

# 연속살균 공정 및 장치 설계 프로그램 개발

## Program for Process and System Design of Continuous Sterilizer

김 형 욱*	홍 지 향*	고 학 균*
정회원	정회원	정회원
H. W. Kim	J. H. Hong	H. K. Koh

### 1. 서론

인류는 식품으로서 농산물, 축산물 그리고 수산물을 자연상태 그대로 이용하거나 또는 저장성, 영양성, 기호성 등을 향상시키기 위하여 식품을 가공하여 이용하고 있다. 그러나 이들 중에는 곡류와 같이 함수율이 안정적인 것도 있지만, 반대로 함수율이 매우 커 유통 및 저장 중에 쉽게 변질, 부패되는 것도 있다. 식품의 부패는 생물, 효소반응, 화학반응 그리고 물리적 변화에 의해서 다양하게 발생하며 이 같은 변패를 방지하는 것은 식품공업에 있어서 매우 중요한 요소 중 하나이다.

식품공업분야에서는 식품이 신선도를 유지할 수 있도록 건조, 살균, 차단 등의 다양한 방법을 개발하였다. 그 중에서 살균 방법은 식품의 안전과 품질을 유지하는 대표적인 방법이다. 식품 내에 생존해있는 미생물이 저장상태에서 활성화되지 않는 수준으로 미생물을 사멸시키며 이를 상업적 살균도라고 일컫고 있다. 살균은 그 방법에 따라 가열 살균, 약제 살균, 방사선·마이크로파·근적외선·자외선 살균, 제균 등이 있으며, 일반적인 식품의 가공에서 가열 살균은 가장 널리 이용되고 있는 방법이다.

가열 살균은 식품 가공 공정에 열에너지를 가하여 식품 내에 생존하고 있는 미생물과 미생물 포자를 파괴하는 것이다. 가열살균방법은 살균 온도에 따라 저온 살균과 고온 살균으로 구분되며, 그 방법에 따라 고온단시간법(High Temperature Short Time Sterilization, HTST), 초고온 살균장치(Ultra High Temperature Heating, UHT), 배치(Batch)식, 그리고 연속식방법으로 나뉘어진다. 이 중에서 현재 가장 보편적으로 사용되는 것은 HTST방법과 UHT방법 및 배치식방법이다.

지역농가에서 지역특산물의 부가가치를 높이기 위해 가공판매하는 경우가 많아졌으며, 대표적으로 사과나 포도의 경우와 같이 액상식품으로 가공되는 경우가 있다. 이와 같이 액상식품으로 가공을 할 경우에는 식품의 신선도를 유지하고 저장성을 향상시키기 위해 살균공정이 필수적이라고 할 수 있다. 액상식품으로 가공된 경우에는 연속식 살균공정을 이용하는 것이 생산성 및 식품의 품질면에서 배치식에 비해 좋다는 장점을 가지고 있다.

그러나, 국내에서는 연속 살균 기술에 대한 연구사례가 거의 없으며 외국의 연속살균장치를 수입하여 사용하고 있는 실정이므로 새로운 식품을 살균하기 위해서는 살균장치를 다시 설계해야 한다는 어려움이 있다. 그리고, 살균공정을 설계할 수 없으므로, 살균장치를 특정 식품에만 이용한다는 단점을 가지고 있다. 따라서, 농가에서 지역특산물을 가공하여 살균처리를 하기 위해서는 기존의 다른 식품의 살균공정을 이용하던가 살균공정을 재설계해야 하는 어려움이 있다.

본 연구의 목적은 연속살균공정과 연속살균장치를 식품의 특성에 따라 설계할 수 있는 설계 프로그램을 개발하여 지역농가에서 마을단위나 농협단위로 살균기를 공동이용하며, 그 지역에서 생산되는 특산물을 모두 살균할 수 있도록 하는 데 있다.

---

\* 서울대학교 생물자원공학부 농업기계전공

## 2. 재료 및 방법

본 실험에서는 웹프로그래밍 언어의 일종인 JSP(Java Server Page)를 이용하여 사용자 인터페이스를 설계하였으며, Java(JDK 1.3.1)언어를 이용하여 프로그램을 개발하였다. 그리고, 프로그램에 사용되는 데이터베이스와 Java를 연동하여 이용하기 위하여 JDBC를 이용하였다.

데이터베이스는 Microsoft사의 Access 2000을 이용하여 구축하였으며 SQL(Structured Query Language)를 이용하는 데이터베이스 관리 시스템(DBMS)이다.

연속살균공정과 장치를 설계하는 프로그램의 전체적인 알고리즘은 다음 그림과 같다.

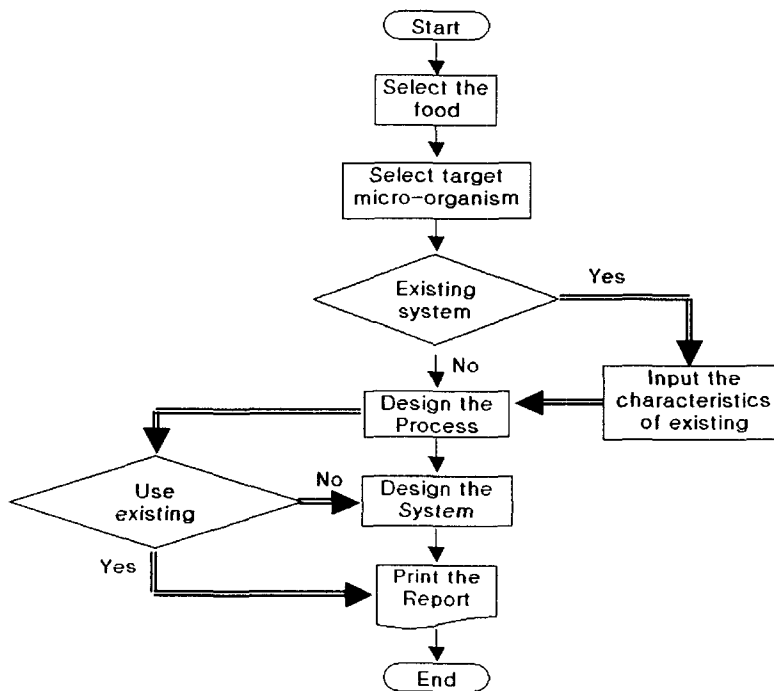


Figure 1. Flowchart of overall process and system design program

## 3. 결과 및 고찰

연속살균기의 공정 및 장치를 설계하는 프로그램은 다음의 표1에서와 같이 class파일로 이루어졌으며, 프로그램 실행시 Java Interpreter에 의해 해석되며 실행된다. 각각의 class파일들은 독립된 작업을 수행하며, 실행된 결과는 JSP를 통해 출력된다.

Table 1. Specification of design program for process and system of continuous sterilizer

Class	Function
Process	Calculate the sterilization temperature and time.
HeatExchanger	Design the tubular type heat exchanger.
Pump	Calculate the capacity to stand the designed flow rate.
LineGraph	Draw the time - temperature profile
ODBCdb, Commercial, PhysicalProperty	Connect to the database and obtain the data from DB.

연속살균 공정 및 장치 설계프로그램에 이용되는 데이터는 식품의 물리적 특성, 미생물의 내열특성



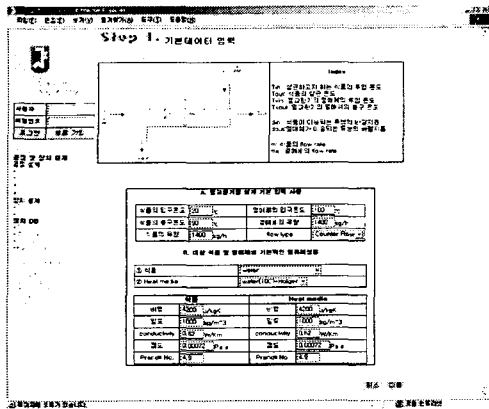


Figure 4. Interactive screen for system design -step 1-

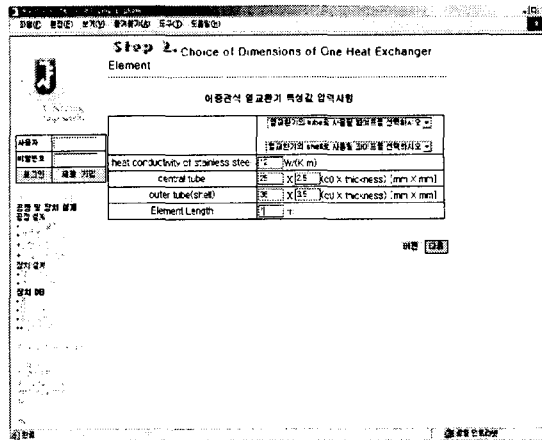


Figure 5. Interactive screen for system design -step 2-

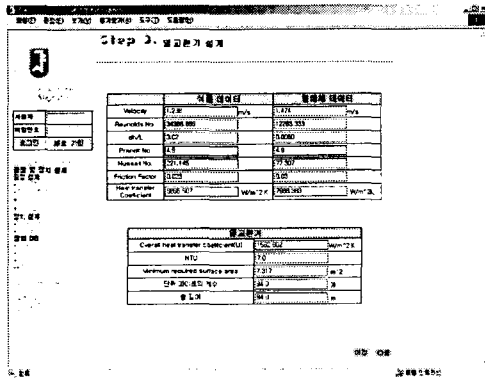


Figure 6. Interactive screen for system design -step 3-

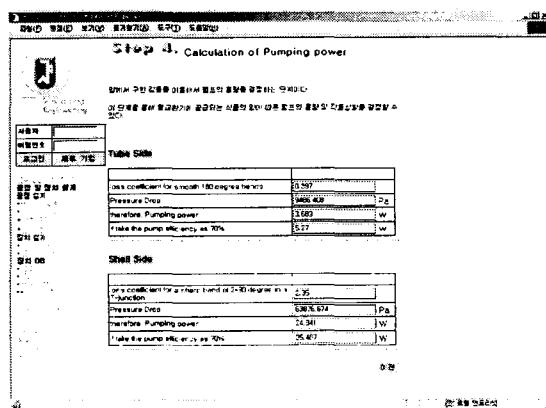


Figure 7. Interactive screen for system design -step 4-

#### 4. 요약 및 결론

지역농가, 농협 단위로 그 지역에서 생산되는 특산물을 직접 살균·가공할 수 있는 연속살균공정과 장치를 설계할 수 있는 프로그램을 웹프로그래밍 언어의 일종인 JSP와 자바를 이용하여 개발하였다.

식품의 산성도 및 물리적 특성과 미생물의 내열특성 등 공정을 설계하는 데 필요한 전문적인 정보를 데이터베이스로 구축하여 사용자가 식품의 특성에 대해 자세하게 모르더라도 쉽게 식품의 살균공정을 설계할 수 있었다.

연속살균장치를 구성하고 있는 부분은 크게 열교환기와 가열유지관, 펌프이며, 이에 대한 설계를 장치 설계 프로그램에서 하였다. 열교환기, 가열유지관등의 설계는 장치의 생산량 및 가격등을 결정하는 주요 요소이며, 살균장치의 성능을 결정짓는 주요한 인자가 된다.

연속살균공정을 설계하는 데 필요한 인자는 식품의 pH특성, 식품의 종류이며, 입력된 값을 이용하여 데이터베이스 내에서 살균할 미생물의 종류와 미생물의 내열특성을 찾아 살균공정을 계산하게 된다. 프로그램을 통해 살균가능한 온도와 시간을 출력한다.

연속살균장치 설계 프로그램의 입력인자는 식품의 살균온도, 식품의 생산량, 열교환기에 사용할 열매체의 종류이며, 프로그램 내에서 열교환기의 전열계수, 식품을 살균온도까지 가열하는 데 걸리는 시간등이 계산되며, 결과값으로 열교환기의 특성 및 파이프의 구경과 길이, 펌프의 용량, 단열관의 구경과 길

이가 출력된다.

살균 장치 중 열교환기의 설계에 사용되는 스테인레스 파이프를 국내에서 사용되는 규격별로 데이터베이스화하였으며, 파이프 제작업체 48개 업체, 펌프 제작업체 54개(국내 15개 업체, 미국 39개 업체), 열교환기 제작업체 13개업체(국내 13개 업체)에 대해서 데이터베이스를 구축하여 프로그램을 사용해 설계된 장치를 사용자가 쉽게 제작할 수 있도록 하였다.

공정설계프로그램을 통해 설계된 공정은 데이터베이스에 저장이 되며 장치설계프로그램에서 쉽게 이전에 설계했던 공정을 이용할 수 있도록 하여 공정 설계와 장치설계를 연계하도록 하였다.

## 5. 참고문헌

1. 류기형, 서명교, 서정호, 이승주, 정용섭, 최용희, 한봉호. 2000. 식품공학개론. 문운당.
2. 박동혁. 2000. JSP 웹 프로그래밍. 가메출판사. 서울.
3. 은덕우, 최용희. 1991. 과일주스의 농축공정에 영향을 미치는 인자의 물리적 특성. Korean Journal of Food Science & Technology. 23(5) : 605-609.
4. 송재철, 박현정. 1998. 최신 식품 가공·저장학. 효일문화사.
5. Alderton, G., J. K. Chen and K. A. Ito. 1980. Heat resistance of the chemical resistance forms of Clostridium botulinum 62A spores over the water activity range 0 to 0.9. Applied and Environmental Microbiology. 40 : 511-15.
6. Armenante, Pero M. and Yuan Shen Li. 1993. Complete design analysis of a continuous sterilizer for fermentation media containing suspended solids. Biotechnology and Bioengineering. 41 : 900~913.
7. Ball, C. O. and F. C. W. Olson. 1957. Sterilization in Food Technology. McGraw-Hill, New York.
8. Banwart, G. J.. 1981. Basic Food Microbiology. AVI Publishing Co., Westport, CT.
9. Bigelow, W. D., G. S. Bohart, A. C. Richardson, and C. O. Ball. 1920. Heat penetration in processing canned foods. National Cannery Association Bulletin, No. 16L.
10. Charm, S. E.. 1971. The Fundamentals of Food Engineering. AVI Publishing Co. Westport, Connecticut.
11. Henderson, S. M., R. L. Perry and J. H. Young. 1997. Principles of Process Engineering 4th Ed. ASAE.
12. Holdsworth, S. D.. 1992. Aseptic Processing and Packaging of Food Products. Elsevier Applied Science.
13. R. W. Filed and J. A. Howell.. 1989. Process Engineering in the Food Industry - development and opportunities. Elsevier Applied Science, London, U.K.
14. Horstmann, C. S. and Gary Cornell. 1999. Core Java2. -제 1권 기초편-. 영한출판사.
15. Hugot, E.. 1964. Handbook of Cane Sugar Engineering, 2nd Ed. Elsevier Publishing. Co. Amsterdam.
16. Ibarrola, J. J., J. C. Guillen, J. M. Sandoval and M. Garcia-Sanz. 1998. Modelling of a high temperature short time pasteurization process. Food Control 9(5) : 267-277.
17. Incropera, F. P. and D. P. Dewitt. 1996. Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 4th Ed. John

- Wiley and Sons. New York, NY.
18. Jay, J. M. 1992. *Modern Food Microbiology*. pp. 335-355, Chapman and Hall, New York, NY.
  19. Kiesecker, F. G. 1972. Specialist courses for the food industry, AIFST-CSIRO 2 54.
  20. Ford, J. E., J. W. G. Porter, S. Y. Thompson, J. Toothill, and J. Edwards-Webb. 1969. Effects of UHT processing and of subsequent storage on the vitamin content of milk. *J. Dairy Res.* 36 : 447-454.
  21. Stoforos, N. G., J. Noronha, M. Hendrickx and P. Tobback. 1997. A Critical Analysis of Mathematical Procedures for the Evaluation and Design of In-Container Thermal Processes for Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 37(5) : 411-441.
  22. Stumbo, C. R.. 1973. *Thermobacteriology in Food Processing*. Academic Press, New York.
  23. Yunus, A. C. 1997. *Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer*. McGraw-hill Companies, Inc.