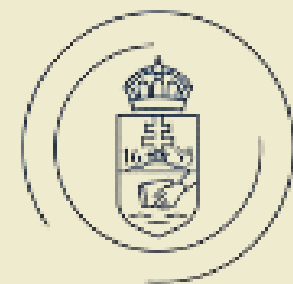


A NAPFÉNY ÁRNYOLDALA: A HŐSTRESSZ ÉS AZ UV-B STRESSZ

Dr. Parádi István

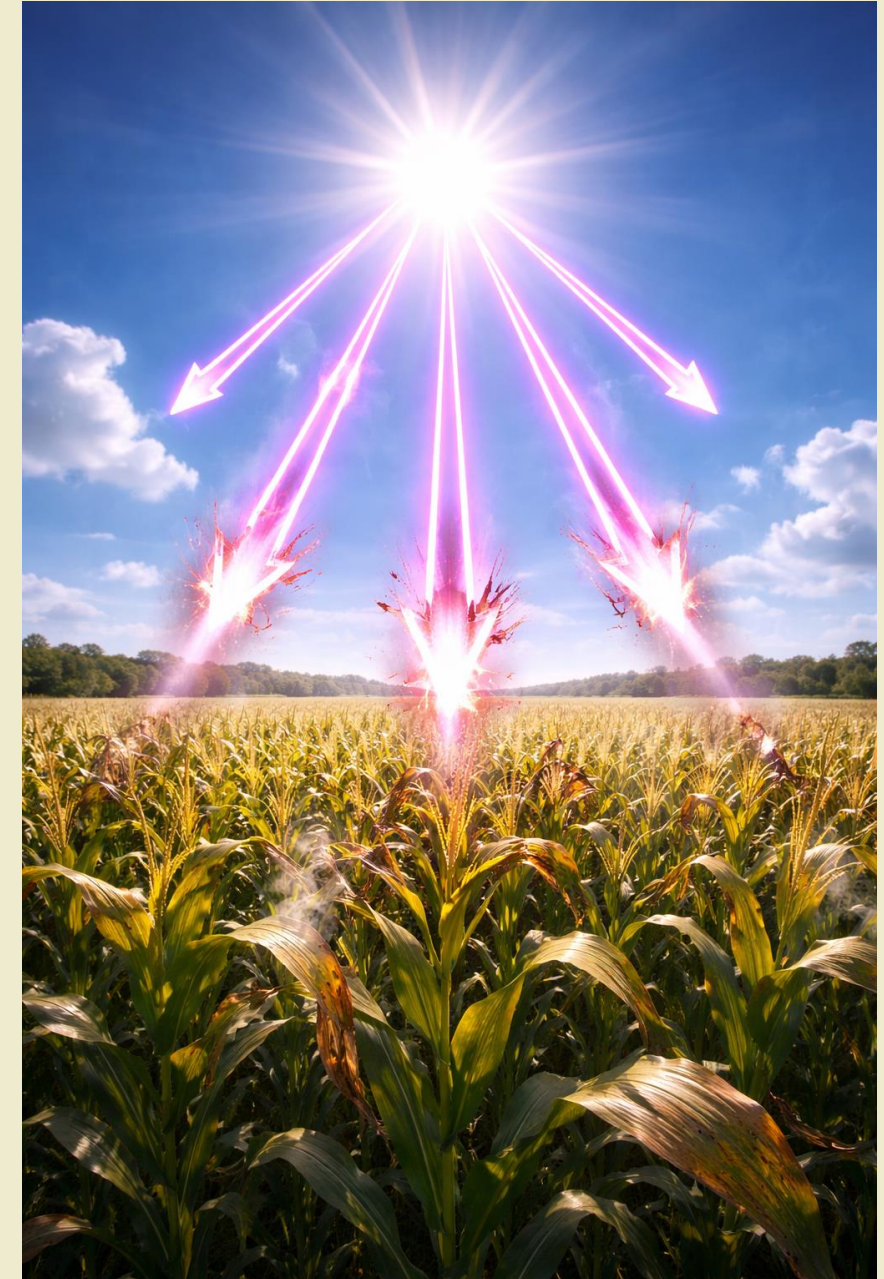


ELTE TTK, Biológiai Intézet,
Növényélettani és Molekuláris
Növénybiológiai Tanszék



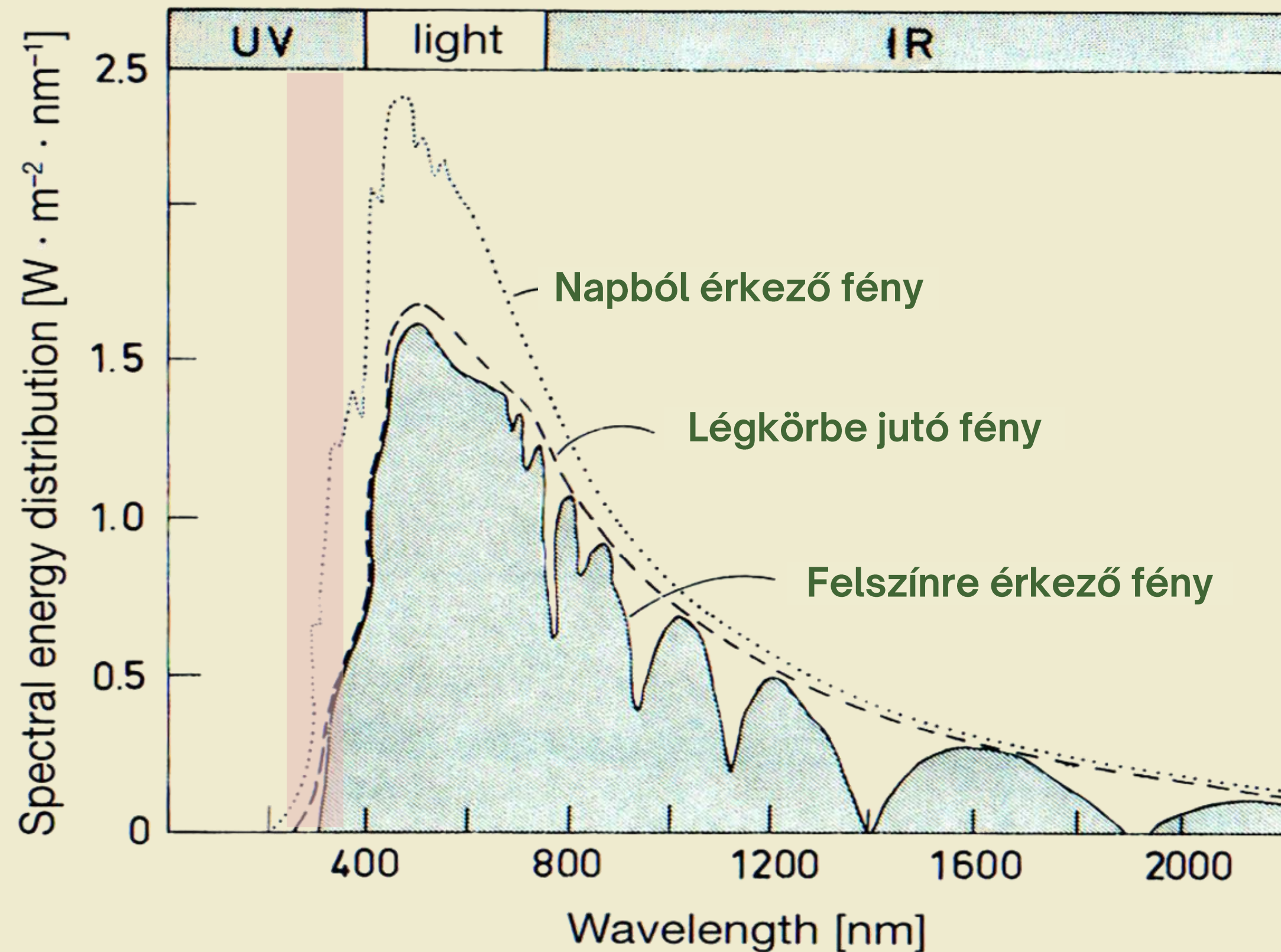
ELTE
EÖTVÖS LORÁND
UNIVERSITY

2026 ÁPRILIS 22

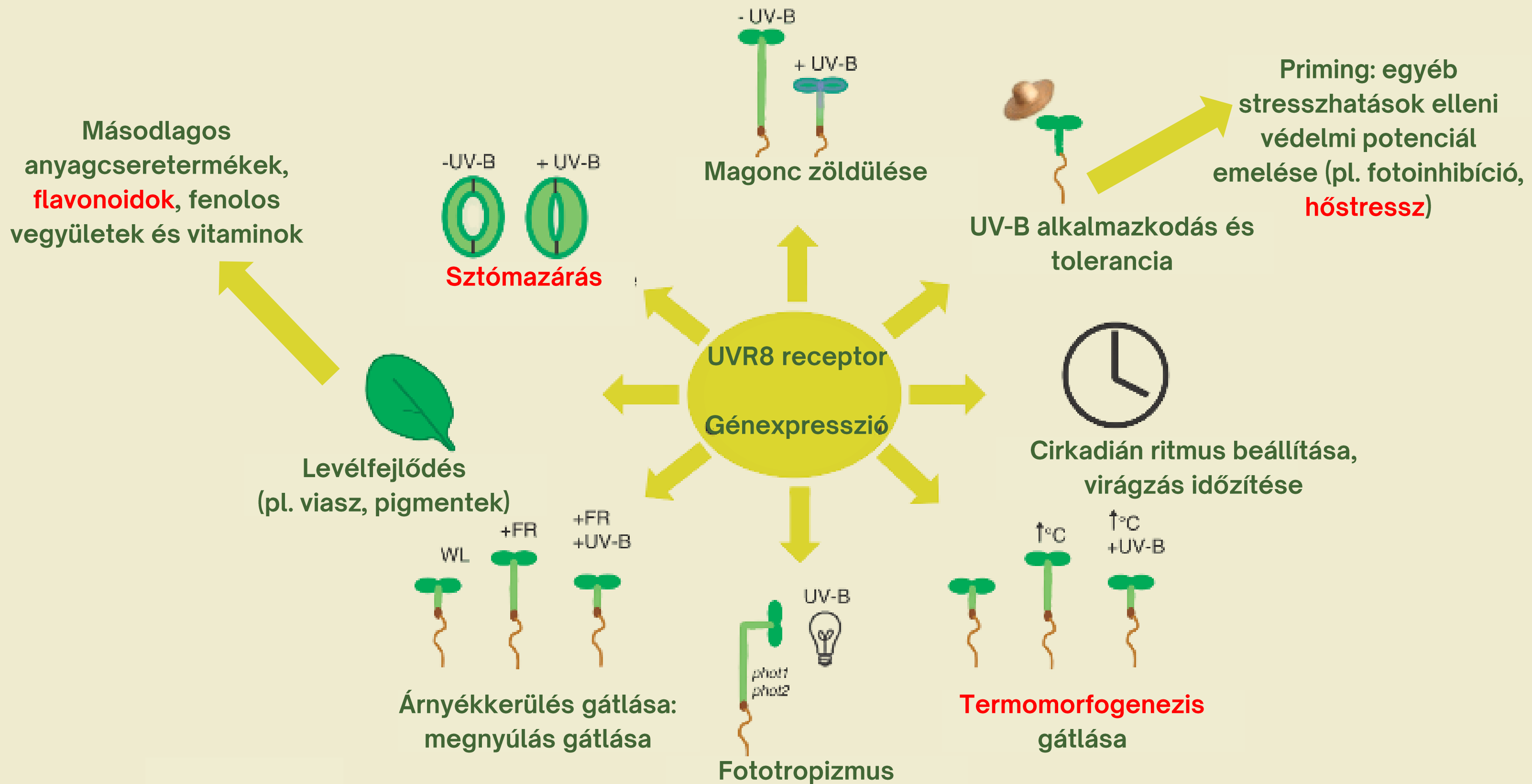


A NAPSUGÁRZÁS SPEKTRUMA

UV-B: 280-315 nm – teljes sugárzás 0,5-1 %-a



UV-B: ÉLETTANI SZABÁLYOZÁS



UV TELJES KISZŰRÉSE: NAGYOBB STRESSZÉRZÉKENYSÉG

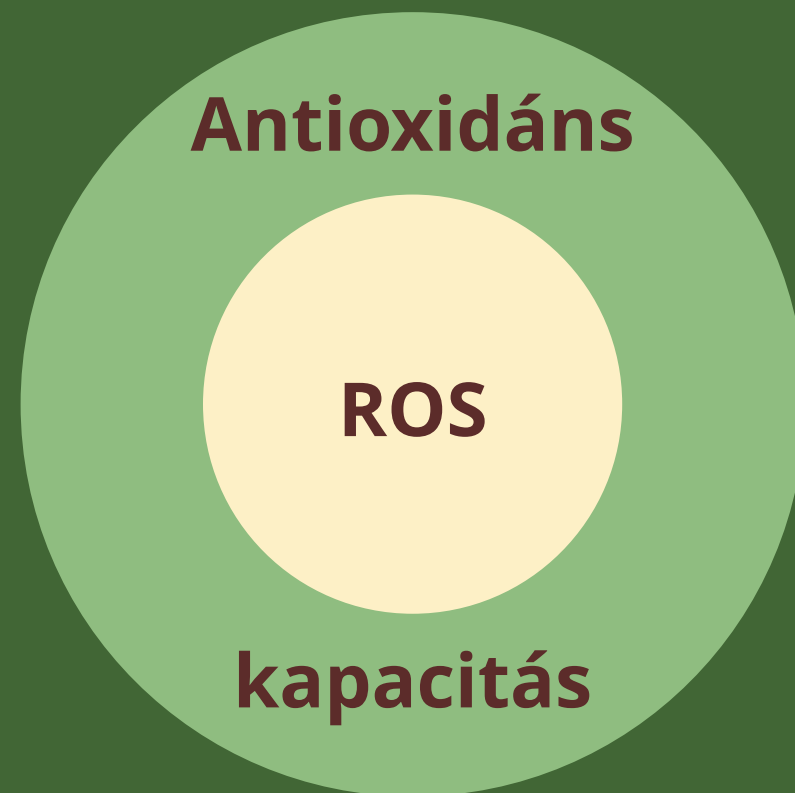


- Alacsonyabb beltartalmi érték
- Priming/akklimatizáció hiánya: szabadföldön sokk
- Levélfejlődés: viasz védőréteg és pigmentáció hiánya
- Nagyobb stresszérzékenység: szárazság, **hőség**, kártevők
- UV közvetlenül is gátolja a felszíni kórokozókat
- Nyurgulás, túlzott megnyúlásos növekedés

UV-B STRESSZ

Normál UV-B szint

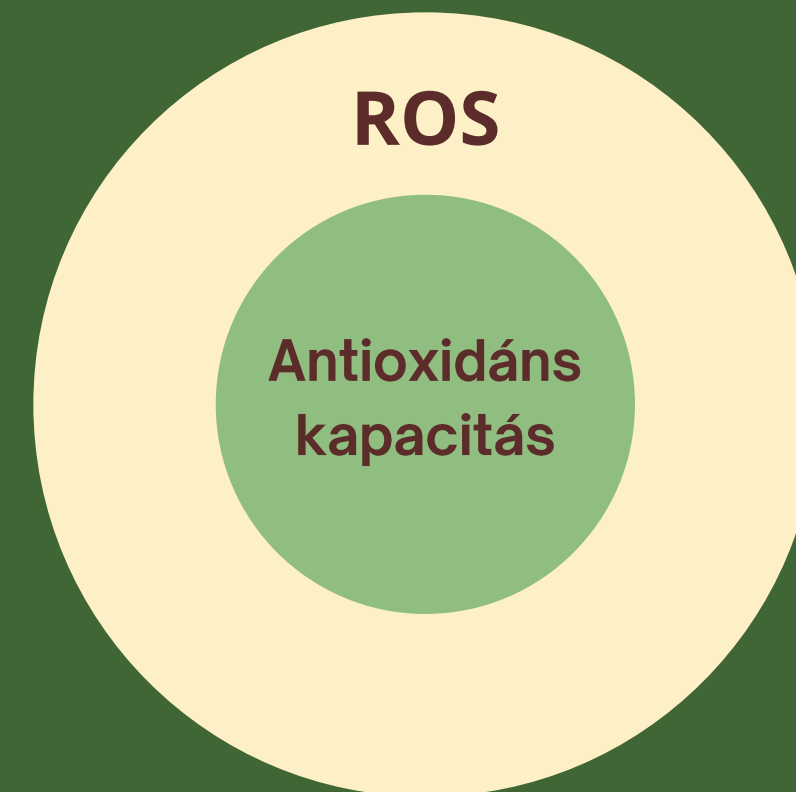
- UV-B (UVR8) szabályozott génexpresszió
- Kevés ROS
- Megfelelő ROS védelem



EUSTRESSZ

Magas UV-B szint

- ROS szabályozott általános antiox. védelmi génexpresszió
- Sok ROS
- Elégtelen ROS védelem



DISTRESSZ

UV-B STRESSZ

Környezeti tényezők

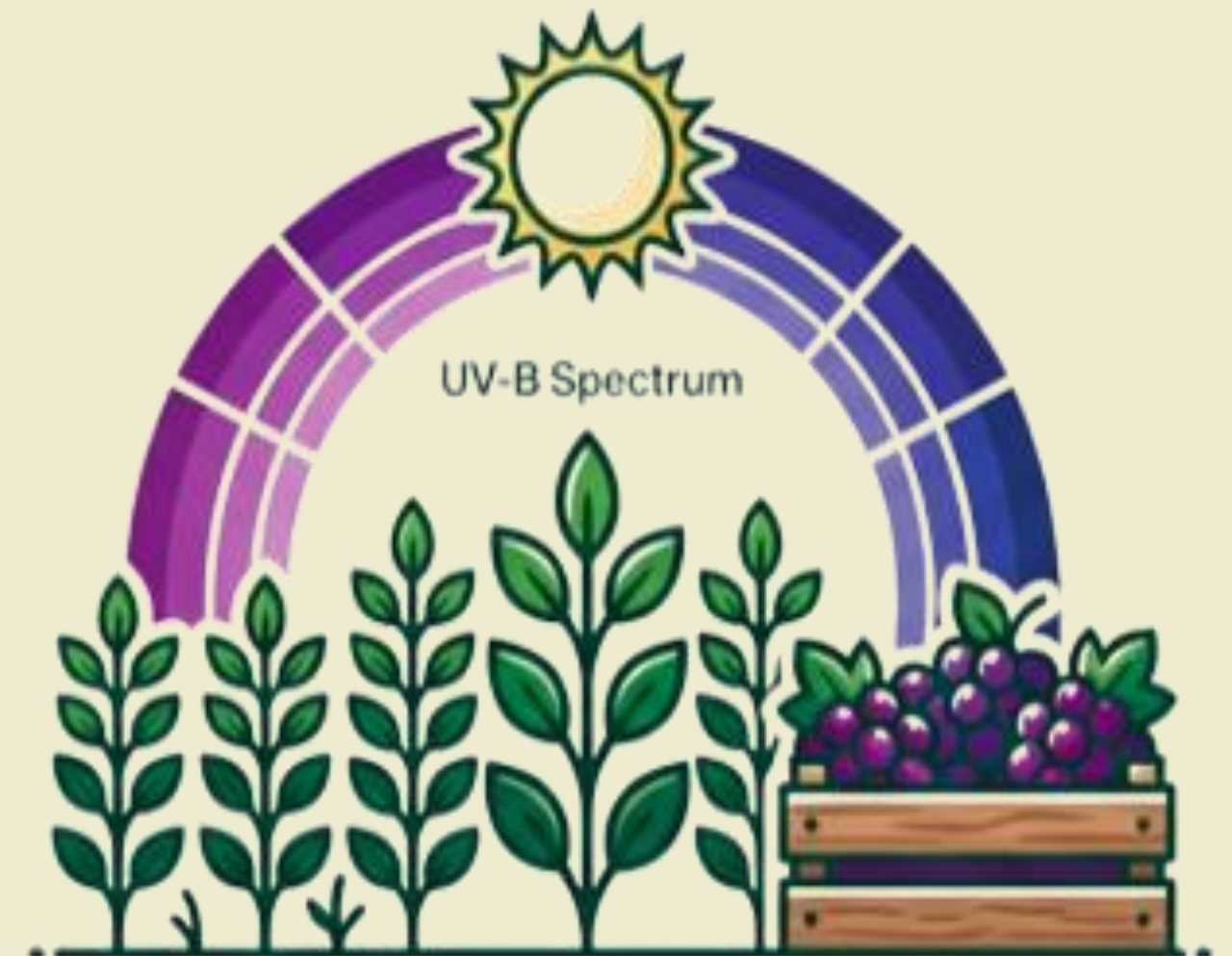
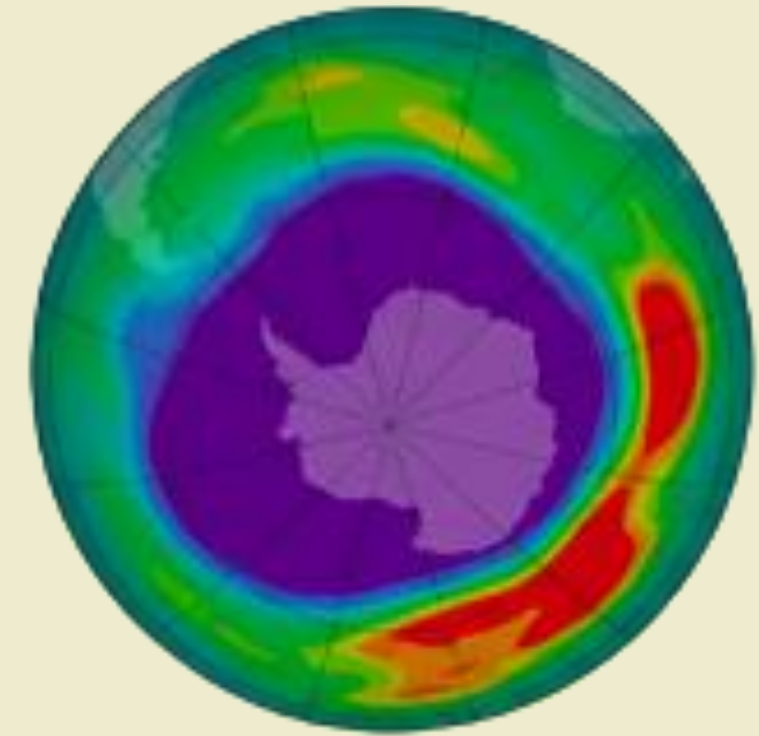
- Napállás
- Földrajzi szélesség és tgsz feletti magasság
- Ózonréteg állapota
- Felhőzet, talaj fényvisszaverő képessége

Stressz szinergiák

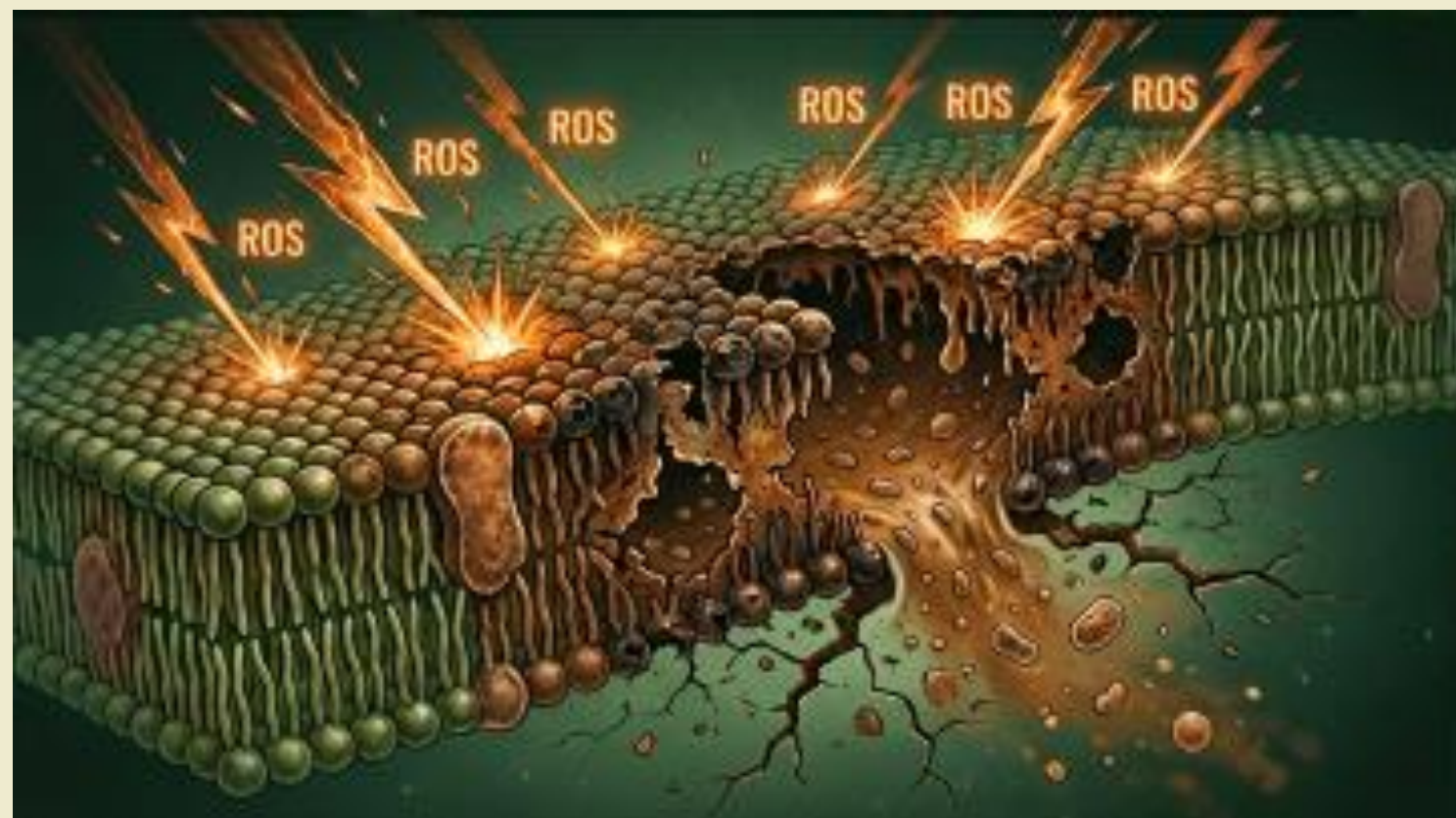
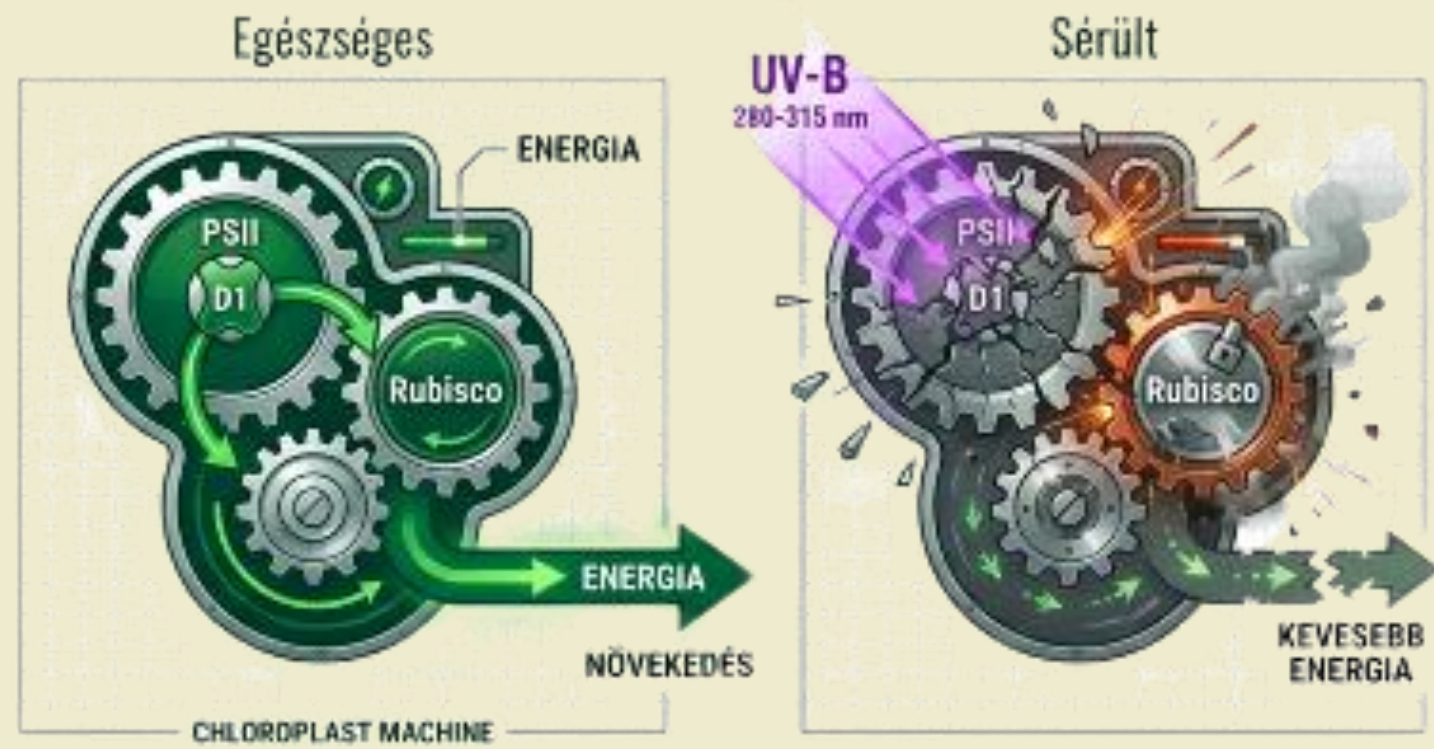
- Alacsony PAR/UV-B arány
- Aszály
- **Hőség**/hideg
- Tápanyaghiány
- Nehézfém szennyezés

Élettani, fejlődési tényezők

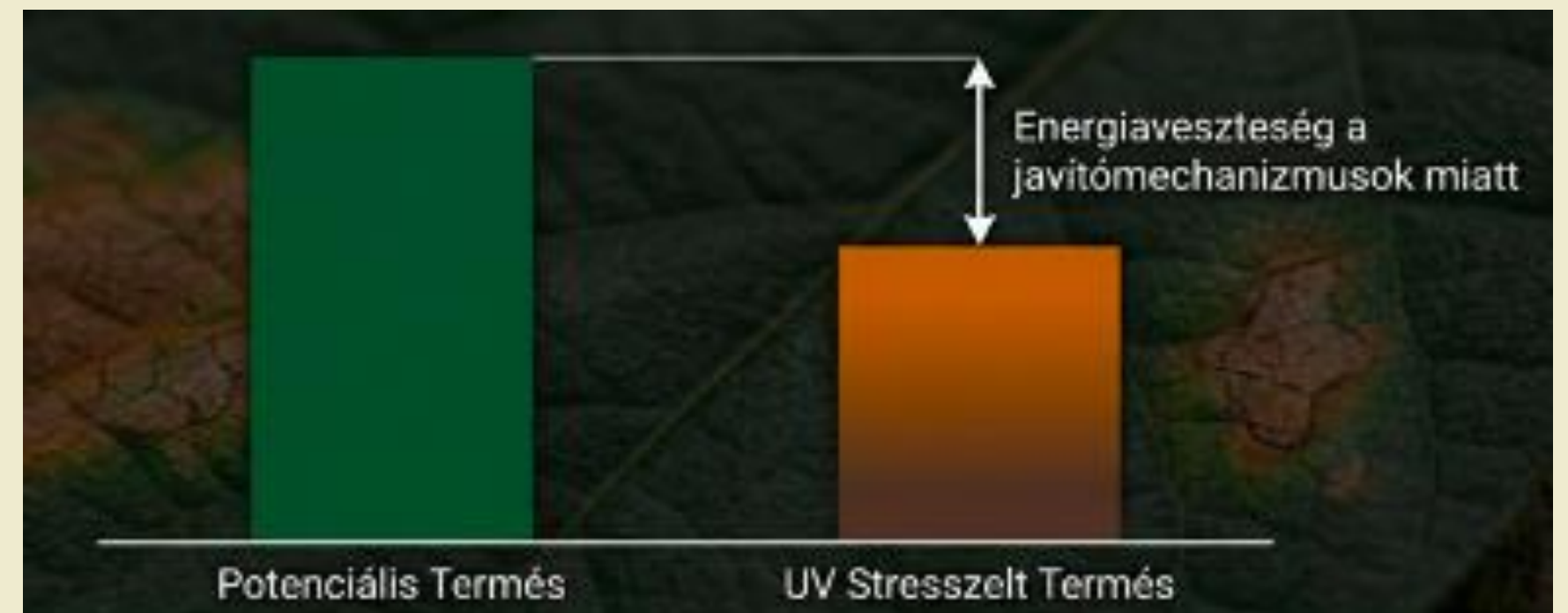
- Csírázás után
- Reproductív szakasz
- Akklimatizációs időszak
- Kétszikű vs egyszikű



UV-B STRESSZ KÁROS HATÁSAI



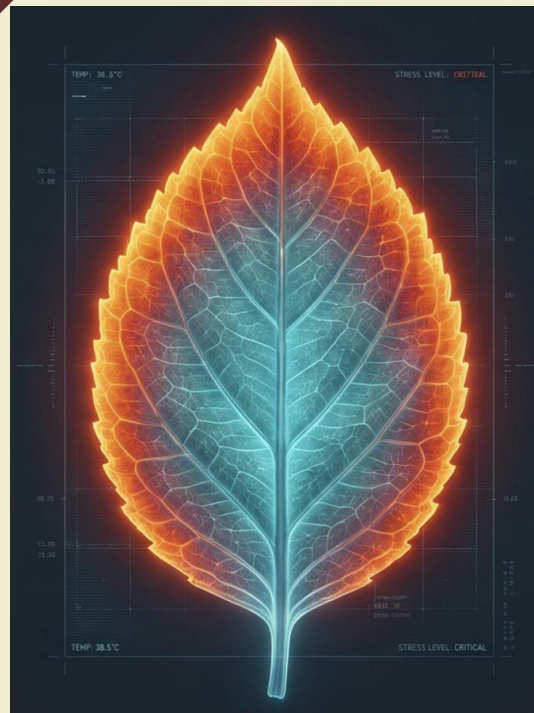
UV-B STRESSZ KÁROS HATÁSAI



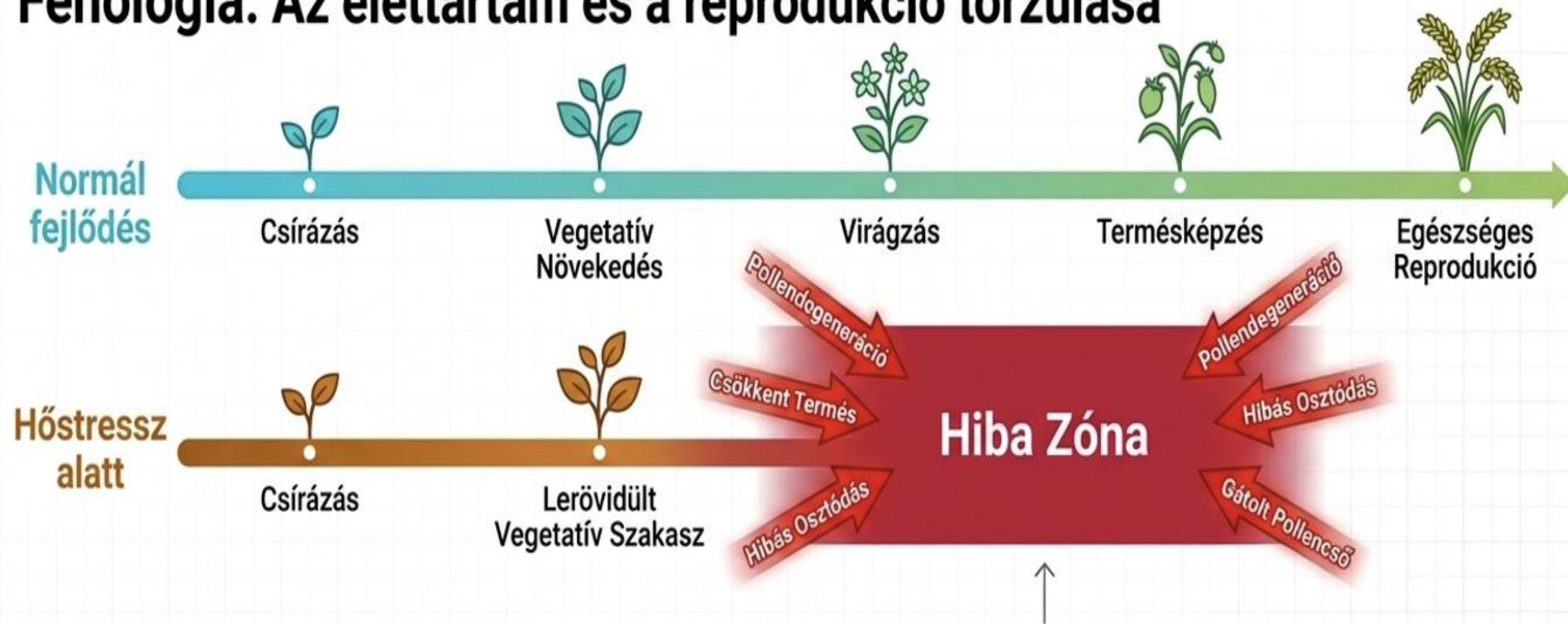
UV-B STRESSZ KÁROS HATÁSAI



A HŐSTRESSZ KÁROS FENOLOGIAI HATÁSAI



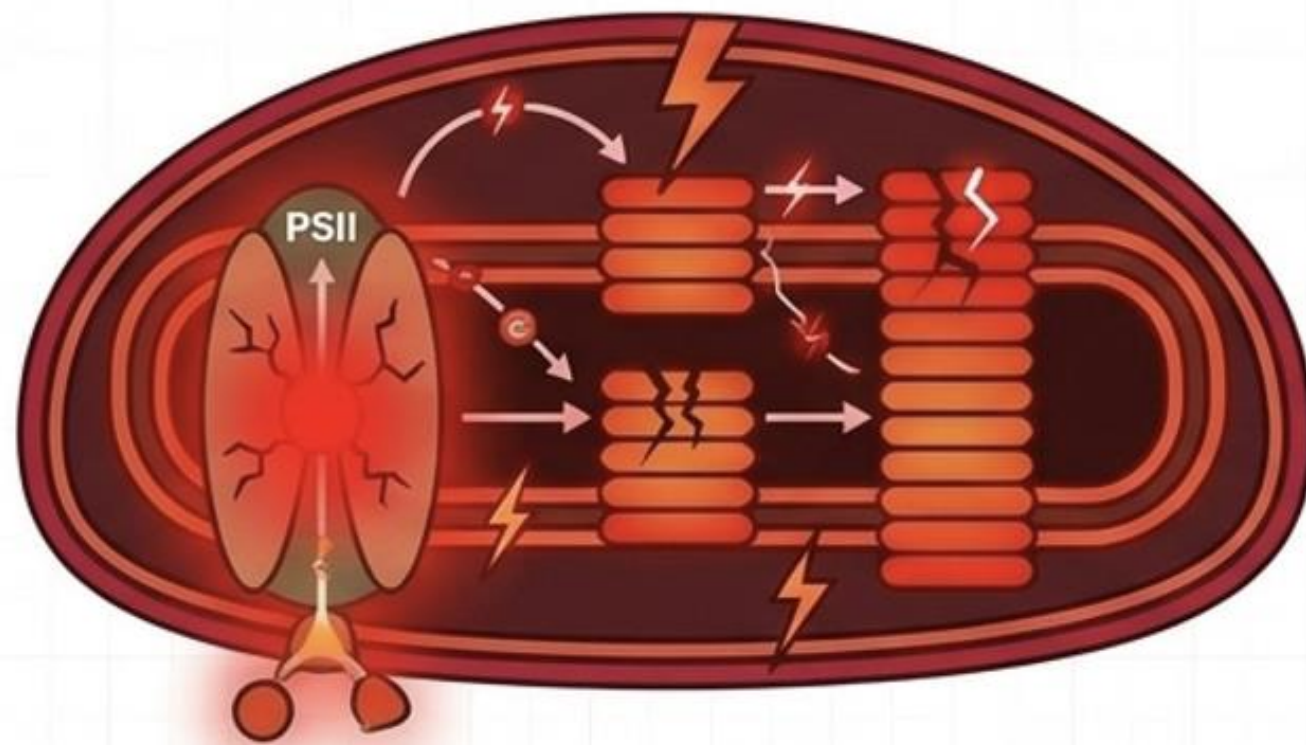
Fenológia: Az élettartam és a reprodukció torzulása



- 15-35% globális veszteség
- Rövidebb vegetációs idő
- Pollensterilitás
- Magkezdemény abortál
- Terméskötés csökken

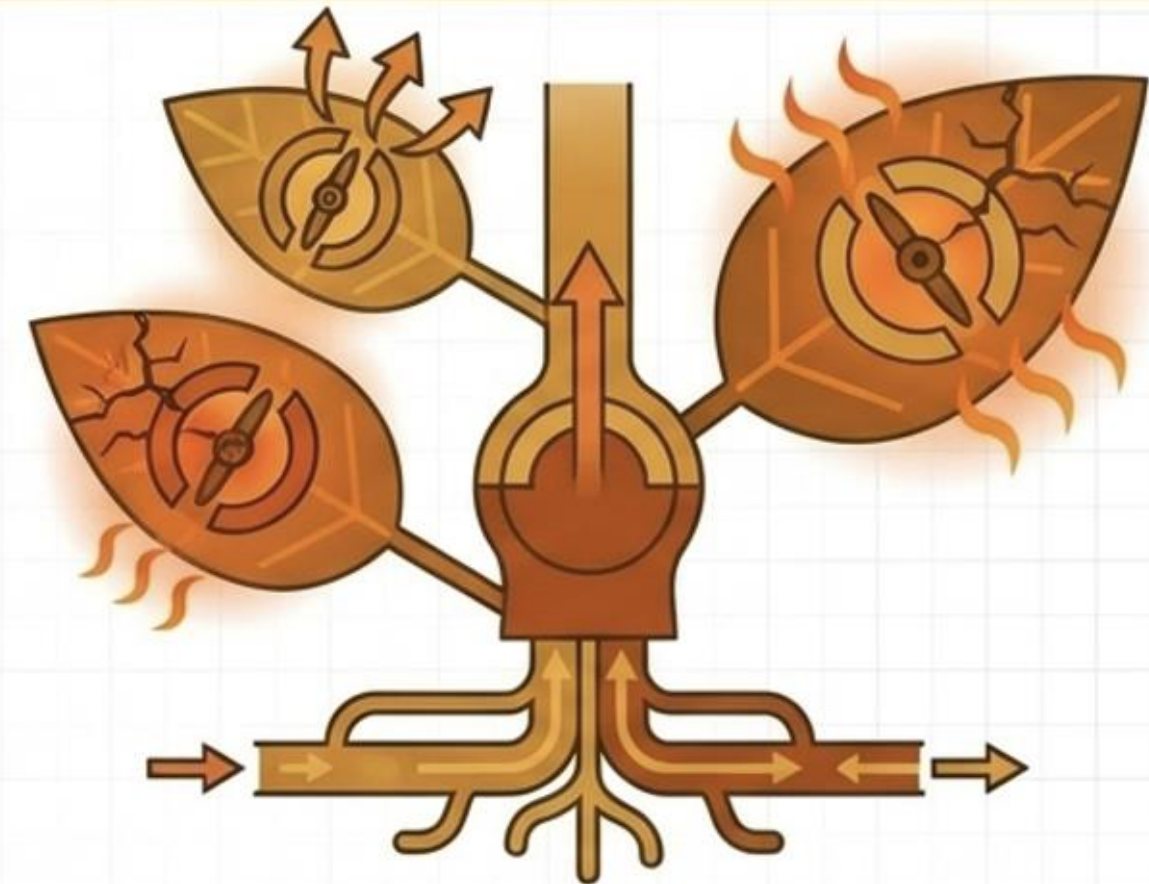
HŐSTRESSZ: ENERGIA- ÉS VÍZHÁZTARTÁS

A Fotoszintetikus Motor



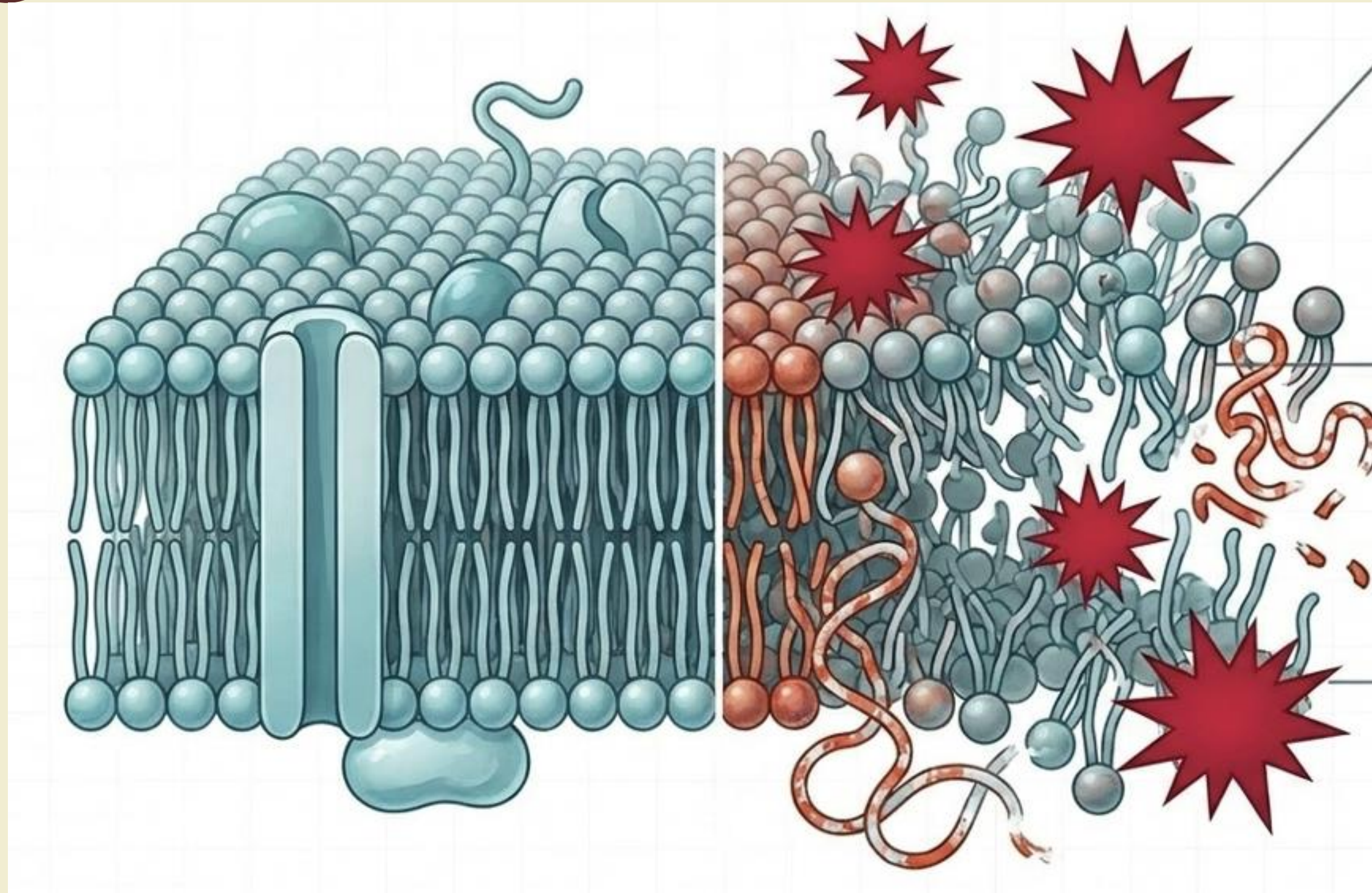
- Tilakoidmembránok sérülése
- PS II sérülése
- Rubisco deaktiváció

A Hidraulikus Szivattyú



- Hűtés: transpiráció növelése
- DE: vízveszteség miatt sztómazárás
- Víz és tápanyagfelvétel összeomlása

HŐSTRESSZ: SEJTSZINTŰ KÁROK ÉS OXIDATÍV STRESSZ



Membránszerkezet,
ionháztartás sérülése

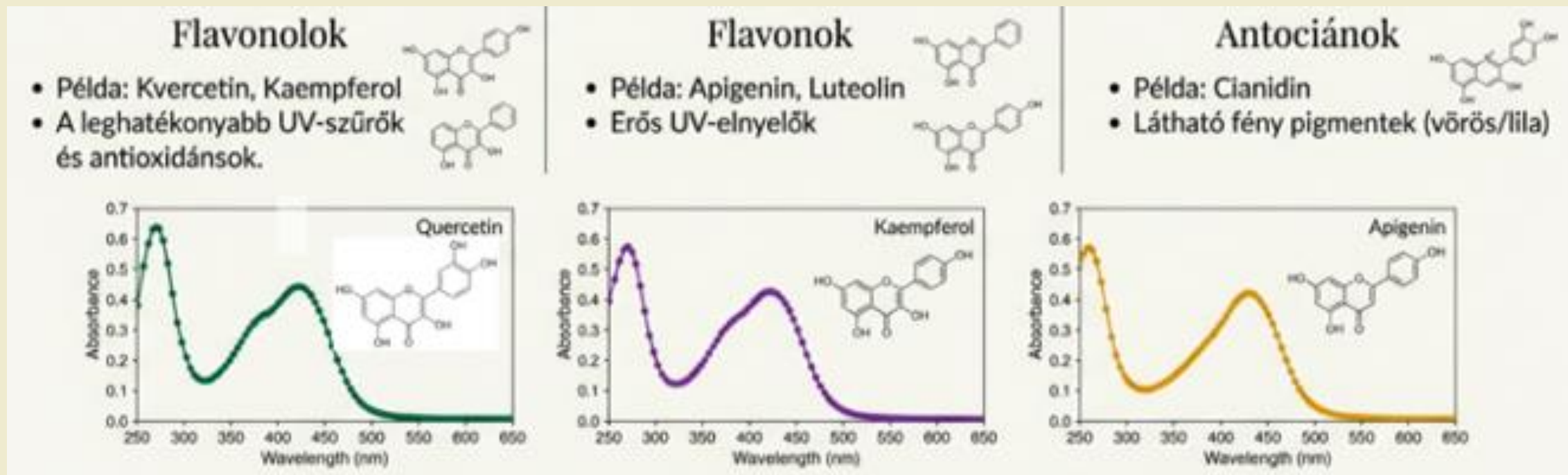
Fehérje denaturáció

Sejtlégzés sérülése: ROS
felhalmozódás, oxidatív
vihar, PCD

UV-B ÉS HŐSTRESSZ ELLENI VÉDEKEZÉS

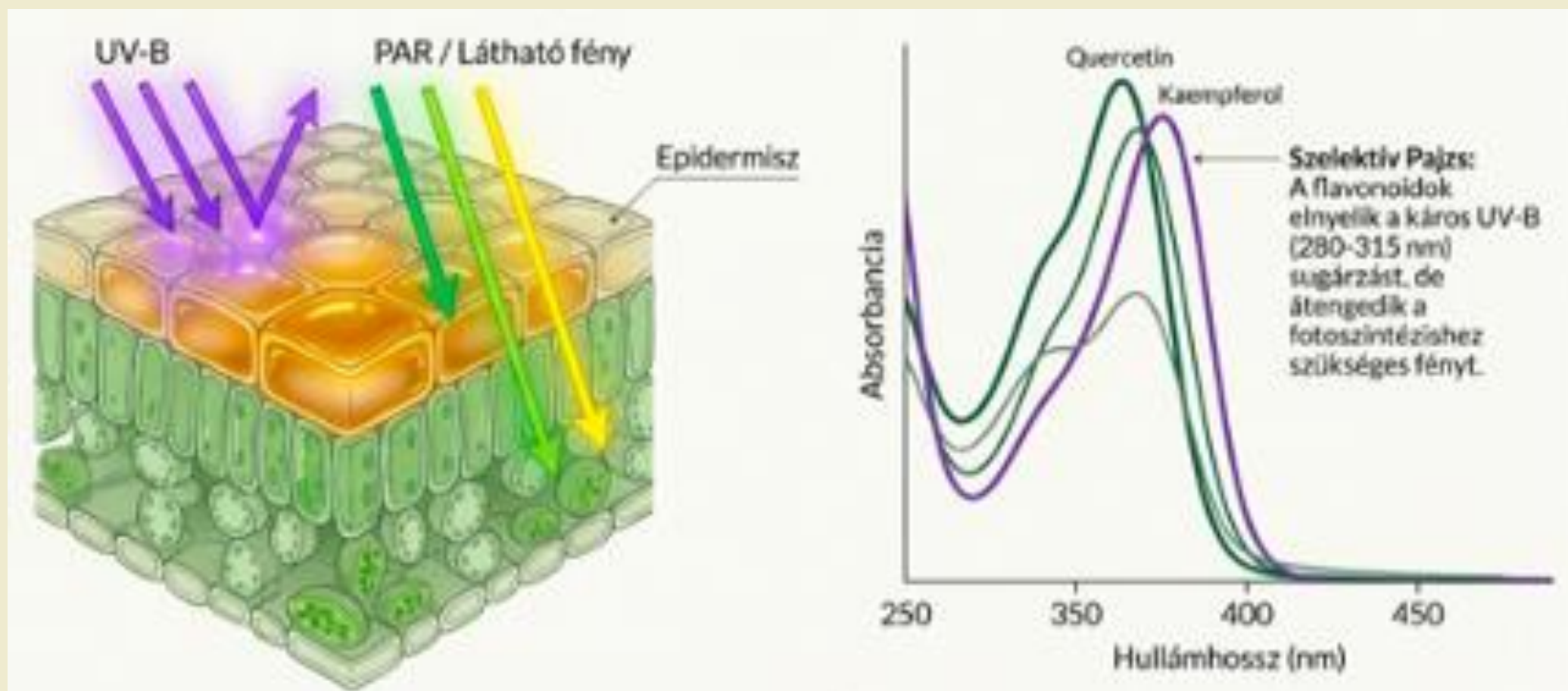


UV-ELNYELŐ PIGMENTEK FELHALMOZÁSA: „NÖVÉNYI NAPTEJEK”



FLAVONOIDOK ÖSSZETETT SZEREPE:

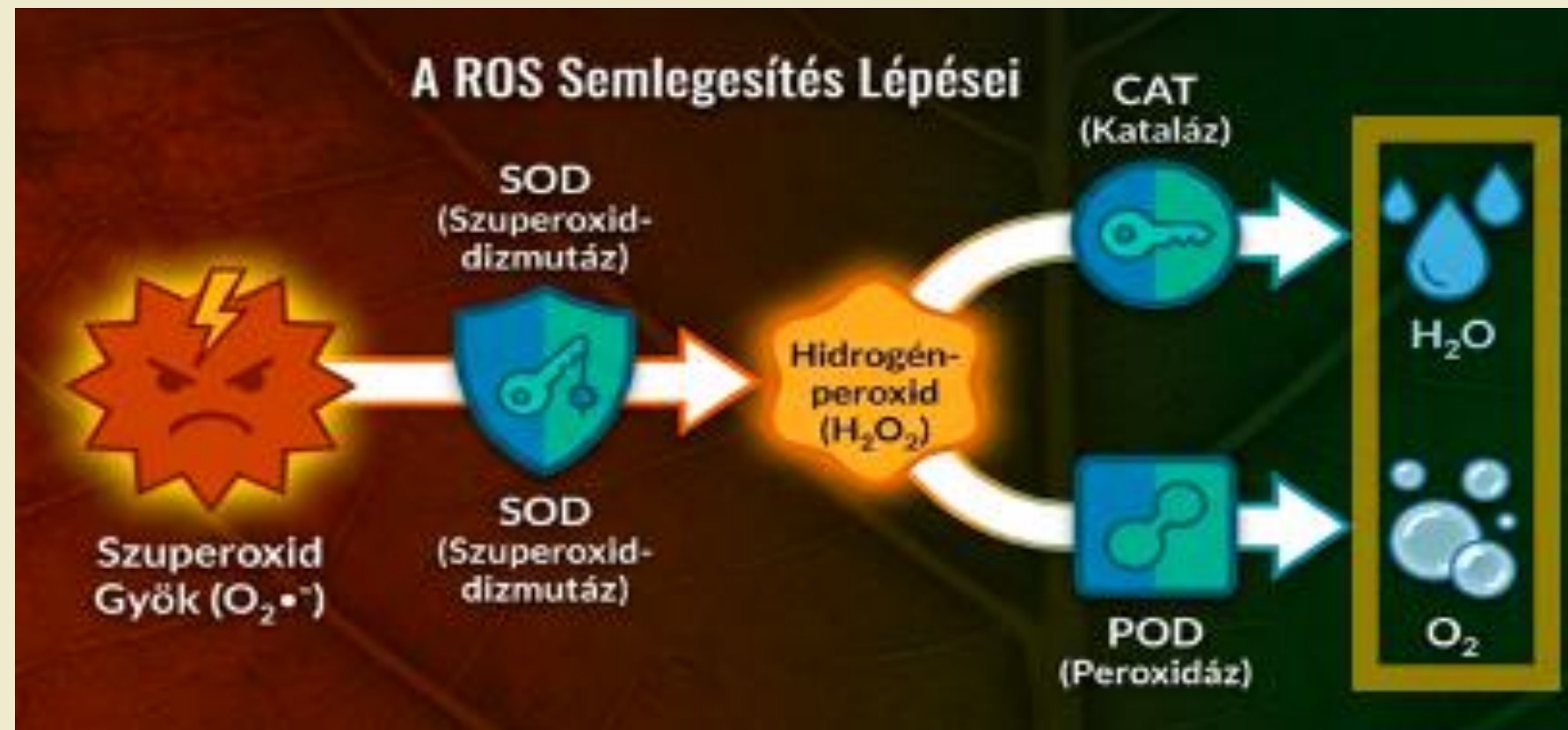
- UV-szűrés
- Antioxidáns, ozmotikum
- Energia+redox egyensúly: **Energia-szelep hipotézis**
- Összetett stresszvezérelt szintézis (**hő**, hideg, aszály, só, tápanyaghiány, nehézfém, magas PAR intenzitás)
- Fejlődési állapot



Epidermisz: vakuólum, sejtfal, trichóma
 Mezofillum, kloroplasztisz membrán: fotoszintézis védelme

ANTIOXIDATÍV VÉDELEM

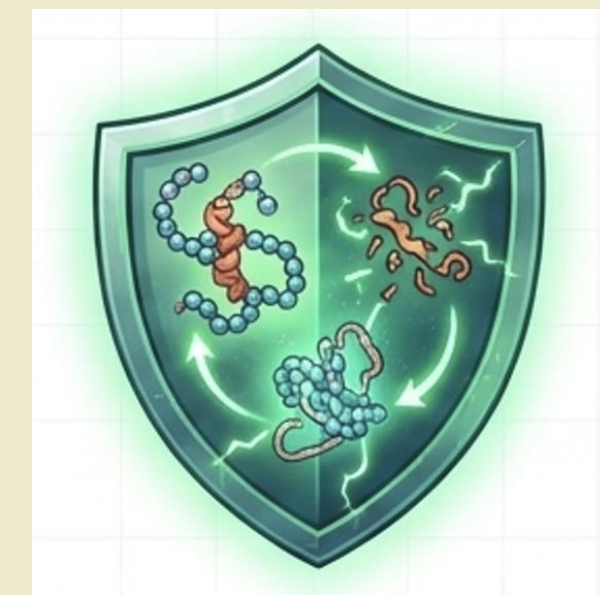
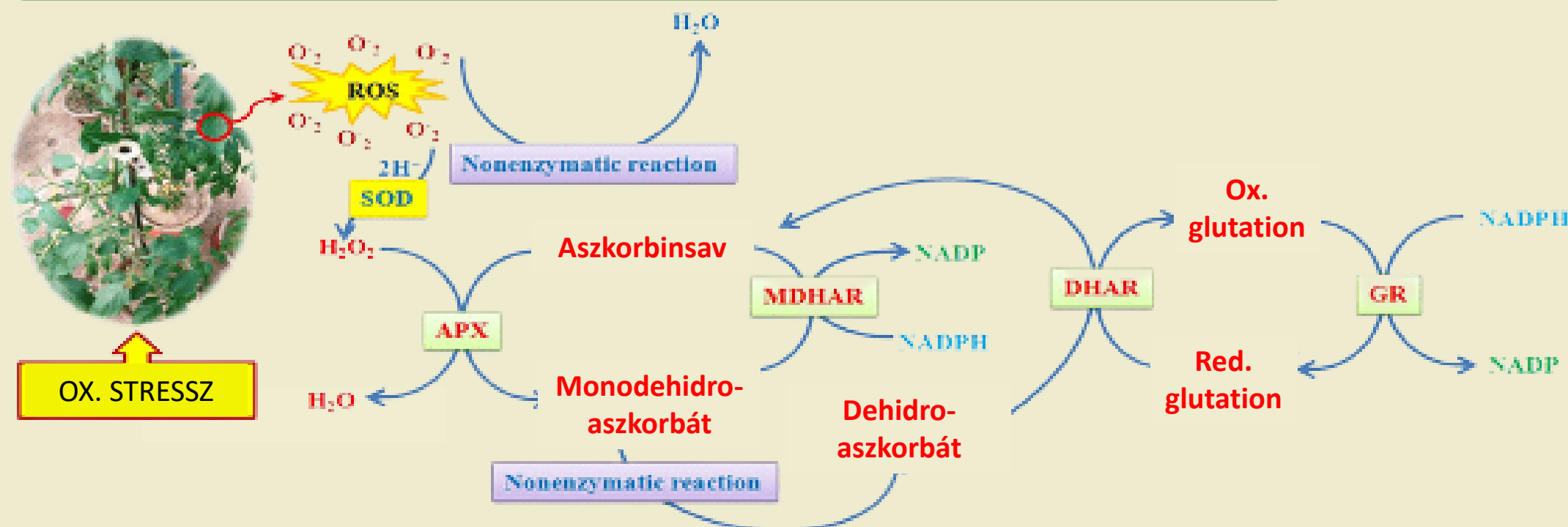
ENZIMATIKUS VÉDELEM



NEM-ENZIMATIKUS ANTIOXIDÁNSOK

- Aszkorbinsav
- Glutation
- Tokoferolok (E vitamin)
- Karotinoidek
- Flavonoidok, fenolos vegyületek

ASZKORBÁT-GLUTATION (HALLIWELL-ASADA) CIKLUS

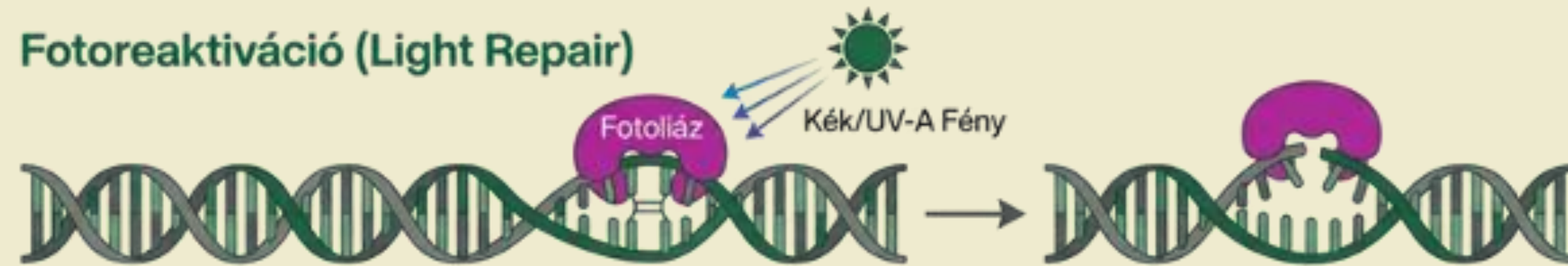


Hősök fehérjék

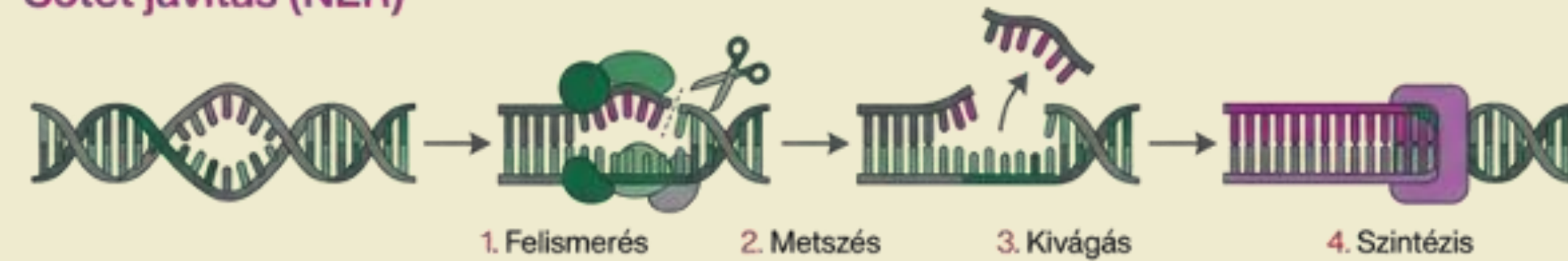
DNS- ÉS FEHÉRJEJAVÍTÓ MECHANIZMUSOK

PIRIMIDIN DIMEREK, DNS TÖRÉSEK

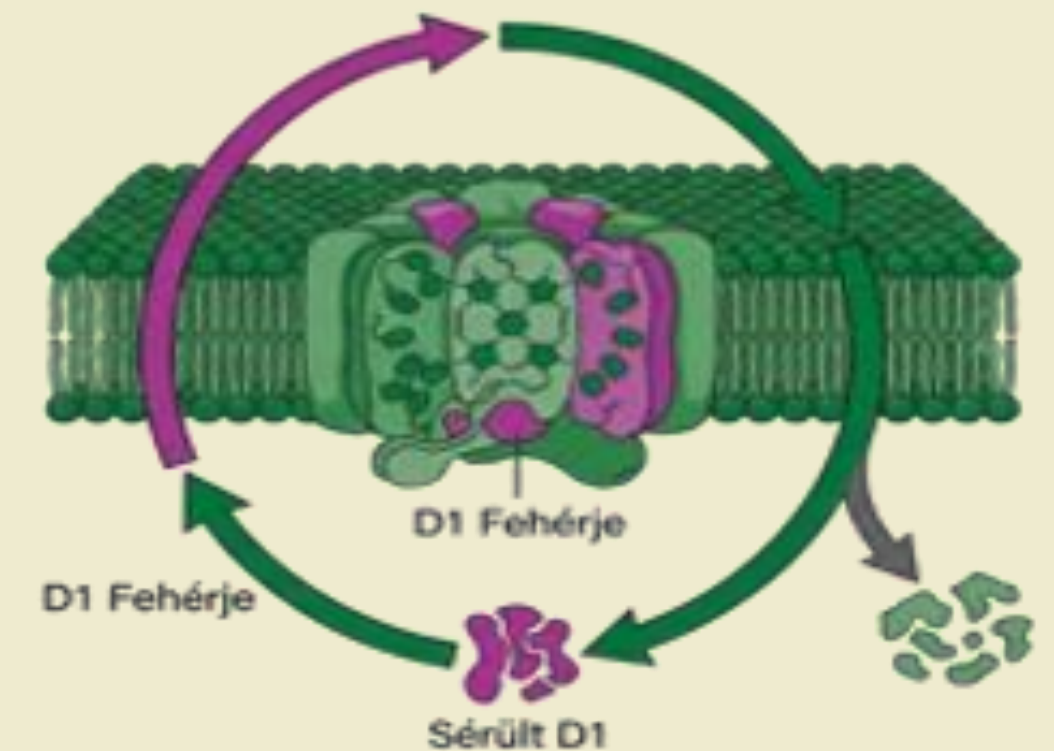
Fotoreaktiváció (Light Repair)



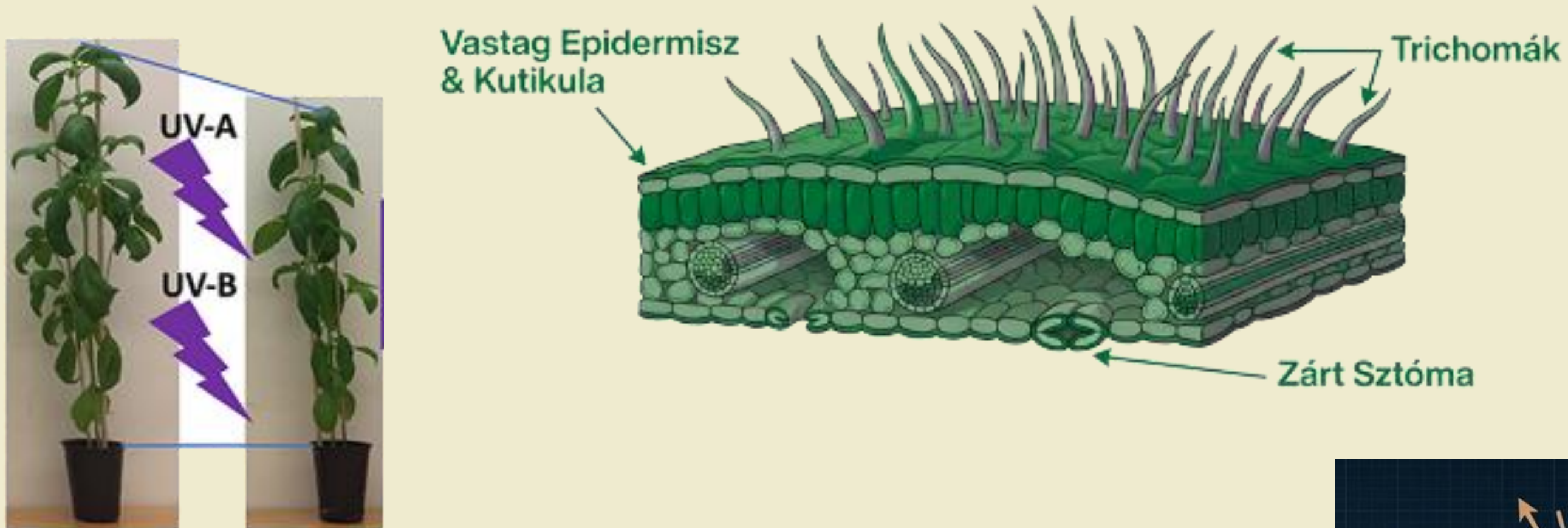
Sötét javítás (NER)



FOTOSZINTÉZIS PSII D1 ÉS D2 FEHÉRJE DEGRADÁCIÓJA



FOTOMORFOGENETIKUS ÉS MOLEKULÁRIS VÁLTOZÁSOK



Photochemical & Photobiological Sciences (2023) 22:2219–2230

HORMONÁLIS ÁTHANGOLÁS

AUXIN, GIBBERELLINEK



Abszcizinsav, Etilén



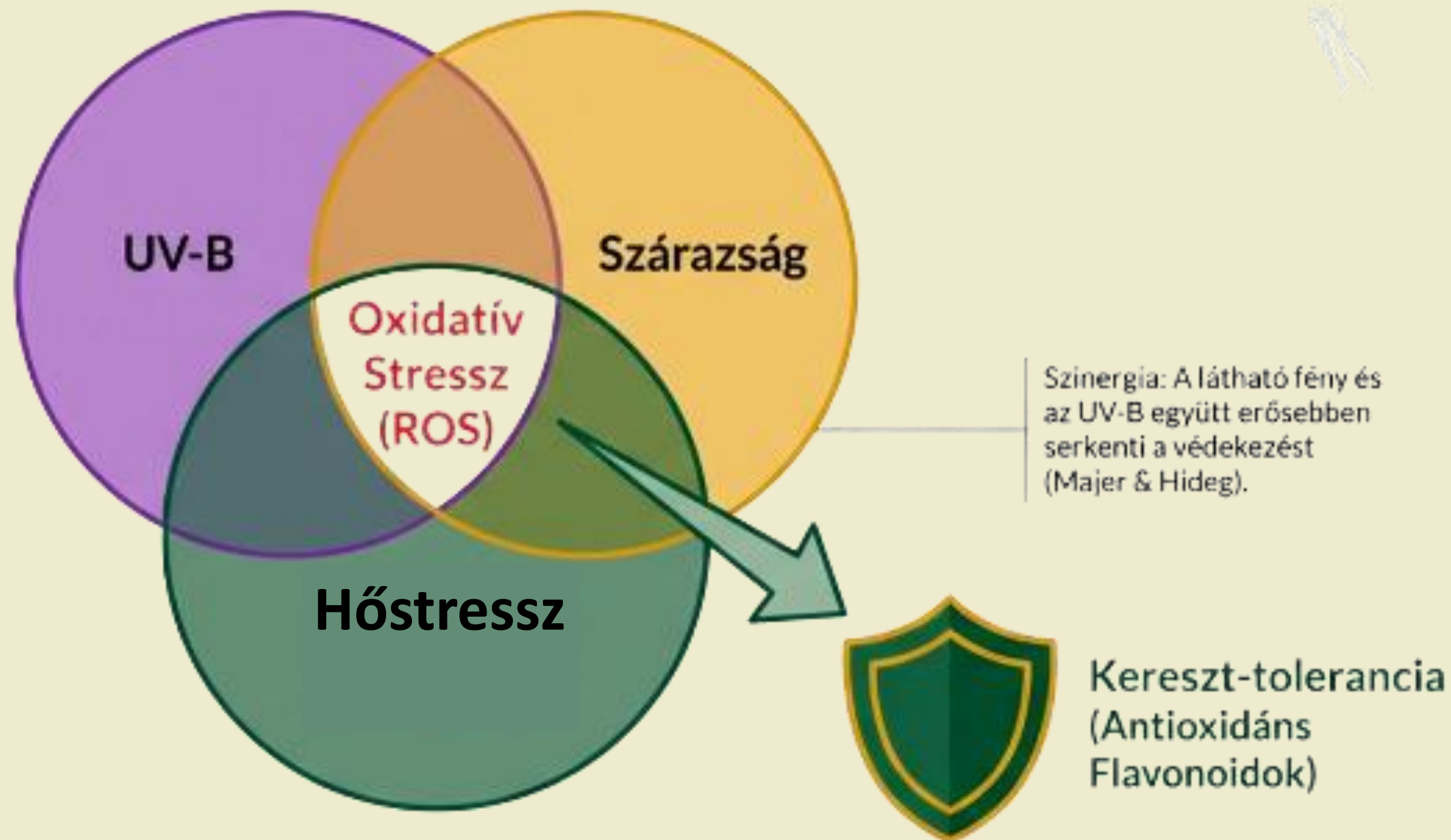
Jázmonsav, Szalicilsav



Prolin
Glicin-betain
Trehalóz

Ozmolit akkumuláció

KERESZT-TOLERANCIA: STRESSZ SZINERGIZMUSOK



Mivel minden stresszor ROS-t generál, a növény általános válasza (antioxidáns termelés) védelmet nyújt a többi stressz ellen is.

HOGYAN NÖVELHETŐ A STRESSZTŰRÉS?



EVOLÚCIÓS ALKALMAZKODÁS EXTRÉM UV TERHELÉST JELENTŐ KÖRNYEZETEKBE

Magashegységek, poláris régiók, felszíni algák



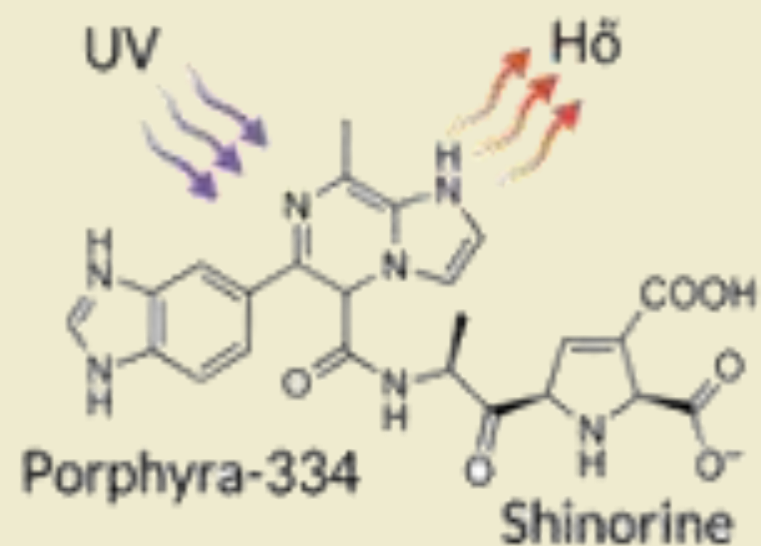
- Flavonoidok
- Levélmorfológia
- Antioxidánsok
- Xantofill-ciklus



- UV-szűrő vegyületek sejtfalban
- Folyamatos, konstitutív védelem
- Nagy hatékonyságú fotoliáz enzimek

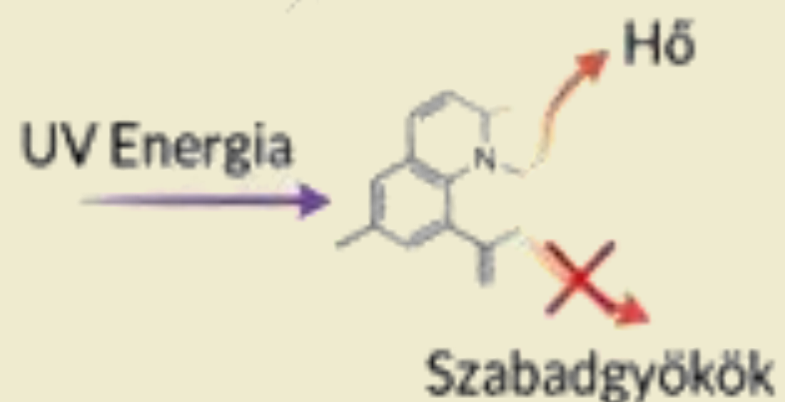
ALGÁK ÉS KÉKBAKTÉRIUMOK

MAA-k (Mycosporine-like Amino Acids)



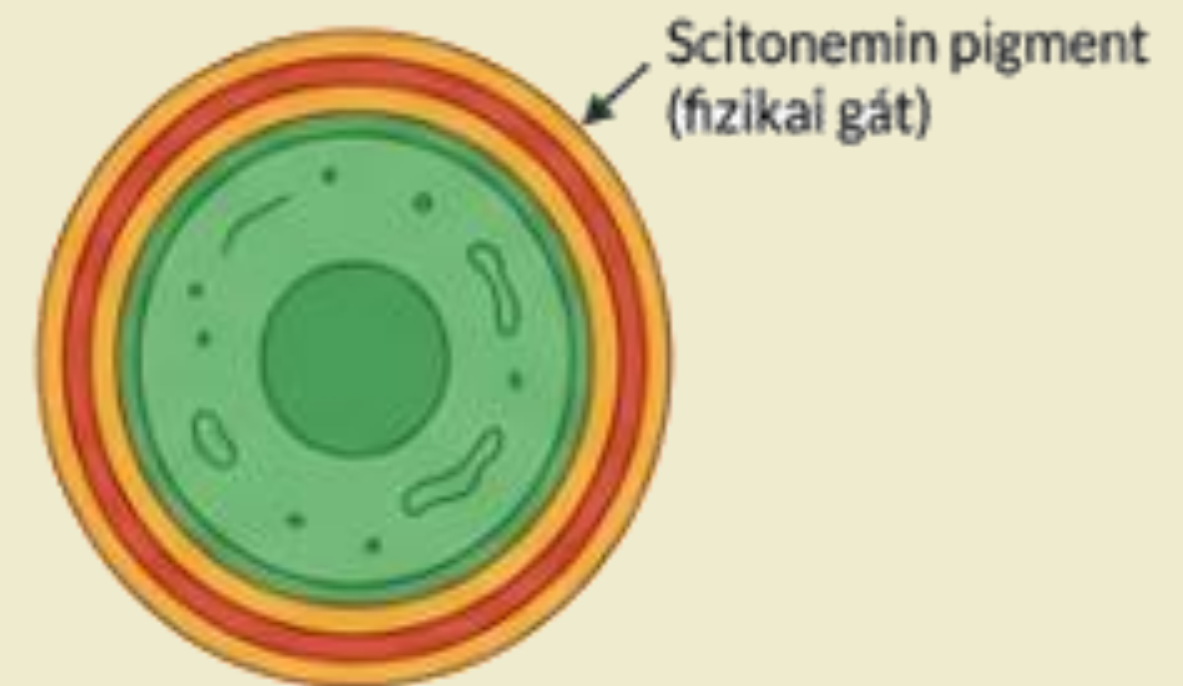
Vízi szervezetek "naptejei"
(pl. Porphyra-334,
Shinorine).

Stabilitás



Hő formájában adják le
az elnyelt energiát, nem
keletkeznek gyökök.

Cianobaktériumok

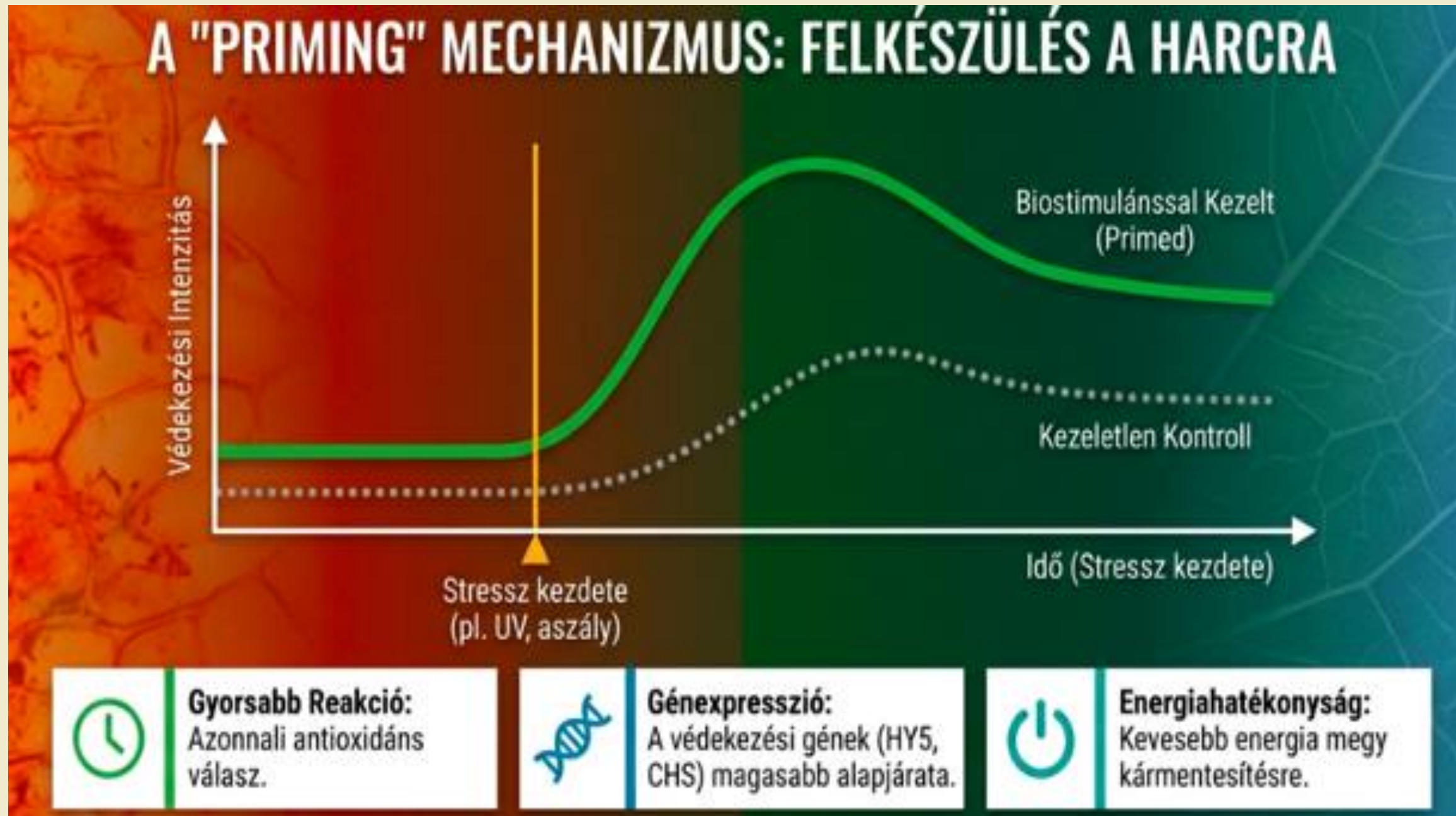


Ökológia



A védőanyagok
átkerülnek a
táplálékláncba
(pl. krill).

BIOSTIMULÁNSOK ALKALMAZÁSA



- Exogén hormonok (auxin, kinetin, SA, JA, poliaminok)
- Lipokito-oligoszacharidok
- Aminolevulinsav
- Melatonin, allantoin
- Humin- és fulvosavak
- Si, Se
- Resveratrol

TALAJ, MIKROBIOM





ExperiPlant



+36 30 274 5976



info@experiplant.hu



www.experiplant.hu



[István Parádi, Ph.D](#)



Az igazság odalent van.