 : 프화학

### 탐구동기

대한민국은 고령화가 가장 빨리 이루어지는 나라로, 50년 후 65세 이상 인구의 비중이 50%에 육박할 것으로 예상

: 건강보험심사평가원에 따르면 연골 손상으로 인한 퇴행성 관절염은 50세 이상에서 38%, 80세 이상에서 72%의 유병률을 보이는 '국민질환'



현재 연구되는 알긴산-히알루론산 하이드로젤은 실제 연골의 물리적 성능을 충족시키는데 한계가 존재하고, 이를 보완하기 위한 추가적인 '인체친화적' 물질이 필요함.

→ 경제적으로도 효율적인 ESP(달걀 껍질 입자)를 활용하고자 함!



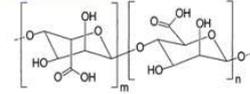
### 탐구목적

- 1 물리학적, 생체학적으로 뛰어난 연골 복원 소재를 만들기 위한 최적의 ESP 농도를 찾는다!
- 2 화학적으로 제작한 ESP 강화 Alg-HA 하이드로젤에 대해 다양한 물리적 실험에서의 데이터를 제공한다!

## 탐구설계

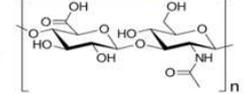
### 이론적 배경

#### 알긴산



- ✓ 점탄성을 지님
- ✓ 높은 생체적합성

#### 히알루론산



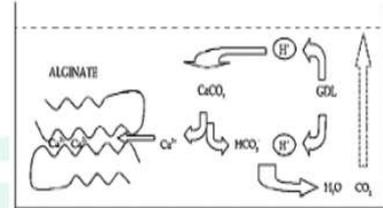
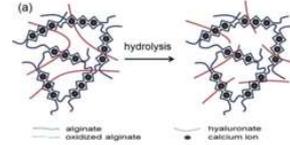
- ✓ 연골세포 외 기질에 존재
- ✓ 관절영양제로 쓰임

#### GDL의 고체화

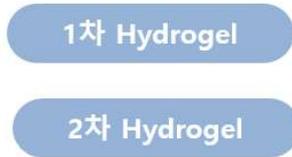
- ✓ 글루콘산이 탄산칼슘으로부터 칼슘 이온을 분리해 polymer의 가교를 형성함

### 가교결합

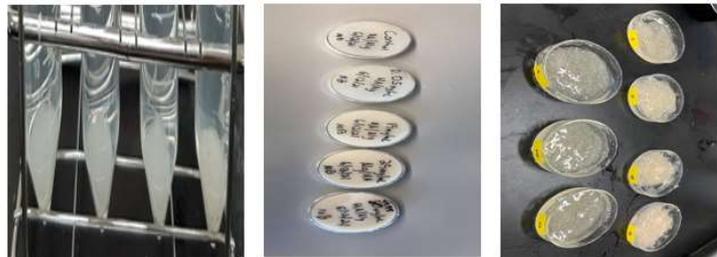
- ✓ 알긴산과 히알루론산의 3차원 가교 형성
- ✓ 칼슘 이온이 축매 작용
- ✓ ESP는 소재의 강도와 유연성을 높임



### 1~5차 하이드로젤 제조



문제점 보완!!  
+GDL  
CaCl<sub>2</sub> → CaCO<sub>3</sub>



: ESP 농도 비율 바뀌가며 3, 4, 5차 Hydrogel 제조

## 탐구과정

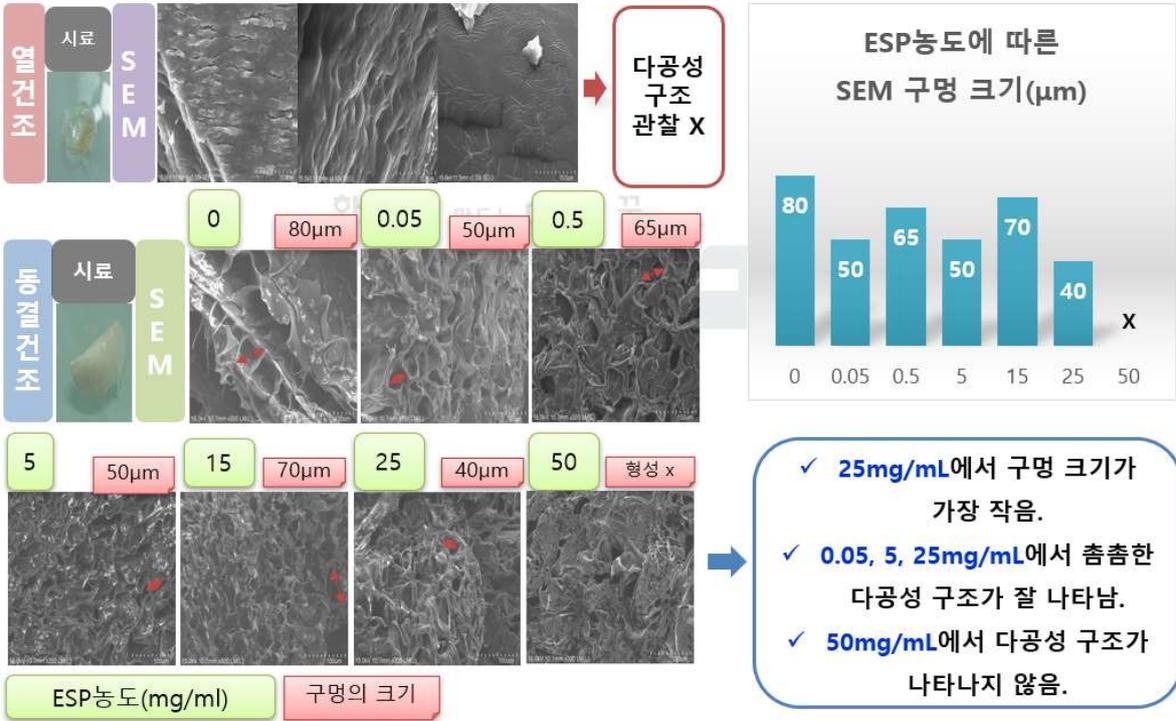
### 1. 하이드로젤 제조

#### 최종적으로 7가지 ESP(달걀 껍질 입자)농도의 하이드로젤 제조

1. 절구를 이용하여 달걀껍질을 으깨고 체로 걸러 평균 50μm 크기로 만든다. 
2. Alginate와 Hyaluronic acid를 10:2의 질량 비로 DMEM 20mL에 녹인다. 
3. 각기 다른 농도의 ESP(달걀 껍질 입자)를 첨가한다. (0, 0.05, 0.5, 5, 15, 25, 50mg/mL) 
4. 100mM CaCO<sub>3</sub>와 80mM GDL(D-Glucono-1,5-lactone)을 5mL씩 첨가한다. 
5. 페트리접시 위 하이드로젤을 약수저로 충분히 섞은 뒤 1시간가량 냉장고에 보관한다. 

## 2. SEM 관찰

### SEM을 통해 Hydrogel의 다공성 구조 형성 비교



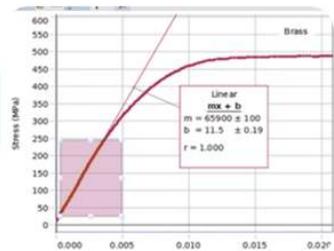
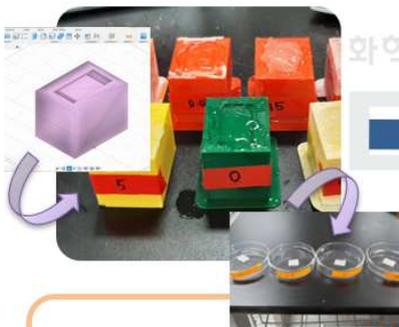
## 3. 강성 측정 실험

### 1 인장을 통해 영률(Young's modulus) 측정하기



< ME-8236 재료 시험기 >

### 다양한 ESP 농도의 하이드로젤을 늘려 응력-변형률 곡선을 분석해 영률 측정



1) ESP 농도 0, 0.05, 5, 50 (mg/mL)의 하이드로젤을 3D 프린터로 제작한 틀에 넣고 24시간 동안 상온에서 굳힌다.

2) 굳힌 하이드로젤을 꺼내 PASCO ME-8236 재료 시험기에 고정시킨 후 인장력 TEST를 수행한다.

3) 모든 TEST 반복후 힘-길이 변화량 곡선을 얻고 분석한다.

### 3. 강성 측정 실험

#### 1 인장을 통해 영률(Young's modulus) 측정하기



- ◆ 5mg/mL의 경우에서 최대의 인장강도와 파단까지의 변형률이 나타나기 때문에 소재로서 가장 적합하다.
- ◆ 0mg/mL의 경우 파단까지의 변형률이 가장 적고, 50mg/mL의 경우 인장강도가 최소이기 때문에 연골 복원을 위한 소재로 적합하지 않다고 판단된다.
- ◆ 항복강도(소성변형이 일어나기 전의 peak)와 인장 강성(탄성계수, 초기 기울기)은 잘 측정되지 않는다.

1) 불규칙한 그래프 때문에 영률 측정을 위해 인장력 TEST가 강성 비교에 부족하다고 판단!  
2) 최적 농도를 찾기 위해 농도의 범위를 넓히는 것에 필요성을 느낌!



1) 압축 TEST를 이용하여 영률 측정  
2) 하이드로젤의 ESP 농도 범위를 바꿔서 실험

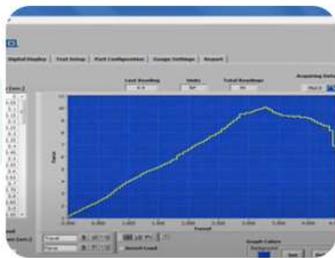
### 3. 강성 측정 실험

#### 2 압축을 통해 영률(Young's modulus) 측정하기



< ESM303 전동 장력/압축 시험대 >

다양한 ESP 농도의 하이드로젤을 압축하여 응력-변형을 곡선을 분석해 영률 측정



1) ESP 농도 0, 0.05, 15, 25, 45(mg/mL)의 하이드로젤을 페트리 접시에 담아 48시간 동안 냉장고에서 굳힌다.

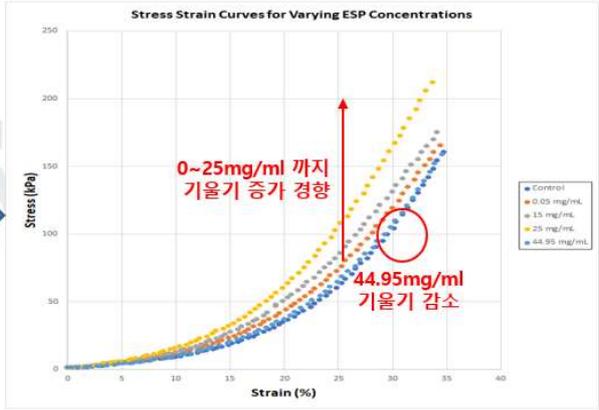
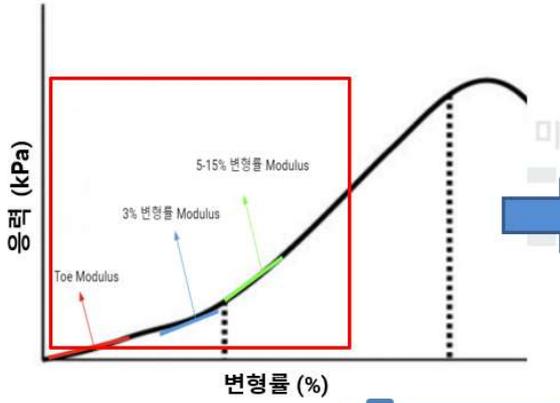
2) 굳힌 하이드로젤을 꺼내 위아래를 여과지로 덮고 ESM303 전동 장력/압축 시험대에 올린 후 압축 TEST를 수행한다.

3) 모든 TEST 반복 후 응력-변형을 곡선을 얻고, 변형률에 대한 응력 비율을 계산해 영률을 계산한다.

### 3. 강성 측정 실험

#### 2 압축을 통해 영률(Young's modulus) 측정하기

$$\text{(그래프 기울기)} = \frac{\text{(변형률)}}{\text{(응력)}} = \text{(영률)}$$



점탄성 물질인 하이드로젤의 특성을 고려하여 응력-변형률 곡선을 3가지 구역으로 나누어 분석

- 1 Toe Modulus
- 2 3% 변형률 Modulus
- 3 5-15% 변형률 Modulus

< 다양한 ESP 농도에 따른 응력-변형률 곡선 >

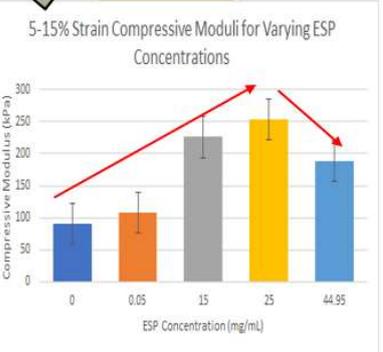
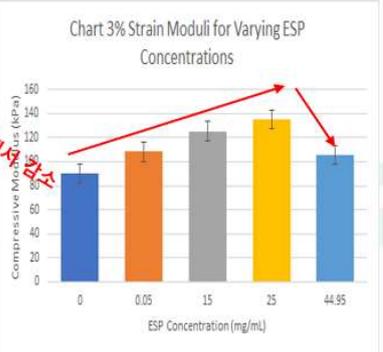
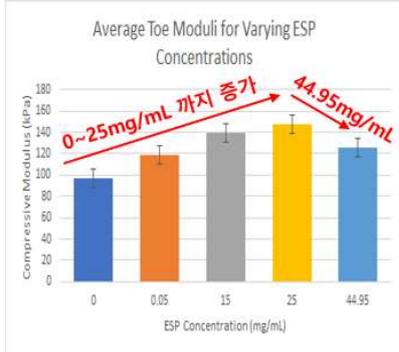
ESP 농도가 0mg/ml 부터 25mg/ml로 증가할 때까지 영률(기울기)이 대체로 증가하는 경향을 보였으나, 44.95mg/ml에서는 오히려 영률이 감소하는 모습 보임!

### 3. 강성 측정 실험

#### 2 압축을 통해 영률(Young's modulus) 측정하기

실험 결과 : 유의하다!

대조군과 비교한 25mg/mL의 p값 = 0.0012



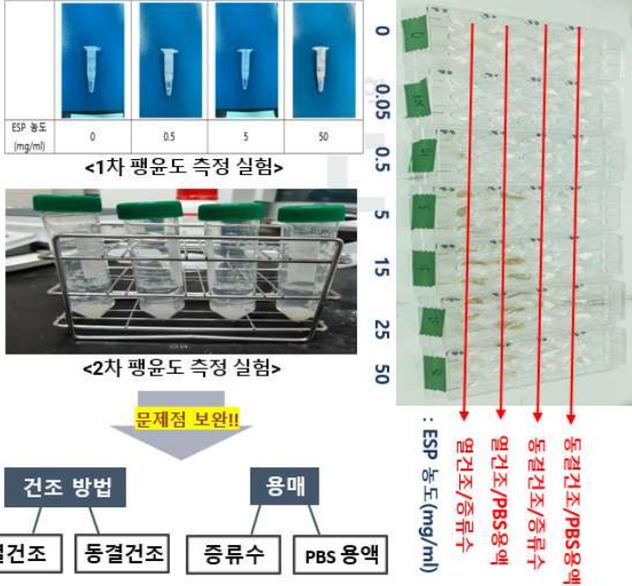
: ESP 농도가 0mg/mL 부터 25mg/mL로 증가함에 따라 영률(compression modulus)이 대체로 유의한 정도로 증가하는 경향을 보이지만, ESP농도가 과하게 높아진 44.95mg/mL에서는 오히려 영률이 감소하였다.

- ➡ ESP농도가 증가할수록 압축강도가 증가하며, 일정 농도 이후에 다시 떨어짐!
- ➡ 실험 범위 내 압축강도가 가장 큰 하이드로젤의 최적 ESP 농도는 25mg/mL

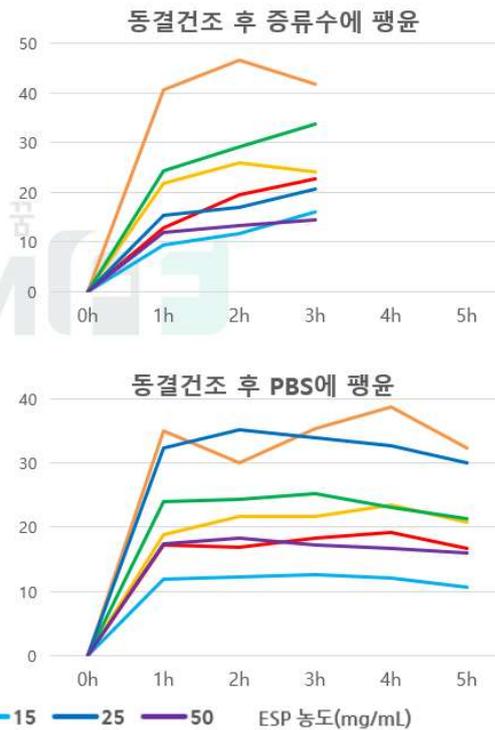
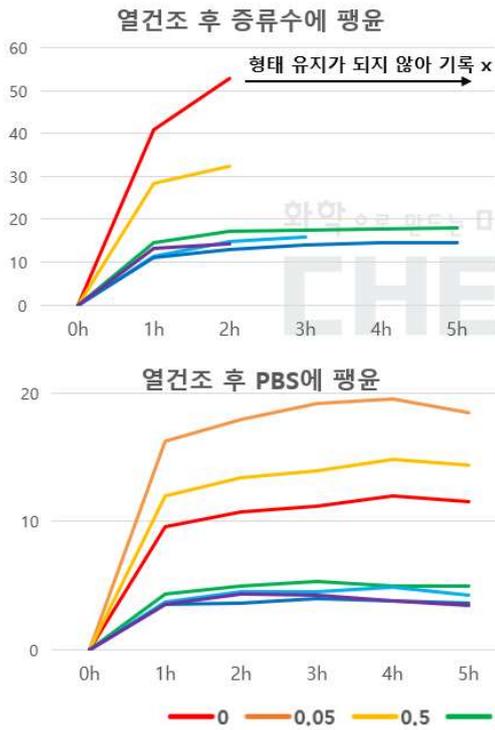
## 4. 팽윤도 측정 실험

**하이드로젤의 팽윤도(Swelling Ratio) 측정**  
: 건조 방법, 용매를 달리하여 ESP 농도별 팽윤도 측정

$$\text{Swelling ratio} = \frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$



## 4. 팽윤도 측정 실험



## 4. 팽윤도 측정 실험

- ✓ 시간이 지남에 따라 Swelling ratio(SW)가 일정해지는 로그형 곡선이 나타남.
- ✓ Alg-HA 하이드로젤은 증류수에서보다 PBS에서 형태 유지가 잘 됨.
- ✓ PBS 조건을 살펴보았을 때, 열건조한 것보다 동결건조한 것의 SW가 높음.  
따라서 동결건조하였을 때 다공성 구조가 더욱 치밀하게 형성됨.
- ✓ ESP 농도가 낮은 경우( 0, 0.05, 0.5mg/mL ) PBS에서의 SW가 높아 함수능이 뛰어나고, 이는 SEM 관찰과 공극률 실험의 데이터와 유사한 양상한 나타냄.
- ✓ ESP 5mg/mL, 25mg/mL 조건의 경우, 열건조 후 증류수에 팽윤시켰을 때 5h까지 형태가 유지되었고, PBS 조건에서도 ESP가 높은 영역에서 상대적으로 높은 SW를 나타낸 것으로 보아 함수능과 응집력이 뛰어난 것으로 판단됨.

하이드로젤의 높은 팽윤도(SW)가 가지는 장점?

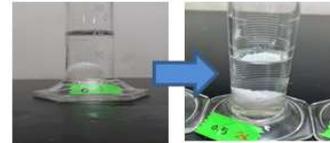


- ✓ 뼈 사이 조직에 하이드로젤을 투여할 시 체온과 조직액에 의해 젤이 팽윤되어 효과적으로 연골 부위를 감쌀 수 있다.
- ✓ 연골 복원을 위한 영양분이나 약물을 방출하는 표면적을 넓힌다.
- ✓ 유연한 움직임에 도움을 준다.

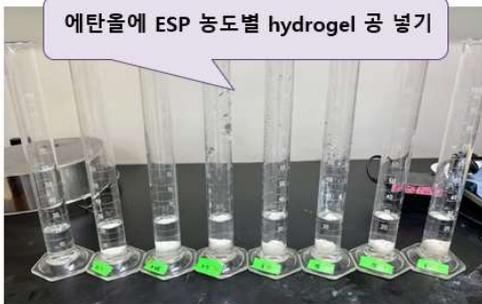
## 5. 공극률 측정 실험



ESP 농도별 Hydrogel의 공극률(구멍의 정도) 측정



<에탄올에 넣은 후(3h) 물이 빠져나가 쪼그라든 hydrogel 공의 모습>



에탄올의 초기 부피: V1=20mL  
하이드로젤을 넣었을 때의 부피: V2  
(3시간 후) 하이드로젤을 빼고 난 후의 부피: V3  
VT=V2-V3  
$$\text{공극률} = \frac{V3-V1}{VT} \times 100(\%)$$

- ✓ 모세관 현상에서 액면의 높이와 기공의 안쪽지름은 반비례하므로, 더 작은 기공 크기를 가진다면 더 빠른 방출속도를 가질 것으로 해석됨.
- ✓ 5mg/mL에서 구멍이 가장 촘촘하게 형성되었고, 15mg/mL에서 가장 구멍이 형성되지 않음.  
→ SEM 관찰 결과, SW 측정 결과와 일치

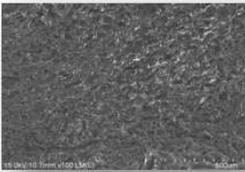
## 결론



ESP 5mg/mL or 25mg/mL의 Alginate-Hyaluronate Hydrogel이 연골 복원을 위한 소재로 가장 적합하였다!



촉촉한 다공성 구조!



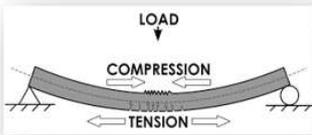
❖ 촉촉한 SEM 사진  
가장 높은 공극률  
❖ 건조 방법/팽윤용액 관계없이 SW 높음, 형태 안정



❖ 촉촉한 SEM 사진  
❖ 공극률 높음  
❖ 동결건조/PBS 용액 팽윤에서 최대 SW, 형태 안정



뛰어난 인장/압축 강도!



❖ PASCO 활용 인장력 측정에서 최대 인장강도, 파단까지의 변형을 최대



❖ 압축강도 실험 시 3가지 modulus 에서 모두 최댓값을 나타냄

## 활용



1

다공성 구조에 따른 높은 **함수율**은



관절염에서의 통증과 강직 증상을 완화시켜준다.



2

적절한 하이드로젤로 강화된 **인장/압축강도**는 복원된 연골의 성능과 수명을 증가시킨다.



3

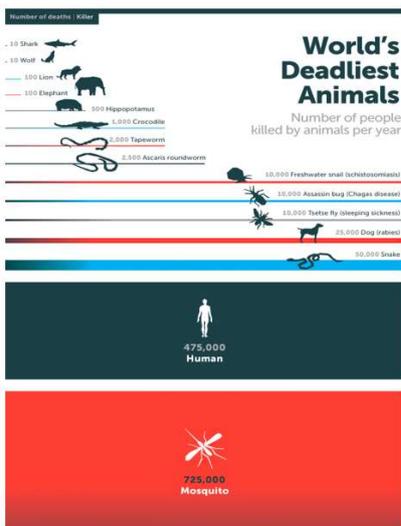
생체친화성(biocompatibility), 생분해성(biodegradability), 친환경성(eco-friendliness), 경제성(economic feasibility)이 뛰어난 소재로써 광범위한 활용이 가능하다.



# 주제 : 루미놀 반응을 이용한 모기 퇴치법

## 팀명 : 해충박멸 CESCO

### 탐구 동기



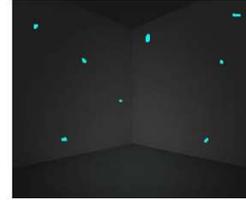
여름만 되면 우리를 괴롭히는 모기  
모기는 감염성 질병의 매개체로 작용하며 피해를 준다.  
모기로 인해 연간 전세계의 40만명이 사망할  
정도로 모기의 피해는 심각하다.

살충제에는 피레스로이드계 성분이 많이 포함되어 사람에게 위험이 될 수 있다는 문제점이 있다.



## 탐구 동기

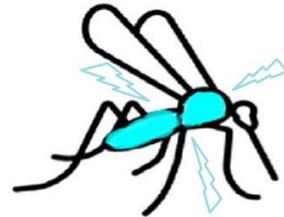
기존의 여러 가지 단점들을 가진 모기 퇴치 방법들과는 달리 잘 보이지 않아서 잡지 못하던 모기를 잘 보이게 하여 모기를 쉽게 잡을 수 있도록 한다면 유해한 약품들을 쓰지 않고 모기퇴치를 할 수 있을 것 같아 이 방법에 대해서 호기심을 가지고 생각해보게 되었다



## 탐구 목적

모기를 유인할 수 있는 여러 물질에 대해서 알아보고 모기를 유인할 수 있는 최적의 용액(물질의 종류, 농도, 색깔 등)을 찾는다.

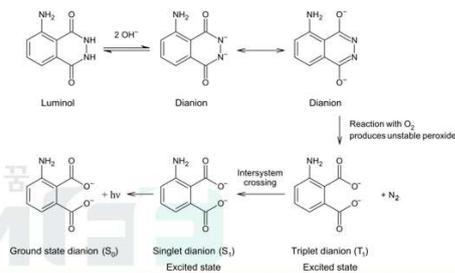
루미놀 용액의 제조법에 따라서 루미놀 용액이 반응하는 최적의 조건을 찾아본다. 앞서 찾은 모기를 유인하는 용액의 최적의 조건과 루미놀 반응이 일어나는 최적의 조건을 병합하여서 모기를 밝게 빛나게 하여서 잡기 쉽도록 한다.



## 이론적 배경

### Mechanism of Chemiluminescence

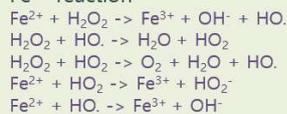
루미놀이 수용액 속 수산화이온과 반응하여 2개의 수소를 잃고 2가 음이온을 띤다. 산소와 반응하여 5-aminophthalic acid가 되면서 전자상태가 불안정한 고에너지 상태가 된다. 이후 에너지를 빛의 형태로 방출하며 안정해지는 과정을 거친다.



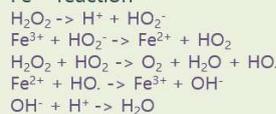
### Catalysis of Iron(II)

혈액의 적혈구 속 Heme 그룹의 Fe(II)가 α-hydroxy hydroperoxide와 O<sub>2</sub>의 반응의 촉매로 사용된다. Fe(II)는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 분해시켜 O<sub>2</sub>를 생성하고 Metal-peroxide complex 와 metal-luminol 이나 metal-luminol-O<sub>2</sub> complex를 형성하게 되며 이후 5-aminophthalic acid가 된다.

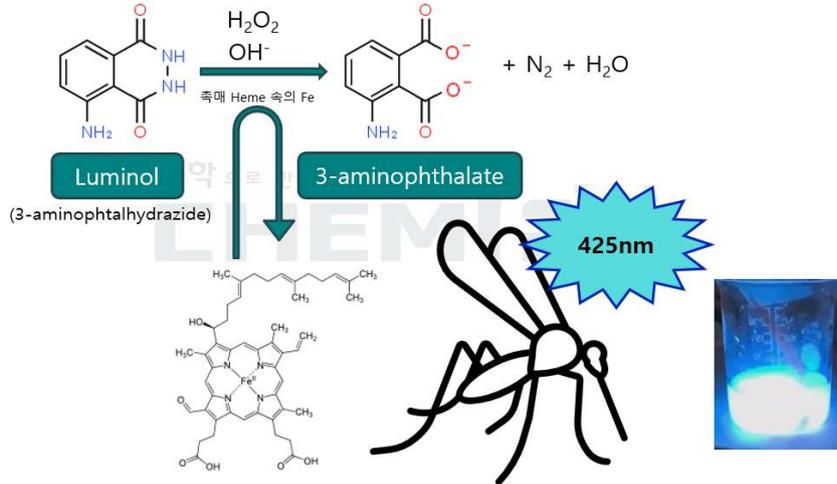
#### Fe<sup>2+</sup> reaction



#### Fe<sup>3+</sup> reaction



### 모기 표지 원리



모기를 유인제를 통해 유인한 후 루미놀을 모기 채내에 넣는다.  
흡혈 시 피 속의 철이온과 루미놀이 반응하여 표지가 된다

### 실험과정 1-1)

#### 1. 유인이 가장 잘 되는 용액 찾기

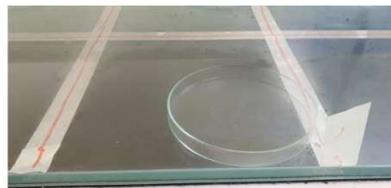
##### 1) 실험실 내 환경

##### • 준비물

-투명한 유리 수조, 페트리 접시 8개, 유인용액, 모기, 종이 테이프, 송곳, 골판지 판, 피펫

##### • 실험과정

- 페트리 접시에 6가지 2M 유인용액 20mL를 넣는다.
- 수조에 일정간격으로 선을 그어서 구역을 만든다.
- 모기가 들어있는 수조에 페트리 접시를 일정간격 띄워서 놓는다.
- 하루가 지난 후에 수조를 확인한다.
- 페트리 접시를 둔 구역에 있는 모기의 수를 센다.
- 각 구역별 있는 모기의 수로 유인용액의 유인정도를 확인한다.



### 실험 결과1-1)

#### 실험결과

용액	마릿수
Acetone	5
P-cresol	3
M-cresol	9
Octenol	7
Butanone	7
Cyclohexanol	8
Water	4

#### 결과 해석

M-cresol, cyclohexanol, 1-octen3-ol 용액의 구역에 많은 모기들이 모여 있는 것을 통해서 정확한 정도는 알 수 없지만 다른 용액들보다는 위의 4개의 용액이 유인이 더 잘 된다는 것을 알 수 있었다.

#### Feedback

수조 위의 골판지 판에 구멍을 뚫었다 하더라도 모기가 빠져나갈 수 없을 만큼 폐쇄를 해서 공기의 순환이 원활하지 않아 다른 냄새의 영향을 줄 수 있고 실험실 내의 환경으로 실제 환경과 다를 수 있어서 실제 환경 내에서 실험이 요구된다.

### 실험과정 1-2

#### 1. 유인이 가장 잘 되는 용액 찾기

#### 2)야외 환경

##### • 준비물

-초파리 끈끈이 패드, 실험1-1)에서 선정한 4가지 용액( Cyclohexanol, Butanone, Octenol, M-cresol)



##### • 실험과정

- 1)의 실험 결과 가장 유인이 잘 된 4가지 용액을 각각 끈끈이에 10mL씩 넣는다.
- 학교 뒷산에 앞서 만든 트랩을 일정간격을 뛰어서 놔둔다.
- 하루 지난 후 끈끈이에 붙어 있는 모기의 수를 세서 유인이 되는 정도를 확인한다.



## 실험 결과 1-2)

### 실험결과

용액	M-cresol	Butanone	Cyclohexanol	Octenol
마릿수	38	9	5	3

### 결과 해석



모두 유사한 환경에 용액을 넣은 트랩을 두었을 때 m-cresol이 압도적으로 유인된 파리+모기의 수가 많았다. (모기 외 날파리, 파리 등도 모기가 가진 후각수용체와 같은 수용체를 가지고 있으므로 모기와 동일하게 카운팅하였다.) 이를 통해서 m-cresol 용액이 다른 용액들보다 모기를 유인하는 효과가 크다는 것을 알 수 있었다.

## 실험과정 2-1) 루미놀 용액의 최적의 발광조건 찾기

### 1) 과산화수소 부피에 따른 발광시간

#### • 준비물

-루미놀(s), 탄산나트륨(s), 과산화수소(aq), potassium ferricyanide(s), 증류수, 타이머, 비커, 마그네틱 교반기

#### • 실험과정

- 루미놀 0.1g, 탄산나트륨 5g을 증류수 50mL에 넣고 녹인다.
- 34.5% 과산화수소 용액 8mL, 10mL, 15mL, 20mL, 30mL, 40mL를 넣고 섞는다.
- potassium ferricyanide(축매) 4g을 넣고 발광시간을 측정한다.



### 실험 결과 2-1)

#### 실험결과

과산화수소의 양 (mL)	8	10	15	20	30	40
발광 시간 (s)	37	69	116	83	73	130

#### 결과 해석

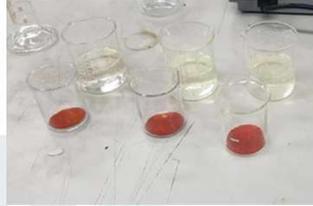
과산화수소의 양이 많으면 반응할 수 있는 과산화수소의 양이 많아서 오랜 시간 발광할 수 있지만 양이 많으면 농도가 묽어져서 축매가 루미놀과의 접촉이 줄어들어 발광시간이 줄어들 수 있어 실험결과가 매번 일정하게 나오지 않았다. 이를 통해서 매번 비슷한 결과를 얻기 위해서는 농도와 양이 적절한 15mL에서 20mL가 적절하다.

## 실험과정 2-2) 루미놀 용액의 최적의 발광조건 찾기

### 2) 염의 종류에 따른 발광 시간 비교

#### • 준비물

-루미놀(s), 탄산나트륨(s), 탄산 칼륨(s), 수산화 나트륨(s) 과산화수소(aq), potassium ferricyanide(s), 증류수, 타이머, 비커, 마그네틱 교반기



#### • 실험과정

- 루미놀 0.1g, 증류수 50mL, 과산화수소수 20mL를 넣고 녹인다.
- 앞의 용액을 3개 만든다.
- 각 용액에 수산화나트륨 탄산나트륨 탄산칼륨을 각각 5g씩 녹인다.
- potassium ferricyanide(축매) 4g을 넣고 발광 시간을 측정한다.



## 실험 결과 2-2)

### 반응시작



### 반응 30초 경과



### 반응 1분 경과



### 반응 1분 30초 경과



## 실험 결과 2-2)

### 결과

탄산 나트륨, 탄산 칼륨은 초록색 빛을 내면서 발광하였고 수산화 나트륨은 파란색 빛을 내면서 발광하였다.

탄산 칼륨은 30초 경과후부터 밝기가 어두워지면서 1분 경과 후에는 어두워졌고 탄산 나트륨은 1분 30초 후에 어두워졌다.

수산화 나트륨은 반응 초기에 다른 용액보다는 밝기가 어두웠지만 30분이 경과하여도 계속 발광하였다.

### 결과해석

루미놀이 발광할 때 알칼리성 환경에서 발광을 하는데 탄산나트륨이나 탄산칼륨은 시간이 지나면서 그러한 환경이 형성되지 않지만 수산화나트륨은 알칼리성 환경을 계속 형성하여서 지속적으로 발광할 수 있었다.

## 실험 2-3)

### 루미놀 용액의 최적의 발광조건 찾기

#### 3) 촉매의 종류에 따른 발광시간 비교

##### • 준비물

-루미놀(s), 탄산나트륨(s), 과산화수소(aq), potassium ferricyanide(s), 구리판, 증류수, 타이머, 비커, 마그네틱 교반기

##### • 실험과정

- 루미놀 0.1g, 증류수 50mL, 과산화수소수 20mL를 넣고 녹인다.
- 앞의 용액을 4개 만든다.
- 각 용액에 탄산나트륨 5g을 녹인다.
- 2개의 비커에는 potassium ferricyanide 4g을 넣고 2개의 비커에는
- 사포로 코팅을 벗긴 구리판을 넣고 발광시간을 측정한다.



### 결과

potassium ferricyanide를 넣은 비커는 앞선 실험들과 동일하게 1분정도 발광하였지만 구리판을 넣은 비커는 발광은 하지 않고 기포를 일으키며 수용액이 검게 변화하였다.

### 결과해석

산화제로는 potassium ferricyanide를 사용하는 것이 발광시간을 늘일 수 있다는 것을 알 수 있었다.



## 실험과정 2-4) 루미놀 용액의 최적의 발광조건 찾기

### 4) 최적의 발광용액 만들기

#### • 준비물

-루미놀(s), 탄산나트륨(s), 수산화 나트륨 과산화수소(aq), potassium ferricyanide(s), 증류수, 타이머, 비커, 마그네틱 교반기

#### • 실험과정

- 루미놀 0.1g, 증류수 50mL, 과산화수소수 20mL를 넣고 녹인다.
- 2-1) ~ 2-3)의 결과를 종합하여 수산화나트륨 2.5g 탄산나트륨 2.5g을 넣는다.
- potassium ferricyanide 4g을 넣고 발광시간을 측정한다.

## 실험 결과 2-4)



반응 시작



반응 후 30초 경과



반응 후 2분 경과

### 결과해석

반응시작 후 실험하였던 용액들 중 가장 밝게 발광하였고 파란색 빛으로 30분이 경과하여도 지속적으로 발광하였다. 이는 밝게 발광하는 탄산나트륨과 오랫동안 발광하는 수산화나트륨의 성질이 혼합된 것처럼 보인다.

## 최종 결과

유인이 가장 잘 되었던 m-cresol(1.0M)과 루미놀 발광이 가장 잘 되었던 수산화 나트륨과 탄산나트륨을 같이 염으로 사용한 용액을 혼합하여서 사용하면 목표에 해당하는 모기 유인 및 발광을 최적으로 할 수 있을 것으로 예상된다.



## 기대 효과

최종적으로 만든 용액을 이용하여서 모기를 유인할 수 있을 것으로 예상되고 모기의 먹이(꿀 등)를 섞어서 사용하면 발광 모기를 만들 수 있으리라 기대가 된다.

이와 같이 모기를 쉽게 잡을 수 있을 것으로 기대되고 기존의 모기를 쫓아내는 방식의 모기 퇴치 방법이 아니라 모기를 한 곳에 유인하는 효과를 낼 수 있다면 모기의 퇴치에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

