

2元配置法을 이용한 工程能力的 向上 Improving Process Capability by 2-Way Classification

具 本 徹*
宋 瑞 日**

ABSTRACT

This paper aims at analyzing the process capability and at determining an optimal condition by experimental designs using the 2-way classification with repetition in order to maintain lower NaCl content and to refine both of a very small quantity of fatty acid and various magnetic ions in the glycerin to use ion exchange resin treatment process.

An optimal condition of each level combination in both of passing temperature of cation exchange resin(A_1, A_2, A_3) and of anion exchange resin(B_1, B_2, B_3) is A_3B_3 . The process capability index is improved from 0.63 to 1.40 and is interpreted as a desirable state.

This analysis of process capability by experimental designs will contribute to improving productivity and quality of products.

I. 序 論

現在 모든 企業에서는 製品의 과잉생산 및 과열경쟁 등으로 인하여 發生되는 제반비용을 절감하고 生産性を 向上시키기 위하여 現場의 作業方法에 관한 문제점을 찾아 改善하여 最適作業條件을 決定하고 있는 것은 주지의 사실이다.

특히 油脂工業에서는 油脂를 비누화시키는 工程中 副産物로 生産되는 글리세린은 高價의 製品으로서 精製處理方法에 따라 品質에 많은 영향을 미치기 때문에 글리세린 제품의 品質向上을 위한 技術的인 方案과 消費者의 要求品質을 만족시키는 것이 當面課題이다.

글리세린의 品質은 색상, 냄새, 염화물 등과

* 동아대학교 대학원 산업공학과
** 동아대학교 산업공학과

같은 品質特性値들이 製品의 品質을 좌우하므로 어떤 方法으로 처리해야 되는지 그리고 理化學的 條件이 品質에 어떤 영향을 미치는지를 調査하고 그 結果로서 製品의 品質을 向上시키는 方案을 모색할 需要가 있다.

따라서 本 研究는 油脂工場中 任意의 標本工場을 선정하고 글리세린 製品의 品質을 向上시키기 위하여 이온교환수지를 사용해서 글리세린 속에 존재하고 있는 미량의 금속이온, 열화물등의 品質특성치를 技術的으로 낮추는 方法을 개발하고, 이온교환수지로 처리할 때의 온도가 品質에 가장 큰 영향을 미치므로 양·음이온교환

수지의 통과온도를 인자로 하여 반복이 있는 2元配置法을 이용해서 最適作業條件을 결정하고 工程能力을 向上시키고자 한다.

II. 製造工程의 概要 및 現況分析

1. 製造工程의 概要

標本業体の 글리세린製品은 Fig. 1에서와 같이 油脂를 加水分解할 때 얻어지는 副産物로서 이 때의 粗製品은 글리세린함량이 6~13%이다.

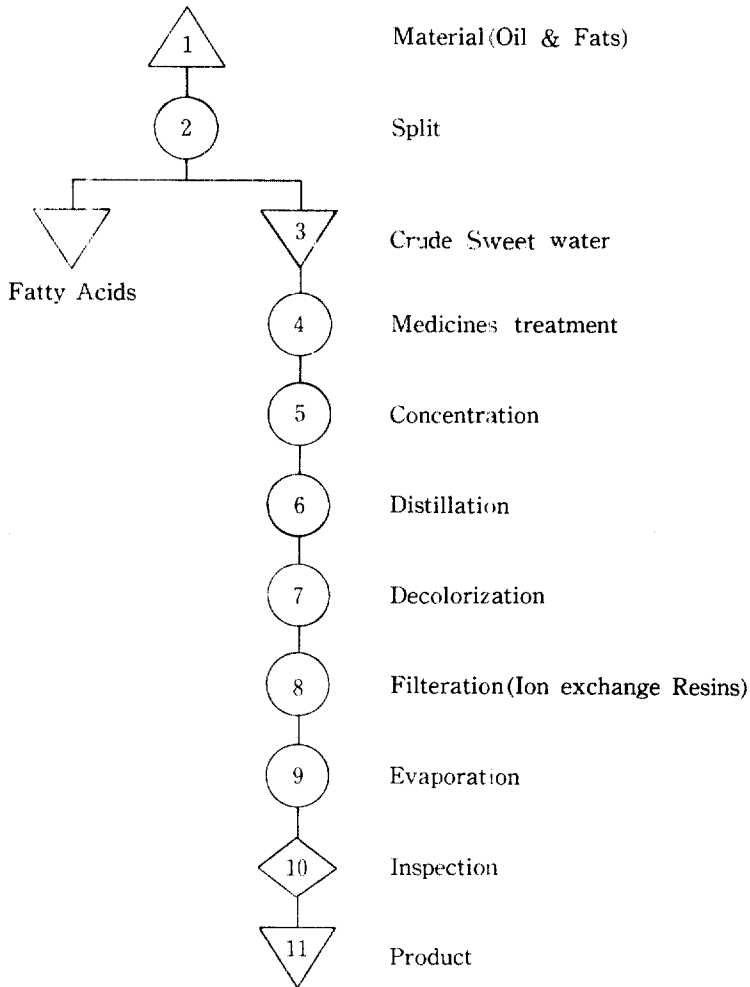


Fig. 1 Manufacturing Process of Glycerine

이것을 약품처리하여 농축정제시킨 후 製品化하고 있으나 品質이 一定치 못하고 工程이 不安定한 상태이므로 이온교환수지 처리공정을 추가하여 製品속에 존재하고 있는 各種의 금속이온 및 미량의 지방산성분을 제거하여 보다 高品質의 製品을 生産하고자 한다.

2. 現況分析

글리세린의 중요품질특성치인 염화물 함량을 매 롯트마다 1회씩 50회 실험하여 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) $\bar{x}=22.70(\text{ppm})$
- (2) $s(\text{시료표준편차})=3.95(\text{ppm})$
- (3) $C_p=0.63$

따라서 공정능력을 해석해 본 결과, 工程能力指數 $C_p=0.63$ 으로서 工程能力이 대단히 부족한 실정이었으므로 이를 해결하기 위하여 이온교환수지 처리공정을 추가하는 것이 공정을 안정하게 하고 品質을 改善시킨다는 것을 技術情報에 의해 확인하였던바 이온교환수지 처리시 양·음이온수지의 처리온도를 인자로 하고 각인자의 수준을 3으로 하여 反復이 있는 2元配置法으로 實驗하였다.

III. 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

本 實驗에 使用된 材料는 다음과 같다.

(1) 글리세린은 標本業체에서 生産된 製品을 使用하였다.

(2) 양이온교환수지는 스틸렌수지를 숄포네이션한 강산성 양이온교환수지로서 담갈색 투명구상으로된 직경 0.4~0.6mm, 보기밀도 약 825g/l이다.

(3) 음이온교환수지는 스틸렌수지를 클로로메틸화한 후 아민으로 아미노화한 강염기성 음이온교환수지로서 외관상태는 양이온교환수지

와 비슷한 것이다.

2. 實驗方法

本 實驗은 標本業체의 研究分析室에서 다음과 같은 方法으로 실험하였다.

(1) 시료조제 및 조건

실험에 必要한 試料의 調製 및 條件은 다음과 같다.

① 시료는 표본업체에서 生産된 글리세린을 精製水로 희석하여 농도를 70%로 묽혀서 매 실험당 1,000cc를 使用하였다.

② 이온교환수지는 동일 재생품으로서 매 실험당 300cc를 使用하였다.

③ 매 실험시의 온도가 열방법은 수욕조중에서 30분간 측정온도로 향온시켜 使用하였다.

(2) 實驗操作

70%로 희석된 글리세린을 1,000cc의 비이커에 정확히 평량하여 해당실험온도로 가온향온시켜 양이온교환수지관에 흘려넣어 통과시킨 후, 이것을 다시 음이온교환수지의 처리실험온도로 수지관을 통과시킨다. 수지통과시의 속도를 압력을 가하지 않고 자연압 그대로 통과시켰다.

(3) 品質特性値의 測定方法

試料20g을 삼각플라스크에 정확히 평량하여 증류수 50cc를 가하고 완전히 溶解시킨 후, $K_2Cr_2O_4$ 를 지시약으로 하고 0.02노르말 $AgNO_3$ 용액으로 적정한다. 이때 空試驗도 병행하여 행하며 염화물함량의 계산식은 式(1)과 같다.

$$NaCl(\text{ppm}) = \frac{(D-C) \times 1170}{20} \dots (1)$$

C : 空試驗에 使用된 $AgNO_3$ 용액의 소비 cc수

D : 本試驗에 使用된 $AgNO_3$ 용액의 소비 cc수

IV. 實驗結果

1. 實驗條件

양이온교환수지 통과온도를 인자A*로 하고 음이온교환수지 통과온도를 인자B*로 하여 각 수지의 특성에 의하여 인자A의 수준간의 간격은 20°C로 하여 A₁(°C), A₂(°C), A₃(°C)의 3수준으로 정하였고, 인자B의 수준간의 간격은 20°C로 하여 각 수준의 온도는 B₁(°C), B₂(°C), B₃(°C)의 3수준으로 정하였다.

2. 實驗結果

各因子,水準 및 反復全体를 카드에 의해 랜덤화하여 실험순서를 정하여 실험한 결과는 Table 1과 같고, 각 조합의 실험결과를 평균하여 정리하면 Fig. 2와 같다.

Table 1 Results of Experiments(unit : ppm)

B \ A	A ₁	A ₂	A ₃
B ₁	7.0 6.8	6.4 6.4	6.3 6.1
B ₂	6.7 6.7	6.4 6.2	6.2 6.2
B ₃	6.5 6.5	6.1 6.1	6.1 5.9

V. 結果分析 및 考察

1. 分散分析

글리세린의 양·음이온교환수지 통과온도의 最適條件을 찾아내기 위하여 분산분석한 결과는 Table 2와 같다.

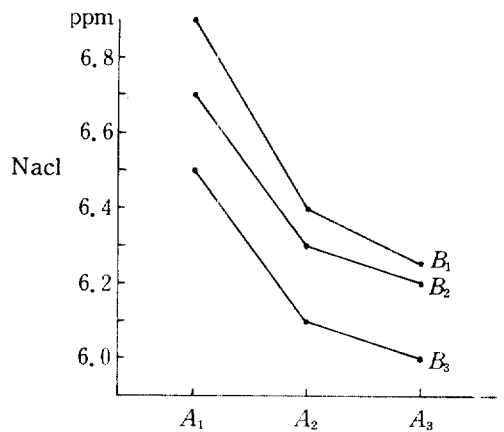
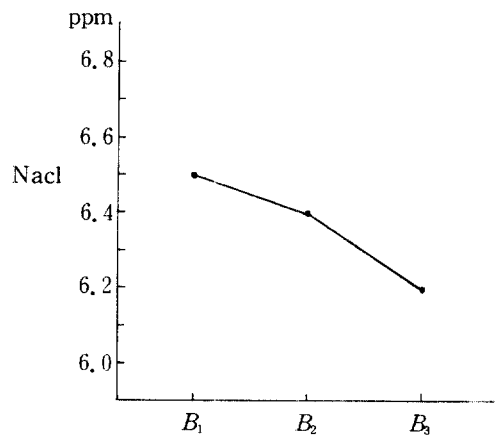
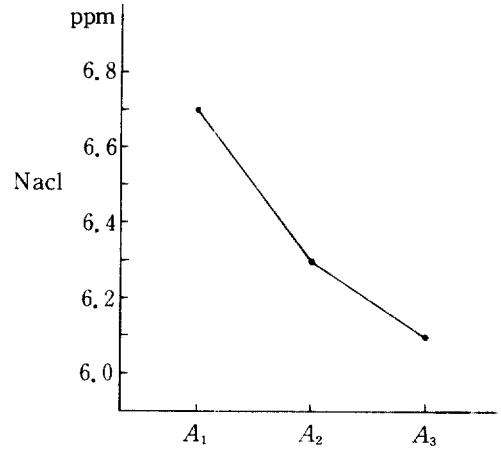


Fig. 2 Effects for each factors

* 인자A 및 B의 온도는 標本工場의 技術的인 問題가 있으므로 밝히지 않음

Table 2 Analysis of variance

factor	S	ϕ	V	F_0
A	1.01	2	0.505	63.125**
B	0.31	2	0.155	19.375**
A×B	0.01	4	0.003	0.375
E	0.07	9	0.008	
T	1.40	17	---	

이상과 같이 分散分析한 결과, 各 因子는 各 水準의 變化에 따라 매우 有意($\alpha=0.01$) 하였다.

2. 推定 및 檢定

(1) 各 因子의 母平均의 推定

실험결과를 근거로 特性値의 모평균의 추정을 式(2)와 式(3)에 의하여 계산한 결과는 Table 3 과 같으며, 이것을 그래프로 나타내면 Fig. 3과 같다.

$$\bar{X}_{i..} \pm t(\phi_E : \alpha) \sqrt{\frac{V_E}{br}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\bar{X}_{.j.} \pm t(\phi_E : \alpha) \sqrt{\frac{V_E}{ar}} \dots\dots\dots(3)$$

Table 3 Estimation of Population mean of factor A and B

level	factor	
	A	B
1	6.7	6.5
2	6.3	6.4
3	6.2	6.2
confidence limit ($\alpha=0.05$)	± 0.083	

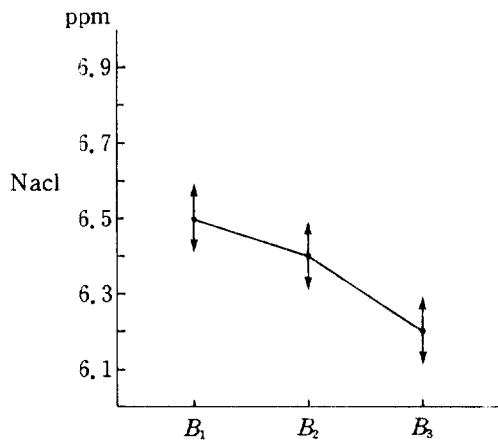
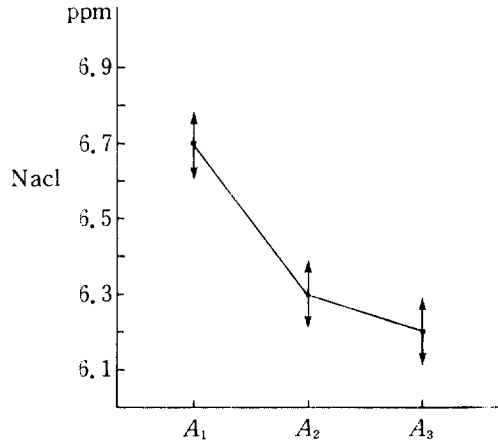


Fig. 3 Estimation of Population mean of factor A and B

(2) 두 因子의 水準組合에서의 母平均의 推定.

실험특성치인 염화물은 낮을수록 좋으므로 Fig. 3에 의하면 최적수준조합의 決定은 A₃B₃로 한다.

따라서, A₃B₃ 수준조합의 조건에서 母平均의 信賴限界 95%의 신뢰구간을 式(4)와 式(5)에 의하여 계산한 결과, 최적조건에서 염화물의 신뢰한계는 5.98 ± 0.30 (ppm)이 됨을 알 수 있다.

$$(\bar{X}_{i..} + \bar{X}_{.j.} - \bar{\bar{X}}) \pm t'(\phi_E : \alpha) \sqrt{\frac{V_E}{n_e}} \dots\dots\dots (4)$$

$$\frac{1}{n_e} = \frac{1}{br} + \frac{1}{ar} - \frac{1}{abr} = \frac{a+b-1}{abr} \dots\dots (5)$$

3. 最適作業條件에서의 實驗結果

글리세린제품의 重要品質特性值인 염화물에 대한 품질을 改善하고 工程을 안정상태로 유지하기 위한 最適작업조건인 A₃B₃에서 50회 실험을 해본 결과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) $\bar{X} = 6.05$ (ppm)
- (2) $s = 0.095$ (ppm)
- (3) $C_p = 1.40$

4. 工程能力의 比較

글리세린의 품질특성치인 염화물에 대한 工程能力을 改善前後로 비교해 보면 Table 4와 같다.

Table 4 Comparison of Nacl matter before and after improvement

statistics symbol	before	after
\bar{X} (ppm)	22.70	6.05
s (ppm)	3.97	0.095
C_p	0.63	1.40

VI. 結 論

이상과 같이 實驗計劃法中 2元配置法을 利用하여 工程을 解析한 結果,

(1) 最適作業條件은 양이온교환수지 통과온도 A₃과 음이온교환수지 통과온도 B₃가 되었다.

(2) 工程能力指數는 0.63에서 1.40으로 改善되었다.

따라서 工程能力을 實驗計劃法에 의하여 分析, 改善시키면 製品의 品質向上 및 生産性向上을 기할 수 있다.

參 考 文 獻

1. Montgomery, D.C. (1984), "Design and Analysis of Experiments", 2nd ed., John Willy and Sons New York.
2. Hicks, C.R. (1973), "The Design and Analysis of Industrial Experiments", Holt, Rinehart and Winston, New York.
3. Duncan, A.J. (1974), "Quality Control and Industrial statistics", Irwin, Inc., Homewood, Illinois.
4. Genich Taguchi (1986), "Introduction to Quality Engineering", Asian Productivity Organization, Tokyo.
5. Hansen, B.L. (1963), "Quality Control, Theory and Application", Prentice-Hall.
6. Juran, J.M. (1974), et. al. ed., "Quality Control Handbook", 3rd ed., McGraw-Hill.