스마트폰으로 PPFD 측정하는 법

스마트폰도 PPFD와 DLI를 알려 주지만, 확산판을 덮고 어떤 조명인지 알려 줬을 때만입니다. 측정 순서와 DLI 계산식, 그리고 어느 정도까지 믿어도 되는지 정리했습니다.

작성자: Lubor Šimůnek · 게시일: October 3, 2026 · 교육

온라인 버전: https://appstoryo.com/ko/blog/how-to-measure-ppfd-with-your-phone



LumenLeaf: PPFD Grow Light는 스마트폰 카메라와 조도 센서를 PAR 미터로 바꿔 주는 무료 앱으로, iPhone과 Android에서 모두 씁니다. PPFD는 제곱미터당 초당 마이크로몰로, DLI는 제곱미터당 하루 몰로 알려 줍니다. 용량은 30 MB, iOS 14 이상이 필요하며 계정 없이 오프라인으로 작동합니다.

공시: *AppStoryo*는 *LumenLeaf: PPFD Grow Light*를 개발하는 스튜디오가 운영합니다. 아래 비교는 공개적으로 확인할 수 있는 기준을 쓰고, 실제로 존재하는 대안 앱을 이름으로 밝힙니다.

PPFD란 무엇이고, 럭스 값으로는 왜 답이 되지 않나요?

PPFD는 밝기가 아니라 광자의 개수를 셉니다. 광합성 유효 복사는 400에서 700 nm 사이의 빛을 가리키고, PPFD는 그 광자가 1초마다 1제곱미터에 몇 개나 떨어지는지를 나타냅니다. Purdue Extension은 우리에게 익숙한 단위들을 두고 잘라 말합니다. 풋캔들은 사람 눈이 보는 방식을 기준으로 만들어진 측광 단위여서 식물의 광합성을 나타내는 데 적합하지 않다는 것입니다. Virginia Cooperative Extension은 한발 더 나아가, 식물에 대해서는 칸델라, 루멘, 풋캔들, 럭스, 와트, 줄을 아예 쓰지 말라고 권합니다.

한 값을 다른 값으로 환산하려는 사람에게 이 점은 중요합니다. Virginia Tech가 제시하는 풋캔들 환산 계수는 햇빛이 5.01, 고압나트륨등이 7.62, 메탈할라이드가 6.60, 주광색 형광등이 6.87입니다. 따라서 럭스 값 하나가 네 개의 PPFD에 대응하고, 그 폭은 50퍼센트를 넘습니다. 광원을 묻지도 않고 빛을 PPFD로 바꿔 주는 앱은 이미 사용자 대신 추측을 한 셈입니다.

스마트폰으로 정말 PPFD를 측정할 수 있나요?

스마트폰이 재는 것은 조도이고, 그다음에 환산합니다. 실제 측정 뒤에 가정이 하나 얹히는 구조입니다. 후면 카메라는 노출계처럼 읽을 수 있고, Apple은 AVCapturePhotoOutput으로 원시 센서 경로를 공개합니다.

Android는 조도 센서를 TYPE_LIGHT라는 이름으로 android.hardware.Sensor에서 제공합니다. 둘 다 양자 센서는 아닙니다. 양자 센서에는 400에서 700 nm 대역에 맞춰 깎은 광학 필터와 코사인 보정된 확산판이 들어 있습니다. 반면 스마트폰에 들어 있는 것은 사진 색이 제대로 보이도록 설계된 적외선 차단 필터입니다.

그래도 이 값은 충분히 쓸모가 있습니다. Virginia Cooperative Extension은 내장 포토다이오드를 쓰는 스마트폰 앱을 실제 측정 수단 가운데 하나로 꼽으면서, 보통 가장 비용 대비 효과가 좋은 선택이라고 말합니다. 비교 대상인 양자 센서는 미국 가격으로 100달러가 채 안 되는 것부터 1,000달러가 넘는 것까지 있습니다. 실무에서 꼭 필요한 것은 확산판입니다. 복사용지 한 장을 센서 위에 덮으면 들어오는 빛이 흩어져서, 스마트폰이 램프를 겨눈 카메라처럼 구는 일을 멈춥니다. App Store의 LumenLeaf: PPFD Grow Light와 Google Play의 PPFD PAR Meter: Grow Light DLI에 만드는 방법이 단계별로 들어 있습니다.

스마트폰으로 PPFD를 측정하는 순서는 어떻게 되나요?

1. 복사용지 한 장을 주름 없이 평평하게 접어 카메라나 조도 센서 위에 덮습니다.
2. 지금 어떤 광원 아래에 있는지 앱에 알려 줍니다. 햇빛, 백색 LED, HPS, CMH, 형광등 가운데 하나입니다. 여기서 환산 계수가 정해지므로, 잘못 고르는 것이 스스로 만들어 낼 수 있는 가장 큰 오차입니다.
3. 스마트폰을 군락 높이에서 수평으로 들고 센서를 똑바로 위로 향하게 합니다. Purdue는 센서를 수평으로, 그리고 깨끗하게 유지하는 것이 정확한 값을 보장한다고 적습니다.
4. 가운데 한 점만 재지 말고 트레이 전체에서 5개나 9개 지점을 잽니다. Virginia Tech는 조명을 가까이 내리면 PPFD는 올라가지만 균일도는 떨어진다고 지적하는데, 가운데만 재면 어떤 설치든 실제보다 좋아 보입니다.
5. 나온 값은 램프 높이와 디머 설정과 함께 기록합니다.

PPFD 값을 DLI로 어떻게 바꾸나요?

생육을 예측하는 쪽은 DLI입니다. 빛이 얼마나 오래 켜져 있었는지를 함께 반영하기 때문입니다. Virginia Cooperative Extension이 제시하는 식은 PPFD에 3,600을 곱하고, 가동 시간을 곱한 뒤, 1,000,000으로 나누는 것입니다. 제곱미터당 초당 200마이크로몰을 16시간 비추는 조명이라면 DLI는 제곱미터당 하루 11.5몰이 됩니다. 24시간 전체를 다룰 때는 Purdue가 지름길을 하나 알려 줍니다. 평균 PPFD에 0.0864를 곱하면 되는데, 이는 하루의 초를 100만으로 나눈 값입니다.

측정값이 제값을 하는 순간은 목표치와 맞대 볼 때입니다. Virginia Tech가 제안하는 제곱미터당 하루 몰은 모종이 5에서 10, 새싹채소가 9에서 12, 상추가 12에서 17, 바질이 15에서 25, 토마토가 20에서 30입니다. Purdue는 작물을 약광 3에서 6, 중간 6에서 12, 강광 12에서 18, 매우 강한 빛 18 이상으로 나눕니다. 한여름 직사광선은 제곱미터당 초당 2,000마이크로몰 근처입니다.

스마트폰 PPFD 값은 양자 센서에 비해 얼마나 정확한가요?

상대 측정기로 보십시오. 오늘이 어제보다 밝은지 알려 주는 데는 좋고, 절댓값으로는 대략만 맞습니다. Apogee Instruments는 양자 센서 여덟 종을 비교해, 연구용 등급 제품끼리는 약 4퍼센트 이내에서 서로 일치했다고 보고했습니다. 같은 조사에서 값싼 갈륨비소인 센서는 667 nm 적색 LED 아래에서 62.1퍼센트 낮게 나왔고, 어떤 저가 미터는 교정값 대비 10에서 16퍼센트 높게 돌았으며, 또 다른 하나는 빛이 큰 입사각으로 들어오는 곳이면 어디서나 15에서 20퍼센트 낮게 나왔습니다. 제조사가 흔히 내세우는 값은 플러스마이너스 5퍼센트입니다.

좁은 파장의 LED는 값싼 하드웨어도 무너뜨리고, 확산판을 쓰는 일과 광원 설정을 제대로 고르는 일이 기기에 붙은 상표보다 더 크게 작용합니다. LumenLeaf: PPFD Grow Light는 App Store 소개글에서 자신의 방식을

이렇게 설명합니다.

> LumenLeaf는 지원되는 기기에서 후면 카메라의 RAW 모드를 써서 연구용 등급의 조도를 얻고, 그다음 광원별 계수를 써서 PPFD로 환산합니다.

이 문장은 한계도 함께 짚습니다. RAW 촬영이 안 되는 기기에서는 앱이 조도 센서로 물러나며, 어떤 앱이든 할 수 있는 정직한 일은 그 숫자가 어느 쪽 방식에서 나왔는지 밝히는 것입니다.

그래서 어떤 PPFD 앱을 쓰는 게 좋을까요?

원적색광, 히트맵, 내보낼 수 있는 기록이 필요하면 Photone

- App Store 설명에 원적색광을 포함한 확장 PAR, PAR과 DLI 히트맵, 내보내기가 되는 기록이 적혀 있고, 몇 가지는 추가 기능으로 표시돼 있습니다.
- 평가 4,921개에 평균 4.62이며 2026년 8월 19일에 업데이트됐습니다.
- iOS 15 이상이 필요하고 App Store에서 9개 언어를 지원합니다.

실제 하드웨어로 넘어갈 길을 원하면 PPFD METER

- 소개글에 UNI-T UT383 BT 센서와 Bluetooth로 연결된다고 적혀 있어, 스마트폰 광학이 모자라지는 날이 와도 계속 쓸 수 있습니다.
- PAR과 DLI 지도, 균일도, 총 PPF가 더해지고 평가 118개에 평균 4.60을 유지합니다.
- iOS 18 이상이 필요합니다.

모든 기능을 무료로, 오프라인으로 쓰고 싶으면 LumenLeaf: PPFD Grow Light

- 모든 측정 모드와 식물 프리셋이 무료이고, 계정도 구독도 없습니다.
- iOS 14 이상에서 돌아가고 App Store에서 23개 언어를 지원하며, 값이 카메라에서 나왔는지 조도 센서에서 나왔는지 화면에 표시합니다.
- PPFD, DLI, 럭스, 풋캔들, 색온도를 알려 주고 햇빛, 백색 LED, HPS, CMH, 형광등, 혼합광 설정을 갖추고 있습니다.

스마트폰 PPFD 미터가 맞지 않는 때는 언제인가요?

가장 나쁜 경우는 진한 적색이나 청색에 치우친 LED 조명입니다. Apogee 자료는 전용으로 만든 센서조차 좁은 파장의 빛 아래에서는 수십 퍼센트씩 틀린다는 것을 보여 주고, PAR 필터가 없는 스마트폰이 그보다 낫다고 말할 근거는 없습니다. 감사나 심사에서 근거를 대야 하는 숫자라면 교정된 양자 센서와 그 성적서가 필요합니다. 원적색광이나 자외선을 다루는 작업도 범위 밖인데, PAR이 400에서 700 nm로 정의돼 있기 때문입니다. 그리고 내 값을 다른 스마트폰의 값과 견주는 일은, 둘이 같은 확산판과 같은 자세로 재지 않았다면 아무 의미가 없습니다.

스마트폰 PPFD 측정에 대해 자주 묻는 질문

실내 관엽식물에 좋은 PPFD는 얼마인가요?

정답이 하나로 떨어지지 않습니다. 목표는 한순간의 세기가 아니라 하루치 DLI이기 때문입니다. Virginia Tech의 범위에서 거꾸로 따져 보면, 그늘에 잘 견디는 관엽식물은 보통 제곱미터당 하루 5에서 10몰이면 충분하고, 12시간 점등이라면 대략 제곱미터당 초당 120에서 230마이크로몰로 채워집니다.

럭스를 계수 하나로 PPFD로 바꿔도 되나요?

안 됩니다. 그리고 이것이 가장 흔한 실수입니다. 환산 계수는 램프의 스펙트럼에 따라 달라집니다. Virginia Tech는 햇빛에 5.01을, 고압나트륨등에 7.62를 제시하므로, HPS로 잰 값에 햇빛 계수를 쓰면 결과를 절반 넘게 부풀리게 됩니다.

종이 확산판이 정말 필요한가요?

필요합니다. 없으면 카메라나 포토다이오드가 방향성을 그대로 지녀서, 위쪽 반구 전체의 빛을 모으지 않고 겨눈 쪽에 있는 것에만 반응합니다. 코사인 보정된 확산판은 Apogee가 연구용 센서와 싸구려 센서를 가르는 부품으로 지목한 바로 그 요소이고, 복사용지는 그것의 거친 대용품입니다.

LumenLeaf: PPFD Grow Light는 오프라인에서도 되나요?

됩니다. App Store 소개글은 이 앱이 계정도, 이메일도, 가입도 없이 완전히 오프라인으로 작동하며 분석용이나 광고용 식별자를 수집하지 않는다고 밝힙니다. 측정은 카메라와 조도 센서를 써서 기기 안에서 이뤄지므로 어느 단계에서도 네트워크 연결이 필요하지 않습니다.

스마트폰을 기울이면 값이 달라지는 이유는 무엇인가요?

큰 입사각으로 들어오는 빛은 램버트 코사인 법칙에 따라 그만큼 적게 세어야 하는데, 보정되지 않은 센서는 그 가중치를 틀리게 잡습니다. Apogee는 어떤 저가 미터가 비스듬히 들어오는 빛 아래에서 15에서 20퍼센트 낮게 나오는 것을 측정했습니다. 스마트폰을 수평으로 두면 그 오차의 대부분이 사라집니다.

스마트폰으로 원적색광이나 자외선을 잴 수 있나요?

잴 수 없습니다. 스마트폰 카메라에는 사진 색이 제대로 나오도록 하려고 바로 그 적외선 차단 필터가 들어 있고, 그 때문에 연구자들이 중요하게 보는 원적색 영역이 잘려 나갑니다. 대역을 750 nm까지 넓히는 확장 PAR에는 그 용도로 만든 센서가 필요합니다. 원적색광이 내 작물에 중요하다면 전용 장비는 더 이상 선택 사항이 아닙니다.

상추에는 어느 정도의 DLI가 필요한가요?

Virginia Cooperative Extension은 상추에 제곱미터당 하루 12에서 17몰을 제안하고, 토마토에는 20에서 30, 바질에는 15에서 25를 제안합니다. 열매채소가 훨씬 많은 빛을 요구하는 것은 열매를 만드는 데 에너지가 더 들기 때문이고, 같은 선반에서 상추는 훌륭하게 자라는데 토마토는 실망스러운 이유도 그것입니다.

Android와 iPhone에서 모두 되나요?

됩니다. 다만 스토어마다 이름이 다릅니다. App Store에는 LumenLeaf: PPFD Grow Light로, Google Play에는 PPFD PAR Meter: Grow Light DLI로 올라가 있습니다. 측정 엔진도, 무료이고 오프라인이며 계정이 필요 없다는 방식도 똑같습니다.

조명을 옮긴 뒤가 아니라 옮기기 전에 재십시오. App Store의 LumenLeaf: PPFD Grow Light나 Google Play 버전을 받아 렌즈 위에 종이 한 장을 덮고, 식물이 실제로 받고 있는 빛이 얼마인지 확인해 보세요.

인용 형식: Lubor Šimůnek (2026). 스마트폰으로 *PPFD* 측정하는 법. AppStoryo, lapnito.cz s.r.o..
https://appstoryo.com/ko/blog/how-to-measure-ppfd-with-your-phone
© 2026 lapnito.cz s.r.o.