



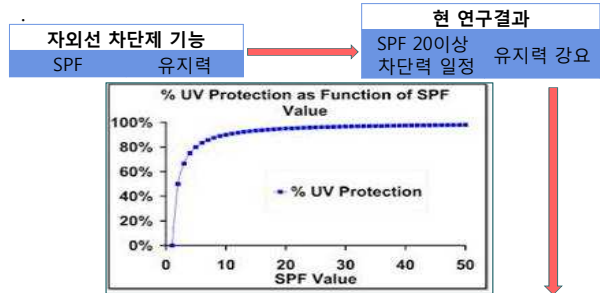
Do You Know Natural Sunblock?

Park-sungmin, Choi-gyuhyo, Lee-jinkwan

Industrial & Management Systems Engineering

주제선정 및 목적

✓ 요즘 여름철 기온은 점점 증가하고, 자외선 지수도 증가하는 추세에 있다. 자외선으로부터 발생하는 노화, 피부병 그리고 피부암 등을 예방하기 위해 바르는 선 크림이 화학적 재료로 인해 오히려 우리의 피부를 위협하고 있다. 따라서, 본 조사에서는 식물에서 추출된 천연성분을 이용하여 천연 선 크림을 제조 해보고자 한다.



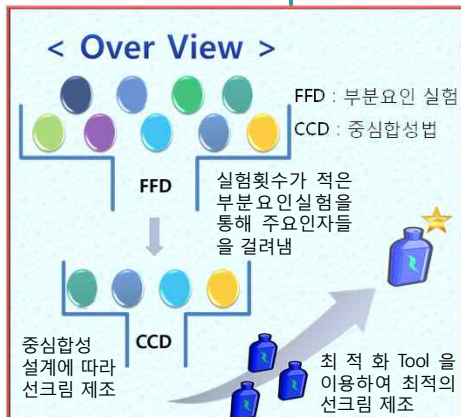
자외선 차단제 실험설계
선 크림 유/수분 지속력 최대 3가지 피부타입에 관계없는 조합

자외선 차단제 기능 SPF < 유지력=유수분유지

실험측정방법

✓ 자외선 차단제를 바르고 난 즉시 유/수분 측정기를 이용하여 유/수분을 측정하고 1시간 뒤 측정치와의 차이를 실험측정값으로 하여 분석한다.

※ 2/분 측정기 : 피부에 접촉시켜, -5 ~ 5까지 11단계의 유/수분 값을 측정할 수 있다.



실험순서

1. 선크림 재료 검색 및 선정
2. 스크리닝 ※
3. 선정된 재료를 이용한 반응표면설계
4. 설계에 따라 선크림 제조
5. 유/수분 측정
6. 반응표면 분석
7. 반응 최적화 도구를 이용하여 최적 조합 추출
8. Robust Design으로 최적 조합 추출

※ 스크리닝 : 스크리닝의 목적인 결과값에 영향을 미치는 종인자의 식별이다.

1. 선크림 재료 검색 및 선정

수상층	정제수라벤더, 플로럴워터, 알로에베라워터
유상층	호호바오일, 참깨오일, 알로에베라오일, 해바라기오일, 보리씨오일, 시너메이트
유화제	이멀시파인왁스, 올리브사이드
첨가물	티타늄디옥사이드, 징크옥사이드, 비타민E, 히아루론산

✓ 인자수가 증가함에 따라 실험횟수도 비약적으로 증가한다. 따라서 스크리닝 단계를 거쳐 유/수분에 영향을 미치는 중요인자들은 선정

요인 적합: 수분차 대 정제수라벤더, 플로럴워터, ...

효과	계수	계수 SE	T	P	
정제수라벤더	-0.0625	2.2438	0.0312	83.00	0.000
플로럴워터	-0.1850	-0.0938	0.0312	-1.00	0.423
알로에베라워터	-0.0625	0.0312	0.0312	3.00	0.012
호호바오일	-0.0625	-0.0312	0.0312	-1.00	0.423
참깨오일	-0.0625	-0.0312	0.0312	-1.00	0.423
알로에베라오일	-0.1875	-0.0938	0.0312	-3.00	0.056
해바라기오일	-0.3750	-0.1875	0.0312	-6.00	0.000
보리씨오일	-0.1875	-0.0938	0.0312	-3.00	0.056
시너메이트	0.3750	0.1875	0.0312	6.00	0.000
이멀시파인왁스	0.3750	0.2438	0.0312	2.24	0.147
티타늄디옥사이드	-0.1875	-0.0938	0.0312	-3.00	0.056
징크옥사이드	-0.2500	-0.1250	0.0312	-4.00	0.019
비타민E	-0.1875	-0.0938	0.0312	-3.00	0.056
히아루론산	0.4375	0.2188	0.0312	7.00	0.000

S = 0.125 PRESS = 2 R-제곱 = 99.53% R-제곱(회귀) = 69.74% R-제곱(수정) = 96.45%

요인 적합: 유분차 대 정제수라벤더, 플로럴워터, ...

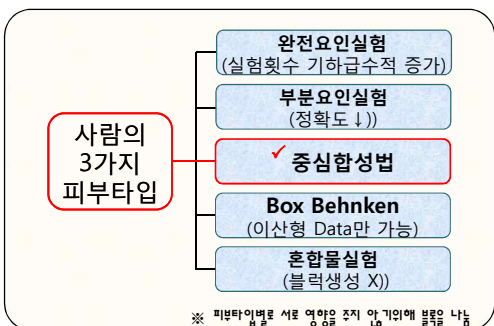
효과	계수	계수 SE	T	P	
정제수라벤더	0.0000	2.1250	0.09882	21.50	0.002
플로럴워터	-0.3750	0.0000	0.09882	-1.90	0.093
알로에베라워터	0.5000	0.2500	0.09882	2.53	0.047
호호바오일	0.0750	0.4375	0.09882	1.90	0.093
참깨오일	-0.0000	-0.0000	0.09882	-0.00	1.000
알로에베라오일	-0.5000	-0.2500	0.09882	-2.53	0.047
해바라기오일	-0.0750	-0.4375	0.09882	-3.05	0.059
보리씨오일	0.1875	0.0938	0.09882	3.00	0.056
시너메이트	-0.2500	0.1250	0.09882	-2.53	0.047
이멀시파인왁스	-0.3750	-0.1875	0.09882	-3.75	0.000
티타늄디옥사이드	-0.2500	-0.1250	0.09882	-2.53	0.047
징크옥사이드	-0.3750	-0.1875	0.09882	-3.75	0.000
비타민E	-0.1250	-0.0625	0.09882	-1.25	0.198
히아루론산	0.1250	0.0625	0.09882	1.25	0.198

S = 0.395285 PRESS = 20 R-제곱 = 97.81% R-제곱(회귀) = 85.47% R-제곱(수정) = 83.55%

- ✓ H₀ : 인자의 수준변화에 따른 반응값 차이가 없다.
- ✓ H₁ : 인자의 수준변화에 따른 반응값 차이가 있다.
- ✓ 스크리닝 실험에서 T-검정 결과로 P-값이 제시 되었을 때 P-값이 0.05이하 이면 귀무가설을 기각하여 유/수에 영향을 주는 중요인자 선정
- ✓ 유화제는 선 크림 제조 시 필수요소 이므로 스크리닝 단계를 거치지 않음(둘 중 아무거나 사용 무관)
- ✓ 자외선차단에 영향을 미치는 3가지 성분 티타늄디옥사이드, 징크옥사이드 시너메이트 중 p값이 가장 작은 티타늄디옥사이드가 자외선 차단에 영향을 많이준다.

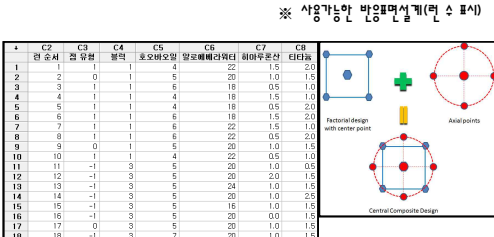
수상층	알로에베라워터
유상층	호호바오일
유화제	이멀시파인왁스(응고를 위해 총량의 10%)
첨가물	티타늄디옥사이드, 히아루론산

2. 선정된 재료를 이용한 반응표면설계



3. 설계에 따라 선크림 제조

설계	2	3	4	5	6	7	8	9	10
중심 합성 계획법 1/2	13	20	31	52	90	162			
중심 합성 계획법 1/4	14	20	30	54	90	160			
중심 합성 계획법 1/8	15	27	46	54	82	130	170		
Box-Behnken	15	27	46	54	82	130	170	160	160



중심합성법(Central Composite Design)
반응표면법의 가장 대표적인 방법으로 Factorial points, Axial points, Center points를 이용하여 실험을 설계하는 방법

4. 선크림 유/수분 분석

반응 표면 회귀: 유분차 평균 대 블록, 호호바 오일, 알로에 베라 워터, ...

요인 적합: 유분차 대 정제수라벤더, 플로럴워터, ...

효과	계수	계수 SE	T	P
정제수라벤더	-0.0533	1.1429	-1.397	0.186
플로럴워터	-0.0533	1.1123	-0.745	0.471
알로에베라워터	0.5417	1.4559	2.484	0.069
호호바오일	0.1750	0.5965	0.855	0.401
참깨오일	0.1750	0.6000	0.049	0.963
알로에베라오일	-0.1750	0.5965	-0.119	0.953
해바라기오일	-0.1750	0.5965	-0.161	0.900
보리씨오일	-0.5417	0.3211	-1.631	0.127
시너메이트	-0.1750	0.5965	-0.119	0.953
이멀시파인왁스	-0.0533	0.1714	-0.756	0.471
티타늄디옥사이드	-0.0533	0.1714	-0.575	0.575
징크옥사이드	-0.1750	0.1714	-1.020	0.312
비타민E	-0.5000	0.1687	-2.960	0.003
히아루론산	-0.0000	0.4349	-0.000	1.000

S = 0.434959 PRESS = 13.0676 R-제곱 = 78.13% R-제곱(회귀) = 0.00% R-제곱(수정) = 51.22%

✓ 블록 P값>0.05
→ 블록이 유의하지 않음
→ 3가지 피부타입과 관계없이 □의 성분들이 유분유지에 영향을 미친다

결론 및 미니탭 활용 방향제시

반응 표면 회귀: 수분차 평균 대 블록, 호호바 오일, 알로에 베라 워터, ...

요인 적합: 수분차 대 정제수라벤더, 플로럴워터, ...

효과	계수	계수 SE	T	P
정제수라벤더	3.8419	6.1616	0.481	0.630
플로럴워터	-0.0833	0.0833	-1.00	0.321
알로에베라워터	0.0833	0.0833	1.00	0.321
호호바오일	-0.1667	0.1667	-1.00	0.321
참깨오일	-0.1667	0.1667	-1.00	0.321
알로에베라오일	0.1667	0.1667	1.00	0.321
해바라기오일	0.1667	0.1667	1.00	0.321
보리씨오일	0.1667	0.1667	1.00	0.321
시너메이트	0.1667	0.1667	1.00	0.321
이멀시파인왁스	0.1667	0.1667	1.00	0.321
티타늄디옥사이드	0.1667	0.1667	1.00	0.321
징크옥사이드	0.1667	0.1667	1.00	0.321
비타민E	0.1667	0.1667	1.00	0.321
히아루론산	0.1667	0.1667	1.00	0.321

S = 0.2374 PRESS = 4.79412 R-제곱 = 97.24% R-제곱(회귀) = 91.58% R-제곱(수정) = 83.84%

✓ 블록 P값>0.05
→ 블록이 유의하지 않음
→ 3가지 피부타입과 관계없이 □의 성분들이 수분유지에 영향을 미친다



호호바오일 3g + 알로에베라워터 24g + 히아루론산 2g + 티타늄 2.5g = 수분차 0.0833 이론값 vs 실제값

수분차 0.8333

- 문제점 및 해결
- ✓ 최적화 값으로 제조한 선크림의 수분차는 1 유분차는 2 유/수분 측정기가 0~1사이 값과 1~2사이 값을 측정 못함
- ✓ 저울이 더 정밀하지 못함
- 해결책
- ✓ 정밀한 저울과 유/수분 측정기를 사용

Robust Design

평균을 목표 값에 근접시키는 동시에 분산을 줄임

성분	최적화	Robust 최적화
수 분 차	0.083	0.52
유 분 차	0.833	0.44

✓ 최적화와 Robust 최적화의 결과값을 비교 했을 때 수분과 유분의 Trade off가 존재 하였지만 기업의 입장에서 분산을 같이 줄여 목표치에 가까운 품질의 제품을 생산함으로써 미니탭을 활용하여 기업의 궁극적인 목적인 이익을 창출 할 수 있다.