

〈事例研究〉

直交表 $L_8(2^7)$ 에 의한 油脂의 硬化反應條件의 決定 Determining the Hydrogenation Condition of Oil & Fats by the Orthogonal Table $L_8(2^7)$

具本徹* 宋瑞日**

Abstract

The purpose of this paper is on determining the optimum hydrogenation conditions of oil & fats of toilet soap for improving the process capability and quality.

This paper employs the orthogonal table $L_8(2^7)$

The result of this paper is as follows:

- (1) The optimum condition of hydrogenation is determined as A_1, B_2, C_2, D_2 and the presumed value of average melting point is $42.54 \pm 1.70 (\alpha=0.05)$
- (2) The index of process capability (C_p) is improved from 0.50 to 1.39.

1. 서론

* 동아대학교 대학원 산업공학과

** 동아대학교 산업공학과 교수

본 연구는 화장비누의 품질을 개선하기 위해 유지원료를 사용하여 비누화시키는 전처리공정 중 기술개발에 의한 경화반응공정을 추가하고 실험계획법중 직교표 $L_8(2^7)$ 을 이용하여 유지의 경화반응시 최적작업조건을 결정하는데 그 목적이 있다.

2. 제조공정 및 현황분석

1. 제조공정의 개요

화장비누의 제조공정은 Fig.1과 같다.

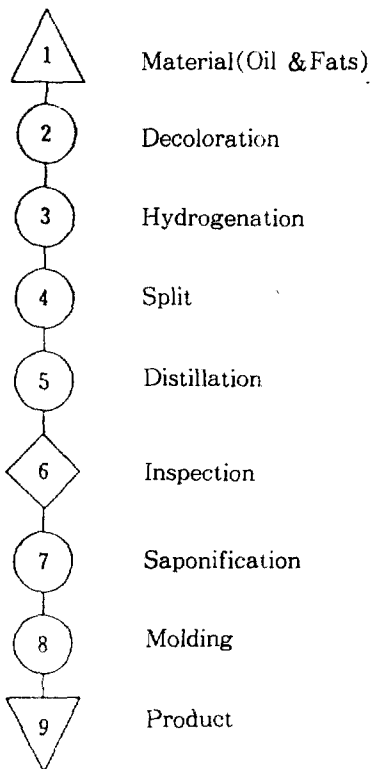


Fig. 1 Manufacturing Process of Toilet Soap.

표본업체에서는 유지원료를 사용하여 제품화시키기까지 유지를 분해시켜 만든 지방산을 증류하여 사용하여 왔으나 제품의 사용감이 좋지 못하고 원료에 따라 제품의 품질이 균일치 못하였다. 이것은 유지의 지방산 조성중 불포화 지방산이 너무 많이 존재하기 때문이다. 이러한 불포화 지방산을 일부 포화지방산으로 변화시켜 주면 원료의 신선도와 안정성이 좋아지므로 색상 및 냄새가 양호하게 된다. 또한 수소가 첨가되므로서 이중결합이 단일결합으로 변화되기 때문에 지방산 자체의 융점이 높아져서 제품화 되었을시 비누의 견고도가 좋아지고 사용감이 양호하게 된다. 이렇게 수소가스를 첨가시키는 공정을 경화반응공정 이라하며 이 새로운 공정의 작업에 있어서도 반응시 발생하는 여러 요인으로 인하여 품질이 일정치 못하고 공정능력이 저조한 실정이다.

2. 현황분석

경화반응공정의 중요품질특성치인 융점을 매로트마다 1회씩 50회 실험하여 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

1) $\bar{X} = 42.93^{\circ}\text{C}$

2) $s = 0.67^{\circ}\text{C}$

3) $C_p = 0.50$

따라서 공정능력이 대단히 부족한 실정이므로 반응조건을 개선하여 공정을 보다 안정하게 하고 품질을 양호하게 하기 위해 경화반응에 미치는 모든 요인을 찾아 직교표 $L_8(2^7)$ 에 의한 실험계획법을 이용하여 실험하고자 한다.

3. 실험장치 및 방법

1. 실험장치 및 재료

본 실험에 사용된 장치 및 재료는 다음과 같다.

- 1) 경화용 Auto Clave는 내압력 30kg/cm²인 Stainless Tank 로서 교반기가 있는 것을 사용하였다.
- 2) 원료용 유지는 미국산 우지 Bleachable Fancy 를 사용하였다.
- 3) 촉매는 니켈을 유지류에 녹여 만든 일본산으로 니켈함량 22%를 사용하였다.
- 4) 수소 Gas는 고순도(99.9%)의 것으로 표본업체 생산품을 사용하였다.

2. 실험방법

본 실험은 표본업체의 현장에서 다음과 같이 실험 하였다.

1) 시료의 구성

실험에 사용한 시료는 미국산 우지 (M.pt 39, 8°C, IV49.6, AV6.5)를 탈산정제후 활성백토를 사용하여 탈색한 것으로 매 실험마다 동일품을 사용하였다.

2) 실험조작

탈색된 원료를 90°C까지 가열시킨 후 반응 Tank에 투입하고 니켈촉매를 일정하게 첨가시켜 반응온도까지 승온시킨 후 수소압력밸브를 열어 Gas를 첨가시킨다. 반응종료시에는 온도를 80°C까지 내린 후 개방시킨다.

3) 품질특성치의 측정방법

경화관에서 개방된 원료를 시료로하여 약 100gr을 랜덤하게 샘플링하여 연구분석실에서 여과시킨후 모세관(길이 50~80mm, 내경 1mm, 외경 2mm, 양끝개관)을 사용하여 모세관의 한쪽끝을 담구어 10mm 높이 정도로 모세관에 투입시킨후 10°C 이하에서 1시간정도 방치시킨다음 이것을 꺼내어 온도계 하부개 모세관을 부착시켜 빙수중에서 0.5°C/min 정도 승온 시키면서 모세관의 시료가 녹아 투명하게 되어 상승되기 시작하는 온도를 확인한다.

4. 실험결과

1. 실험조건의 결정

용점을 측정하기 위한 인자의 결정은 경화반응에 미치는 중요 요인들 즉, 촉매량, 반응온도, 반응압력, 반응시간을 각각 A, B, C, D로 하였으며 각 인자에 대한 수준의 결정은 표본업체의 기술개발 문제이므로 본 자료에서는 밝히지 않는다.

2. 실험결과

직교표 $L_8(2^7)$ 에 의한 실험조건을 랜덤하게 순서를 결정하여 실험한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Experimental Result by $L_8(2^7)$

No	Sequence No							Experimental condition	Experimental Sequence	Measuring Value M.pt:(°C)
	1	2	3	4	5	6	7			
1	1	1	1	1	1	1	1	A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	3	46.8
2	1	1	1	2	2	2	2	A ₁ B ₁ C ₂ D ₂	8	44.0
3	1	2	2	1	1	2	2	A ₁ B ₂ C ₁ D ₂	4	43.2
4	1	2	2	2	2	1	1	A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	1	43.8
5	2	1	2	1	2	1	2	A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	7	50.5
6	2	1	2	2	1	2	1	A ₂ B ₁ C ₂ D ₁	5	48.0

7	2	2	1	1	2	2	1	$A_2B_2C_1D_1$	2	48.4
8	2	2	1	2	1	1	2	$A_2B_2C_2D_2$	6	46.0
	a	b	ab	c	ac	bc	abc			
	A	B	e	C	e	e	D			

5. 결과분석 및 고찰

1. 분산분석

경화반응시 각 인자의 수준에 대한 영향을 찾아보기 위해 분산분석한 결과는 Table 2와 같다.

2. 추 정

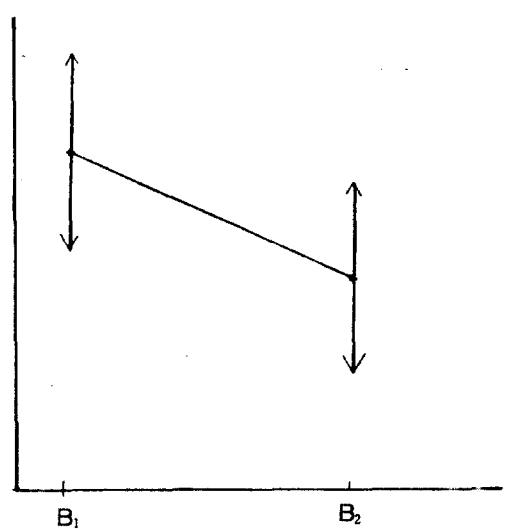
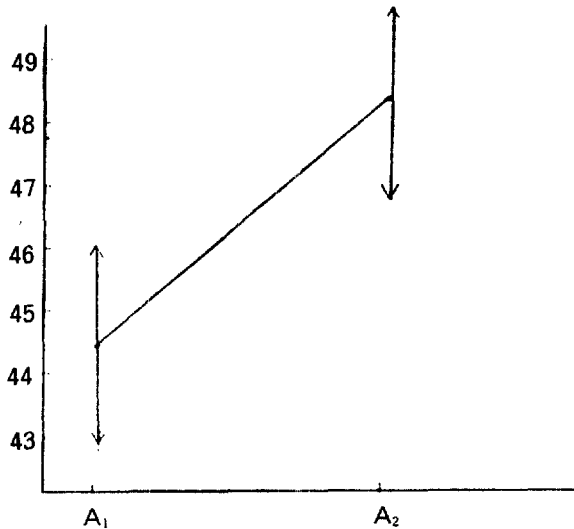
실험결과를 근거로 각 인자와 수준에 대한 모평균을 추정해 보면 Table 3과 같고 이것을

그래프로 나타내면 Fig.2와 같다.

Table 2. Analysis Variance for Hydrogenation Data.

Factor	S	O	V	Fo
A	27.15	1	27.15	34.26Z**
B	8.20	1	8.20	10.12*
C	6.66	1	6.66	8.22
D	1.53	1	1.53	1.89
e	2.44	3	0.81	--
T	46.58	7	--	--

M.pt(°C)



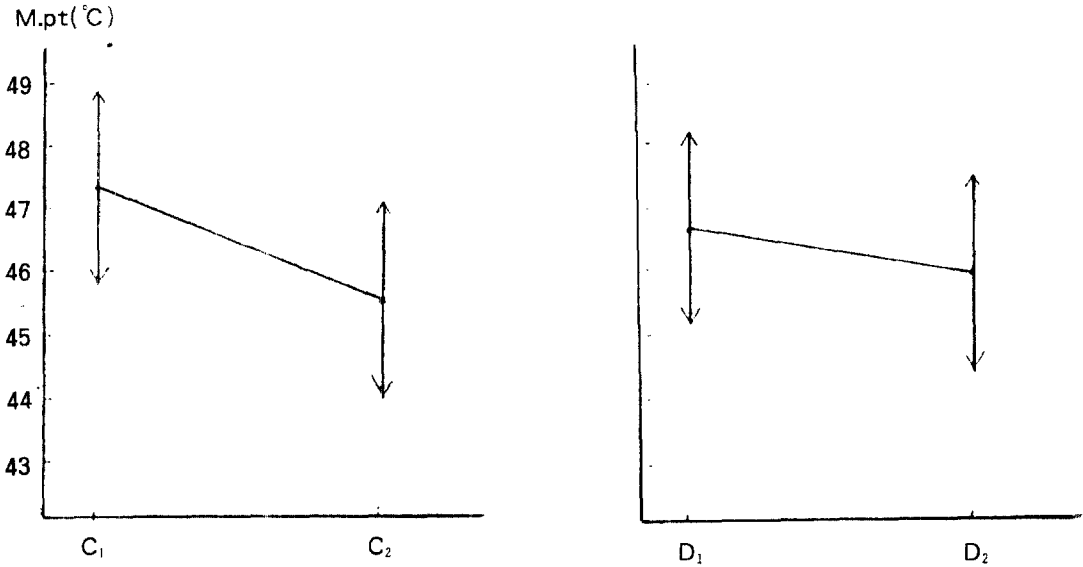


Fig.2. The Estimation of Population Mean for each Factor and Level

Table 3. The Estimation of Population Mesns to esch Factor and Level

Factor \ Level	1	2	Confidence Interval ($\alpha=0.05$)
A	44.45	48.18	
B	47.33	45.30	
C	47.23	45.40	
D	46.75	45.88	± 1.70

3. 최적작업조건외 결정

Fig.2에서 볼때 경화반응의 최적작업조건은 $A_1B_2C_2D_2$ 이며 Table 1에서의 실제 실험시 최적조건이 $A_1B_2C_1D_2$ 였다. 그러나 인자 C는 반응 압력으로서 수준 C_1 보다 C_2 가 경제적, 기술적 측면에서, 유리한 수준이므로 최적작업조건은 $A_1B_2C_2D_2$ 로 결정하였다.

4. 공정능력의 비교

경화반응공정의 개선전후 공정능력을 비교해 보고자 매 Lot마다 1회씩 50회로서 품질특성치인 용점을 측정하여 얻어진 결과를 비교정리 하면 Table 4와 같다.

Table 4. Comparison of Process Capability

	Before	After
\bar{x}	42.93°C	42.54°C
s	0.67	0.24
C_p	0.50	1.39

6. 결 론

이상과 같이 $L_8(2^7)$ 형에 의하여 유지의 최적 경화반응조건을 해석한 결과는 다음과 같다.

1) 경화반응의 최적작업조건은 $A_1B_2C_2D_2$ 로 결

정하였으며 용접의 모평균의 추정치는 42.54 ± 1.70 이다. ($\alpha=0.05$)

2) 공정능력지수(Cp)가 0.50에서 1.39로 개선되어 공정능력이 향상되었다.

REFERENCES

1. Montgomery, D.C., "*Deign and Analysis of Experiments*", 2nd ed., John Willy and sons New York, 1984.
2. Hicks, C.R., "*The Design and Analysis of Industrial Experiments*", Holt, Rinehart and Winstom. New York, 1973.
3. Duncan, A.J., "*Quality Control and Industrial Statistics*", Irwin, Inc., Homewood, Illinois, 1974.
4. Genich Taguchi, "*Introduction to Quality Engineering*", Asian Productivity Organization, Tokyo, 1986.
5. Hansen, B.L., "*Quality Control, Theory and Application*", Prentice-Hall, 1963.
6. Juran, J.M., et. al. ed., "*Quality Control Handbook*", 3rd ed., McGraw-Hill, 1974.
7. Park, S.H., Modern Experimental Design, Dae Young, Inc., Seoul, Korea, 1982.