



방어 시스템 설계: 종합적 병해충 관리(IPM)

작물 보호를 위한 예방 중심의 5중 방어 체계와 데이터 기반 의사결정

퍼진 뒤에 잡을 것인가, 애초에 막을 것인가?



사후 대처

- 방식: 문제 발생 후 농약에 전적으로 의존
- 결과: 병해충의 약제 내성 증가, 환경 스트레스 심화
- 한계: 이미 작물에 치명적인 피해가 발생한 후 개입

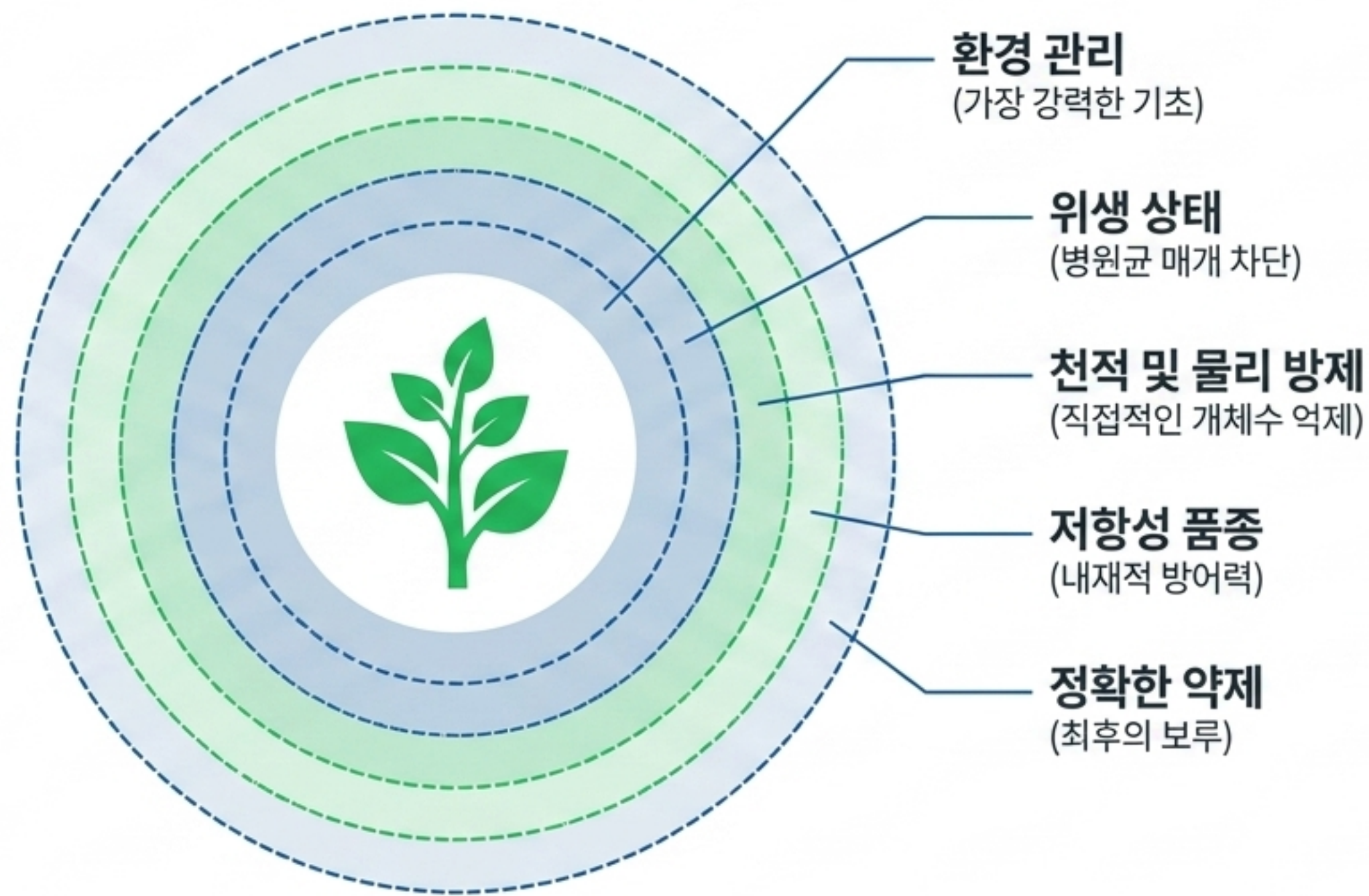


사전 예방 (IPM)

- 방식: 여러 수단을 겹겹이 조합하여 발생 조건을 차단
- 결과: 농약 사용 최소화, 지속 가능한 작물 건강 유지
- 강점: 선제적 환경 통제로 병해충이 발붙일 공간 원천 봉쇄

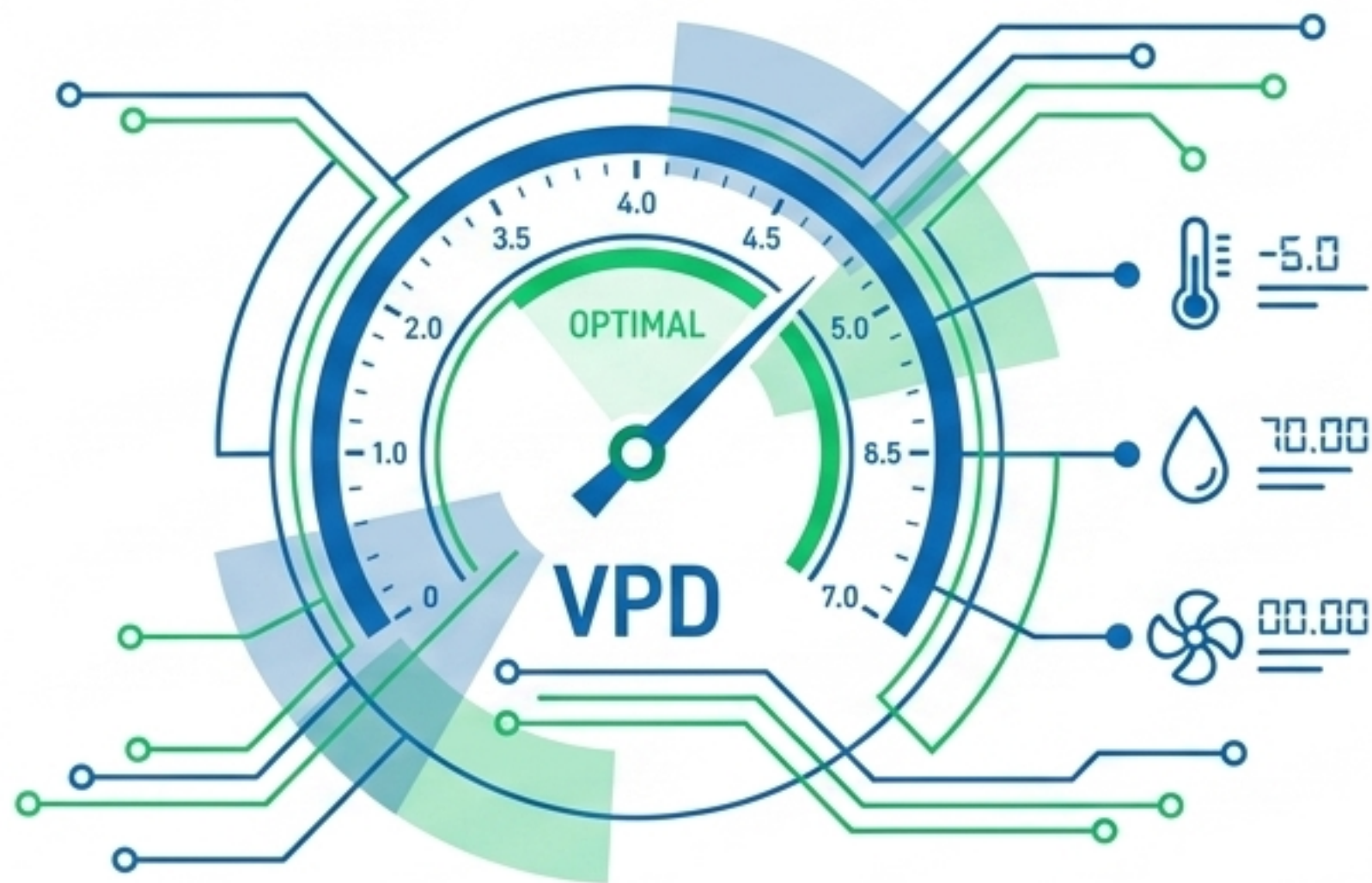
5중 방어 방패: 결코 뚫리지 않는 시스템

IPM(종합적 병해충 관리)은 단일 수단에 의존하지 않습니다.
하나의 방어선이 뚫리더라도 다음 방어선이 작물을 보호하는 견고한 아키텍처입니다.



제1축: 환경 관리 — 가장 강력한 예방

대부분의 곰팡이병은 고습, 잎 젖음, 결로 조건에서 폭발적으로 증식합니다.
습도를 낮추고 통풍을 최적화하는 것 자체가 훌륭한 ‘방제’입니다.



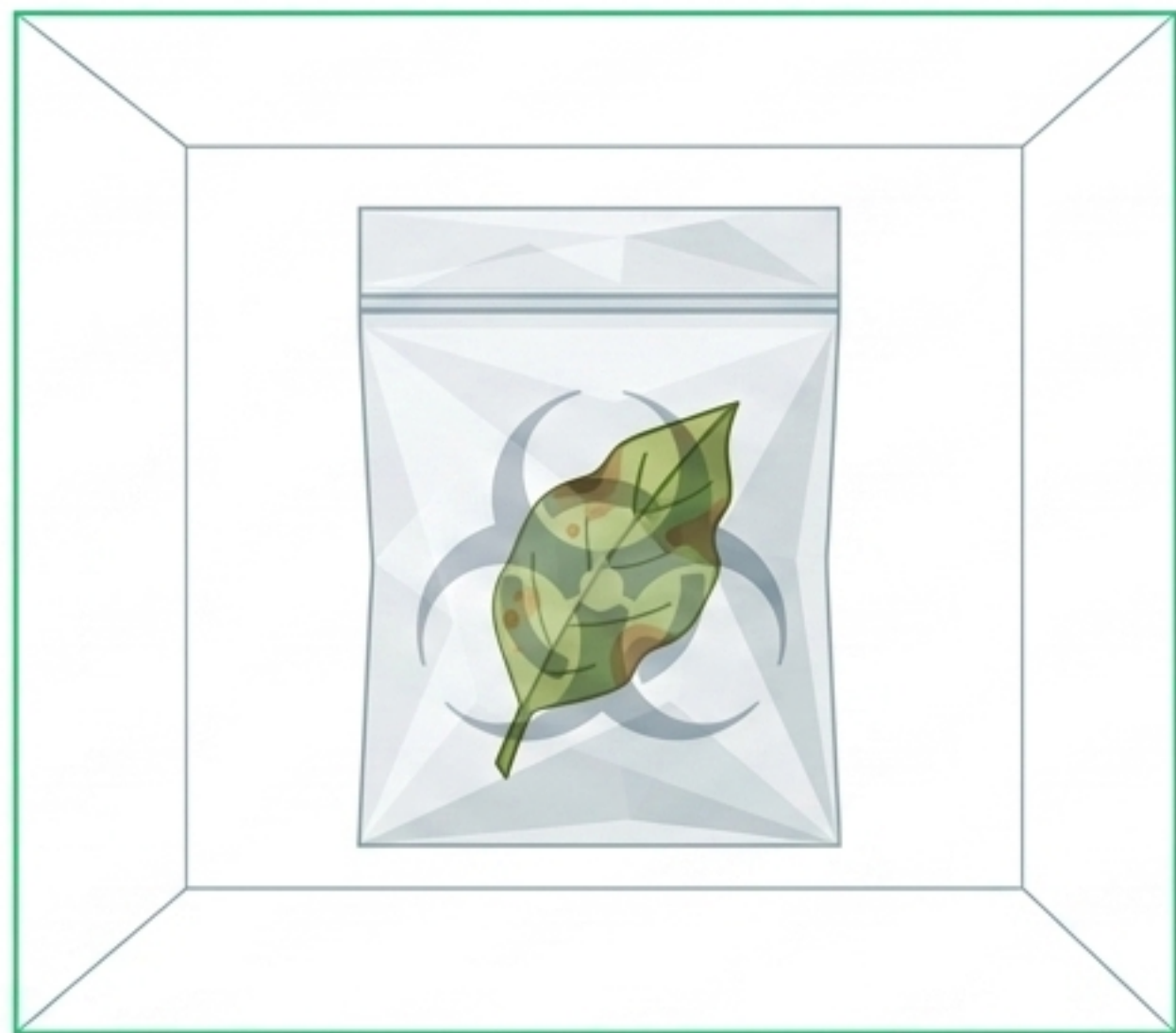
VPD 제어: 작물의 증산 작용을 유지하여
병원균이 번식할 수 없는 표면 환경 조성

결로 방지: 온도 편차를 관리하여 잎 표면의
수분 응결 차단

환기 시스템: 온실 내 공기 순환을 통해
미세 기후의 사각지대 제거

제2축: 위생 — 병원균의 이동 경로 완전 차단

아무리 훌륭한 환경을 조성해도, 내부 감염원이 방치되거나 도구를 통해 전파되면 방어선은 무너집니다.
온실을 클린룸처럼 관리하십시오.



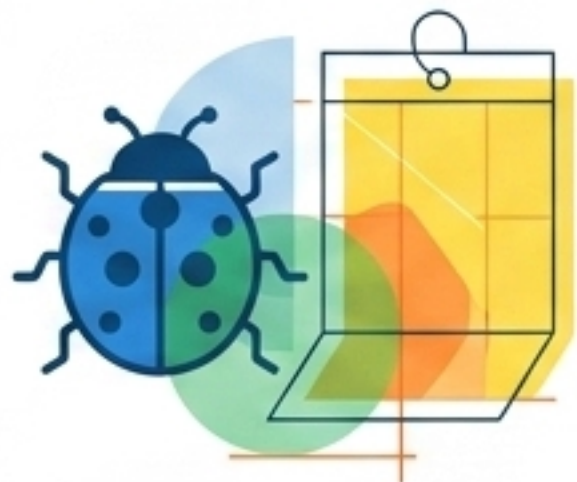
격리와 배출: 병든 잎과 열매는 즉시 밀봉하여 온실 밖으로 완전히 배출. (내부 방치 절대 금물)



도구 소독: 전정 가위 등 작업 도구는 구역 이동 시 반드시 소독하여 교차 감염 예방.

제3축 & 제4축: 물리적 개입과 내재적 방어

제3축: 천적 및 물리 방제



생태적 억제

- 천적 투입: 무당벌레를 활용한 진딧물 제거 등 생물학적 먹이사슬 활용.
- 물리적 차단: 외부 유입을 막는 촘촘한 방충망과 날벌레 발생을 포획하는 노란 끈끈이 트랩.

제4축: 저항성 품종



유전적 억제

- 내병성 종자: 특정 병해(예: 흰가루병, 토마토황화잎말림바이러스)에 유전적으로 강한 품종을 선택.
- 인사이트: 품종 선택만으로 병해충 싸움의 절반을 이기고 시작할 수 있습니다.

제5축: 정확한 약제와 PLS 준수 — 최후의 보루

농약은 첫 번째 선택지가 아닙니다.

앞선 방어선이 뚫렸을 때, 반드시 '꼭 필요한 순간에 정확한 용량'으로만 투입되는 정밀 타격 무기입니다.



0.01
mg/kg

PLS (농약허용물질목록관리제도) 핵심 규칙

- 등록 약제만 사용: 해당 작물과 병해충에 정식 등록된 약제만 허용.
- 일률기준 0.01ppm: 미등록 농약 검출 시 0.01mg/kg의 엄격한 기준 적용 (초과 시 부적합/전량 폐기).
- 안전 사용: 정해진 사용량, 시기, 횟수를 타협 없이 준수.

인텔리전스 레이더: 예찰(Monitoring) 없는 IPM은 없다

적을 모르면 방패를 두를 수 없습니다. 조기 발견과 정확한 데이터 수집이 개입의 크기를 결정합니다.



육안 점검 (Visual):

매일 앞의 뒷면과 생장점을 직접 뒤집어 살피는 세밀한 현장 점검.



트랩 카운팅 (Physical):

끈끈이 트랩에 포획된 해충의 수를 돋보기와 카운터로 정량 측정.



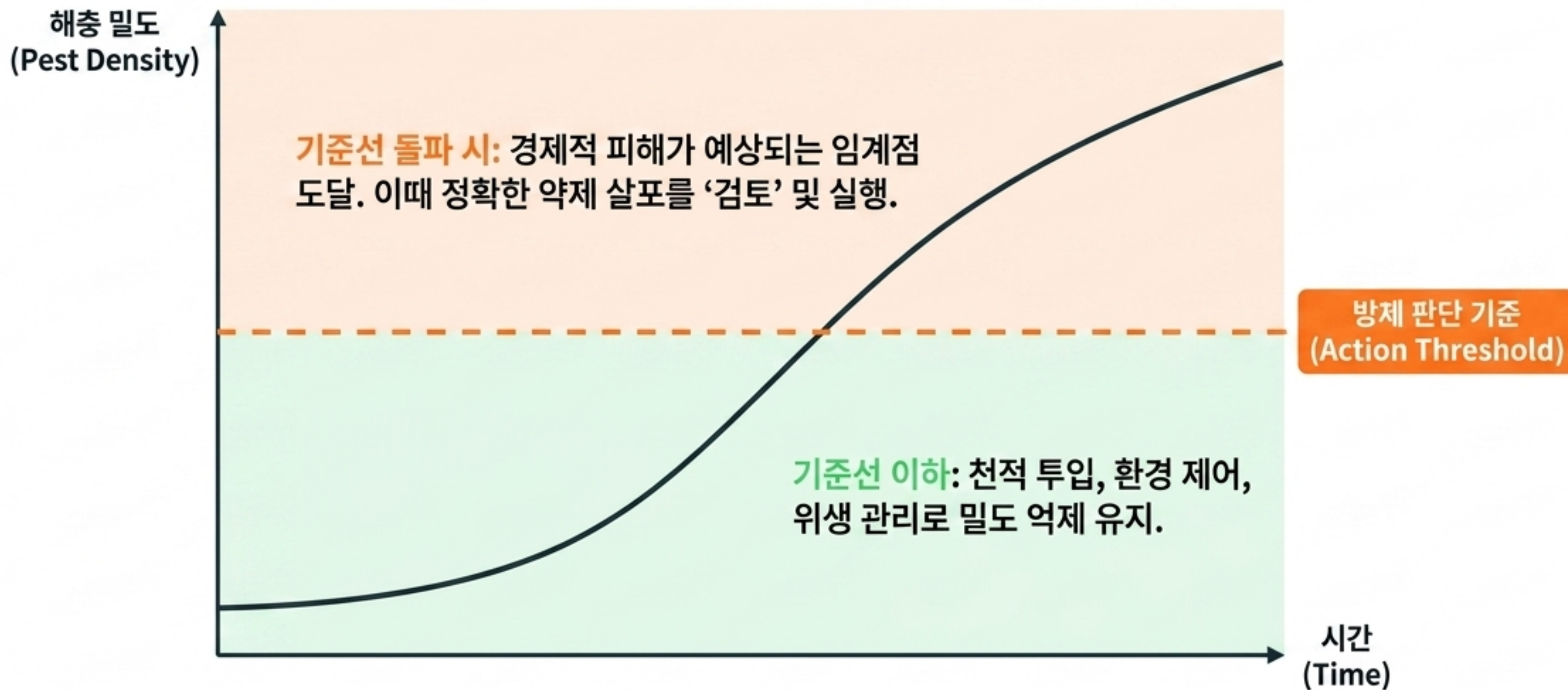
환경 센서 (Digital):

태블릿과 센서를 통해 온습도, 결로 등 병 발생 '조건'의 도래를 사전 감지.

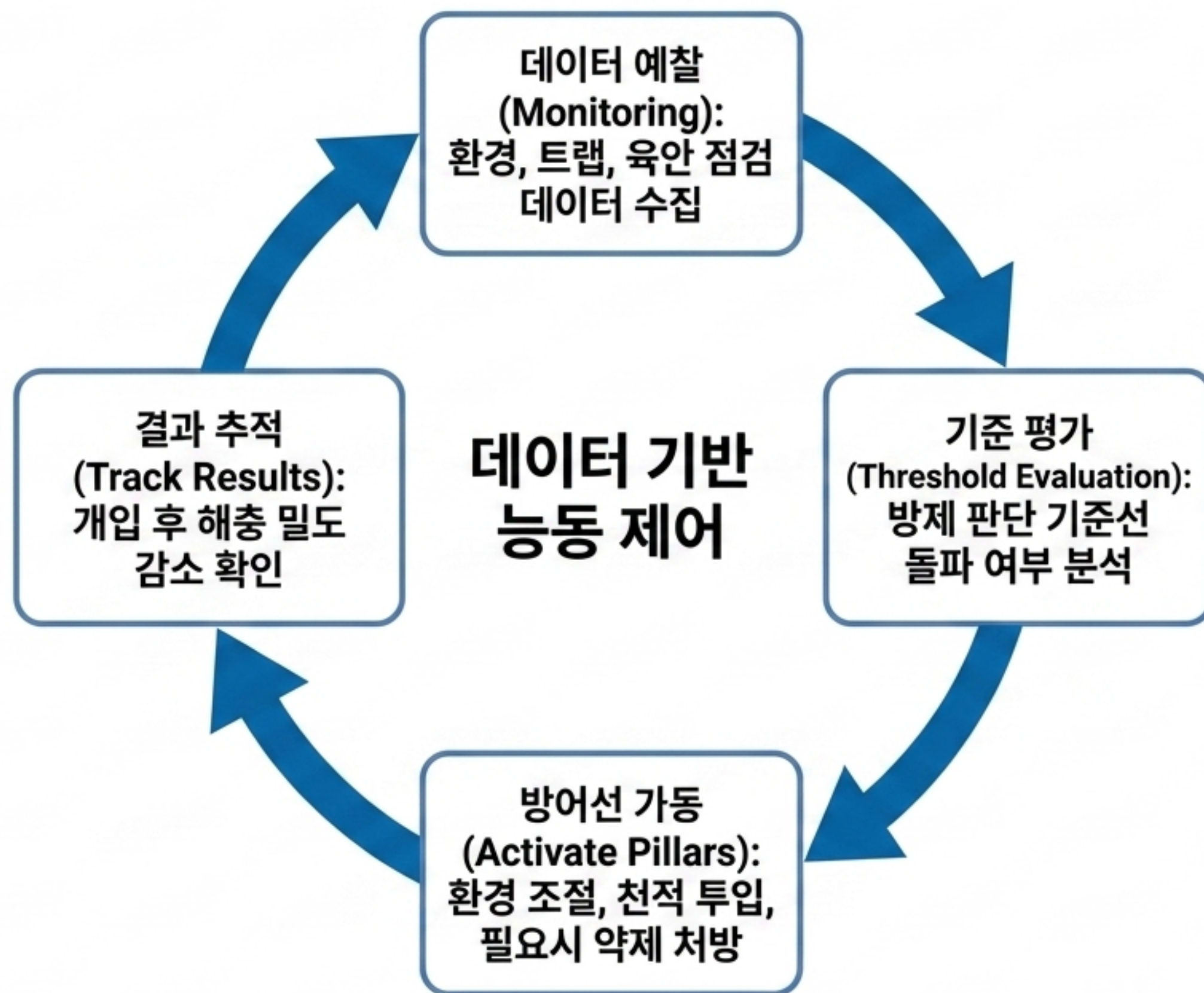


의사결정 로직: 보이자마자 쏘는 것이 아니다

벌레 한 마리가 보인다고 무조건 농약을 살포하는 것은 IPM이 아닙니다.
과도한 예방적 살포는 내성과 비용만 키웁니다.



IPM 피드백 루프: 지속 가능한 억제 시스템



다음 단계: 물리적 한계를 넘어 데이터 자동화로



매일 수천 장의 잎을 뒤집고 트랩을 세는 인력 기반의 예찰은 반드시 물리적 한계에 부딪힙니다.



- IPM의 완벽한 구현을 위해서는 24시간 쉬지 않는 센서 기반의 조기 경보 시스템이 필요합니다.
- 환경 데이터를 통한 병해 예측 알고리즘.
- 다음 교육 트랙: 데이터로 조기 경보 자동화하기.