

# HI99121

Direct Soil pH Portable Meter



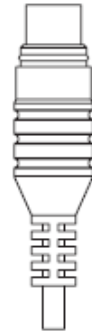
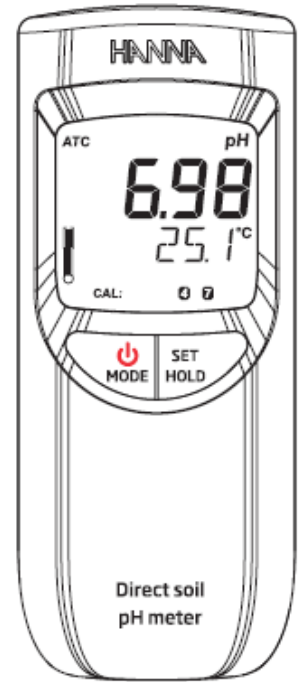
## 사전점검 (Preliminary Examination)

제품 포장을 제거하고 배송 중 제품에 손상이 있는지 확인한다. 만약 제품에 이상이 있는 경우 구매처에 연락한다.

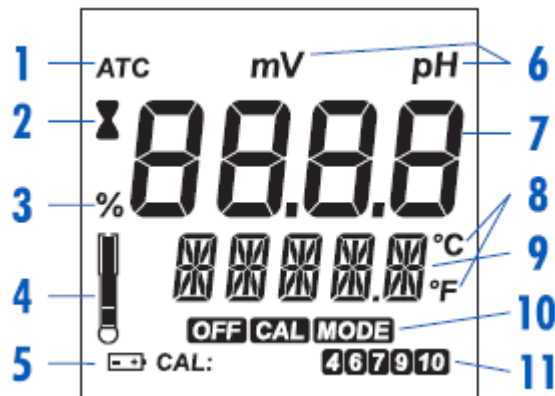
HI 99121는 다음과 같이 제공된다.

- HI 12923 pH/온도 프로브
- pH 4.01&7.01 버퍼 용액
- HI 700663 토양 잔여물 세척 용액(1개)
- HI 700664 유기 토양 잔여물 세척 용액(1개)
- HI 7051M 토양 준비 용액
- HI 721319 토양 드릴
- 100mL 비커(1개)
- 알카라인 배터리 : 1.5V AAA(3개)
- 이동용 가방
- 전극 성적서
- 기기 성적서
- 사용설명서

참고 : 기기가 정확히 작동할 때까지 동봉된 모든 제품을 보관한다. 결함이 있는 제품들은 반드시 제공된 악세사리와 함께 반환되어야 한다.



## 화면 표시 (LCD Description)



- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 1) 자동 온도 보상 표시  | 6) 측정 단위          |
| 2) 안정성 표시       | 7) 주 화면           |
| 3) 배터리 잔량       | 8) 온도 단위          |
| 4) 전극 상태 표시     | 9) 부 화면           |
| 5) 낮은 배터리 잔량 표시 | 10) 기기 모드 표시      |
|                 | 11) 보정에 사용한 pH 버퍼 |

## 제품 사양 (Specifications)

범위(Range)*	-2.00 ~ 16.00 pH/ -2.0 ~ 16.0 pH ± 825 mV(pH-mV) -5.0 ~ 105.0 °C/ 23.0 ~ 221.0°F
최소 측정 단위 (Resolution)	0.01 pH/ 0.1 pH 1 mV(pH-mV) 0.1°C/0.1°F
정확도(Accuracy) @ 20°C / 68°F	±0.02 pH/ ±0.1 pH ±1 mV(pH-mV) ±0.5°C(60°C까지), ±1.0°C/±1.0°F(140°F까지), ±2.0°F
온도보상	자동 -5.0 ~ 105.0 °C/23.0 ~ 221.0°F
pH 보정	자동, 2가지(표준/NIST) 설정 중 택1, 1 또는 2-포인트 보정 (표준 pH 4.01/7.01/10.01 또는 NIST pH 4.01/6.86/9.18 중 선택)
프로브(포함)	HI 12923 pH/온도 센서 내장 전극, Quick DIN connection, 1m 케이블
배터리 타입/수명	1.5V AAA(3개) / 약 1400시간
자동 꺼짐	선택 가능 : 8분/60분/사용하지 않음
환경	0 ~ 50°C RH max.100%
규격	154 x 63 x 30 mm(6.1 x 2.5 x 1.2")
기기 무게(배터리 포함)	196g(6.91 oz.)
생활방수등급	IP67

\*pH 및 온도 측정범위는 HI 12923 전극 사양에 따라 0-12pH/-5~70°C까지 측정가능하다.


## 작동법 (Operation Guide)

각 기기는 배터리와 함께 제공됩니다. 기기를 처음 사용하기 전에 배터리 뚜껑을 열어 +/-에 주의하여 배터리를 넣는다.

### 프로브 연결하기 (To connect the probe)

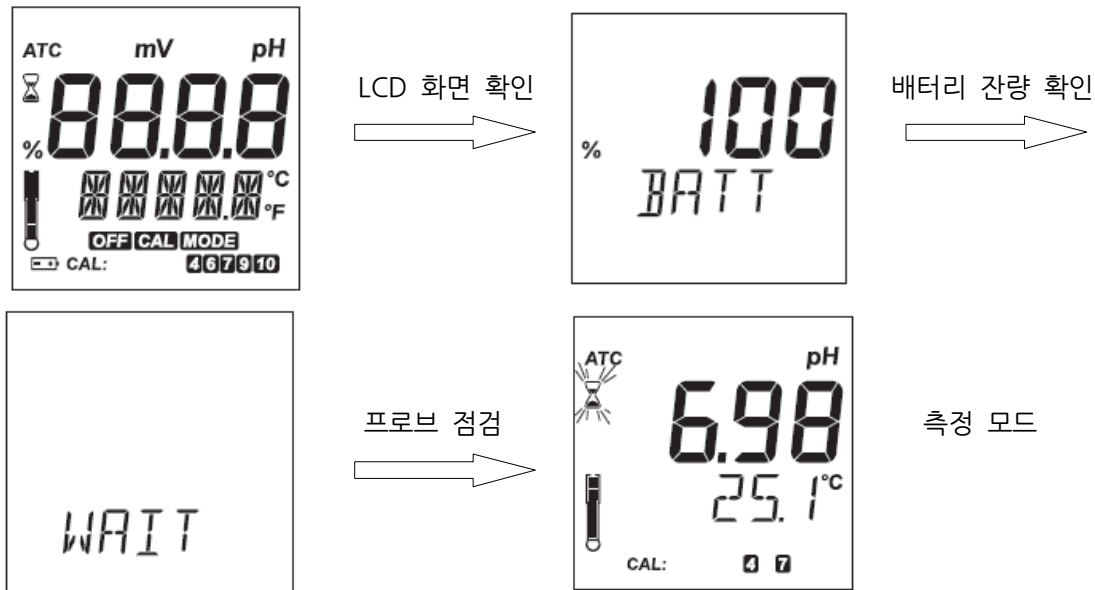
기기를 끈 상태에서 HI 12923 전극을 기기 하단에 있는 Quick DIN 소켓에 연결한다. 안쪽 핀에 유의하여 꼭 밀어 넣는다. 측정 전에 보호캡을 제거한다.

### 기기 전원 켜기 (To turn the meter ON)

기기 앞에 있는  버튼을 누른다. 만약 기기가 켜지지 않는다면 배터리가 제대로 넣어졌는지 확인한다. 기기가 시작할 때, 전체화면이 몇 초 동안 켜진 후, 배터리 잔량이 표시된다.

그 후 "WAIT"가 화면에 나오면서 연결된 프로브를 확인한다. 그 이후 기기는 기본 측정 모드가 된다.





Note) 기기는 연결된 프로브의 종류와 프로브 연결 여부를 감지한다.

- 연결된 프로브가 없을 때 : “NO” “PROBE”가 화면 두 번째 줄에 나타나고 첫 번째 줄에 “---”이 깜박인다.
- 연결된 프로브가 기기와 호환되지 않을 때 : “WRONG” “PROBE”가 화면 두 번째 줄에 나타나고, 첫 번째 줄에 “---”이 깜박인다.
- 측정이 측정 가능한 범위를 벗어났을 때, 화면에 측정 가능한 가장 가까운 값이 깜박인다.  
(예 : -2.00 pH, -5.0°C)

### 측정 범위 선택

측정 모드에서 SET 버튼을 누르고 화면에 나타난 pH 또는 pH-mV 측정을 선택한다.

### HOLD 모드

측정 모드에서 SET 버튼을 “HOLD”가 화면 두 번째 줄에 나타날 때까지 꼭 누른다. “HOLD”가 약 1초간 화면에 나타난 후, 화면에 “H”가 깜박이는 동안에 화면은 정지상태가 된다. 아무 버튼을 눌러 측정 모드로 돌아간다.



### 기기 전원 종료하기(To turn the meter OFF)

측정 모드에서 버튼을 누른다. “POWER”와 **OFF** 표시가 나타나면 버튼에서 손을 떼다.

### 보정 모드 들어가기 (To enter Calibration Mode)

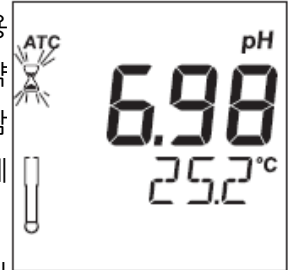
버튼을 “POWER”와 **OFF** 가 “STD”, **CAL** 로 바뀔 때까지 꼭 누른다. 바뀐 후 버튼에서 손을 떼다.

## 설정모드 들어가기(To enter Setup Mode)

버튼을 “STD”와 **CAL** 표시가 “SETUP”과 **MODE**로 변할 때까지 꺾 누른다. 바뀐 후 버튼에서 손을 떼다.

## pH 측정(pH Measurement)과 보정(Calibration)

기기를 사용하기 전에 반드시 보정한다. 만약 프로브가 건조하다면 HI 70300 보관용액에 최소 30분간 담귀 활성화한다. 만약 프로브가 더럽다면 전극 세척 용액에 약 20분간 담군 후, 전극 끝을 깨끗한 물로 헹구고 전극 보관용액에 최소 30분 이상 담군 후 사용한다. 전극을 꼼꼼히 헹군 후 잔여물을 가볍게 털어낸다. 사용하기 전에 재보정한다.



프로브를 측정할 샘플에 넣고 천천히 저어준다. ⏰ 표시가 화면에서 사라질 때까지 기다린다. LCD 화면에 pH 값이 나타나며, 두 번째 줄에 측정 샘플의 온도가 나타날 것이다.

만약 다른 샘플을 측정하려면 교차오염을 막기 위해서 프로브 끝을 헹궈준 후 측정한다. 프로브를 세척한 후, 끝부분을 증류수와 측정할 샘플로 헹궈준다.

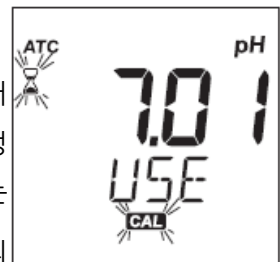
정확한 측정을 위하여, 기기를 자주 보정하는 것을 추천한다. 다음과 같은 경우에는 반드시 재보정한다.

- 프로브 교체 시
- 강한 화학물질 측정 후
- 높은 정확도가 요구될 때
- 최소 1달에 1번
- 전극을 세척한 이후

참고 : 어떤 용액을 측정하더라도, 측정 전후 프로브 끝은 반드시 정수된 물로 헹궈준다.

## pH 보정(Calibration)

측정모드에서 버튼을 “POWER”와 **OFF** 가 “STD”, **CAL** 로 바뀔 때까지 꺾 눌러 보정모드로 들어간다. 센서를 첫 번째 보정 버퍼 용액에 넣는다. 만약 2-포인트 보정을 진행하려면 pH 7.01 버퍼 용액을 먼저 사용한다(NIST의 경우 pH 6.86). 기기는 보정 모드에 들어가며 “pH 7.01 USE”와 **CAL** , ⏰ 표시가 깜박일 것이다(NIST의 경우 “pH 6.86 USE”).



### 1-포인트 pH 보정

1. 프로브를 선택한 버퍼 설정에 따른 버퍼 용액에 넣는다. 기기는 자동으로 버퍼 값을 인식할 것이다.
  2. 만약 버퍼가 인식되지 않거나 보정 오프셋이 수용값 이상이면 “---WRONG”이 나타날 것이다.
  3. 만약 버퍼가 인식되면 “REC”가 화면에 나타나고, 보정이 수용될 때까지 “WAIT”이 나타난다.
- 만약 pH 7.01 용액(NIST의 경우 pH 6.86)을 사용한다면 버퍼값이 수용된 이후 아무 키를 눌러서 나간다. 그러면 “SAVE”가 화면에 나타나고 기기는 자동으로 pH 측정 모드로 들어갈 것이다.
- 만약 pH 4.01 또는 pH 10.01 용액(NIST의 경우 pH 9.18)을 사용한다면 “SAVE”가 화면에 나타나고 기기는 자동으로 pH 측정 모드로 들어갈 것이다.

## 2-포인트 pH 보정

pH 7.01 용액을(NIST: pH 6.86) 사용하여 1-포인트 보정 방법의 1~3을 진행한 후 다음 순서를 따른다.


화면에 “pH 4.01 USE”가 나타날 것이다. 프로브를 두 번째 버퍼 용액(pH 4.01 또는 pH 10.01, NIST의 경우 pH 4.01 또는 pH 9.18)에 넣는다. 두 번째 버퍼값이 수용되면 화면에 “SAVE”가 1초간 나타나고 기기는 자동으로 측정 모드로 돌아간다.

만약 버퍼값이 인식되지 않거나, 슬롭이 수용 범위 밖인 경우에는 “---WRONG”이 화면에 나타날 것이다. 버퍼 용액을 바꾸거나, 전극을 세척하거나 아무 버튼을 눌러서 보정 모드에서 나간다.

보다 높은 정확도를 위해서 2-포인트 보정을 추천한다.

보정이 끝나면 **CAL** 표시와 함께 보정한 포인트가 나타날 것이다.

## 보정 끝내기 & 기본값 재설정

보정 모드에 들어가서 첫 번째 버퍼값이 수용되기 전에  버튼을 눌러 보정 과정을 끝내고 최근에 보정한 데이터로 돌아갈 수 있다. 화면에 “ESC”가 약 1초간 나타난 후 기기는 측정 모드로 돌아간다.

기본값으로 재설정하고 전 보정을 지우기 위해서, 보정 모드에 들어가서 첫 번째 버퍼값이 수용되기 전에 SET 버튼을 누른다.

화면에 “CLEAR”이 약 1초간 나타나며 기기는 기본값으로 재설정된다. **CAL** 표시와 함께 보정한 포인트가 화면에서 사라진다.

## pH 전극 관리(pH Electrode Condition)



5 bars : 훌륭한 상태

4 bars : 매우 좋은 상태

3 bars : 좋은 상태

2 bars : 평이한 상태

1 bar : 좋지 않은 상태

1 bar, 깜박임 : 매우 좋지 않은 상태

기기는 보정 이후 pH 전극의 상태를 나타내는 프로브 아이콘을 제공한다. “condition”은 약 12시간 동안 나타날 것이다. 전극 상태는 현재 pH 보정이 2-포인트 보정인 상태일 때만 나타난다.

바가 1개 일 때, 프로브를 세척하고 재보정한다. 만약 바 1개만 나타나거나, 바 1개가 깜박이는 상태가 지속되면 프로브를 교체한다.

## 센서 점검(Sensor Check)

기기를 pH-mV 범위를 통해서 센서 상태를 확인할 수 있다. 오프셋 값은 25℃에서 pH 7.01 용액을 측정하였을 때는 mV값이다. 만약 이 측정이  $\pm 30$ mV 범위 밖이라면 전극 상태는 매우 좋지 않음으로 간주할 수 있다. 센서의 슬롭값은 pH 7.01과 pH 4.01 버퍼 용액을 측정했을 때의 차이값으로 알 수 있다. 슬롭값이 약 150 mV에 도달할 때 전극 상태는 매우 좋지 않음으로 간주할 수 있다. 전극 상태가 좋지 않거나, 매우 좋지 않을 때 새로운 전극으로 교체하도록 권장된다.

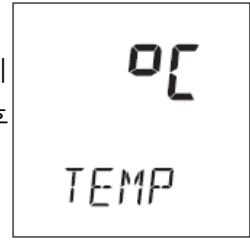
참고: 신뢰할 수 있는 측정을 위해, 전극은 오프셋 측정 이전에 반드시 세척 용액으로 세척한 후 전극 보관용액에 최소 30분 동안 담겨져있어야 한다.

## 기기 설정 (Meter Setup)

설정 가능한 항목 : 온도 단위/자동 꺼짐 기능/보정 타입/알림음/pH 최소 측정 단위/전극 상태 표시

🔌 버튼을 “STD”와 **CAL** 표시가 “SETUP”과 **MODE**로 변할 때까지 꺾기 누른다. 바뀐 후 버튼에서 손을 떼다.

- “TEMP”가 화면 세 번째 줄에 나타나면서 메인 화면에 현재 측정 단위가 나타날 것이다. (예시: “TEMP °C”), SET 버튼을 눌러서 °C/°F 단위를 선택한다. 단위를 선택한 후 🔌 버튼을 눌러서 확정하고, “A-OFF”(자동 꺼짐 기능)로 들어간다.



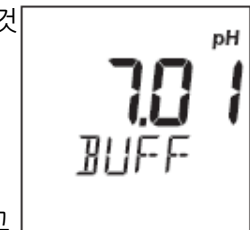
- SET 버튼을 눌러서 자동 꺼짐 기능 3가지 설정을 중 하나를 선택할 수 있다.  
: “8”, 기본값, 8분간 사용하지 않을 시 꺼짐/“60”, 60분간 사용하지 않을 시 꺼짐 /“---” 자동 꺼짐 기능을 사용하지 않음  
선택한 후 🔌 버튼을 눌러서 확정하고, “BEEP”(알림음) 설정으로 들어간다.



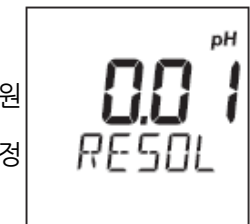
- SET 버튼을 눌러서 알림음(ON : 사용함/OFF : 사용하지 않음)을 설정한다. 선택한 후 🔌 버튼을 눌러서 확정하고, “pH 7.01 BUFF”(보정 버퍼 선택)로 들어간다.



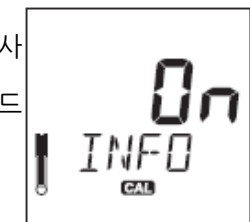
- 보정 버퍼 타입을 설정하기 위해서 기기는 현재 사용하고 있는 버퍼 설정을 보여줄 것이다.  
: “pH 7.01 BUFF”(표준 버퍼 설정: 4.01/7.01/10.01)  
또는 “pH 6.86 BUFF”(NIST 버퍼 설정: 4.01/6.86/9.18)  
SET 버튼을 눌러서 원하는 설정으로 변경한다. 선택한 후 🔌 버튼을 눌러서 확정하고, “RESOL”(pH 최소 측정 단위 선택)로 들어간다.



- pH 최소 측정 단위를 “0.01”과 “0.1” 사이에서 선택할 수 있다. SET 버튼을 눌러서 원하는 설정으로 변경한다. 선택한 후 🔌 버튼을 눌러서 확정하고, “INFO”(전극 상태 정보)로 들어간다.



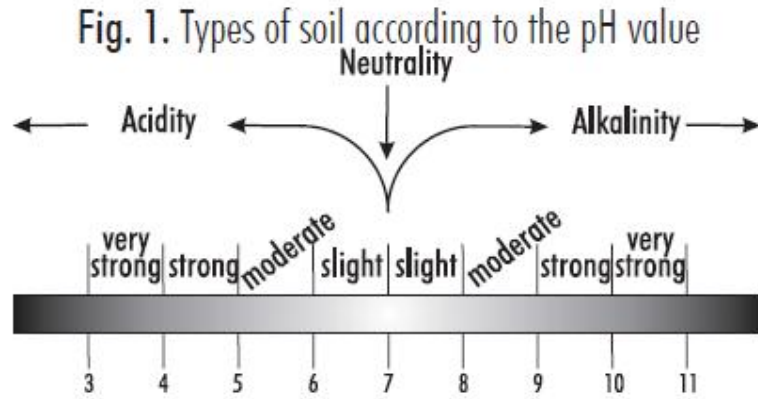
- 화면 내 전극 상태 표시 기능을 SET 버튼을 눌러서 원하는 설정(ON: 사용함/OFF: 사용하지 않음)으로 변경한다. 선택한 후 🔌 버튼을 눌러서 확정하고 기기는 측정 모드로 돌아간다.



## 토양 pH(Soil pH)

pH는 수소 이온의 농도( $H^+$ )를 측정하는 것이다. 토양은 pH 값에 따라 산성, 중성, 알칼리성이 될 수 있다.

Fig.1은 토양 산도에 따른 토양 유형의 상관관계를 나타낸다. 대부분의 작물은 pH 5.5에서 7.5 사이를 선호한다. 하지만 몇몇 종류는 더 산성인 토양 또는 알칼리성 토양을 선호한다. 모든 작물은 최적의 성장을 위한 특정 pH 범위를 필요로 한다.



pH는 토양에 있는 작물, 토양 내 미생물 및 유용 영양분에 크게 영향을 준다.

예를 들어, 버섯류는 산성 환경을 선호하는데, 식물에 영양을 공급하는 대부분 박테리아와 같이 산성(Acidity, moderate)에서 약알칼리성(Alkalinity, slight) 토양을 선호한다.

강한 산성 환경에서 질소 고정과 채소 찌꺼기의 무기화 작용은 감소한다. 작물은 토양 수분에 녹아있는 영양분을 흡수하고, 영양분의 수용성은 pH 값에 큰 영향을 받는다. 이런 이유로 각 영양분은 pH 수치에 따라 다른 유효성을 가진다. (Fig.2)

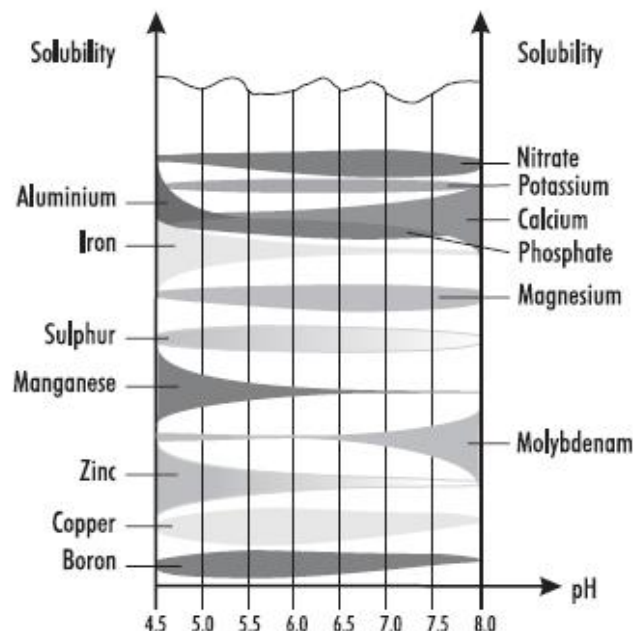


Fig. 2. Solubility of the elements according to varying pH



각 작물은 다른 양의 영양소를 필요로하기 때문에 작물마다 최적의 성장을 위해서는 특정 pH가 요구된다. 예를 들어, 철(iron)과 구리(copper), 망간(manganese)은 알칼리성 환경에서 녹지 않는다. 이는 작물이 앞의 영양소를 필요할 때 이론적으로 산성인 환경에서 재배해야 한다. 반면 질소(Nitrogen), 인(phosphorus), 칼륨(Potassium), 황(sulfur)의 경우 중성에 가까워질수록 유효성이 급격하게 증가한다.

비정상적인 pH 수치에서는 작물에 유해한 영양분의 농도가 증가할 수 있다. 예를 들어서 산성 환경에서는 작물이 수용할 수 없는 정도의 과도한 알루미늄 이온이 증가할 수 있다. pH 값이 중성에서 멀어질수록 투수성이 떨어지고, 토양이 굳어질 수 있다.

**pH에 따른 토양 관리 전략(A Soil Management Strategy with regard to pH)**

- 토양의 pH 범위에 따른 적합한 작물을 선택한다. (예: 산성 토양 - 쌀, 감자, 딸기)
- 산도를 증가시키지 않는 비료(요소, 질산칼슘, 질산암모늄, 과인산석회) 또는 알칼리성을 낮추는 비료(황산암모늄)를 사용한다.
- 토양 산도 조정 이전에 반드시 비용 평가를 한다. 기르는 작물의 가치와 토양 산도 조정에 들어가는 비용에 따라 평가한다.
- 토양 산도 조정 과정은 작물 성장에 필수적일 수 있지만, 유지 기간이 너무 오래 걸리거나, 짧게 걸릴 수 있다.

예를 들어서 석회를 넣으면 점토성 토양에서는 최대 10년간 효과가 남아있지만 사질 토양에서는 2-3년 정도 영향을 준다. 산성 토양에서 석회, 백운석, 석회석, 이회토와 같은 자연 토양에서 유래되는 성분을 사용할 수 있다. 아래 표를 확인한다.

토양 개량제	점토성 토양	미사성 토양	사질 토양
CaO	30-50	20-30	10-20
Ca(OH) <sub>2</sub>	39-66	26-39	13-26
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	49-82	33-49	16-33
CaCO <sub>3</sub>	54-90	36-54	18-36

표1. pH 1을 증가시킬 때 필요한 순 혼합물 양(q/ha)

자연적으로 생기는 미네랄 또한 토양 pH에 영향을 줄 수 있다. 하지만 토양 산도 조정 방법은 다를 수 있다.

예시) - 석회석이 풍부한 토양

유기물을 더한다.

(황이나 황산 같은 무기 토양 개량제는 많은 양을 사용해야하기 때문에 경제적으로 적합하지 않다.)

- 알칼리성-염분이 있는 토양

개간을 적합하게 사용할 때는 토양에서 염분을 빠져나가게 하여 긍정적인 결과를 가져온다.

만약 알칼리성이 나트륨으로 인해서 생긴 것이라면 석고(황화칼슘), 황 또는 다른 황화 화합물을 더하는 것이 추천된다. 이 경우에는 비용 평가가 필요하다.

토양 개량제(순화합물)	양(kg)
염화칼슘 : CaCl <sub>2</sub> , 2H <sub>2</sub> O	85
황산 : H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	57
황 : S	19
황산철 : Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , 7H <sub>2</sub> O	162
황산알루미늄 : Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	129

표2. 100kg의 석고와 같은 효과를 가진 양

### 직접 토양 측정 과정(Procedure for direct ground measurement)

1. 기기 설정이 제대로 되어있는지, 전극이 보정되어 있는지 확인한다.
2. 약 5cm의 표토를 제외하고 토양을 판다.
3. 토양에 기기와 함께 제공된 HI721319 토양 드릴로 약 20cm 또는 그 이상 구멍을 낸다.
4. 토양이 건조하다면 소량의 증류수로 토양을 적신다.
5. 전극을 수돗물로 행군다.(이때 증류수를 사용하지 않는다.)
6. 구멍에 전극을 넣고 살짝 밀어 넣어 토양에 제대로 닿게 한다.
7. 측정을 지켜본다.
8. 전극을 수돗물(증류수를 사용하지 않는다.)로 행구고 전극에 묻은 토양 잔여물을 손가락을 사용해서 살살 제거한다. (이때 천을 사용해서 문지르지 않는다.)
9. 다른 지역에서도 위와 같은 측정을 반복한다.
10. 측정된 데이터의 평균을 구한다.

최적의 결과를 위해서 토양 샘플과 토양 준비 용액 HI 7051을 사용하여 토양 용액의 pH를 측정할 수 있다. 이 방법은 돌이 많아 전극에 손상이 갈 수 있는 환경에서 사용할 수 있다.

### 토양 용액 측정 과정(1:2.5)

A) 기기 설정이 제대로 되어있는지, pH 전극이 보정되어 있는지 확인한다.

#### B) 샘플 준비

##### 1) 토양 샘플 추출

동일한 지역의 1000m<sup>2</sup>(0.25 acre)당 1개의 샘플을 채취한다. 더 좁은 지역의 경우 2개의 샘플을 채취하는 것을 추천한다. 샘플이 많을수록 더 정확한 대표값을 가진다.

##### 2) 확연하게 차이를 보이는 토양은 제외하고 샘플을 채취한다.

##### 3) 샘플 양 :

각 샘플의 양은 동일하게 채취한다. 예를 들어서 같은 규격의 봉투 1개당 1개의 샘플을 채취한다.

##### 4) 채취하는 깊이

일반 : 약 5cm의 표토를 제외하고 판다.

초본 작물 : 20 ~ 40cm의 깊이

과수 : 20 ~ 60cm의 깊이

##### 5) 토양 샘플을 신문 위에 올려서 그늘진 곳에서 말린다. 또는 약 40℃의 오븐에서 건조한다.

##### 6) 마른 토양을 부스러뜨린 후 모든 토양 샘플을 섞어서 대표 혼합 샘플을 만든다.

이때 돌이나 채소 찌꺼기는 걸러낸다.

##### 7) 이 혼합 샘플을 사용해서 분석을 진행한다.

#### C) 토양 용액 준비 및 측정

##### 1) 토양을 2mm 채로 거른다.

2) 10g의 토양에 25mL의 토양 준비 용액 HI 7051을 섞거나, 20g의 토양에 50mL의 토양 준비 용액을 섞는다. (1 : 2.5의 비율/토양 : 토양준비용액)

##### 3) 30초간 섞는다. 강하게 섞어서 샘플을 균일하게 한다.

- 4) 토양이 용해성 영양분을 배출할 수 있도록 약 5분간 기다린다.
- 5) 샘플을 다시 섞고, 준비된 샘플에 전극을 넣고 천천히 저어서 최대한 용액이 닿을 수 있게 한다.
- 6) 측정이 안정될 때까지 기다린다.

### 유기 배양토(Organic Substrate)

온실과 화분에서 유기 배양토의 pH를 측정하는 것은 중요하다. pH는 초기에 측정하여 원하는 pH 값이 될 수 있도록 한다. 토양 pH는 측정한 날짜 이후로 오랜 기간이 지나면 측정했을 때의 측정값과 차이가 있을 수 있다.

**A) 기기 설정이 제대로 되어있는지, pH 전극이 보정되어 있는지 확인한다.**

### B) 화분에 직접 측정 시

: 만약 토양이 건조하면 증류수를 조금 넣는다. 함께 제공된 HI721319 토양 드릴로 토양에 구멍을 낸다. 전극을 구멍에 넣고 측정이 안정되기까지 기다린다.

### C) 유기 배양토 용액 측정(1:2):

토양을 건조하고 안에 있는 채소 찌꺼기, 자갈을 골라낸다.

1(토양) : 2(HI 7051 토양 준비 용액)의 비율로 용액을 준비한다.

예시) 용기에 50mL의 토양을 채워서 가볍게 누른다.

토양을 다른 용기에 넣은 후 100mL의 HI 7051 토양 준비 용액을 넣는다.

약 30초 동안 섞어 용액을 균일하게 만들고 5분간 기다려서 토양에 있는 용해성 영양분이 빠져나올 수 있게 한다. 다시 섞고 pH 전극을 준비된 샘플에 넣는다. 천천히 저어서 최대한 용액이 전극에 닿을 수 있도록 한다.

### 관개용수(Irrigation Water)

관개용수의 수질은 중요한 요소이다. 만약 pH 값이 pH 7에서 떨어져 있는 경우, 이상이 있는 환경일 가능성이 있다.

수질 평가 범위

- 6 ~ 8.5 pH : 좋음, 문제없이 사용할 수 있다.
- 5 ~ 6 pH 또는 8.5 ~ 9 pH : 충분히 사용할 수 있다. 민감한 작물들은 문제가 생길 수 있다.
- 4 ~ 5 pH 또는 9 ~ 10 pH : 조심히 사용한다. 식물이 젖지 않도록 한다. 가능하면 사용을 피한다.
- pH < 4 또는 pH > 10 : 화학 분석을 통해서 다른 이상이 있는지 확인한다.

관개용수로 사용하지 않는다.

### 영양 용액(Nutrient Solution)

온실 내 최대 성장을 위해서는 이상적인 비료 계획이 필요하다. 영양 용액(물 + 비료)의 pH 값은 반드시 식물의 필요에 따라 맞춰져야 한다. 만약 영양 공급 시스템이 자동 pH 컨트롤러를 사용한다면 제대로 작동하고 있는지 확인한다. 관개 용액 및 재사용하는 용액의 pH를 점검해야 한다.

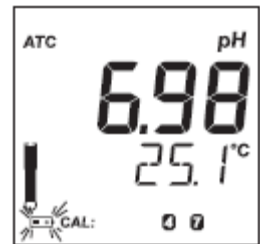
표3. 다양한 식물의 최적 pH 값

과수			
선호 pH 범위		선호 pH 범위	
사과	5 - 6.5	오렌지	5 - 7
살구	6 - 7	복숭아	6 - 7.5
체리	6 - 7.5	배	6 - 7.5
자몽	6 - 7.5	자두	6 - 7.5
포도	6 - 7	석류	5.5 - 6.5
레몬	6 - 7	호두	6 - 8
승도 복숭아	6 - 7.5		
채소 & 초본 작물			
선호 pH 범위		선호 pH 범위	
아티초크	6.5 - 7.5	후추	6 - 7
아스파라거스	6 - 8	조생 감자	4.5 - 6
보리	6 - 7	만생 감자	4.5 - 6
콩	6 - 7.5	고구마	5.5 - 6
방울양배추	6 - 7.5	호박	5.5 - 7.5
조생 당근	5.5 - 7	쌀	5 - 6.5
만생 당근	5.5 - 7	대두	5.5 - 6.5
오이	5.5 - 7.5	시금치	6 - 7.5
가지	5.5 - 7	딸기	5 - 7.5
상추	6 - 7	String	6 - 7.5
옥수수	6 - 7.5	사탕무	6 - 7
메론	5.5 - 6.5	해바라기	6 - 7.5
귀리	6 - 7	토마토	5.5 - 6.5
양파	6 - 7	수박	5.5 - 6.5
완두콩	6 - 7.5	밀	6 - 7
잔디			
선호 pH 범위			
잔디	6 - 7.5		
정원수 & 화훼 작물			
선호 pH 범위		선호 pH 범위	
아카시아	6 - 8	Ligustrum	5 - 7.5
야칸서스	6 - 7	목련	5 - 6
아마란스	6 - 6.5	수선화	6 - 8.5
부겐빌레아	5.5 - 7.5	협죽도	6 - 7.5
달리아	6 - 7.5	오동나무	6 - 8
에리카	4.5 - 6	채송화	5.5 - 7.5
Euphorbia	6 - 7	Primula	6 - 7.5
푸크시아	5.5 - 7.5	Rhododendron	4.5 - 6
용담	5 - 7.5	장미	5.5 - 7
글라디올러스	6 - 7	Sedum	6 - 7.5
헬레보레	6 - 7.5	해바라기	5 - 7
히아신스	6.5 - 7.5	튤립	6 - 7
붓꽃	5 - 6.5	제비꽃	5.5 - 6.5
노간주나무	5 - 6.5		

온실 작물			
선호 pH 범위		선호 pH 범위	
Abutilon	5.5 - 6.5	치자나무	5 - 6
아프리카 제비꽃	6 - 7	제라늄	6 - 8
안투리움	5 - 6	히비스커스	6 - 8
남양삼나무	5 - 6	재스민	5.5 - 7
진달래, 철쭉	4.5 - 6	칼랑코에	6 - 7.5
베고니아	5.5 - 7.5	미모사	5 - 7
동백나무	4.5 - 5.5	난초	4.5 - 5.5
목화	5 - 6	야자	6 - 7.5
시클라멘	6 - 7	페페로미아	5 - 6
디펜바키아	5 - 6	필로덴드론	5 - 6
홍죽	5 - 6	실유카	6 - 7.5
프리지아	6 - 7.5		

### 배터리 교체 (Battery Replacement)

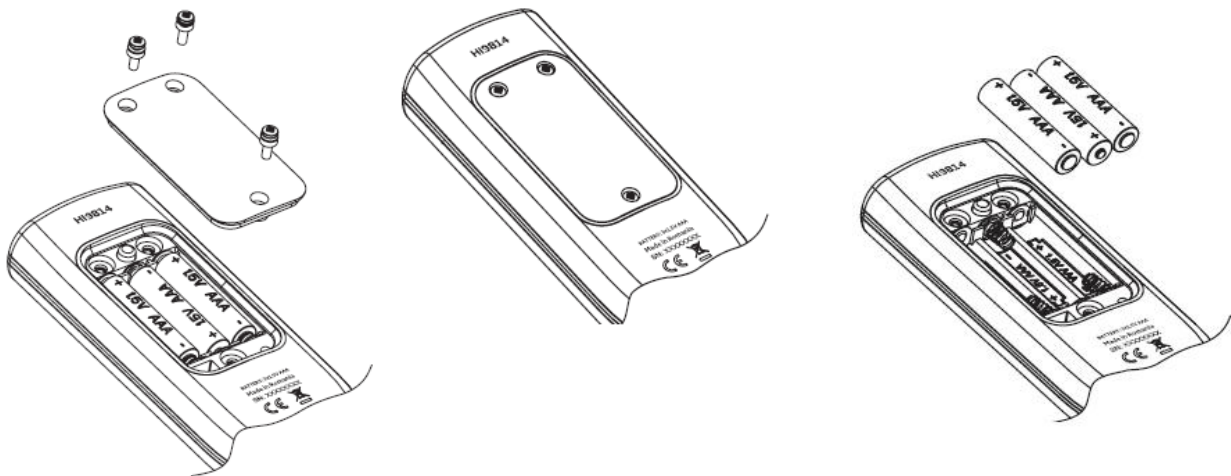
배터리 잔량이 10% 미만일 때 화면에 배터리 표시가 깜박인다.



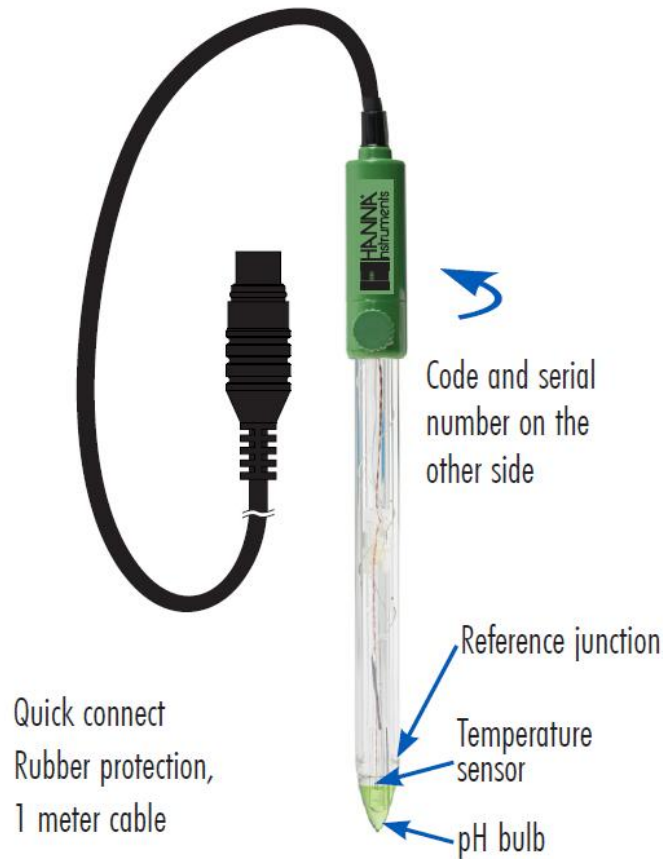
### 배터리 에러 방지 시스템(Battery Error Prevention System, BEPS)

만약 배터리가 너무 약하면("0%") 기기 화면에 "bAtt", "DEAD"가 몇 초간 보인 후 전원이 자동적으로 종료될 것이다. 즉시 새 배터리로 교환한다.

- 1) 배터리 커버 (기기의 뒷부분) 을 열어 기존 배터리를 빼낸다.
- 2) +/-극이 맞게 새 배터리(1.5V AAA, 알카라인)로 넣어준 후, 뚜껑을 다시 닫는다.



## 전극 관리



## 전극 준비

- 보호캡을 벗긴다. 전극에 흰색 침전물이 생겨도 이는 자연스러운 현상이다. 흐르는 물에 헹군다.
- 유리구 안에 있는 공기방울을 제거하기 위해서 수은 온도계를 사용하는 것처럼 전극을 아래로 하여 흔든다.
- 채움 구멍 커버를 벗겨서 레퍼런스 정션이 흐르는지 확인한다. 커버는 보관을 위해 치워둔다.
- HI 7071 용액을 사용하여 전해질 용액을 채운다.
- 만약 구 또는 정션이 마른 상태라면 프로브를 HI 70300 전극 보관용액에 최소 30분 동안 담가둔다.
- 보관용액에서 꺼낸 전극을 흐르는 물에 헹군다.
- 전극을 사용하기 전에 보정한다.

## 전극 보관

- 빠른 반응 속도를 위해서 유리구와 정션은 적신 상태로 보관되어야 한다.
- 보호캡 안에 전극 보관용액을 몇 방울 떨어뜨려서 보관한다.
- 채움 구멍 커버를 끼워서 보관한다.

**참고 : 전극을 절대로 증류수에 보관하지 않는다.**

## 주기적인 점검

- 주기적으로 전극을 점검하여 pH 유리구에 흠집이나 깨짐이 없는지 확인한다. 만약 이러한 증상이 발견되면 전극을 교체한다.
- 하얀 침전물은 흐르는 물에 헹군다.
- 전극 보관 과정을 따른다.

## 전극 세척

신뢰할 수 있는 측정과 정확한 보정을 위해서 전극을 자주 세척하는 것을 추천한다.

토양 측정에서 사용한 토양의 종류에 따라 아래의 두 가지 용액 중 하나를 선택할 수 있다.

- HI 700663 : 무기 토양 잔여물 세척 용액(미네랄, 석회석 등)
- HI 700664 : 유기 토양 잔여물 세척 용액(부엽토 등)

자주 세척할 때에는, 전극을 위의 용액 중 하나에 몇 분간 담가둔다.

한동안 전극을 세척하지 않았을 때, 토양 잔여물을 완전히 제거하기 위해서 아래의 과정을 따른다.

- 종이나 부드러운 티슈로 전극 바디를 닦는다. 아래 구를 건드리지 않는다.
- 거친 종이로 레퍼런스를 문지른다.
- 세척 용액에 최소 20분간 담가둔다.
- 전극을 물로 잘 헹구고 전극 보관용액에 최소 30분 동안 담가 둔다. 사용하기 전에 보정한다.

**중요 :** 전극을 세척한 이후에는 반드시 증류수로 헹군다. 그 이후 HI 70300 전극 보관용액에 최소 30분 동안 담가둔다. 이후 잘 헹구고 사용하기 전에 보정한다.

## 오류 상황

pH 미터 : 설명서에 나온 기기 사용법과 보정 절차를 참고한다.

pH 전극 : 센서 점검(Sensor check)에 나와 있는 과정을 참고하여 전극 상태를 확인한다.