

# DoE를 이용한 천연살균제 설계

동아대학교 산업경영공학과  
김성준 배성열

## 서론

### 1. 주제선정 이유 및 목적

최근 각종 건강&위생 관련 이슈들의 등장으로 인하여 그에 대한 관심이 증가했으나, 기존 제품의 성분에 대한 불신과 위험성이 존재했다. 이에 인체에 무해하며 믿을 수 있는 천연 살균제를 DoE를 이용하여 설계해보고자 한다.



### 2. 진행일정

7월~8월					
월	화	수	목	금	토
7.17	18	19	20	21	22
24	25	26	27	28	29
31	1	2	3	4	5
7	8	9	10	11	12
14	15	16	17	18	19

주제 선정 (7.17-7.19)  
자료 수집 및 실험설계 협조 (7.24-7.27)  
재료 구매 (7.28-7.30)  
부분요인실험 및 분석 (7.31-8.4)  
혼합물 설계 및 분석 (8.7-8.11)  
최적화 (8.14-8.16)  
포스터 제작 및 검토 (8.17-8.20)

### 3. 실험방법 및 실험도구

1. 논문, 기사 등 객관적인 자료를 근거로 인자 탐색
2. 특성요인도를 통한 인자 선정
3. 부분요인실험으로 인자 선별
4. 혼합물설계를 통한 최적 조합



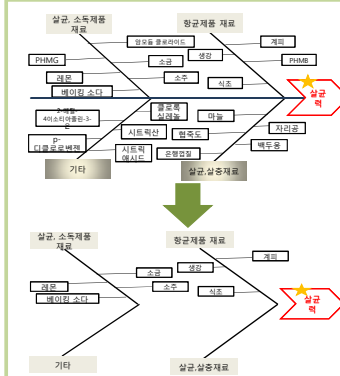
## 본론

### 1. 실험순서

1. 실험 준비 후 주의사항 숙지(오차 최소화)
2. 배양된 대장균 준비
3. 대장균 9ml와 제작 실험물을 순서대로 1ml씩 각 Tube마다 주입
4. 마이크로튜브에 담긴 증류수 0.9ml에 피펫으로 실험물 0.1ml 주입
5. 희석 5회 실시
6. Petridish에 0.1ml씩 떨어뜨려 줌
7. 유리막대로 도말 실시 (5분~10분 마를 때 까지)
8. 인큐베이터에 넣고 15시간 후 결과 관찰
9. 살균력 측정, 데이터분석



### 2. 특성요인도



논문과 기사, 전문가의 조언 등으로 인체 유해 인자, 근거 없는 인자, 구할 수 없는 인자 모두 제거 후 정성적 인자 Screening을 했다.

### 4. 혼합물설계(꼭지점설계)

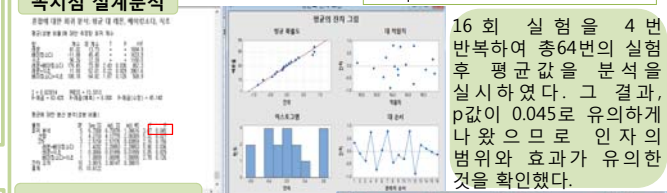
Blocking		-1 소금	+1 소금
설계된 조합 중 살균력		86.9%	93%
이 더 높은 -1 수준 소금 조합을 blocking 하여		93%	91%
꼭지점 설계 하한, 상한의 범위를 설정했다.		89.9%	90%
		93.5%	88.9%
		90.825%	90.075%

구분	레몬	베이킹	식초	합계
1	30 (30/85)	5 (5/85)	50 (50/85)	85g
2	50 (50/95)	15 (15/95)	30 (30/95)	95g
3	30 (30/75)	15 (15/75)	30 (30/75)	75g
4	50 (50/105)	5 (5/105)	50 (50/105)	105g

	하한	상한
레몬	35.3%	52.6%
베이킹소다	4.8%	20%
식초	31.6%	58.8%



### 등고선도 및 최적화

등고선 그림을 그려본 결과 식초의 양이 조금 더 많아진다면 더 높은 수준의 살균력을 얻을 수 있을 것으로 판단되었다. 하지만 실험장소, 재료에 대한 제약조건으로 범위를 재설정하여 실험하지 못했고, 결과를 예상하는 것으로 마무리할 수 밖에 없었다. 이후, 최적화를 통해 레몬 35.3g, 베이킹소다 8.9455g, 식초 50.7545g를 혼합한다면 95.488%의 살균력을 얻을 수 있을 것이라 결론이 나왔다.

### 3. 1/8부분요인실험

부분요인실험													
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2



제약조건으로 인한 실험 횟수 부족으로 1/8 부분 요인 실험을 실시했다. 생물 실험으로 높은 오차를 예상했고, 반복으로 오차를 줄이려 했다. 3회 반복을 시행하여 나온 살균력으로 정규성검정, 등분산검정, 일원분석 순으로 분석을 진행했다.

3회 반복의 정규성검정, 등분산 검정, 일원분석의 결과 모두 P값을 만족한 것을 확인할 수 있다. 최종 분석결과 유의수준 0.05에는 미치지 못하였지만, 유의수준 0.1에는 만족했고 R값 역시 만족했다. 이후, 풀링을 진행한 후에 최종적으로 유의한 인자를 가졌다. 그 결과, 생강, 계피는 상대적으로 유의하지 않다고 판단되어 제거했고, 레몬, 식초, 베이킹소다, 소금이 유의하다고 판단되어 최종인자로 선정되었다.

### 5. 제약조건 및 노이즈

- | 실험장소  | 실험기기  | 실험시간   | 실험횟수 |
|---|---|--|------|
| 실험장소, 기기를 직접 보유한 것이 아니라 협조를 통해 대여사용 했기에, 실험을 유동적으로 진행할 수 없었다. | 실험장소, 기기를 직접 보유한 것이 아니라 협조를 통해 대여사용 했기에, 실험을 유동적으로 진행할 수 없었다. | 또한, 재료와 도구 역시 고가라는 점도 제약 조건으로 나타나서 원만한 진행이 어려웠다. | 실험횟수 |
1. 실험 도중 생길 수 있는 세균
    - clean bench를 통해 바람이 안에서 밖으로 불기 때문에 세균 발생 억제
    - 날아 다니는 세균 알코올램프 불로 제거
    - 동일한 온도 및 습도 조절
  2. 재료자체의 미생물, 일정한 품질
    - 일정 수준으로 제어 불가능
  3. 실험자의 힘, 습관 등이 모두 다름
    - 각 실험마다 동일한 사람이 실시
    - 랜덤으로 실험 진행 (학습효과 주의)
    - 실험 진행 시 동일한 횟수로 진행
  4. 생물 관련 실험의 높은 오차
    - 반복으로 최대한 줄이려 노력
  5. 매우 다양한 균이 존재
    - 호기성 세균 중 대표적인 대장균만 실험
  6. 세균 측정 방법
    - 정밀한 기기를 구하지 못함 ▶ 실험실 자문 결과 페트리디쉬를 등분하여 최대한 자체히 측정 실시. 여러 사람이 나누어 반복 측정.
  7. 기기의 오차
    - 실험 전 사용방법 숙지 및 반복실험 실시

## 결론

우리가 만든 살균제는 95%수준의 살균력을 보였으나, 균의 종류를 대장균에 한정했기 때문에, 다른 균에는 어떠한 반응을 보일지 예상할 수 없었다. 또한, 시장에 판매 중인 살균제는 99%이상의 살균력을 보이기에, 기능 자체는 시장의 제품을 따라갈 수 없었다. 그렇기에 전문적인 살균제품으로서 무리가 있고, 가정에서 부담없이 사용하는 수준에 만족해야 했다. 소주가 약 80%의 살균력을 가지는 것으로 확인했고, 인자를 첨가함에 따라 살균력이 증가한다는 것을 통계적으로 알 수 있었다. 실험과정에서의 각종 제약조건으로 인해 반복적, 유동적으로 실험하지 못하고 약 100회의 실험으로 데이터를 분석했다는 아쉬움이 남아있다.