

# 꽃의 수명에 영향을 주는 요인 분석과 최적 조건 도출

전북대학교 산업정보시스템공학과 노형인, 이재형

1. 문제 파악

사람들은 기념일 뿐만 아니라 일상생활에서도 꽃을 많이 선물한다. 하지만 꽃은 처음 받았을 때의 아름다움이 오래가지 못한다. 꽃은 보관하는 장소의 온도, 습도, 물 등의 주변 환경에 영향을 받는다. 하지만 가정에서는 꽃에 적절한 온도와 습도를 맞추는 것은 무리가 있다. 그래서 사람들마다 꽃을 보관하는 다양한 방법(잎 제거, 사선 자르기, 식초, 설탕, 얼음 등)이 존재한다. 따라서 가정에서 꽃의 수명에 영향을 미치는 각각의 요인에 대해 수준을 달리한 실험을 하여 최종적으로는 꽃의 수명을 가장 길게 하는 최적의 조건을 찾으려 한다.

2. 목표 설정

플라스틱 컵에 각 처리조합과 물 100ml를 담는다.(Mixing에서 발생하는 오차를 줄이기 위하여, 동일 실험자가 Mixing을 실시하였다.) Mixing된 혼합물에 줄기길이가 같은 장미꽃을 요인 설계에 따라서 각각 넣어준다. 각 플라스틱 컵 별로 4시간단위씩 꽃의 상태를 지켜보았다.(이 실험에서는 꽃잎 2장 이상의 색이 변하거나, 꽃자루가 꺾이는 경우 측정을 종료한다.)  
\* 꽃은 주변 환경에 영향을 많이 받기 때문에 실험장소는 동일한 곳에서 진행하였다.

3. 계획

플라스틱컵 60개, 장미 60송이, 물, 설탕, 식초, 온도계, 얼음, 가위, 종이컵 등



4. 요인

	Factor level	
	Low(-1)	High(+1)
잎사귀 갯수(A)	0개	4개
사선 자르기(B)	X	O
물의 온도(C)	10°C	25°C
설탕(D)	5g	10g
식초(E)	1ml	5ml

- \* Response variable : 꽃 생존 시간실험을 통해 얻은 시간값
- (1) 잎사귀 갯수(A) : 식물의 잎에 물이 들어가게 되면 잎은 금방 상하게 된다. 이때 상한 잎에서 에틸렌 가스가 발생하여 물속으로 들어가게 된다. 그래서 줄기에 안 좋은 영향을 미치게 되고, 꽃잎까지 영향이 미친다. 따라서 잎사귀 갯수를 0개와 4개로 수준을 설정했다.
  - (2) 사선 자르기(B) : 꽃은 줄기를 통해 물을 흡수한다. 사선으로 자르게 되면 물을 흡수하는 줄기면적이 넓어져 물을 잘 흡수할 수 있다. 따라서 줄기의 끝을 사선으로 자른 것과 자르지 않는 것으로 수준을 설정했다.
  - (3) 물의 온도(C) : 꽃은 5~10도 정도에서 보관하는 것이 가장 이상적이다. 하지만 가정에서는 인테리어효과를 내기 위해서는 꽃을 냉장고에 보관하기는 어려운 일이다. 또한 집안의 온도를 꽃의 적정온도에 맞추기도 힘들다. 그래서 온도가 꽃의 수명에 얼마만큼의 영향을 미치는지 알아보기 위해 얼음물(10°C)과 상온(25°C)으로 수준으로 설정했다.
  - (4) 설탕(D) : 설탕물에서 설탕의 당분은 꽃에 영향을 주는 에너지 역할을 하게 된다. 따라서 설탕을 어느 정도 넣어야 하는지를 알아보기 위해 설탕의 양을 5g과 10g으로 수준을 설정했다.
  - (5) 식초(E) : 꽃도 생물이기 때문에 숨을 쉬게 되면 박테리아가 발생된다. 그래서 식초를 넣어주면 박테리아가 번식을 억제한다. 그래서 식초를 어느 정도 넣어야 하는지 알아보기 위해 식초의 양을 1ml와 5ml로 수준을 결정하였다.

1. 스크리닝

\* Screening을 위한 요인 설계

Run	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
4	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
5	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
6	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0
7	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
8	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
9	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
10	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1
11	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
12	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
13	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
14	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
15	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
16	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
17	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
18	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
19	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0
20	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
21	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
22	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1
23	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
24	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1
25	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
26	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
27	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
28	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1
29	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
30	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
31	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
32	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
33	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
34	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
35	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
36	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
37	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
38	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
39	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
40	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
41	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
42	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1
43	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
44	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1
45	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
46	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
47	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
48	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
49	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
50	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1
51	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
52	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1
53	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
54	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
55	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
56	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
57	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
58	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1
59	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
60	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1

\* 2<sup>5</sup> Factorial design (원전요인설계로 생성 후 분산분석 실시)

요인 적합: 결과값 대 잎사귀갯수, 사선자르기, 물의 온도, 설탕, 식초  
결과값에 대한 추정된 효과 및 계수(코드화된 단위)

효과	계수	SE 계수	T	P
잎사귀갯수	135.200	114.744	0.000	
사선자르기	-17.190	17.190	0.000	
물 온도	4.621	0.8973	5.208	0.001
설탕	8.562	1.1362	7.537	0.000
식초	-4.507	0.9448	-4.771	0.001

∴ 유의수준 0.05를 기준으로 인자 A(잎사귀 갯수), 인자 E(식초)가 유의하다.



2. 모형 확인

\* 2<sup>2</sup> Factorial design 5 center point 추가

요인 적합: 결과값 대 잎사귀갯수, 식초  
결과값에 대한 추정된 효과 및 계수(코드화된 단위)

효과	계수	SE 계수	T	P
잎사귀갯수	-32.000	16.000	-2.000	0.000
식초	4.000	0.9758	4.100	0.001
센터점	-6.400	1.3145	-4.870	0.005

S = 1.95958 PRESS = 398.222  
R-제곱 = 98.40% R-제곱(회귀) = 65.77% R-제곱(수정) = 97.44%

결과값에 대한 분산 분석(코드화된 단위)

원인	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
잎사귀갯수	1	1024.00	1024.00	1024.00	266.67	0.000
식초	1	84.00	84.00	84.00	21.33	0.000
센터점	1	91.00	91.00	91.00	23.70	0.005
잔차	8	19.20	19.20	2.40		
총계	11	1118.20	1118.20			

∴ 잎사귀 갯수(A), 식초(E)의 P-value 값이 각각 0.000, 0.01이기에 유의수준 0.05에서 유의하다.  
또한 중심점의 P값과 곡면성의 P값은 0.005로 곡면성이 통계적으로 유의하다고 볼 수 있기 때문에 중심합성계획 실험을 실시하였다.

3. 최적화

\* 중심합성계획법

반응 표면 회귀: 결과값 대 잎사귀갯수, 식초  
코드화된 단위를 사용하여 분석을 수행했습니다.  
결과값에 대한 추정된 회귀 계수

항목	계수	SE 계수	T	P
상수	114.744	0.000		
잎사귀갯수	-17.190	17.190	0.000	
식초	4.621	0.8973	5.208	0.001
잎사귀갯수*식초	-4.507	0.9448	-4.771	0.001

S = 2.50959 PRESS = 135.659  
R-제곱 = 97.70% R-제곱(회귀) = 93.81% R-제곱(수정) = 95.55%

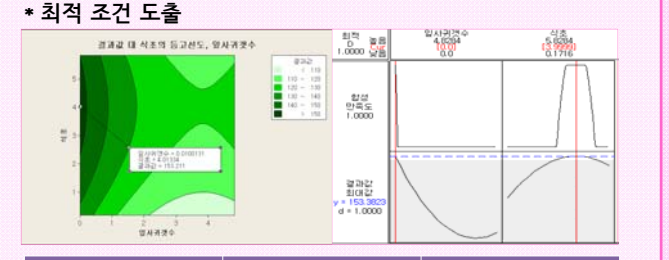
결과값에 대한 분산 분석

원인	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
상수	1	126.700	126.700	126.700	64.95	0.000
잎사귀갯수	1	1415.32	1415.32	1415.32	739.09	0.000
식초	1	170.85	170.85	170.85	89.13	0.000
잔차	2	554.21	554.21	277.11	44.00	0.000
잎사귀갯수*식초	1	410.98	389.79	389.79	61.89	0.000
총계	5	2178.06	2178.06			
평균 오차	4	31.18	31.18	7.80	1.62	0.335
총계 오차	12	2190.77				

∴ 적합성 결어는 F값이 작고 P-value 값이 0.325이기에 유의수준 0.05수준에서 유의하지 않는 것으로 나타남.  
∴ 결정계수(R<sup>2</sup>값)이 93.81%로 1에 가깝고 충분히 크기 때문에 최적해를 예측하는데 적합한 회귀모형이라고 할 수 있다.

\* 추정된 회귀 계수

회귀식 (A\*E교호작용은 플링)  
: Y = 135.125 + (-17.1902)\*A + 9.07181\*E + 2.2405\*A<sup>2</sup> + (-1.12686)\*E<sup>2</sup>



	등고선도	반응최적화
잎사귀 갯수(개)	0.0100131	0
식초(ml)	4.01334	3.99999
수명(시간)	153.211	153.3823

∴ 등고선도와 반응최적화 분석결과로 잎사귀 갯수 0개, 식초 약 4ml에서 153시간의 수명을 유지 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

∴ 최적화 실험을 통해 얻은 최적 조건에 맞춰 실험 결과를 확인하기 위해서 제현성 실험을 실시하였다.  
결과적으로 일반 가정집에서 꽃의 수명을 최대한 길게 하기 위한 조건은 잎사귀 갯수를 0개, 식초 약 4ml가 가장 효과적인 것을 알 수 있었다.