

PIC를 이용한 백신 보관고의 온도제어 기법에 관한 연구
Study of a Temperature Control Method of Vaccine Storage-Box with PIC

윤형삼*차인수**양기옥***
 동신대학교 전기전자공학과 대학원* 동신대학교 전기전자공학과** 샘스타***
 Hyung-Sang Yoon*, In-Su Cha**, Gi-Ok Yang***

* Dept. of Electrical & Electronics Eng. Graduate School of Dongshin Uni.

** Dept. of Electrical & Electronics Eng. Dongshin Uni.

*** SEMSTAR Co.

Abstract- This paper did so that may can establish optimum temperature according to kind of vaccine and digitalized various action situations using PIC 16C74A-04A/SP. Also, PID Algorithm Controller designed to maintain optimum temperature using PIC.

Begin to operating system after temperature setting, reached in optimum storage temperature within 30 minutes.

1. 서 론

우루과이라운드(UR)이후 침체를 거듭하는 농축산 분야에서 그나마 명맥을 유지하여 오고 있는 축산업계 특히 양돈은 국내 수출의 효자 품목으로 떠오르고 있다. 이는 대만의 돼지 구제역 발생 후 최대의 돼지고기 소비국인 일본에서 전면 수입을 금지시킨 반사이익도 일부분을 흡수하고 미국, 덴마크, 네델란드 등이 최대의 반사이익을 흡수하고 있다. 이는 국내 양돈 기반이 취약한 탓도 물론 있겠지만 가장 가까운 시장으로 성장을 거듭하고 있는 일본을 겨냥한 마케팅도 열악한 형편이며, 양돈 농가의 경영 사정도 IMF이후 급속도로 열악해져 가는 상황 때문이기도 하겠다.⁽¹⁾

돼지고기의 육질은 인공 수정을 통한 우량 품종의 다량 보급으로 어느 정도 해결 할 수 있는 방안을 찾고 있으나 돼지 콜레라의 발생 억제 방안은 다양한 계층에서 모색이 되고 있으나 뚜렷한 방법이 제시되지 못하고 있다.

이는 백신 보관의 방법에서 백신별로 적절한 저장 온도가 정해져 있음에도 불구하고 냉장고에 저장을 하고 있으며, 실제 백신을 투여할 때는 얼음을 넣은 비닐 봉지에 담고 1~4시간씩 이동 후 접종을 실시하고 있고 심지어 상온에 노출된 채 이동 후 접종을 실시되고 있다. 그 결과 백신의 역가가 떨어져 백신을 접종한 후에도 항체 형성이 되지 않아 무용지물이 되어버려 쓸모 없이 국가예산의 낭비와 양돈농가의 경영부담만 가중시키는 결과가 되어버릴 수 있다.^{(2),(3)}

이에 대한 방안으로 마이크로 프로세서와 프로그래밍 기법을 도입하고, 기존의 냉장고 50ℓ ~ 600ℓ를 이용하여 온도가 정확하게 제어되고, 각 백신의 종류에 따라 적절한 온도를 자유롭게 변경하여 설정을 가능하게 하고, 백신 보관고의 내부 온도와 설정온도, 그리고 내부 온도와 백신의 온도가 ±0.2℃내에서 제어가 되는 백신전용 보관고를 제작하고자 한다.

또한 이 백신 전용 보관고를 일반 차량에 싣고 이동할 수 있도록 하여 백신을 장시간 동일 조건 상태로 운반이 가능한 형태로 개발하여 소량의 이동까지도 콜드 체인 시스템(Cold Chain System)으로 제약회사에서부터 농장의 투약 전까지 완벽하게 백신을 보존하여 백신 접

종속은 100%의 항체 형성이 되게 함으로서 축산농가 경영에 막대한 손실을 유발하는 각종 질병의 예방에 만전을 기할 수 있도록 하는 기초 장비로써 보급하고자 한다.^{(3)~(9)}

2. 백신보관고

기존의 이동방법은 아이스박스 또는 비닐 팩에 얼음을 담고 백신을 함께 운반하였으나 이는 외부 온도가 높을 경우 단일의 문제가 발생되고 또한 정확한 온도에 보관하기가 어려운 형편이고 냉장차량을 이용한 적이 있으나 소량은 냉장차 운반이 설정에 맞지 않아 문제가 있으며 그 외의 간이 포장은 기온의 변화에 크게 영향을 받아 역가 감소가 우려되고, 안전하게 운반되었다라도 이동과정의 신뢰성이 떨어진 관계로 질병 발생의 책임소재가 불분명해지는 등의 모든 문제가 소형 백신 전용 이동 보관고를 이용함으로써 해결이 된다고 볼 수 있다. 표 1은 각종 백신 보관고의 장단점을 비교 분석한 것으로 기존의 시스템을 비교 분석하였다

표1. 제품 분석표

Table 1. Analysis table of manufactured goods

제품별 구분	외국A	외국B	외국C	국내
이동구분	고정	이동	이동	고정
온도컨트롤방법	디지털	디지털	디지털	디지털
컨트롤온도단위	1℃	1℃	1℃	1℃
SETTING방법	SET.UP DOWN	SET.UF	고정형	SET.UP DOWN
온도 보존성	A	B	A	B
내부온도정확성	C	C	C	C
상하온도편차	2~5℃	2~5℃	2~5℃	2~5℃
시스템편차	±2℃	±2℃	±2℃	±2℃
역가보존성	B	C	C	C
외관	B	B	B	B
편리성등급	C	C	C	C
외부온도영향	A	C	B	B

(기준표 A:적절하다 B:비교적 적절하다 C:비교적 적절치 못하다 D:적절치 못하다)

3. 시스템의 구성

본시스템은 원칩 마이크로 PIC 16C74A-04A/SP와 온도센서, 쿨러, 히터와 전면 조작판넬, 전원부 등으로 구성되어 있다. 본 시스템의 간략한 구성도를 나타내었다.

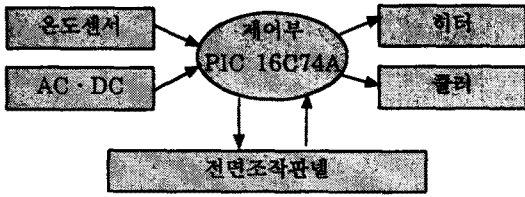


그림 1. 시스템의 간략도
Fig 1. Block diagram of system

3.1 시스템의 사양

온도 센서는 백신 보관 온도를 고려하여 $\pm 40^{\circ}\text{C}$ 범위의 센서를 선택하였고, 히터 및 쿨러는 220V에서 동작하는 모델로 선택하였고, 단일 특성이 우수한 기존 50ℓ 냉장고를 기본 모델로 하였다.

조작판넬 및 제어부는 제작과정의 용이성을 구현하기 위해 원형의 PCB를 제작하였고 조작판넬은 온도 설정의 용이성과 시스템 작동 상황을 보기 위해 FND와 LED 및 버튼 등으로 구성하였으며 제어부에는 PIC를 이용하여 온도를 제어 하였다.

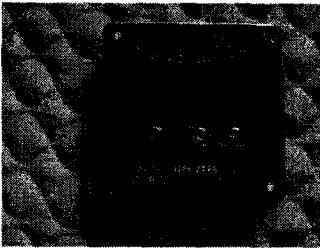


그림2. 조작 판넬의 앞면
Fig2. Front of Operating panel Apparition

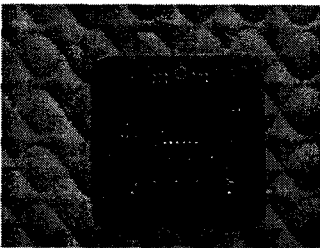


그림3. 조작 판넬의 뒷면
Fig3. Back of Operating panel Apparition

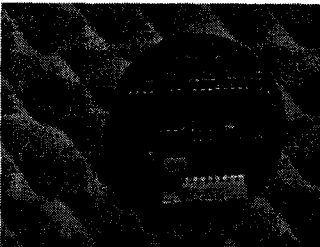


그림 4. 컨트롤러 앞면
Fig 4. Front of Controller

3.2 시스템의 동작

이 시스템은 사용하기 간편하게 제작되었으며, 사용자

는 AC220V전원을 연결 후 SET버튼을 누르고 온도 설정만 하면 동작이 되는 시스템이다.

온도센서가 시스템의 내부에 장착되어 내부 온도를 마이컴에 보내주고 또한 조작 판넬의 FND를 통해 사용자에게 현재 내부 온도를 오차 없이 보여준다. 조작 판넬에서 사용자가 간단히 온도를 설정하면 마이컴에서는 설정온도에 따라 히터 및 쿨러를 가동하여 시스템 내부의 온도를 적정하게 유지하게 된다. 또한 시스템의 내부에는 항상 공기가 순환될 수 있도록 DC 팬을 설치하여 내부 어느 공간이라도 온도 편차를 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 내로 유지하였다.

또한 마이컴에서는 적정 온도 유지 및 전력 소모방지를 위해 그간의 축적된 데이터에 의해 설정 온도 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 내에 근접하면 히터 및 쿨러의 동작이 중지되도록 설계하였고 LED로 각종 동작상태를 나타내었다

이 시스템을 차량 이동형으로 사용하고자 하면 시중에 판매되고있는 220V 인버터를 별도로 구성하여 사용할 수 있도록 하였고, 별도로 차량의 운행과 상관없이 인버터를 구성하면 보다 안정된 보존 특성을 얻을 수 있었다.

2.3 시스템 설계도

그림 4는 시스템의 설계도이며 PIC16C74A-04A/S P. FND, LED 등으로 구성되어진다.

PIC에서는 제어를 위한 프로그램을 내장하고 있으며 아날로그 온도 값을 디지털로 변환하여 주는 A/D 컨버터 및 각종 제어 신호를 발생하여 준다. 현재의 제어 상태는 FND와 LED를 통해 나타내어 주고 있으며, 온도 목표치가 설정이 되면 프로그램에서는 실내 온도가 설정 온도를 기준으로 상승 및 하강을 반복하는데 이때 설정치를 기준으로 온도가 20회를 상승 하강을 반복될 때까지는 쿨러 및 히터의 움직임이 기민하게 반복되도록 프로그램 되어 있으며, 일정 적용시간이 지난 후에는 히터 및 쿨러의 움직임이 설정 오차범위 내에서는 둔하게 작동되도록 프로그램 되어 있다. 또한 PIC에서 나오는 디지털 신호는 AC로 작동되는 쿨러 및 히터를 작동하기 쉽도록 아날로그 신호로 증폭 변조하여 주고 있다.

그리고 내부에는 DC팬을 설치하여 보관고 상하온도 편차를 줄이기 위한 공기순환용으로 사용되어지고 있으며, 소전력을 소비하면서 일정한 냉각 및 가열을 용이하도록 하고 있다.

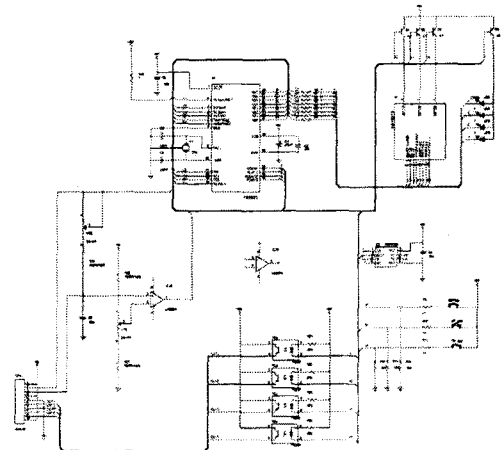


그림 5 시스템의 회로도
Fig 5. Schematic of system

4. 시스템의 구성

그림 6은 완성된 시스템의 전면부이며 전면부의 FND를 통해 현재시스템의 내부온도와 동작 상태를 알 수 있고 조작 스위치를 통해 사용자가 온도를 설정 할 수 있다.

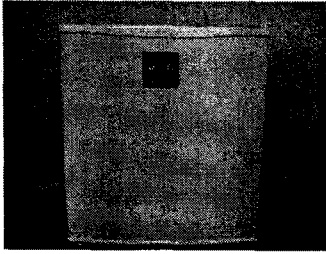


그림 6. 시스템의 전면
Fig 6. Front of system

그림 7은 시스템의 내부이며 온도를 감지하는 전면의 센서와 외부에서 냉각되어진 냉매에 의해 시스템 내부 온도를 낮추어 주는 냉각 판과 온도 가열에 필요한 히터, 그리고 시스템 내부 전체 온도를 오차 없이 유지하기 위한 DC팬으로 구성되어진다.

그림 8은 시스템의 뒷면으로 히터와 냉각 압축기 제어를 위한 AC전원 및 시스템 내부 공기 순환을 위한 DC 전원을 모듈화 하였고 냉매 압축을 위한 압축기로 구성 되어진다.

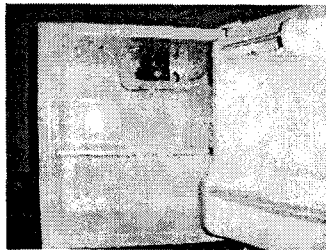


그림 7. 시스템 내부
Fig 7. Inside of system

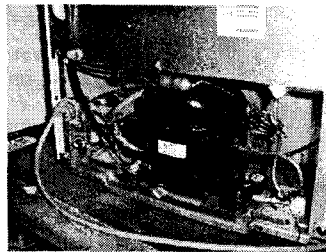


그림 8. 시스템의 뒷면(전원부 및 압축기)
Fig 8. Back of system

그림 9는 지금까지 사용되어진 시스템의 개념 및 동작 상태를 고찰하기 위한 동작이 되도록 연결된 상태에서 보기 쉽게 펼친 그림이며 그림에서 큰 AC팬은 각각 히터와 냉각을 동작하는 역할을 보여주기 위한 대치용이며 그리고 작은 DC팬은 실제 사용되어진 공기순환을 위한 팬이며 조작판넬 및 전원부와 그 중간에 온도 센서가 있

다.

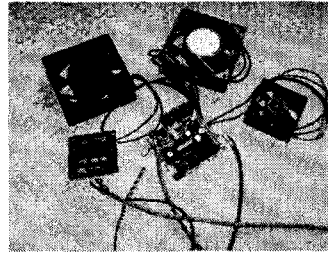


그림 9. 시스템의 각 부분
Fig 9. Part of system

5. 시스템 제어 알고리즘

본 시스템의 제어 알고리즘에서는 다음과 같은 명령어로 구성되어진다.

우선 사용자 모드와 공급자 모드로 구분해서 볼 수 있는데 사용자 모드에서는 단순하게 셋팅(Setting) 버튼을 누르고 온도의 상승 하강버튼을 이용하여 사용자가 원하는 온도로 설정할 수 있다. 주요 알고리즘은 공급자 모드 위주로 되어있다고 볼 수 있는데 공급자 모드의 명령어는 HSP, LSP, dif, HAL, LAL, FAN Cdi, Hdi, Cor등의 명령어로 구성되어지며, 각각의 명령어는 다음과 같은 역할을 수행하고 있다

그림 10은 시스템의 기본 동작 알고리즘을 그림으로 나타내었으며, 공급자가 기본모드로 설정하여 사용자에게 공급하였을 때, 사용자가 17.5℃로 설정하였을 경우 시스템의 동작 모드별로 간략하게 그림으로 표현하였다.

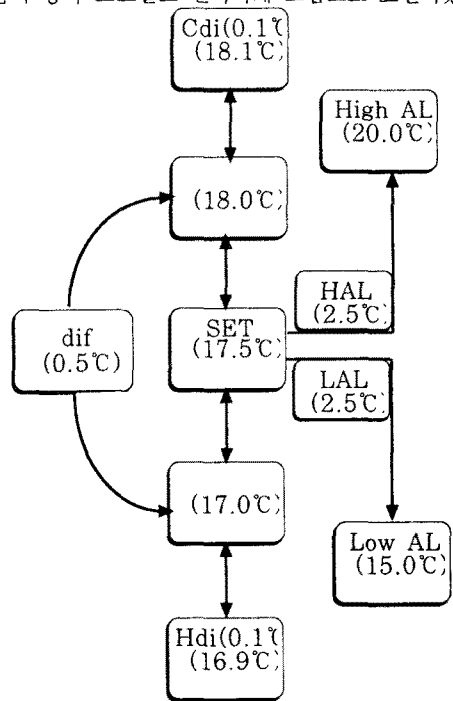


그림 10. 시스템의 알고리즘
Fig 10. Algorithm of system

표2. 시스템 작동모드

Table 2. Operation mode of system

명령어	모드	기본설정	모드
1 HSP	보관고 작동 최고온도	35℃	공급자
2 LSP	보관고 작동 최저온도	1℃	공급자
3 dif	사용자 설정치 온도편차	0.5℃	공급자
4 HAL	설정치 상한 온도 경과 알람	2.5℃	공급자
5 LAL	설정치 하한 온도 경과 알람	2.5℃	공급자
6 FAN	팬 강력 순환 작동 횟수	10회	공급자
7 Cdl	고온도편차 + 설정 후 냉각작동	0.1℃	공급자
8 Hdl	저온도편차 + 설정 후 가열작동	0.1℃	공급자
9 Cor	온도보정	0℃	공급자
10 SET	설정 온도	17.5℃	사용자

그림 11은 시스템의 플로우 차트이며 사용자가 온도를 설정하면 온도 센서에 의해 현재 온도 입력받아 A/D 컨버터에 의해 디지털 신호로 PIC에 전달되어지고 프로그램에 의해 설정온도와 비교하여 냉각이나 가열신호가 발생되어지고 이 신호는 D/A 컨버터에 의해 아날로그 신호 바뀌어져 냉각팬이나 히터를 동작되어 진다.

그리고 현재의 가열이나 냉각 작동 모드는 LED로 표시되고 현재 내부의 온도는 FND를 통해 사용자에게 표시되어진다.

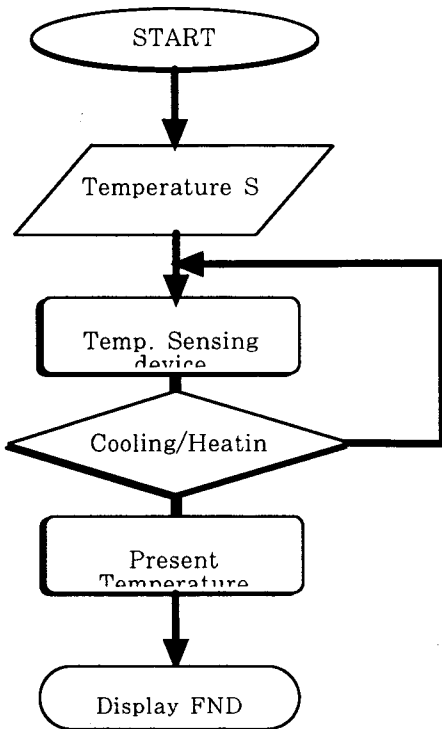


그림 11. 플로우차트

Fig 11. Flowchart

6. 온도 측정 결과

목표치의 온도는 돼지의 정액보관의 적정온도인 17℃와 일반적인 백신의 적정보존에 필요한 온도인 6.5℃, 5.5℃로 설정하였다. 온도의 기록은 온도 기록기를 이용하였으며 설정된 시간 간격으로 기록되어진 1800개의

데이터를 PC에 연결 후 텍스트 형식으로 백업 후에 엑셀을 이용 그래프로 표현하였다. 그림 12, 13, 14는 각각 설정 온도에 따른 보관고의 온도 변화 추이를 측정 한 것으로 수직축은 온도를 수평축은 시간을 나타낸다.

그림 12는 17℃를 목표치로 설정하고, 상하편차는 0.5℃ 범위 내에서 제어되도록 하였으며, 10초 간격으로 측정 한 결과, 시스템 작동 20분에서 25분 경과 후에는 돼지의 정액을 완벽하게 보존할 수 온도 특성을 보여 주었다.

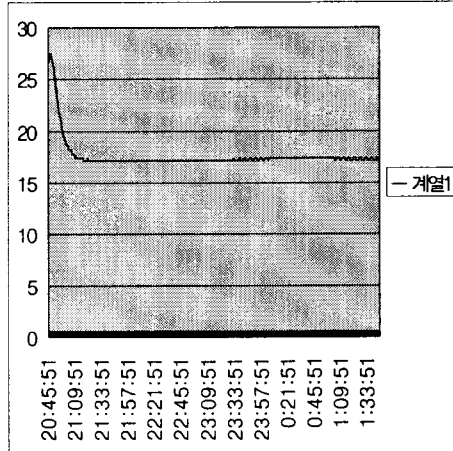


그림 12. 온도의 측정 결과 (17℃±0.2℃, 10초)

Fig 12. Result to measure of Temp. (Setting 17℃ Difference ±0.2℃, Odd 10 Sec measure)

그림 13은 6.5℃를 목표치로 설정하였으며, 온도의 편차는 1.0℃로 하였고 30초마다 온도를 기록한 결과이며 목표치에 도달하기까지는 25분 정도의 시간이 소요되었으며 주어진 편차 내에서 온도가 일정하게 유지되어지고 있음을 보여준다.

그림 14는 5.5℃를 목표치로 설정하였으며, 온도의 편차는 2.0℃로 하였고 30초마다 온도를 기록한 결과이며 목표치에 도달하기까지는 25분 정도의 시간이 소요 되었으며 불규칙하게는 보이지만 주어진 편차 내에서 온도가 유지되어지고 있음을 보여준다.

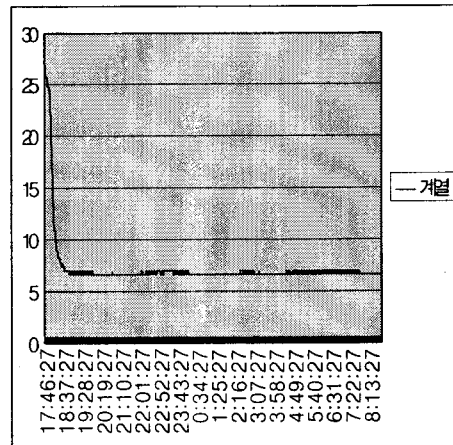


그림 13. 온도의 측정결과 (목표치6.5℃, 편차±1.0℃, 30초마다 측정)

Fig 13. Result to measure of Temp. (Setting 6.5℃ Difference ±1.0℃, Odd 30 Sec measure)

참고문헌

1. 심금섭, "양돈사양가를 위한 실무교재", 연암축산원예대학, 2000.
2. 현축, "현대양돈", 현대축산, 2000.11.
3. 신철호, "PIC16C7X 테크니컬 핸드북", 컴파일테크놀러지(주), 2nd Edition, 2001
4. 신철호, "PIC 마이컴 길라잡이", 성안당, 2000
5. 컴파일테크놀러지(주), "PIC 마이컴용 C언어 입문", 컴파일테크놀러지(주), First Edition, 2001
6. 차영배, PIC16C84/17, 다다미디어, 2000
7. 진달복, PIC16C74와 그 응용, 양서각, 2001
8. 정재륜, PIC16CXX 기초와 응용, 도서출판 두남, 1998
9. 김경희, OneChip 마이컴, 복두출판사, 1996

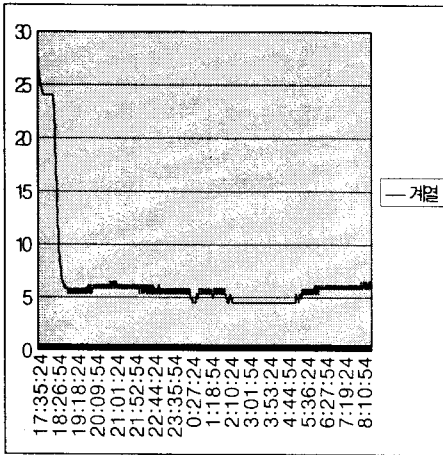


그림 14. 온도의 측정결과 (설정치 5.5°C, 편차 $\pm 2.0^\circ\text{C}$, 초마다 측정)

Fig 14. Result to measure of Temp. (Setting 5.5°C D e $\pm 0.2^\circ\text{C}$, Odd 30 Sec measure)

이 논문은 2001년도 광주전남중소기업청 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

7. 결론

본 시스템은 각종 백신 보관을 위한 보관고로 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 간격으로 온도 설정을 할 수 있어 백신 특성에 맞는 온도를 설정하여 보존할 수 있도록 하였고, 지난 몇 개 월간 폐지사육 농가에 시범 보급하여 그 특성이 매우 우수하다는 평가를 받았으며, 정밀 온도 측정기로 온도를 계측한 결과로 보관고 실내의 상 하 어느 곳에서라도 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 내에 온도가 유지되는 운전특성을 보였다. 또한 적외선 표면 온도측정을 통해 온도 밀폐가 잘되고 있음을 알 수 있었다. 그리고 사용자 입장에서 간단한 조작과 현재 동작 상태를 쉽게 알 수 있도록 디지털 값으로 처리된 결과를 FND와 LED로 보여 주었다

본 시스템을 제작 및 시험 결과 다음의 특성을 얻을 수 있었다.

1. 보관을 하고자 하는 백신의 종류에 따라 필요한 온도를 설정하여 보관함으로써 백신의 역가 보존 효과의 극대화를 추구할 수 있다.
2. LED로 현재 백신 보관고의 온도가 보임으로서 쉽게 온도를 확인할 수 있다.
3. 수입 보관고 보다 우수한 특성의 보관고를 저렴한 가격에 공급할 수 있어 기존의 고가의 백신 보관고의 수입에 따른 대체 효과를 볼 수 있다.
4. 자체 개발한 컨트롤러를 이용하여 각종 응용 제품에도 다양한 적용이 가능하다
5. 시스템 동작 후 30분 이내에 필요한 적정 온도에 도달하였다.

추후에는 온도 데이터를 자체 메모리에 축적하고 필요할 경우 자료를 백업할 수 있도록 시스템을 구성하고 LCD를 통해 기본적인 데이터를 보여주고, 각종 보관물의 장기간 보존시 온도 변동을 추적할 수 있는 시스템을 구현할 수 있도록 할 것이다.