

# 부화관리지침서

-저번호에 이어

## 23 상대습도가 종란의 수분 감소율에 미치는 영향

인공부화에 영향을 주는 요인들 중 부화장 책임자들이 종종 혼동을 일으키는 일은 종란의 수분감소율을 어떻게 조절해야 할 지에 대한 것이다. 일정한 정도의 수분, 즉 초기 난중의 12~15%가 감소되어야 한다고 보통 알고 있지만 어떻게 감소되며 조절해야 하는 지에 대해서는 잘 이해하지 못하고 있다.

일반적으로 공기 중의 습도와 그 측정방법이 중요하지만 복잡한 물리적 현상에 대하여 부화장 관리자가 쉽게 이해하고 효과적으로 이용할 수 있도록 정확하게 설명되지 못하고 있다.

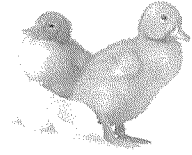
여기서 필자는 이 점을 바로잡고자 하며, 상대습도가 무엇을 나타내는 것이며, 환경 변화가 어떻게 영향을 주며, 건·습도계(상

대습도 측정)의 원리 등에 대하여 설명하고자 한다. 또한 부화 중 난중감소율의 중요성과 상대습도가 어떻게 영향을 미치는 지에 대하여 설명하고자 한다.

### 상대습도가 부화장에서 왜 그렇게 중요한가

종란에서 병아리, 칠면조 병아리, 오리 병아리 등을 최대로 생산하려면 그들 종란이 보관·부화되는 환경에 대하여 조절할 줄 알아야 한다. 종란 주변 공기의 상대습도가 종란의 수분감소율(난중감소율)에 영향을 주는데 난중감소율은 부화율과 초생추 품질에 큰 영향을 미칠 수 있다.

난중 감소가 너무 적으면 병아리가 붓는 것처럼 되며, 반면 수분손실이 너무 과다하면 탈수가 된다. 두 조건 모두 부화율과 초생추 생존율을 떨어뜨린다. 그러나 습도는 부화기에서 조절할 수 있으며 또한 부화기로 들어오는 실내공기를 조절하여 습도를 조절



할 수도 있다.

모든 부화장 책임자들은 성공적인 부화작업을 위해서는 공기 조절의 중요성과 환기를 잘 해야 한다는 것을 알고 있다. 그러므로 부화기뿐만 아니라 환경 속의 상대습도를 파악하여 조절하는 방법을 숙지하는 것이 부화작업시 매우 중요하며 결과의 좋고 나쁨을 결정짓는다.

### 전문용어의 정의

습한 공기란 무엇인가? 공기는 나름대로 무게를 갖고 있는 질소, 산소, 기타 기체분자들로 구성되어 있다. 그러므로 특정한 공기량의 무게를 측정할 수가 있으며, 기압을 만들어내는 것이 공기의 무게이다. 높은 곳의 공기는 기체분자의 수가 적어 무게가 낮으므로 압력도 낮다.

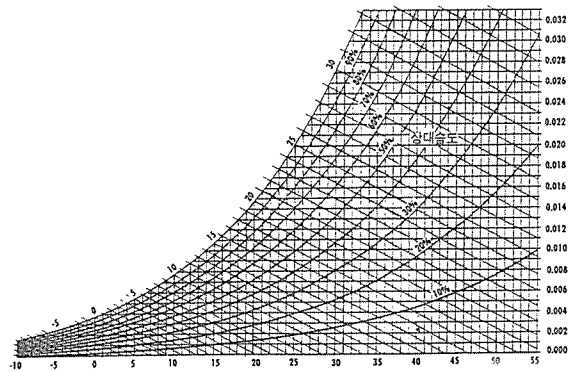
습도는 가장 간단하게 공기를 구성하는 질소, 산소, 기타 기체분자들 사이에 혼합되어 있는 수증기 분자를 말한다. 수증기의 양은 공기가 건조하다면 공기 중 물의 무게로 보통 표현한다. 온도가 37.5°C이고 상대습도가 55%인 공기 1,000gm에는 대략 23gm(0.023kg/kg, 건조공기)의 수분을 함유하고 있다. 이 수치는 온도, 수분함량, 습도 사이의 관계를 나타내주는 건·습구온도표에서 알아낼 수 있다.

공기의 수분함량과 습도 사이의 관계는 주로 온도에 달려 있다. 예를 들면 온도가 25°C이고 상대습도가 55%인 공기에는 수분이

단지 11gm만 함유되어 있다.

일반적으로 온도가 상승하면서 수증기의 양은 많아진다. 온도가 변하면 습도도 변하는 관련성 때문에 상대습도를 파악하여 조절하는 일은 단순하지 않다. 부화장 관리에서 이러한 중요한 측면을 설명함에 있어서 상대습도를 표현하기 위해 물리적인 현상을 설명할 때 불행히도 전문적인 단어를 사용할 필요가 있다. 가능한 가장 단순한 방법으로 단어를 정의하고자 하며 모든 연관 현상들이 어떻게 관련되는지 예를 들어 설명하고자 한다.

표준화를 위해 섭씨온도를 사용하려고 하는데 화씨로 계산하길 원한다면 공식 「°F=1.8 × °C + 32」를 이용하여 계산하면 되며, 압력 단위로는 킬로파스칼(kPa)을 사용하고자 하며, 바 또는 토르(mmHg)로 환산하려면 공식 「1 kPa = 7.5 torr = 10 millibars」를 사용한다.



- 건·습구 온도표 -

건·습구온도표는 복잡한 것 같지만 간단한

용어로 설명될 수 있으며 상대습도를 계산하기 위해 어떻게 계산되는지 설명하고자 한다. 우선 6가지 기본 단어를 알고 있어야 하는데, 즉 상대습도(%), 절대습도(수분함량), 건구온도, 습구온도, 포화상태와 증기압력이다.

### 상대습도(%)

공기중 수증기의 양을 표시하는 가장 흔한 방법으로 공기가 포화상태일 경우, 즉 더 이상 수증기가 함유될 수 없는 상태에서 같은 공기내의 수증기 함량을 백분율로 표시한다. 포화상태란 상대습도가 100%에 도달한 것을 말한다.

건구온도가 변하면서 포화상태에서 수증기의 양도 변하며 결국 공기의 상대습도가 변화하는데 건·습구온도표에서 상대습도는 곡선으로 표시되어 있다.

### 절대습도

공기내 실제 습도함량으로 공기와 수증기 모두 서로 관련되어 일정한 무게를 갖고 있으며 절대습도는 건조한 공기 무게 kg당 수증기의 무게(kg)로 계산한다.

수분함량은 건·습구온도표에서 수평선으로 표시되어 있다.

### 건구온도

공기의 일반적인 온도로 건구온도계나 온도탐침기를 이용하여 측정하며 환경의 공기온도를 나타낸다. 건구온도는 건·습구온도표에서 수직선으로 표시되어 있다.

### 습구온도

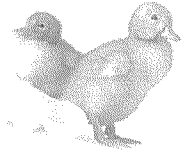
습구(wet bulb)는 젖어있는 면끈(심지)에 의해 둘러싸인 온도탐침기이며 심지의 끝은 깨끗한 물(보통 증류수)에 담겨져 젖은 상태로 유지된다. 구(bulb)는 일반 온도계의 끝에 수은이나 알콜이 담겨 있는 둥근 모양의 부분이다. 수분이 심지의 끝에서 증발하면서 섬유성분을 냉각시키고 온도탐침기는 옆의 건구온도계에 기록된 것보다 낮은 온도를 기록하게 되는데 이러한 방법을 정확히 유지하려면 물과 심지는 정기적으로 교체되어야 한다.

습구온도는 건·습구온도표에서 대각선으로 표시되어 있다.

### 습구온도 차이

건구온도와 습구온도 사이의 차이를 말하며 저하(depression)또는 온도 감소로 표현하는데 공기중의 수분함량과 상대습도를 나타낸다.

### 포화상태



공기가 수증기를 최대한으로 함유하고 있는 상태를 말하며 건·습구온도표에서 포화상태는 제일 왼쪽에 곡선으로 표시되어 있다.

## 증기압력

주어진 건구온도에서 공기가 포화상태까지 수분을 함유 할 수 있는 양으로 공기중 수증기의 분압을 의미하며 킬로파스칼로 표시한다.

증기압력은 건구온도에 따라 다르므로 건·습구온도표에는 표시되어 있지 않다.

## 온도, 상대습도, 증기압력의 상관관계

다음의 예들은 환경의 물리적인 상태가 일정하게 유지되면서 다른 요인이 변할 경우 습도조건이 어떻게 변할 수 있는지를 보여 주는데 앞에서 언급한 습도의 6가지 다른 요인과 관련하여 6가지의 예를 설명하고 있다.

### 1. 온도의 변화에도 불구하고 상대습도를 일정하게 유지하기 위한 습구온도의 변화

37.5°C에서 30%의 상대습도는 수분함량 0.0123kg/kg(건조공기)이고 습구온도 23.5°C에서 도달할 수 있으며, 습구온도 14.6°C로 조절되는 습도시스템에서는 25°C에서도 동일한 상대습도가 유지될 수 있으며 수분함량은 0.006kg/kg(건조공기)이 될 것이다.

39.0°C에서 30%의 상대습도는 24.5°C의 습구온도로도 유지되는데 공기의 수분함량은 0.0131kg/kg(건조공기)가 될 것이다. 30%의 상대습도에 대한 증기압력은 25.0, 37.5, 39.0°C에서 각각 0.95, 1.94, 2.09kPa이 된다.

### 2. 온도의 변화에도 불구하고 공기중의 절대습도를 일정하게 유지하기 위한 환경온도의 변화

예를 들어 발육실의 공기가 가온되면서 수증기의 양이 변화없이 발육기로 들어오게 될 때이다. 일정한 절대습도에서의 공기는 가온되거나 냉각되더라도 공기 중 수분함량은 일정하게 유지된다.

건구온도가 변하면 습구온도, 상대습도, 증기압력 모두 영향을 받게 되는데 건구온도 37.5°C에서 습구온도 23.0°C인 환경을 생각해 보자. 습구온도가 14.5°C로 감소하면 상대습도는 28.5%(증기압력 1.79kPa)로 되고 공기 중 수분함량은 건조한 공기 kg당 0.011kg이 된다.

또한 같은 공기가 25.0°C로 되면 수분함량은 동일하게 유지되지만 상대습도는 55%(증기압력 1.75kPa)로 증가되고 습구온도는 18.9°C로 감소한다. 또 같은 공기를 수분함량을 동일하게 유지하면서 39.0°C로 가온하면 상대습도는 25%(증기압력 1.77kPa)로 감소하고 습구온도는 23.2°C로 증가하게 될 것이다.

보기를 더 들면 동일한 수분함량을 유지하면서 건구온도를 계속해서 낮출 경우를 보

자. 공기는 결국 수분함량이 포화상태에 도달하고 수증기가 응축된 액체로 변하는데 건조한 공기 kg당 0.011kg의 절대습도일 경우는 건구온도 14.5°C에서 응축현상이 일어난다.

이러한 현상은 부화장에서 매우 중요한데 차가운 종란보관실에서 따뜻한 발육실로 종란을 이동할 때 땀이 생기는 이유를 설명해 주기 때문이다. 이 문제는 발육실 공기를 건조하게 하고 난각 표면을 젖게 하며 세균이 자리잡기 좋은 장소를 제공하는 형태가 되며 수막이 난각의 기공까지 확산되어 종란의 세균 감염 원인이 되기도 한다. 난각 표면의 이러한 수분은 종란에서 나온 것이 아니고 공기에서 생겨난 것인데 차가운 난각은 발육실의 따뜻하고 습기 있는 공기로부터 수증기를 응축시킨 것이다.

난각 주변의 공기 온도는 종란에 의해 즉시 냉각되고 그 결과 공기가 함유될 수 있는 수증기의 양은 감소된다. 종란 주변 공기의 상대습도는 증가하고 온도는 떨어지면서 포화상태에 이른다.

종란의 온도가 절대습도를 위한 포화온도 이하로 떨어지면 공기는 수증기를 모두 함유할 수 없고 수분이 공기에서 응축되어 종란 표면에 수막을 형성하게 된다.

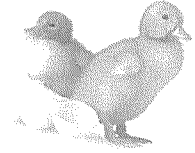
### 3. 습구온도의 변화에도 불구하고 건구온도를 일정하게 유지하기 위한 습도의 변화

이러한 현상은 병아리가 파각하기 시작할 때 발생기에서 관찰되며 자연적으로 습도는 상승하게 된다. 이 경우 습구온도가 상대습도를 변화시키기 때문에 증기압력과 수분함량 모두 영향을 받는다. 건구온도 37.5°C와 습구온도 23.0°C에서 상대습도는 28.5%(증기압력 1.79kPa)이며 공기 중 수분함량은 건조한 공기 kg당 0.011kg이다. 만일 습구온도가 30.0°C로 증가하고 건구온도는 37.5°C 그대로 유지할 부화기 습도장치로 물을 가습하면 상대습도는 65%(증기압력 3.85kPa)가 되고 공기의 수분함량은 0.0253kg/kg(건조한 공기)으로 증가한다. 반대로 습구온도를 18°C로 조정하면 상대습도는 16%(증기압력 0.94kPa)로 감소하고 공기의 수분함량은 0.0062kg/kg(건조공기)이 될 것이다.

### 4. 온도의 변화에도 불구하고 습구온도를 일정하게 유지하기 위한 습도의 변화

이 경우는 습구의 세팅온도를 그대로 두고 부화기의 건구 세팅온도를 변화시켰을 때이다. 여기서 다시 한 번 건구온도 37.5°C, 습구온도 23.0°C, 상대습도는 28.5%(증기압력 1.79kPa)에서의 예를 들어보자.

만일 건구온도가 25°C로 변하고 습도를 첨가하여 습구온도를 23.0°C로 유지시키면 단지 2°C의 차이가 있는데 이는 상대습도가 84%(증기압력 2.67kPa)가 된다.



공기중 수분함량은 수분이 첨가되어 0.011에서 0.169kg/kg(건조공기)로 증가된다. 만일 건구온도가 39.0°C로 증가하여 습구온도와의 차이가 16.0°C로 늘어나면 상대습도는 25%(증기압력 2.02토틀)로 감소하고 수분함량은 0.0109kg/kg(건조공기)로 감소하게 될 것이다.

## 5. 온도의 변화에 따른 포화수증기 상태의 변화

25°C에서의 기압(101.33kPa)의 공기는 포화상태의 증기압력 3.17kPa이며 이는 상대습도 100%(건조공기 kg당 수분함량은 0.0101kg)가 된다.

만일 종란의 온도가 20.0°C로 감소되면 공기가 100%의 상대습도인 포화상태로 유지되지만 증기압력은 2.34kPa로 감소되고 수분함량은 0.0148kg/kg(건조공기)로 감소된다.

대조적으로 종란 온도가 30.0°C로 증가하면 종란 내부의 증기압력을 4.24kPa(수분함량 0.273kg/kg 건조공기)로 증가시킨다. 그러므로 포화상태에서 증기압력은 온도와 함께 변화하는데 높은 온도에서의 공기가 낮은 온도의 공기보다 포화상태에서 더 많은 양의 수분을 함유하게 된다.

## 6. 온도의 변화에도 불구하고 일정한 수증기압 유지를 위한 습도의 변화

37.5°C에서 2.8kPa의 증기압력은 습구온도

26.7°C와 수분함량 0.017kg/kg(건조공기)인 상대습도 45%에서 도달된다. 증기압력을 25.0°C에서 꾸준히 2.8kPa로 유지시키기 위해서는 습구온도 23.5°C와 수분함량 0.0177kg/kg(건조공기)에서 상대습도는 88.3%로 증가한다.

39.0°C에서 2.8kPa의 증기압력을 유지하려면 습구온도 27.2°C와 수분함량 0.0177kg/kg(건조공기)에서 상대습도는 40%가 되어야 한다.

온도, 공기 중 수분함량, 증기압력, 상대습도 사이의 상관관계는 부화장 운영에서 매우 중요하며 건물의 가온과 환기, 온도 조절, 종란실과 초생추 보관실의 습도 조절시설 등에서 고려되어야 한다.

부화기가 최적의 상태로 운영되면서 정확한 온도와 습도에서 양질의 신선한 공기를 제공하려면 발육실과 발생실의 이상적인 환경이 요구된다.

부화기가 위치한 실내환경을 유지하는 일은 비교적 미세한 일은 아니지만 예를 들어 발육실(복도)의 공기는 24°C와 상대습도 60%로 유지되어야 하며 기계 내부에서 상대습도는 부화 중 종란의 수분감소율을 결정하고 부화기의 미세한 습도의 조절에서 매우 중요하다.