

Dr. Molnár Tamás Géza PhD
főiskolai docens



Növényházak létesítése 6.Olvasólecke

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

Olvasási idő 30 perc

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

ÁRNYÉKOLÁS

A napsugárzás intenzitásának *árnyékolással történő csökkentésekor közvetlenül a növények megvilágítottságát, közvetve pedig a léghőmérséklet csökkentését* kívánjuk elérni. Elképzelhető hogy nem cél mindkét hatás magvalósítása, de az árnyékoló elhelyezése eleve meghatározza a várható eredményt.

A fénytan kialakulásakor alapegységként létrehozott *kandela* az alábbi definíció szerint a hetedik alapegységként mint fényerősség került a **SI** rendszerébe:

- **Kandela**, rövidítve: **cd**, egy kandela az olyan fényforrás fényerőssége -adott irányban- amely 540 THz frekvenciájú monokromatikus fényt bocsát ki, és sugárerőssége ebben az irányban $1/683 \text{ W/sr}$, [Hz - hertz, W - watt], [sr - szteradián].
- **Lumen**, rövidítve: **lm**, egy lumen az a fényáram, amelye 1 kandela fényerősséggel minden irányban sugárzó pontszerű fényforrás 1 szteradián térszögbe sugároz, azaz: $\text{lm} = \text{cd} \cdot \text{sr} = 1/683 \text{ W}$
- **Lux**, rövidítve: **lx**, egy lux 1 négyzetméter területű felület megvilágítása, ha reá merőlegesen, egyenletesen elosztva 1 lumen fényáram esik, azaz: $\text{lx} = \text{lm} \cdot \text{m}^{-2} = 1/683 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

A napsugárzás különböző hullámhosszúságú elektromágneses hullámokból áll. Az egyes hullámhosszúságok intenzitását számszerűsíti a spektrális eloszlási görbe (1. ábra)



1. ábra Az egyes hullámhosszúságok intenzitása [LÁNG Z.,1999]

A „*a légkör határán*” mért értékek a légkörön áthaladva annak elnyelő, szóró, valamint reflektáló hatására az alsó „*globálértékek talajfelszínén*” görbe értékeire csökkennek.

Az ábrán szereplő spektrális eloszlás csak a jelleget szemlélteti, *hiszen a konkrét értékek a napsugárzás intenzitásától függnék és időről időre változnak.*

A lefutás jellegéből így is megállapítható, hogy a napsugárzás nemcsak látható tartományba eső elektromágneses hullámokat, hanem infravörös és ultraibolya sugárzást is tartalmaz.

Ennek mértéke (energiaáram-hányada) a görbe alatti adott hullámhosszakkal határolt területekkel arányos. Gyakorlati számítások során nem követünk el hibát, ha az alábbi számértékeket használjuk:

- a napsugárzás közel 50%-a (λ_i) infravörös,
- 48,5%-a (λ_l) látható tartományba eső,
- a fennmaradó 1,5%-a (λ_u) ultraibolya sugárzásból áll.

Ennek ismeretében már számítással is meghatározható **adott értékű (q_{NAP}) napsugárzás esetén a megvilágítás értéke:**

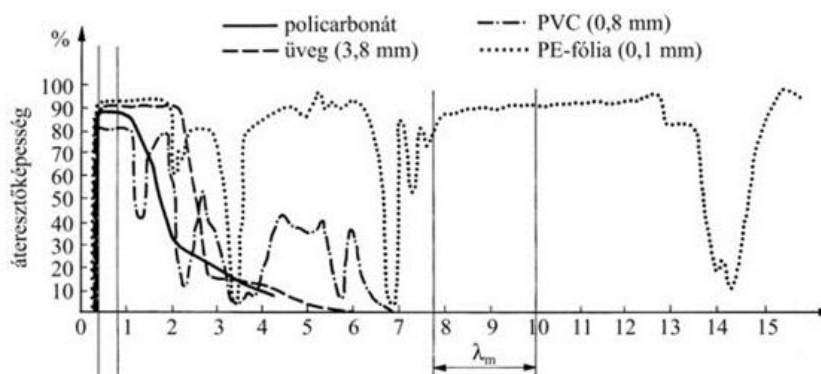
$$E_v = \eta_{\text{át.}} \cdot q_{NAP} \cdot \lambda_l \cdot \cos \delta \cdot 683 \quad [\text{lx}] \quad (1. \text{ képlet})$$

ahol:

$\eta_{\text{át.}}$ - a burkolat -nap- sugárzás áteresztő képessége

δ - a megvilágított vízszintes felület normálisa és bármely pontjából a NAP felé húzott egyenes által bezárt szög.

A különböző burkoló anyagok (*üveg, polietilén stb.*) **spektrális áteresztő képessége** látható a 2. ábrán.



2. ábra Különböző burkolóanyagok fényáteresztő képessége a hullámhossz függvényében [LÁNG Z.,1999]

- Hazánkban a **-nyári teljesen tiszta égbolt esetén- 800 W négyzetméterenkénti sugárzás intenzitás is előfordulhat**, meghatározható a **termesztő-berendezésben az aktuális megvilágítás maximális értéke , mely kb. 150 klx értékű.**
- **Ilyen erős megvilágítás a legtöbb termesztett növényi kultúra számára káros** hiszen a növény az **őt érő sugárzás jelentős részét elnyeli és ezen elnyelt (abszorbeált) energia egy része (max. 1,5 %) a növény kémiai folyamatainak (fotoszintézis) realizálásához szükséges**, másik része pedig oly mértékben **melegíti fel a növényi állomány -átlag- hőmérsékletét hogy az ennek következtében a környezete felé kialakuló hőcsere egyező legyen a folyamatosan abszorbeálódó hőáramával.**
- A **napsugárzás intenzitásának növekedésével ezért egyre intenzívebben kell a növénynek párologtatnia**, hogy a környezethez képesti hőmérséklete ne egyenes arányban növekedjék.
- Ez az egyre **intenzívebb párologtatás ill. átlag hőmérséklet növekedés a fotoszintézis leállásához sőt a már kötési formában beépített energia felszabadítását is eredményezve a termesztés számára nem kedvező folyamatok beindítását** eredményezi.
- A növények fotoszintézisének intenzitását sok klimatikus paramétert együttesen határozza meg. **a növények környezeti légtérhőmérséklete, megvilágítása valamint a környezetében a CO₂ koncentrációja.**

- Tekintettel arra hogy a napsugárzás közvetlenül a megvilágításra, közvetve a légtérhőmérsékletre hat a termesztés számára kedvező ill. **még elfogadható mértékű napsugárzás biztosítása miatt szükséges az árnyékolás legfőképpen a nyári hónapokban.**

Az árnyékolóknak a burkolóanyaghoz képesti elhelyezése lehet:

- **belső** (azaz a termesztő térben elhelyeztet)
- **külső** (azaz a termesztő-berendezésen kívüli)

valamint a kettő közötti ún. közbülső megoldásként a

- burkolat **satírozás**, azaz a burkolat $\eta_{\text{át.}}$ -értékű áteresztő képességének csökkentését eredményező megoldások

BELSŐ ÁRNYÉKOLÓ

Az árnyékoló kialakítását célszerű a növényi kultúra megvilágítására, valamint a légtérhőmérsékletre gyakorolt hatása alapján vizsgálni.

Az árnyékolóként használatos különböző anyagú (pl. **fémzsal-erősítéses vagy a nélküli polimer származékok**), **szálsűrűségű hálókat**, szöveteket érő napsugárzás az alábbiakra különül:

- **áteresztett napsugárzás** (ennek mértékét az $\eta_{\text{ár.}}$ adja meg),
- **az elnyelt napsugárzás, melynek mértéke** az árnyékoló anyag feketeségi foka (ε) révén a következő összefüggéssel **határozható meg: $\varepsilon \cdot (1 - \eta_{\text{ár.}})$,**
- **a visszavert (reflektált) napsugárzás**, melynek nagysága az árnyékolóra jutó sugárzás áteresztet valamint elnyelt sugárzással csökkentett értéke, azaz: $1 - \eta_{\text{ár.}} - \varepsilon \cdot (1 - \eta_{\text{ár.}})$.

Az árnyékoló alatti növényeket érő megvilágítás értéke:

$$E_v^a = \eta_{\text{át.}} \cdot E_v = \eta_{\text{tr.}} \cdot \eta_{\text{tr.}} \cdot q_{\text{NAP}} \cdot \lambda_l \cdot \cos \delta \cdot 683 \text{ [lx]} \quad (2. \text{ képlet})$$

ahol:

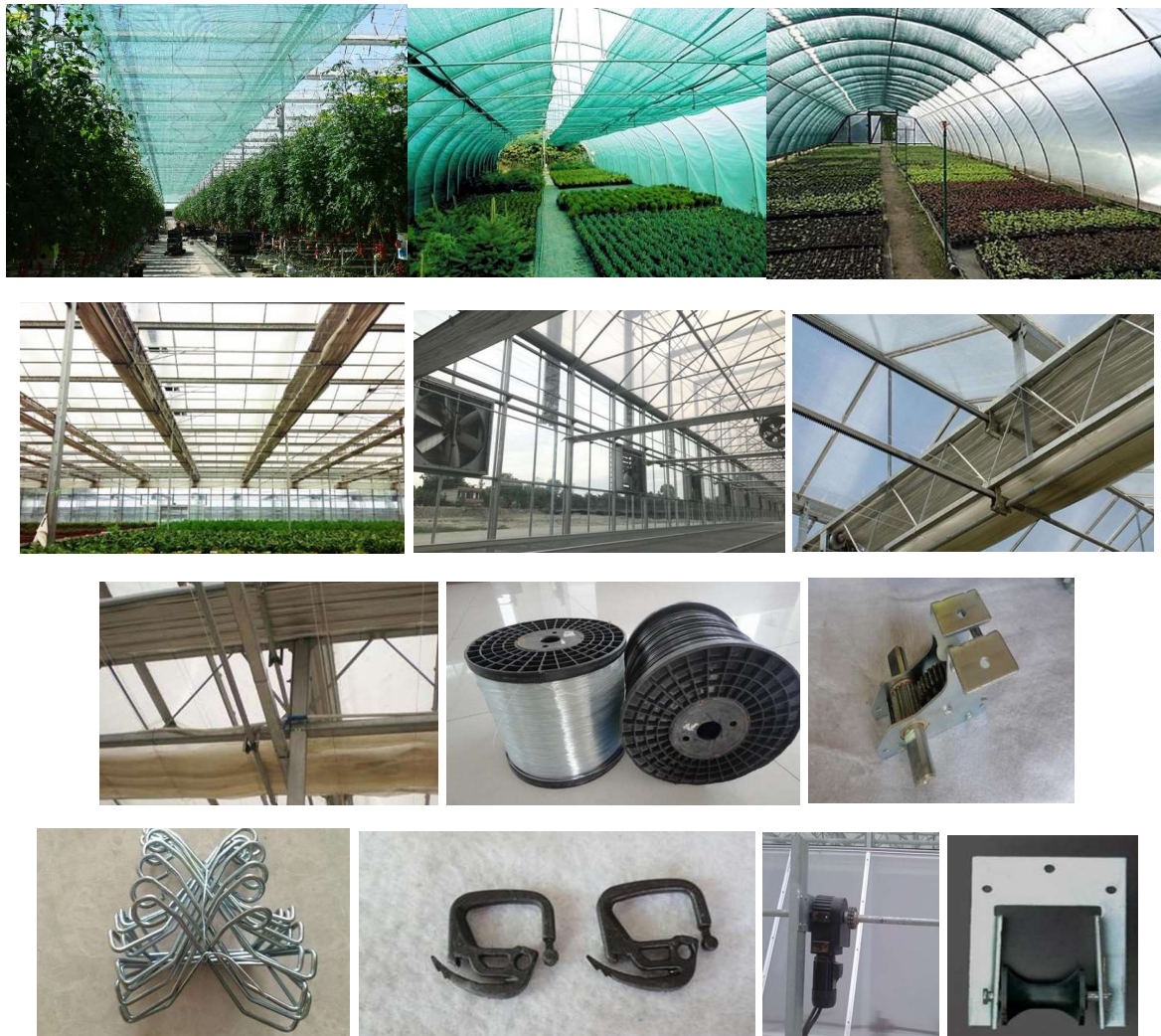
$\eta_{\text{át.}}$ – a termesztőház burkolatának fényáteresztő képessége.

A hazai gyakorlatban árnyékolóként igen elterjedten alkalmazásra kerülő **RASEL háló egyrétegű alkalmazásakor** $\eta_{\text{át.}} = 0,55 \div 0,6$; **dupla azaz kétrétegű alkalmazásakor pedig:**

$$\eta_{\text{át.}}^d = (\eta_{\text{át.}})^2 \approx 0,3 \div 0,35 \text{ értékel számolhatunk.}$$

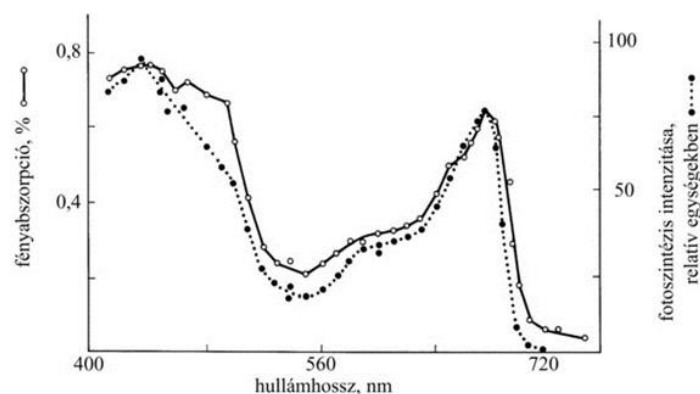
Ezen háló színe is meghatározó lehet árnyékolóként való alkalmazásakor. A hazai gyártásban előforduló fehér (jórészt “átlátszó”) **piros, sárga zöld valamint fekete (átlátszatlan) RASEL hálók a különböző színezőanyag tartalmukkal nemcsak a továbbhaladó sugárzás intenzitását változtatják meg hanem az árnyékolót érő -napsugárzás spektrális eloszlását is.**

Ennek mértéke azonban eltérő mert pl. a *fehér és fekete színű szinte alig változtatja addig a piros, sárga valamint zöld színű igen markánsan változtatja meg* a tovább haladó sugárzás spektrális eloszlását.



3. ábra Belső árnyékolás technológiai lehetőségei növényházakban
[<https://hu.yellowbreadshorts.com/>], [<https://skinfoodrussia.ru/hu>],
[<https://magyarmezogazdasag.hu>], [<http://hu.dwggreenhouse.com/greenhouse-system/>]

A fotoszintézis mértéke adott értékű **megvilágítás esetén a megvilágítást eredményező elektromágneses hullámok hosszúságától is függ**. Ennek alakulását 3.ábra szemlélteti:



4. ábra A fény hullámhosszáértékének hatása a fotoszintézis intenzitására [LÁNG Z.,1999], [SZENDRŐ P., 2003]

A belső árnyékolót érő napsugárzás egy $[\varepsilon \cdot (1 - \eta_{\text{ár.}})]$ részét viszont elnyeli az árnyékoló anyaga. ***Az elnyelt energiaáram hatására oly mértékben melegszik fel a környezetéhez képest az árnyékoló, hogy (jórész konvekcióval és sugárzással) a környezete felé kialakuló energiaáram ezzel egyenértékű legyen.***

A napsugárzásnak az árnyékoló anyaga közvetítésével a légtér felé konvekcióval, valamint sugárzással történő hőleadása a termesztőberendezés léghőmérsékletét oly mértékben növeli, mintha nem is lenne árnyékoló.

A légtérhőmérsékletre gyakorolt kedvezőtlen hatás javítása végett kezdték el az ***elmúlt években a hálók, és szövetek helyett, pl. az alumíniumréteggel (pl. gőzöléssel) bevont polietilénfóliát belső árnyékoló anyagaként használni.***

Ekkor a burkolathoz közelebbi oldalán jó reflektáló képességű réteggel bevont árnyékoló felületről a ráeső napsugárzásnak jelentősebb hányada (mérések szerint akár 30%-a) a külső tér felé visszaverődve, mérhetően csökkenthető a belső légtérhőmérséklet értéke.

Energiaernyők

Az ernyők technikai megoldásai ***nagyon hasonlítanak a belső árnyékolókhoz.*** Legtöbbször áttetsző ***műanyag szövetből készült, sűrű szövésű hálók, amelyek hővisszatartó hatását a szálak közé szőtt fémszálak, fémszalagok fokozzák.***

A magyarországi éghajlati körülmények miatt a termesztő berendezésekben indokolt az ernyők használata. A téli időszakban az igen alacsony hőmérséklet, a nyári időszakban az erős besugárzás kompenzálására van szükség.

A PDI energiaernyők használatával 20-30%-os energiamegtakarítás érhető el, az árnyékolóhatás az igényeknek megfelelően 20-99%-os lehet. A hazai éghajlati viszonyoknak leginkább az **ULS 16 és az SLS 10** típusú energiaernyők felelnek meg, éppen ezért ezek terjedtek el leginkább Magyarországon.

Az **oldalernyők** még egyenletesebb hőmérsékletet biztosítanak. Nincs lehűlés az oldalfalak irányából, valamint maximális árnyékolást nyújtanak.



5. ábra Energiaernyők alkalmazása növényházakban [<http://www.ggh.hu/ernyok.htm>]

Külső árnyékoló

A **termesztő-berendezés burkoló felületén kívül, jórészt a tetőfelület fölött** megfelelő teherviselő vezető keretre helyeznek el pl. min. a lécszélességével egyező osztástávolsággal hevederhez erősített fa, műanyag lécekből kialakított árnyékoló felületekkel.

- Ezek a gerinc fölött elhelyezett (pl. villamos motor hajtású) tengelyekre felsévélhetőek ill. ezen tengelynek ellenkező irányú forgatásakor a súlyerő révén a vezetőkeretek szerinti felületre engedhetők. **Ezen tán legrégibb idők óta alkalmazott külső árnyékoló megoldás mellett ma már különböző a belső árnyékolóknál már ismertetett** (főleg polimer származékokból kialakított) hálók használata is kezd elterjedni.
- A külső árnyékolók tekintettel arra hogy **jelentős szélterhelésre valamint a téli hónapokban akár a ráakadó hó ill. eső jégterhelésére** is tekintettel kell lenni.
- Ezért lényegesen sűrűbben **vannak megvezetve, e miatt nagyobb az szerkezeti anyagszükségletük is (ennek kedvezőtlenebb kihatásaira -pl. téli hónapokban árnyékoló hatása- figyelemmel kell lenni)** mint a belső árnyékolóknak.

A külső árnyékolóra eső napsugárzásból **viszont csak annak . $\eta_{\text{át}}$ szerese halad a termesztő-berendezés burkolata felé. Ez a termesztő-berendezés burkolatának áteresztőképessége alapján a belső árnyékolónál megadott összefüggés szerint :**

$$E_v^a = \eta_{\text{át}} \cdot E_v = \eta_{\text{tr}} \cdot \eta_{\text{it}} \cdot q_{\text{NAP}} \cdot \lambda_l \cdot \cos \delta \cdot 683 \quad \{lx\} \quad (3. \text{ képlet})$$

- értékű megvilágítást eredményez. **Ebben nem tér el a belső árnyékolótól ezen kialakítás, viszont a termesztő térbe kerülő . $\eta_{\text{át}}$ -nyi napsugárzás jelentősen kisebb energia terhelése révén a termesztő-berendezésben alacsonyabb értékű légtérhőmérsékletet eredményez mint az ugyanolyan áteresztő képességű belső árnyékoló.**

A klíma paraméterek alakulása alapján egyértelműen a külső árnyékoló alkalmazása indokolt. A hazai termesztő-berendezéseinkben lévő árnyékolók közül viszont pont nem ez a megoldás van túlsúlyban.

Ahol pedig egyáltalán ilyen **-külső- árnyékoló került kialakításra az sem termelő, hanem főleg kutatási céllal üzemeltetett berendezés.** Ennek a magyarázata, hogy az összes alkalmazott árnyékoló lehetőség közül ennek a kialakítása a legdrágább.



6. ábra Külső árnyékolási technológiák növényházakban
[\[https://www.debetsschalke.com\]](https://www.debetsschalke.com), [\[https://skinfoodrussia.ru/hu\]](https://skinfoodrussia.ru/hu),
[\[https://magyarmezogazdasag.hu\]](https://magyarmezogazdasag.hu), [SZENDRŐ P., 2003],
[\[http://hu.dwgreenhouse.com/greenhouse-system\]](http://hu.dwgreenhouse.com/greenhouse-system)

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Jellemezze a fénytan kialakulásakor alapegységként használt paramétereket (kandella, lumen, lux, ?)
2. Ismertesse az adott értékű (q_{NAP}) napsugárzás esetén a megvilágítás értékét (képlet, mértékegység)?
3. Mutassa be a különböző burkolóanyagok fényáteresztő képességét a hullámhossz függvényében?
4. Ismertesse a belső árnyékolók műszaki paramétereit, jellemzőit, alkalmazási lehetőségeit?
5. Jellemezze a külső árnyékolók műszaki paramétereit, alkalmazási lehetőségeit, módszereit?

Felhasznált Irodalom

1. BALÁZS S. (1994): Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
2. LÁNG Z. (szerk., 1999): A zöldség-, dísznövény és szaporítóanyag-termesztés berendezései és gépei. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 384. p.
3. SLEZÁK K., TERBE I. (szerk., 2008): Talaj nélküli zöldségghajtás. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 372. p.
4. SZENDRŐ P.(2003): Géptan. Mezőgazda Kiadó, 2003.
5. TAKÁCSNÉ DR. HÁJOS MÁRIA (2014): Zöldségghajtás, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Kertészettudományi Intézet, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen
6. <https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/zoldsegetermesztok/ch08s06.html>
7. <https://www.schetelig.hu/hu/katalogus/16/T8m50/>
8. <http://www.hhgreenhouses.hu/index.php/hu/projektek#bwg7/46>
9. <https://www.exkalapalatt.info/wp-content/uploads/2015/07/52158776-talaj-nelkuli-zoldseghajtatás-2008-bw.pdf>
10. file:///C:/Users/user/AppData/Local/Temp/2011_0001_521_Novenyhazi-disznovenyek-termesztese.pdf
11. <https://playgrowned.com/hidroponikus-rendszerek-osszehasonlitasa/>
12. <https://medium.com/@HydroponicsName/nutrient-film-technique-ebd1f7e5676c>
13. https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_01_Novenyelettan/ch02s02.html
14. https://royalbrinkman.hu/termekkatalogus/drygair-paramentesito_berendezes-detail
15. <https://ipari-parasitas.info/parasitasi-teruletek/kerteszetek-novenyhazak-gombatelepek-parasitasa/>
16. https://www.ditusz.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=38&lang=hu
17. <https://hun.thehouseofchronic.com/4320027-how-to-make-automatic-ventilation-of-greenhouses-with-their-own-hands>
18. <https://hu.frolleindanz.com/automatikus-szelloztetes-az-uveghazak-sajat-kezuleg>
19. <https://hu.decorexpro.com/teplica/fortochka/>
20. <https://skinfoodrussia.ru/hu>
21. <https://magyarmezogazdasag.hu/2018/11/25/egyre-tobb-szor-kell-arnyekolni>
22. <http://www.ggh.hu/uveghazak.htm>
23. https://www.youtube.com/watch?v=oHg9sJ6GJ70&feature=emb_logo
24. <https://www.youtube.com/watch?v=xw1cIWVDGvs&t=1274s>
25. <http://hu.dwggreenhouse.com/greenhouse-system/greenhouse-shading-system/external-shading-system.html>