

SZAKDOLGOZAT

Ócsai Katalin

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Kertészmérnök alapképzési szak

Saláta nyári árnyékolása szabadföldi termesztésben

Belső konzulens: Dr. Ombódi Attila
Egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Kertészettudományi
Intézet/Zöldség- és
Gombatermesztési Tanszék

Készítette: Ócsai Katalin

**Gödöllő
2023**

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzések.....	3
2.	Szakirodalmi áttekintés	5
2.1.	A saláta beltartalmi jellemzői és az emberi szervezetre gyakorolt hatása	5
2.2.	A fejes saláta hő- és fényigénye	5
2.2.1.	Hőigénye	5
2.2.2.	Fényigénye	6
2.3.	A fejes saláta szabadföldi termesztése	7
2.4.	A fény.....	8
2.4.1.	A fény jellemzői és a növényekre gyakorolt hatása	8
2.4.2.	A növények fényhasznosítása	9
2.5.	A mezőgazdaságban alkalmazott műanyag hálók típusai	11
2.6.	Fotoszelektív árnyékolóhálók	12
2.6.1.	A fotoszelektív árnyékolóhálók használatának kezdete a kertészetben	12
2.6.2.	A fotoszelektív árnyékoló hálók jellemzése, hatásuk a környezeti tényezőkre és a növényekre	13
2.7.	Saláta árnyékolásával végzett korábbi kísérletek eredményei	15
2.7.1.	Az árnyékoló hálók környezeti tényezőkre gyakorolt hatása.....	15
2.7.2.	Az árnyékolás hatása a salátára nézve.....	16
3.	Alkalmazott módszerek.....	19
3.1.	Vizsgálati körülmények.....	19
3.2.	Alkalmazott termesztéstechnológia.....	19
3.3.	Kísérletek felépítése	20
3.4.	Vizsgált paraméterek.....	21
3.5.	A vizsgálati eredmények kiértékelése	22
4.	Eredmények és értékelésük	23
4.1.	Színes műanyaghálók árnyékoló képessége és fényspektrumot módosító hatása ...	23

4.2.	Első kísérlet eredményei	24
4.2.1.	A levegő hőmérséklete és páratartalma.....	24
4.2.2.	Relatív klorofill tartalom.....	25
4.2.3.	Betakarított tövek száma és tenyészidő hossza	26
4.2.4.	Fejtömeg és fejméter	26
4.2.5.	Egyéb megfigyelések	29
4.3.	Második kísérlet eredményei	29
4.3.1.	A levegő hőmérséklete és páratartalma.....	29
4.3.2.	Klorofill tartalom.....	29
4.3.3.	Betakarított tövek száma és tenyészidő hossza	31
4.3.4.	Fejtömeg és fejméter	32
4.3.5.	Egyéb megfigyelések	33
5.	Következtetések és javaslatok	36
6.	Összefoglalás.....	38
7.	Köszönetnyilvánítás	40
8.	Irodalomjegyzék.....	41
9.	Ábrajegyzék, Táblázatjegyzék	46
10.	Nyilatkozatok	48

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A saláta (*Lactuca sativa* L.) világszerte termesztett és számos helyen előszeretettel fogyasztott zöldségnövény. A FAOSTAT (2023) statisztikái alapján a saláta és cikória termesztés a világon összesen 1 213 340 ha területen folyt 2021-ben, és az ezekről a területekről származó saláta és cikória termésmennyiség ebben az évben elérte a 27 011 747 tonnát. Az országok közül a legnagyobb saláta és cikória termeszto Kína, ami a világ összes termésmennyiségének több mint 50% -át állítja elő, ez 2021-ben 14 367 831 tonna mennyiséget jelentett (FAOSTAT 2023).

A KSH (2023) becslései szerint Magyarországon 2021-ben 237 ha területen 8450 tonna fejes salátát takarítottak be. A FAOSTAT (2023) adatai ezt a megtermelt saláta mennyiséget alátámasztják, a saláta és cikória termesztofelület nagyságát pedig 3 hektárral többnek jelzik.

A levélzöldségek közül hazánkban a fejes saláta rendelkezik a legnagyobb jelentőséggel. Sok fajtátípusa van, és a különböző termesztési módok szabadföldön és a hajtás során lehetővé teszik, hogy egész évben elérhető legyen a fogyasztók számára (Terbe 1994).

A mérsékelt égövi leveles zöldségek, például a saláta termesztése leggyakrabban hűvös környezetben, kevés napsugárzás mellett történik (Glenn 1984). Ennek egyik fő oka lehet, hogy rövid tenyészidejénél fogva jól beilleszthető a vetésforgóba elő- és utónövényként, főnövénynek pedig ritkán ültetik (Terbe 2004b).

Egy másik indoka lehet az, hogy a saláta hidegtűrő növény, és ebből adódóan nyáron, a nagy melegben sokkal nehezebb termesztetni, mint tavasszal vagy ősszel (Terbe 2017). A levélerek elszíneződését, égését, a levelek keseredését, magszárak és laza fejek képződését, illetve kisebb terméshozamot eredményezhet amikor nagy melegnek és erős napsugárzásnak kitéve termesztik (Fu et al. 2012, Fukuda et al. 2011, Jenni & Jan 2009, Zhao & Carey 2009). A már jelentkező globális felmelegedés hatásai ráadásul valószínűleg tovább növelik az abiotikus tényezők okozta rendellenességek előfordulásának gyakoriságát a növényekben. Magyarországon a gazdák körében egyre kevésbé népszerű a nyári salátatermesztés, mert a kereskedelmi láncok által saláta esetében elvárt minimum fejméretet a meleg és többnyire száraz időszakban nehéz elérni. Ez a fejméret fejes saláta esetén 25 dkg, jégsaláta esetén pedig 40 dkg (Becsey, szóbeli közlés).

Annak érdekében, hogy leküzdjék vagy legalább enyhítsék a kedvezőtlen környezeti feltételek hatásait, már külföldi és hazai viszonyok között is végeztek kísérleteket eltérő színű fotoszelektív árnyékoló hálók alkalmazásával, dísnövény-, gyümölcs- és zöldségkultúrák

esetében. Egyes kutatók arról számoltak be, hogy a fotoszelektív hálókkal történő árnyékolás segítségével lehetséges javítani a kertészeti növények termőképességén és minőségén, megváltoztatni azok betakarítási idejét, sőt a növényvédelemben is szerepet játszhatnak ezek a hálók (Shahak 2008a). A fotoszelektív háló képes befolyásolni a beérkező napsugarak mennyiségét és módosítani azok spektrális összetételét, illetve a direkt fény egy részét képes szórt fénné alakítani (Shahak et al. 2008b).

Külföldi országokban már több kísérletben is vizsgálták a saláta termesztése során alkalmazott eltérő színű fotoszelektív árnyékolóhálók hatásait. Magyarországi publikációk idáig még nem jelentek meg az árnyékolóhálók alatt történő salátatermesztésről, viszont kisebb magyar gazdaságokban jelenleg is alkalmaznak színes Raschel hálót a saláta árnyékolásának céljából (1. ábra). Ezért úgy gondoltam, hogy hazai körülmények között is érdemes lehet ebben a témában kísérleteket végezni.

Szakedolgozatom célkitűzése, hogy hazai körülmények között megvizsgáljam különböző színű Rachel hálók fejes saláta termesztésére gyakorolt hatását.

1. ábra: Fejes saláta árnyékolása nyáron, a MagosVölgy Ökológiai Gazdaságban
(Forrás: saját fotó)



2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A saláta beltartalmi jellemzői és az emberi szervezetre gyakorolt hatása

A saláta az egyik legszélesebb körben fogyasztott zöldségnövény a világon, a magas (95%) víztartalma miatt azonban a tápértékét gyakran alábecsülik (Kim et al. 2016). Energiát szolgáltató összetevő (zsír, fehérje és szénhidrát) a salátában kevés van, ezért gyakori alkotórésze az elhízás elleni étrendeknek (Pécsi 2010). Magas az étkezési rost tartalma, melynek rendszeres bevitele csökkenti a cukorbetegség, az érrendszeri betegségek és a vastagbélrák kialakulásának kockázatát (Kim et al. 2016).

A salátát szinte kizárólag nyersen fogyasztják. Ez azért előnyös, mert hőkezelés hatására számos vitamin, például a C-vitamin és különböző B-vitaminok hasznosulása csökken (Schönfeldt & Pretorius 2011, Selman 1994). Jelentősebb mennyiségben tartalmaz K-vitamint, ami megköti a kalciumot a csontokban, meggátolja az artériákba való bejutását és ezáltal segít megelőzni a verőerek elmeszesedését (Nedley 2013, Polyák 2010). A saláta folsav (B9-vitamin), C-vitamin, béta-karotin és fenolvegyületek gazdag forrása (Kim et al. 2016).

A nitrátok túlzott felhalmozódása egyes zöldségekben, például a levélzöldségekben gyakori probléma. A nagy mennyiségű nitrát bevitel veszélyt jelent az emberi egészségre, gyomorrákot és csecsemőknél, gyermekeknél methemoglobinémiát okozhat (Chan 2011, Song et al. 2015).

A növényekben a nitrátok felvételét, asszimilációját és transzlokációját számos belső folyamat, valamint külső környezeti tényezők szabályozzák (Xu et al. 2012). A rossz fényviszonyok mellett gyakran előfordul a nitrátok túlzott felhalmozódása a növényi szövetekben. Fu és munkatársai (2017) például a kutatásaik során azt tapasztalták, hogy a vajfej saláta leveleinek nitrátkoncentrációja szignifikánsan csökkent, amikor a vörös és kék LED fény fényintenzitása 60-ról 220 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ -re nőtt.

2.2. A fejes saláta hő- és fényigénye

2.2.1. Hőigénye

A fejes saláta hidegtűrő növény, hőoptimuma a Markov-Haev-féle besorolás alapján 16 ± 7 °C (Filius 1994). Optimális csírázási hőmérséklete 12-15 °C között van, viszont csírázása már 2-3 °C-on megindul (Terbe 2004b). A levélzet növekedéséhez legalább 4-5 °C-ra, a gyökerek fejlődéséhez pedig minimum 6-7 °C-ra van szükség. A saláta ideálisan fejlődik

nappali 18,3-21 °C-os hőmérsékletek és éjszakai 7,2-10 °C-os hőmérsékletek között, bár a nappali hőmérsékleti optimum jelentősen függ a fényviszonyoktól (Terbe 1994, Welbaum 2015). Fejesedés idején az optimális hőmérséklet általában 1-2 °C-kal kevesebb, mint a levélrozetták képzésekor. Ebben az időszakban a nagyon magas vagy alacsony hőmérsékletre is érzékenyebb a megszokottnál (Terbe 1994).

A hőmérséklet jelentős mértékben befolyásolja a tenyészidő hosszúságát, a fejtömeget és a termés minőségét (Terbe 2000). A magas, 30 °C fölötti hőmérséklet hátráltatja a saláta kelését, csírázása vontatottá válik és előfordul, hogy a mag ki sem kel (Terbe 2017). Ezen kívül egyes fajtáknál a levélszélek elhalását okozza, ami másodlagos fertőzéseken keresztül a fej rothadásához vezethet. A különböző saláta fajok hőtűrése között különbség van, a római és a tépő saláta például jobban tűri a magas hőmérsékletet, mint a jégсалáta vagy a vajfej saláta (Welbaum 2015).

2.2.2. Fényigénye

Általánosságban a fejes salátát fényigényes növénynek tartják. A nyári és a téli, hajtató fajták igényei között viszont jelentős eltérés van. A nyári fajták csak hosszú, minimum 12 óras intenzív megvilágításban fejesednek. Ezzel szemben a téli fajták már 8-9 óras, gyenge megvilágításban is növesztenek fejet. Az utóbbiak már 10-12 óras nappalok esetén felmagzanak, ezért nagyon ügyelni kell arra, hogy a termesztésre a körülményeknek megfelelő fajta kerüljön kiválasztásra (Terbe 1994). A nagy fényintenzitás és a hosszú nappalok növelik a növekedés sebességét, felgyorsítják a levelek fejlődését, segítik szélesebb levelek képződését és elősegítik a gyors fejképzést (Welbaum 2015). A fejes saláta fejesedéséhez körülbelül 30-40 W/m² fényerősség szükséges (Terbe 2000). A saláta fénykompenzációs pontja 25-34 μmol·m⁻²·s⁻¹ fényintenzitásnál van, a fényteltődési pontjának eléréséhez pedig 420 μmol·m⁻²·s⁻¹ fénymennyiségre van szükség (Tazawa 1999).

Zhou és munkatársai (2022) kísérleteik során megvizsgálták, hogy a saláta ideális fotoszintéziséhez és hozamához szükséges fénytartomány a különböző hőmérsékleteken eltérő. Alacsony, 15 °C-os hőmérsékleten 350-500 μmol·m⁻²·s⁻¹ fényintenzitást, közepes, 23 °C-os hőmérsékleten 350-600 μmol·m⁻²·s⁻¹ fényintenzitást, valamint magas, 30 °C-os hőmérsékleten 500-600 μmol·m⁻²·s⁻¹ fényintenzitást találtak megfelelőnek a saláta növekedéséhez.

2.3. A fejes saláta szabadföldi termesztése

A saláta ültetésének, illetve vetésének időpontjától függően öt féle termesztési módot lehet megkülönböztetni szabadföldön: a síkfóliás, a korai, a nyári, az őszi és az áttelelő termesztést (Terbe 2004b). A korai termesztés számára a laza szerkezetű, gyorsan melegedő talajok előnyösek. Későbbi termesztéskor viszont a jó vízmegtartó képességnek nagyobb a jelentősége, mint a koraiságnak (Terbe 1994). A területválasztás során fontos elkerülni a magas sótartalmú és a növényvédőszer-maradvánnyal szennyezett talajokat, mert ezekre a saláta érzékeny. Viszonylag jól tűri a monokultúras termesztést, vannak olyan salátatermesztésre specializálódott üzemek, ahol évente egymás után háromszor termesztenek salátát. Ezen kívül zöldséges vetésforgóban, ritkán pedig kombinált szántóföldi vetésforgóban termesztik.

Szervestrágyázást nem igényel, ezért a vetésforgóban annak kijuttatási idejét és mennyiségét a főnövény igénye alapján szokták eldönteni. A szükséges műtrágya mennyiségét a talajvizsgálatok alapján lehet meghatározni (Terbe 2000). Az egyenletesebb tápanyagellátás érdekében a kiszórandó műtrágya mennyiséget több részletben, alap-, indító- és fejtrágyaként érdemes kijuttatni.

A fejes saláta szaporításához az állandó helyre vetés és a palánták nevelése egyaránt bevált módszer. Az állandó helyre vetés meglehetősen körülményes apró magjai miatt, normál vetőgépet alkalmazva a kívánt tötávolság csak kelés utáni egyeléssel állítható be. Az egyelés elhagyható precíziós vetőgép vagy drázsírozott vetőmag használata esetén. A termesztett fajták fejnagysága, és ebből adódóan a tenyészterület igénye is igen eltérő. Kézi művelés esetén 25-35 cm-es sortávolságra és 20-35 cm-es tötávolságra érdemes vetni, amely hektáronként 82-200 ezer növénynek felel meg. Géppel történő növényápoló talajművelés, más néven ágyásos művelés esetén 3 x 3 + 60 cm-re szükséges vetni. Vetőmag igénye a vetőgép típusától és a tenyészterülettől függően 1,5-3,5 kg hektáronként. A palántanevelésnek több változata is alkalmazható: a tápkockás palántanevelés tűzdeléssel, a tápkockás palántanevelés tápkockába vetéssel, a tálcás palántanevelés és a szálas palántanevelés. A palántanevelés ideje vetéstől ültetésig 4-8 hét, vetéstől kelésig pedig 3-6 nap szokott eltelni (Terbe 2004b).

A palántáról szaporított és a helyre vetett fejes saláta ápolási munkái megegyeznek, kivéve azt, hogy a kiültetés után a palántákat mindenképpen be kell öntözni. A saláta vízszükségletét és öntözését meghatározza az évjárat, a saláta fejlettségi állapota, illetve az, hogy a termesztése az év melyik időszakára esik (Terbe 2000). A fejesedésig szárazabb, 65-70 százalékos vízkapacitású talajon is megfelelően fejlődik, a fejesedés kezdetétől viszont több vizet igényel (Terbe 2017). Továbbá fontos ápolási munka a kapálás (Terbe 2000).

Az ültetés és a szedés idején is nagy a salátatermesztés kézimunka igénye. A salátát akkor szokták szedni szabadföldön, amikor a fejek jól kitapinthatóak és kemények, a súlyuk pedig eléri a 400-600 grammot (Terbe 2000).

2.4. A fény

2.4.1. *A fény jellemzői és a növényekre gyakorolt hatása*

A legtöbb szárazföldi növény a nap természetes fényének szelektív elnyelésével nő. A növényekre hatással lévő fénysugárzásnak két típusát lehet megkülönböztetni: az élettani folyamatokra ható fiziológiailag aktív sugárzást és a fotoszintézis során hasznosuló, fotoszintetikusán aktív sugárzást (PAR). Ez a kétféle sugárzás befolyásolja a pigment bioszintézist, fotoszintézist, fotoperiodizmust, fototropizmust és a fotomorfogenezist (Tazawa 1999).

A fiziológiailag aktív sugárzás, amelyet egyes szerzők biológiailag aktív sugárzásnak is neveznek, 300-tól 800 nm-ig terjed (Spalholz et al. 2020). Ez a sugárzás részben, vagy teljesen tartalmazza mind a nyolc hullámhossz tartományt, amelyeket az ISO 21348:2007 szabvány alapján lehet megkülönböztetni. Ezek az ultraibolya (UV) ($100 \leq \lambda < 400$ nm), ibolya ($360 \leq \lambda < 450$ nm), kék ($450 \leq \lambda < 500$ nm), zöld ($500 \leq \lambda < 570$ nm), sárga ($570 \leq \lambda < 591$ nm), narancssárga ($591 \leq \lambda < 610$ nm), vörös ($610 \leq \lambda < 760$ nm) és infravörös ($760 \leq \lambda < 1\,000\,000$ nm) tartományok (Boros 2021). A fotoszintetikusán aktív sugárzás tartománya 400-700 nm hullámhosszig terjed (Spalholz et al. 2020).

A napfény színekének összetétele folyamatosan változik napszaktól, évszaktól, valamint a nap állásától függően. Dél körül a meleg napokon több órán át az optimálisnál nagyobb fénymennyiség éri a növényeket, míg a reggeli és késő délutáni órákban ez a mennyiség a minimumon van (Horánszky et al. 1979).

A különböző tartományú fénysugarak egymástól eltérő reakciókat képesek kiváltani a növényekből. A kék fény gátolja a növények megnyúlását. Az UV sugarak a növények szárazanyag-tartalmát és ellenálló képességét növelik (Terbe 2004a). A kék és UV sugarak befolyásolják a növények növekedésének irányát (Huché-Thélier et al. 2016). Az infravörös tartomány a vörös tartományhoz hasonlóan segíti a növények megnyúlását, illetve lazább szövetállomány kialakulásához vezet (Terbe 2004a). A vörös fény és az összes látható fénytartomány egy időben való jelenléte segíti a saláta magok csírázását, míg a távoli vörös fény és a fényhiány gátolja azt (Flint & McAlister 1937).

A fény által kiváltott fiziológiai folyamatok sebessége a fény erősségétől, vagyis az intenzitásától függ. Ez az energiaáramlás az egységnyi felületen, egységnyi idő alatt átáramló sugárzó fény-, és hőenergia mértékszámát adja, amelyet W/m^2 egységben lehet kifejezni (Filius 1994).

A fotoszintetikusan aktív sugárzás tartományába eső összes fénymennyiség a teljes fotonárammal fejezhető ki, mivel ez a sugárzás kémiai reakciókat vált ki (Tazawa 1999). A kibocsátott PAR másodpercenkénti mennyisége a Fotoszintetikus Fotonáram, rövidítve PPF segítségével határozható meg. Azonban a PPF nem mutatja meg, hogy egy adott felületre mennyi PAR érkezett. Ennek kifejezésére a Fotoszintetikus Fotonáram Sűrűség, rövidítve PPFD alkalmas, amely meghatározza azoknak a fotoszintetikusan aktív fotonoknak a számát, amelyek az adott felületre jutottak másodpercenként. A PPFD S. I. mértékegysége a $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (http 1).

2.4.2. A növények fényhasznosítása

A növények a levélfelületre jutó fényenergiának 70% -át képesek elnyelni, a maradék 30% -ot pedig visszaverik vagy átengedik. Az elnyelt fényenergiának legnagyobb része hőenergiaként a transzspiráció során elvész vagy kisugárzódik a légkörbe, és csak jelentéktelen hányada hasznosul a fotoszintézisben (Pethő 2003).

A fotoszintézishez megfelelő fényintenzitást a növények fényadaptációs és akklimatizációs tulajdonságai határozzák meg, amelyek összefüggésben vannak a növények származási helyének környezeti viszonyaival. Általában azok a növények, amelyek árnyékban vagy alacsony fényintenzitással jellemezhető területeken képesek jól fejlődni, nagy és vékony levelekkel tudják megfelelően hasznosítani a fényt. A magas fényintenzitást igénylő növények pedig többnyire vastag levelekkel képesek hatékonyan fotoszintetizálni. Ezek a morfológiai különbségek egyetlen növényen is megfigyelhetők (Tazawa 1999).

Ha a fény intenzitása alacsony, a növények kevesebb szén-dioxidot kötnek meg, mint amennyit termelnek a légzés során normális hőmérsékleten. Ezt a jelenséget nettó szén-dioxid kibocsátásnak nevezik. A fényintenzitás növelésével a növények egyre több szén-dioxidot kötnek meg, míg egy ponton túl a megkötött szén-dioxid mennyisége már meghaladja a légzés során termelt szén-dioxid mennyiséget, és ezáltal bruttó szén-dioxid kibocsátás valósul meg. Fénykompenzációs pontnak azt a fényintenzitást nevezik, amely mellett a fotoszintézis során megkötött szén-dioxid mennyisége megegyezik a légzés során felszabadított szén-dioxid mennyiségével az adott hőmérsékleten. A kompenzációs pont értéke a hőmérséklettől függ, ugyanis a hőmérséklet emelkedésével fokozódik a légzés intenzitása, nő az elfogyasztott

szerves anyag és a kilélegzett szén-dioxid mennyisége, ezért magasabb hőmérsékleten nagyobb fényintenzitásnál van a kompenzációs pont. Ha a fény intenzitása a kompenzációs pontról tovább növekszik, az elnyelt fény mennyiség egy idő után elérheti a fényteltési értéket. Ezután a fényintenzitás növekedése már nem eredményez intenzívebb fotoszintézist (Pethő 2003). A megfelelő fényintenzitás, amely segítségével a növény a legnagyobb hatékonysággal képes fotoszintetizálni, valahol a fénykompenzációs és fényteltési pont között határozható meg (Tazawa 1999).

A növények fotoszintetikus pigmentek segítségével kötik meg a fényenergiát. Ilyenek például a klorofill-a és klorofill-b. A klorofilok két fényelnyelési maximummal jellemezhetők. Ezek közül az egyik a kék, a másik a vörös tartományban található. A klorofill-a és -b abszorpciós görbéje különbözik egymástól, a klorofill-b két maximuma közelebb van egymáshoz (Pethő 2003). A növények fényfelhasználásának hatékonysága függ a levél klorofill tartalmától. Minél nagyobb a levelekben a klorofillkoncentráció, annál jobb lehet a növény fényhasznosítása. A levelek klorofill tartalma azonban csökken azok kölcsönös árnyékolásának hatására (Filius 1994).

A karotinoidok szintén fotoszintetikus pigmentek, viszont a klorofilokkal ellentétben ezek a vegyületek nem képesek a fényenergiát kémiai energiává átalakítani, ezért az elnyelt fényenergiát továbbítják a klorofill molekulára. A karotinoidok abban is különböznek a klorofiloktól, hogy csak a kék tartományban abszorbeálnak (Pethő 2003).

A fotoszintézishez a legtöbbet a vörös és kék fényből képesek elnyelni a növények (Filius 1994). A legtöbb növény esetében a maximális fényelnyelés 670-680 nm között van, ami ebben a tartományban eléri a 90-100% -ot. A legrosszabbul a zöld fénytartományt hasznosítják a növények (Terbe 2004a).

A növényre eső fénysugarak egy része direkt napsugár, a többi pedig szórt sugárzás az égboltról és a környező tárgyokról. A Földre érkező közvetlen és szórt sugárzás mértéke több mindentől is függ: a Nap magasságától, a sugárzás időtartamától, a felhőzetől és a légkör átlátszóságától. Ezek a tényezők földrajzi helyenként, évszakonként és napszakonként is módosulnak (Filius 1994). A szórt fényről kimutatták, hogy növeli a növényeket érő sugárzás felhasználásának hatékonyságát, és serkenti a növények növekedését (Healey et al. 1998).

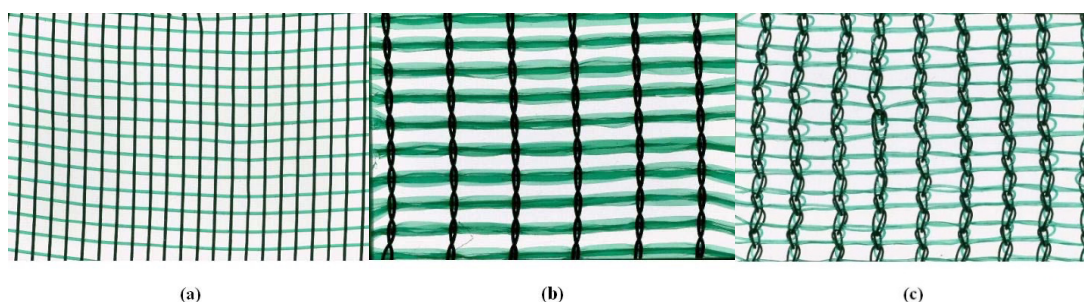
2.5. A mezőgazdaságban alkalmazott műanyag hálók típusai

Jelenleg a mezőgazdaságban nagyon sokféle műanyag hálótípust alkalmaznak. Ezeket különböző szerkezeti tulajdonságok jellemzik, ilyen például a háló anyag típusa, vastagsága és súlya, a szálak típusa, az anyag textúrája és radiometriai tulajdonságai (Castellano et al. 2008).

A mezőgazdaságban alkalmazott hálók legszélesebb körben használt alapanyaga a nagy sűrűségű polietilén (HDPE). A HDPE szálak két fő csoportba sorolhatók, lehetnek henger alakúak vagy lapos, szalagszerű megjelenésűek. A HDPE-n kívül a gyártók polipropilént (PP) is felhasználnak a hálók alapanyagaként (Castellano et al. 2006). A műanyag háló vastagságát az egyes szálak vastagsága adja meg milliméterben (mm). Ez általában 0,25 mm és 0,32 mm között változik. A műanyag hálók súlya annak vastagságán kívül függ a textúrájától és a hálószemek méretétől. Általában 15 g/m² és 325 g/m² között változik ezeknek a hálóknak a súlya. A textúra típusától függően a műanyag hálók három fő csoportja határozható meg: lapos szövésű, vagy más néven olasz; angol vagy más néven Leno és kötött, vagy más néven Raschel (2. ábra). A lapos szövésű hálót vízszintes állású vetülékfonalak és függőleges állású láncfonalak alkotják. Az angol szőtt háló egy módosított lapos szövésű háló. A Raschel hálók hosszanti láncokból és keresztirányú kötött szálakból épül fel. A Raschel hálókban minden szál össze van kötve, hogy ezáltal megakadályozzák a szálak kibomlását, például erős szél vagy jégeső esetén (Castellano et al. 2008).

2. ábra: A műanyag háló textúra típusai: (a) lapos szövésű, vagy más néven olasz (b) angol vagy más néven Leno (c) kötött, vagy más néven Raschel

(Forrás: Castellano et al. 2008)



A mezőgazdasági hálók radiometriai tulajdonságai, mint az áteresztőképesség, visszaverődés vagy a hálón áthaladó sugárzás minőségének módosítására való képesség, befolyásolják a mezőgazdasági termelés minőségét. A háló fényáteresztő képességét jelentős mértékben meghatározzák a külső fényviszonyok is. Például tiszta égbolt és nagy beesési szögben érkező napsugarak esetén a háló nagyobb mértékben árnyékol, mint borult égbolt

esetén (Castellano et al. 2008). Al-Helal és Abdel-Ghany (2010) vizsgálataik során azt tapasztalták, hogy a világos, például fehér, narancssárga vagy bézs színű hálók nagyobb fényáteresztő képességgel rendelkeznek, mint a sötét, például fekete, zöld vagy kék színűek.

A hálóanyagok fotoszintetikusán aktív sugárzás (PAR, 400-700 nm) áteresztőképessége a legfontosabb radiometriai tulajdonság agronómiai szempontból, mivel a PAR szükséges a növények fotoszintéziséhez és növekedéséhez (Castellano et al. 2008). Arthurs és munkatársai (2013) például az általuk vizsgált vörös, kék, gyöngyszínű és fekete árnyékolóhálók alatt alacsonyabb fotoszintetikusán aktív sugárzást mértek, mint a nem árnyékolt környezetben. A PAR értékét a fekete háló csökkentette a legnagyobb mértékben, legkevésbé pedig a vörös háló.

A gyártók gyakran mesterséges vagy természetes, de véletlenszerű fényt alkalmazó laboratóriumokban mérik le a hálók radiometriai tulajdonságairól közzétett adatokat. Ebből kifolyóan természetes fényviszonyok között a hálókról közzétett adatok nem minden esetben mutatják meg a hálók tényleges tulajdonságait (Al-Helal & Abdel-Ghany 2010).

A színes műanyag hálók kifehéredhetnek, ha hosszabb ideig vannak kitéve napfénynek és/vagy a mezőgazdaságban használt vegyszereknek (Shahak et al. 2004). A hálók tartósságát UV-stabilizátorokkal lehetséges növelni, amelyek javítják a napsugárzással szembeni ellenállóságot. Az UV stabilizátorok 5-6 éves tartósságot biztosítanak a hálóknak enyhe, például mediterrán éghajlaton, míg a trópusi területeken ez az időtartam 3-4 évnél felel meg (Castellano et al. 2008).

A különböző típusú műanyag hálók sokféle célból alkalmazhatók a mezőgazdaságban (Briassoulis et al. 2007). Védekezési lehetőséget nyújtanak a túl erős fénysugárzással és egyéb környezeti hatásokkal, például erős széllel vagy jégesővel szemben. Továbbá távol tartanak egyes röpképes kártevőket is, ilyenek a rovarok, madarak és gyümölcsdenevérek (Shahak et al. 2004). A műanyag háló használatát nem lehet mindig egy adott alkalmazási célhoz rendelni, mert sok esetben többféle funkciót is ellátnak egyszerre, például az árnyékoló hálók a jégesőtől is megvédik a termést (Castellano et al. 2008).

2.6. Fotoszelektív árnyékolóhálók

2.6.1. A fotoszelektív árnyékolóhálók használatának kezdete a kertészetben

A növények árnyékolása céljából használt műanyag hálók közül kezdetben a fekete színű volt a legelterjedtebb a világon (Oren-Shamir et al. 2001). A színes árnyékolóhálók technológiáját két izraeli kutató, Yosepha Shahak, a The Volcani Center Kertészettudományi Intézetének növényélettani kutatója és Michael Oren-Shamir, a Központi Dísnövénykutatási

Osztály szakembere fejlesztette ki. A céljuk egy olyan természetes módszer kitalálása volt, amely kiválthatja a jelenleg nagy mennyiségben használt növekedésszabályozó, mérgező vegyszereket (Priel 2002).

A két kutató a különböző színű árnyékoló hálók hatásainak vizsgálatát dísznövényekkel kezdte. Megfigyelték, hogy a vörös színű árnyékoló háló serkenti a növekedést, a kék törpésít, a szürke több, rövidebb oldalhajtást, a fényvisszaverő pedig hosszú hajtásokat eredményez (Oren-Shamir et al. 2001). Ezután a kutatók kiterjesztették vizsgálataikat más fajokra is, például a szabadföldön termesztett gyümölcsfákra és zöldségfélékre. Ekkor már a kitűzött cél az volt, hogy javítsák a termésminőséget, növeljék a termésmennyiséget és meghosszabbítsák a betakarítási időt (Priel 2002).

2.6.2. A fotoszelektív árnyékoló hálók jellemzése, hatásuk a környezeti tényezőkre és a növényekre

A fotoszelektív hálók gyártása a különböző kromatikus adalékok, fényszóró és fényvisszaverő elemek hálóanyagokba történő bevitelén alapul. A fotoszelektív hálók közé tartoznak a színes hálók (pl. vörös, zöld, sárga, kék) és a semleges színű hálók (pl. gyöngy, szürke, fehér). A semleges színű hálók a látható tartománynál rövidebb vagy hosszabb spektrumsávokon módosítják a beérkező fényt (Shahak et al. 2008b).

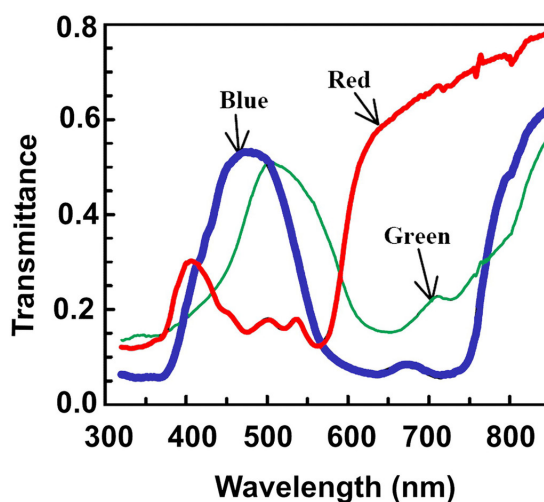
A fekete hálók csökkentik az alatta lévő növényeket érő fény mennyiségét, de nem befolyásolják a fény minőségét, mivel sem spektrális összetételét, sem a szórt/diffúz fény relatív mennyiségét nem módosítják. Az áttetsző hálók szétszórják a rajtuk áthaladó fényt, ezáltal diffúz fénné alakítják azt, de nem változtatják meg a fény spektrális összetételét (Shahak 2008a). A színes fotoszelektív hálók egyedisége abban rejlik, hogy a rajtuk áteresztett fényt szétszórják és spektrálisan módosítják. Mivel a fotoszelektív hálók lyukakat is tartalmaznak, a színes fotoszelektív műanyag szálak által szórt és spektrálisan módosított fény keveredik a lyukakon áthaladó természetes, nem módosult fénnel (Shahak 2004). Fontos megemlíteni, hogy a háló fotoszelektív hatása az idő múlásával változhat.

A színes árnyékoló hálókat azért is tesztelik sokan, mert az ezek segítségével végbemenő spektrális manipuláció (3. ábra) befolyásolhatja a növények növekedését és fejlődését (Stamps 2009). Ezenkívül a fény szórásával javítják a módosított fény behatolását a lombzat belsejébe (Shahak et al. 2008b). A színes árnyékolóhálók akár 50% -kal is növelhetik a szórt fény arányát (4. ábra) (Stamps 2009).

3. ábra: A fényáteresztés tartománya három fotoszelektív árnyékoló háló esetében

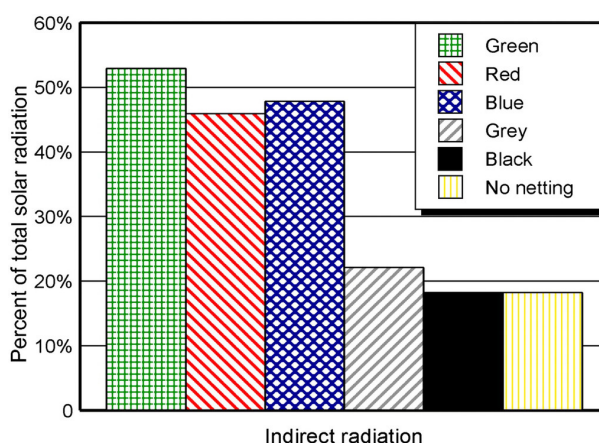
(Transmittance = átocsátás, Wavelength = hullámhossz, Blue = kék, Red = vörös, Green = zöld)

(Forrás: Oren-Shamir et al. 2001)



4. ábra: Diffúz fény mennyisége a fotoszelektív árnyékoló hálók alatt a hálóval nem takart területhez képest (Percent of total solar radiation = a teljes sugárzás százaléka, Indirect radiation = közvetett sugárzás, Green = zöld, Red = vörös, Blue = kék, Grey = szürke, Black = fekete, No netting = hálótakarás nélkül)

(Forrás: Oren-Shamir et al. 2001)



Arthurs és munkatársai (2013) árnyékolóházakat alakítottak ki vörös, kék, fekete és gyöngyszínű hálókkal Közép-Floridában. A kutatási eredmények alapján megállapították, hogy az átlagos napi maximális levegőhőmérséklet magasabb volt a színes árnyékolóházakban, mint a fekete árnyékolóházban és a nem árnyékolt környezetben. A legmagasabb napi levegőhőmérsékletet a vörös színű árnyékolóházban mérték.

Ombódi és munkatársai (2016) Magyarországon végzett, kislégterű fóliasátrak árnyékolásával kapcsolatos kutatásaik során azt tapasztalták, hogy a fehér, zöld és vörös háló nem befolyásolta a levegő átlagos hőmérsékletét, a sárga hálóval ellentétben, amely alatt a többi kísérleti parcellához képest szignifikánsan magasabb volt az átlagos levegőhőmérséklet. Emellett azt is megfigyelték, hogy a fehér és a sárga árnyékoló alatt termesztett étkezési paprikáknak magasabb volt a C-vitamin tartalma, mint a vörös árnyékoló alatt és az árnyékolás nélkül termesztett paprikáknak.

Ambrózy és munkatársai (2015) szintén étkezési paprikát árnyékoltak Magyarországon, de ők szabadföldi körülmények között, vörös, sárga, zöld és fehér hálóval. A sárga és vörös háló alatt szignifikánsan magasabb terméshozamot tapasztaltak az árnyékolás nélküli parcellához képest. Továbbá megállapították, hogy a nem árnyékolt paprikák több, mint 50% -kal kevesebb karotinoidot tartalmaztak, mint a fehér háló alattiak. A legkevesebb karotinoidot pedig a sárga és a vörös háló alatt lévő paprikák tartalmazták.

Szuvandzsiev és munkatársai (2015) a fehér, vörös, rózsaszín, sárga és zöld színű hálók kápia paprikára gyakorolt hatását vizsgálták, szintén szabadföldön és Magyarországon. A betakarítás során a sárga háló alatti állományok mutatták a legnagyobb termésmennyiséget, valamint az egészséges termések legnagyobb arányát is. Viszont a nem árnyékolt állomány eredményezte a legalacsonyabb termésátlagot, és a napégett bogyók legmagasabb arányát.

Caruso és munkatársai (2020) Dél-Olaszországban vizsgálták az 50% -os és 79% -os árnyékolás hatását rukkolára nézve. Az április-májusban, május-júniusban és június-júliusban történő termesztések során azt tapasztalták, hogy az árnyékolás csökkentette a terméshozamot a nem árnyékolt parcellához képest. Viszont megfigyelték, hogy a júliusban, 50% -os árnyékolás alatt termesztett rukkola terméshozama megelőzte az árnyékolatlan és a 79% -ban árnyékolt rukkola terméshozamát.

2.7. Saláta árnyékolásával végzett korábbi kísérletek eredményei

2.7.1. Az árnyékoló hálók környezeti tényezőkre gyakorolt hatása

Ilić és munkatársai (2017) arról számoltak be, hogy a kísérletük során alkalmazott árnyékoló hálók jelentősen csökkentették a besugárzást, és ezzel együtt a fotoszintetikusan aktív sugárzást is. Adataik azt mutatják, hogy Szerbiában egy átlagos júliusi napon mért maximális besugárzás árnyékolatlan körülmények között 890 Wm^{-2} , a fekete háló alatt 400 Wm^{-2} , a gyöngyszínű háló alatt 444 Wm^{-2} , a vörös háló alatt pedig 560 Wm^{-2} volt. A takarás nélküli területeken mért fotoszintetikusan aktív sugárzás maximális intenzitása elérte a

2020 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ értéket, míg a hálók alatti fotoszintetikusan aktív sugárzás maximális szintje 934 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ volt.

Ugyanakkor a hőmérsékletet nem tudták jelentősen csökkenteni az árnyékoló hálók, ezt alátámasztják Ilić és munkatársainak (2017), valamint Aires és munkatársainak (2020) szabadföldi viszonyok között végzett kísérleteinek eredményei is. Az utóbbi kutatók ezt a jelenséget azzal magyarázzák, hogy a növényeket kisebb, keskeny szélességű és nagy hosszúságú területen termesztették, és ezáltal a szél és a természetes konvekció jobb légcserét tett lehetővé.

Aires és munkatársai (2020) kutatásaik során azt tapasztalták, hogy az árnyékoló hálók képesek megnövelni a levegő relatív páratartalmát. Az általuk mért adatok alapján a levegő relatív páratartalma körülbelül 5% -kal magasabb volt a fekete és a Chromatinet® hálók alatt, az árnyékolás nélküli terület levegőéhez képest. Ezenkívül megjegyezték, hogy a kedvezőtlenül magas léghőmérséklet esetén a páratartalom növekedése magasabb vízpotenciált eredményez a levélben, és így a kisebb mértékű stressz, valamint a jobb víz- és tápanyagfelvétel miatt a növény hajlamosabb a szárazanyag felhalmozására.

2.7.2. Az árnyékolás hatása a salátára nézve

A kutatók megfigyelték, hogy a különböző színű árnyékoló hálók hatására nőtt a saláta levélfelület-indexe (Aires et al. 2020, Ilić et al. 2017). Ezt a jelenséget azzal magyarázzák, hogy az árnyékolás hatására kialakult alacsonyabb PPFD-hez alkalmazkodva a növény vékonyabb és nagyobb kiterjedésű leveleket fejleszt, hogy ezzel is javítsa fényelnyelésének hatékonyságát (Stagnari et al. 2015). Wolff és Colman (1990) viszont egyes saláta fajtáknál azt tapasztalta, hogy azok levélfelület nagysága ugyanakkora volt az árnyékolt és az árnyékolás nélküli körülmények esetén is. A két kutató szerint ezek a saláta fajták nem voltak képesek morfológiailag alkalmazkodni az árnyékoláshoz, és ezt az eredményt a növények korlátozott genetikai képességére vezették vissza.

Ilić és munkatársai (2017) Szerbiában folytatott kísérleteik során azt tapasztalták, hogy az árnyékoló háló alól betakarított salátafejeket szignifikánsan nagyobb fejtömeg és fejmérő jellemezte az árnyékolás nélküli területen betakarított salátákhoz képest. Az árnyékolást vörös, fekete, kék és gyöngyszínű hálókkal végezték. A saláták fejtömege és fejmérője a gyöngyszínű háló alatt volt a legnagyobb. Ezenkívül azt is tapasztalták, hogy az árnyékolt levelek intenzívebb zöld tónussal és puhább tapintással rendelkeztek, mint a nem árnyékolt levelek. Aires és munkatársai (2020) azt állapították meg Brazíliában, hogy az általuk vizsgált

saláta fajták nagyobb arányban képeztek fejet az árnyékoló hálók alatt, mint az árnyékolás nélküli környezetben.

Wolff és Coltman (1990) kísérletüket két különböző időszakban is elvégezték a Hawaii-szigeteken. Megfigyelték, hogy az ősszel termesztett ‘Salinas’ és ‘Amaral 400’ saláta fajták termés hozama lineárisan csökkent a 30%, 47%, 63% és 73% -os árnyékolás hatására, míg tavasszal ugyanezeknek a fajtáknak a hozama 22% -kal, illetve 40% -kal volt nagyobb például 30% -os árnyékolás esetén, az árnyékolás nélküli salátákhoz képest. A két kutató a ‘Parris Island Cos’ saláta hozamán viszont nem tapasztalt jelentős változást a különböző árnyékolási szintek, illetve a két termesztési időszak esetében sem.

Otto és munkatársai (2013) kísérletükben ötféle termesztési módszert hasonlítottak össze Brazíliában: a salátákat Aluminet 40-O® és ChromatiNet Vermelha® 40 árnyékoló hálók alatt, alacsony fólia alagútban, nem szőtt kelmével közvetlenül lefedve, illetve természetes körülmények között termesztették. Eredményeik alapján megállapították, hogy a ChromatiNet által kialakított mikroklíma kevésbé volt optimális a másik négy módszerhez képest, a megfelelő méretű és minőségű salátafejek előállításának szempontjából.

Egyes kutatási eredmények azt igazolják, hogy a saláták árnyékolása hatással lehet azok beltartalmi jellemzőire is. Ezt támasztják alá többek között Mastilović és munkatársai (2019) Szerbiában végzett kutatásai, amelyek során kék, vörös, fekete és gyöngyszínű hálót alkalmaztak. Eredményeik alapján megállapították, hogy a kék színű árnyékolóháló alatt termesztett salátákban szignifikánsan magasabb volt a klorofill tartalom, mint a többi salátában. Továbbá azt tapasztalták, hogy a levelek klorofilltartalma a vörös és a fekete árnyékolóhálók alatt ugyanannyi volt, mint a nem árnyékolt növények esetében, valamint, hogy a gyöngyszínű háló alatt növekedett saláta levelek klorofilltartalma szignifikánsan alacsonyabb volt az összes többi kezeléséhez képest. Több egyéb kutatási eredmény is beszámol arról, hogy az árnyékolt saláta levelek az árnyékolást nélkülöző levelekhez képest több klorofillt tartalmaznak (Ilić et al. 2017, Ilić et al. 2019, Stagnari et al. 2015).

Ilić és munkatársai (2017) kutatásaik alapján azt állították, hogy a gyöngyszínű árnyékoló háló alól származó salátalevelek szignifikánsan magasabb fenol és flavonoid tartalommal, illetve szignifikánsan magasabb antioxidáns kapacitással voltak jellemezhetők, mint a kék, vörös vagy fekete árnyalatú hálók alatt növekedett saláta levelek. A nem árnyékolt növények antioxidáns tulajdonságai azonban a gyöngy színű háló alól származó növényekével megegyezők voltak, annak ellenére, hogy az előbbieket alacsonyabb fenol és flavonoid tartalommal bírtak.

Mastilović és munkatársai (2019) arról számoltak be, hogy a nyári időszakban árnyékolás nélkül termesztett saláta a magasabb fenoltartalom, valamint a magasabb szerves sav, vagyis az almasav és különösen a citromsav, illetve a borostyánkősav tartalma miatt keserű ízű lehet, így a fogyasztók számára az kevésbé elfogadható. Véleményük szerint a kisebb mértékben érvényesülő stressztényezők hatására volt alacsonyabb fenol tartalma az árnyékoló hálók alatt termesztett salátáknak, és szerintük ezek ízben elfogadhatóbbak lennének a fogyasztók számára.

Összegezve a fentieket, az árnyékoló hálók alkalmazása bizonyítottan befolyásolhatja a saláta mikroklímáját, fejlődési tulajdonságait, morfológiai jellemzőit, beltartalmi értékeit és ezekkel összefüggésben a saláta termés minőségi és mennyiségi paramétereit. Az árnyékolás hatása változatos, függ az árnyékoló háló tulajdonságaitól, például a színétől, ezen kívül az időjárástól, a termesztett saláta fajtájától és a termesztési időszaktól.

3. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

3.1. Vizsgálati körülmények

A kísérleteket a MATE Nonprofit Kft. Kertészeti Tanüzemében végeztük, 2023-ban. A terület talaja homokos vályog, kémhatása semleges (pH: 7,1), sótartalma alacsony ($< 0,02\%$). A talaj humusz és nitrogén ellátottsága gyenge, foszfor és kálium tartalma jó.

A két kísérlet ideje alatt a tanüzem üvegházához tartozó klímakomputer rögzítette a szabadtéri léghőmérséklet- és besugárzási adatokat. Az első kísérlet során (2023. 05. 12. -2023. 06. 26.) a levegő átlaghőmérséklete $18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, az átlagos napi besugárzás $250,3\text{ W/m}^2$, a teljes termesztési időszak sugárzási összege pedig $67\,391,6\text{ J/cm}^2$ volt. A második kísérlet alatt (2023. 07. 06. -2023. 08. 18.) a levegő átlaghőmérséklete $21,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, az átlagos napi besugárzás $274,2\text{ W/m}^2$, a teljes termesztési időszak sugárzási összege pedig $70\,524\text{ J/cm}^2$ volt.

3.2. Alkalmazott termesztéstechnológia

A két kísérlet során a Rijk Zwaan Budapest Kft. által forgalmazott Beduina RZ nevű fejes saláta hibridet alkalmaztuk, amely tavaszi, nyári és őszi termesztésre is javasolható. A drazsírozott és kalibrált saláta magokat 66 cellás, 40 cm^3 cellatérfogatú palántanevelő tálcákba vettem el, erre az első kísérlethez április 17-én, a második kísérlethez pedig június 16-án került sor. A palántanevelő tálcákat vetés előtt Durpeta Profi Mix 2 típusú tőzeggel töltöttem fel.

A kísérletek előtt közvetlenül 5 kg/m^2 szarvasmarha trágya került bedolgozásra a talajba. A 4-5 lomblevéllel rendelkező saláta palántákat négy darab, egymástól 100-110 cm-re lévő bakhátba ültettem ki ikersoros elrendezésben, az első, tavasz végi- nyár eleji kísérlethez május 12-én, a második, nyári kísérlethez pedig július 6-án. A bakhátak magassága 15-20 cm, koronaszélessége pedig 60 cm volt. A bakhátakat a gyomok elleni védekezés céljából biológiailag lebomló talajtakaró fóliával (KITE, Nádudvar) takartuk le, amely kukorica- és burgonyakeményítő, továbbá szén felhasználásával készült. Minden bakhát talajtakaró fóliája alá, az ikersor közé csepegtető szalagot fektettünk le. A saláták sor- és tőtávolsága $30 \times 30\text{ cm}$ volt. Az ikersor egyik sorát képező saláták a másik sorát alkotókhoz képest egy fél tőtávval elcsúsztatva helyezkedtek el.

A piacképes saláták betakarítása több menetben történt. Az első kísérlet esetén június 15-én, 19-én, 22-én és 26-án négy menetben, a második kísérlet esetén pedig augusztus 9-én, 13-án és 18-án három menetben takarítottam be a növényeket. Azokat a salátákat tekintettem piacképesnek, amelyek összeborult levelei tömör fejet képeztek és felülről tapintva már kemények voltak.

3.3. Kísérletek felépítése

Az első kísérlethez 50 darab, a második kísérlethez pedig 44 darab palánta került kiültetésre. A kísérletek során a növényállományt zöld, piros és sárga színű, 34 g/m² tömeggel rendelkező Raschel hálókkal (Első Magyar Kenderfonó Zrt, Szeged) árnyékoltam (5. ábra). Mivel a piros hálót a két kísérletemet megelőzően már más is alkalmazta, a napfény rózsaszínné fakította a színét, mire az én kísérleteimhez is felhasználásra került. Az árnyékoló hálókat polipropilén kötözőzsineg segítségével kezelésként nyolc darab fából készült karóhoz rögzítettem, a bakhátak tetejétől számítva 50 cm magasságban. A hálók hossza 810 cm, szélessége pedig 100 cm volt.

5. ábra: Az árnyékoló hálók és a második kísérlet saláta állománya
(Forrás: saját fotó)



Az első kísérlet ideje alatt, a különböző környezeti tényezők hatására az árnyékoló hálók kis mértékben megnyúltak. Ezért az első és a második kísérlet közötti időszakban a hálókat megigazítottam és az árnyékolók szerkezetét a karók között átlósan, X alakban kifeszített műanyag zsinegekkel egészítettem ki, hogy megelőzzem a hálók nagyobb mértékű belógását a karók között.

3.4. Vizsgált paraméterek

A léghőmérsékletet és a levegő relatív páratartalmát a bakhátak tetejétől számítva 10 cm-es magasságban mértük. Az adatokat Voltcraft TR 71 típusú termorekorderek rögzítették, fél órás időintervallumokban. A leárnyékolt adatrögzítőket a kísérleti parcellák közepén helyeztük el. A két termesztési időszakra vonatkozó szabadtéri léghőmérséklet- és besugárzási adatok a kísérlet helyszínétől kevesebb mint 50 m-re elhelyezkedő üvegház klímakomputerének adatbázisából kerültek kigyűjtésre.

A különböző színű Rashcel hálók árnyékoló képességét két különböző eszközzel is lemértük a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem munkatársainak segítségével. Az első alkalommal AP4 Levél Porométerrel mértük meg a hálók árnyékolási százalékát. A méréseket május 23-án fél 12 körül végeztük, mind a négy parcellában felhőborítás nélküli időjárási viszonyok között. A második alkalommal Gossen MACOSPEC BASE spektrométerrel történt a hálók árnyékolási százalékának és az általuk áteresztett fény spektrumösszetételének rögzítése. A mérések augusztus 22-én reggel háromnegyed 9-kor történtek felhőmentes körülmények között, először mindig a háló fölött, majd a háló alatt, hálónként 2-2 ismétlésben.

A saláta levelek relatív klorofill tartalmának mérése Minolta SPAD (Soil Plant Analysis Development) 502 készülékkel történt. A SPAD értékek mérésére a növényállomány kiültetése után, heti rendszerességgel került sor. Minden kísérleti parcellában alkalmanként 30-30 mérést végeztem. A vizsgálat során közel azonos fejlettségi állapotban lévő levelekről gyűjtöttem adatot.

A színmérést Sheen Micromatch Plus színmérő készülékkel végeztem, összesen egy alkalommal, az első kísérlet 2. szedése során betakarított salátákon. A vizsgálat a legfiatalabb olyan levélen történt, amely már nem vett részt a saláta fej képzésében. A mérési eredményeket a CIE L^*a^*b színtér segítségével értelmeztem.

A fejtömeg leméréséhez a kemény, tömör fejjel rendelkező salátákat takarítottam be. A fejeket úgy vágtam ki, hogy ne maradjon róluk vissza levél a területen. A szedést követően minden fej tömegét percekben belül lemértem, és az így kapott mérési adatok képezték a bruttó

fejtömeg adatokat. Nettó fejtömegként pedig a saláták sérült, szennyezett alsó leveleinek eltávolítása után lemért tömege került feljegyzésre. Az első kísérlet első szedése esetén tíz gramm pontossággal, a többi szedés után pedig gramm pontossággal rögzítettem a digitális mérleg által lemért tömeg adatokat. A tisztítási veszteséget a különböző parcellákból betakarított saláták átlagos bruttó- és nettó fejtömege segítségével határoztam meg. Ennek kiszámolása úgy történt, hogy a bruttó és a nettó fejtömeg érték különbségét elosztottam a bruttó fejtömeg értékkel.

A saláták átlagos fejátmérőjét colostok segítségével mértem meg. A saláták koszos, sérült leveleit ekkorra már eltávolítottam. Minden salátát fejjel lefelé fordítottam, lemértem a fej legnagyobb és legkisebb átmérőjét, majd kiszámoltam a kapott eredmények átlagát.

Az augusztus 4-én keletkező vihart követő második napon összehasonlítottam az árnyékolás és az árnyékolás nélküli növényállomány károsodásának mértékét. A saláták állapotát fényképpel dokumentáltam.

A többi menetben történő betakarítás eredményei alapján kiszámoltam, hogy a különböző színű árnyékoló hálók befolyásolták-e a saláták tenyészidejének hosszát.

Továbbá a második kísérlet során azt is megvizsgáltam, hogy kísérleti parcellánként hány darab kiültetett palánta rendelkezik napégett levélszéllel. Az égés tüneteit mutató saláták megszámlálása a palánták kiültetését követő negyedik napon történt.

3.5. A vizsgálati eredmények kiértékelése

A kapott adatok statisztikai kiértékelése a Microsoft Excel szoftver Analysis ToolPak programcsomagjával történt. A kezelésenkénti összes adat felhasználásával vizsgált paraméterenként egytényezős varianciaanalíziseket végeztem a hálók színét tényezőként kezelve. A tenyészidő során többször is vizsgált relatív klorofill tartalom esetében kéttényezős varianciaanalízist is végeztem, ahol az árnyékolási kezelések mellett a mérések időpontját tekintettem másik tényezőnek. Mindkét esetben amennyiben a varianciaanalízis eredménye szerint a p-érték 0,05-nél kisebb lett, úgy tekintettem, hogy az adott tényező szignifikáns hatással volt az adott paraméterre 95% -os valószínűségi szinten. A kezelésatlagok statisztikai alapú szétválasztása a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján történt, 95% -os valószínűségi szinten (SzD5%). Amennyiben két kezelés között nagyobbnak adódott, mint az SzD5% érték, akkor azt szignifikáns mértékűnek tekintettem. A léghőmérséklet és bruttó fejtömeg közötti összefüggést a kezelések átlagadatainak felhasználásával, korreláció- és regresszióanalízisek elvégzésével vizsgáltam.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

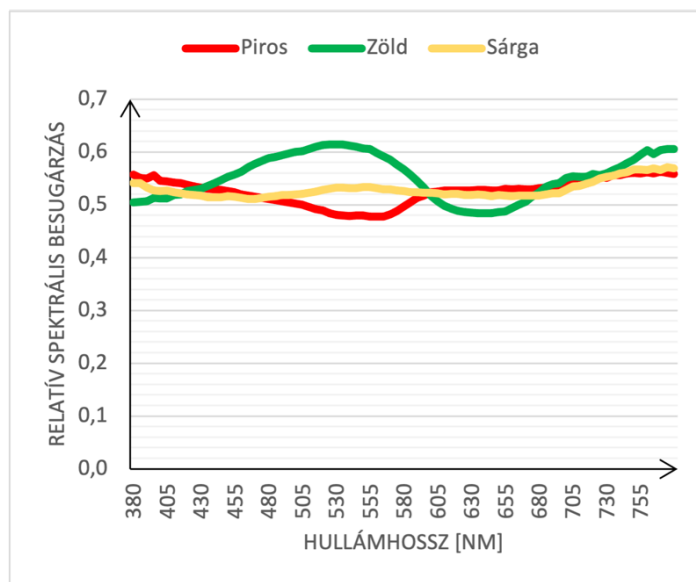
4.1. Színes műanyaghálók árnyékoló képessége és fényspektrumot módosító hatása

A porométerrel, pontosabban az abba beépített PAR mérővel, végzett mérések alapján a zöld hálónak 29%, a piros hálónak 23%, a sárga hálónak pedig 19% volt az árnyékoló képessége. Ezek az eredmények alátámasztják Al-Helal és Abdel-Ghany (2010) megfigyelését, amely szerint a világos színű hálók nagyobb fényáteresztő képességgel rendelkeznek, mint a sötétek. Meglepődve tapasztaltam, hogy a második, spektrométerrel történő mérések esetén ezektől jelentősen eltérő eredményeket kaptam. Itt ugyanis jóval magasabb és közel azonos volt a hálók árnyékolási aránya: a zöld hálónak 52%, a piros hálónak 49%, a sárga hálónak pedig 51%. A két mérés egymástól eltérő eredményeinek magyarázata lehet az, hogy a két mérés időpontja különbözött egymástól, és ezért a háló felületére érkező napsugarak beesési szöge is különböző volt. Az eltérő eredményeket azzal is meg lehet indokolni, hogy az első mérés alkalmával az árnyékolás nélküli területeken mért PPFD átlagos értéke $1820 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ volt, míg a második mérésnél ez az érték csak $900 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ volt. Két különböző mérési eszköz használata egy másik indoka lehet ennek. Szintén magyarázat lehet az, hogy a két eszköz a mérések során talán nem ugyanakkora távolságra volt a hálóktól.

A 6. ábra megfigyelhető, hogy a három különböző színű háló egymástól eltérő mennyiségben és arányban engedte át a különböző hullámhosszú fénysugarakat a PAR tartományban. A PAR régió belül a zöld háló a zöld és a kék tartományban engedte át nagyobb mértékben a fényt, kisebb mértékben pedig a vörös tartományban, a teljes megvilágításban mért fény spektrális összetételével összehasonlítva. A piros háló az ibolya és vörös fényt nagyobb mértékben, legkevésbé pedig a zöld fényt engedte át a PAR tartományban. A sárga háló az ibolya, zöld és vörös fényt engedte át nagyobb mértékben a PAR tartományban, legkevésbé pedig a kék fényt. Az Oren-Shamir és munkatársai (2001) által alkalmazott zöld és piros hálók ugyanezekben a tartományokban, hasonló irányba módosították a fény spektrális összetételét (3. ábra). Azonban azt feltételezem, hogy az általuk használt hálók nagyobb árnyékolási aránnyal és intenzívebb színnel rendelkezhettek, mert egyes tartományokban a mi eredményeinkhez képest jóval nagyobb mértékben csökkentették a besugárzást.

6. ábra: Az árnyékoló hálók által átengedett fény spektrális összetétele a PAR tartományban, a teljes megvilágításhoz képest

(Forrás: saját munka)



4.2. Első kísérlet eredményei

4.2.1. A levegő hőmérséklete és páratartalma

A léghőmérséklet és páratartalom adatok egy-egy mérőeszköz eredményei, nem volt ismételtes a mérésben. Így ezek inkább csak tájékoztató jellegű eredmények.

Az első kísérlet során a levegő átlaghőmérséklete az árnyékolás nélküli területen 21,7 °C, a zöld háló alatt 21,2 °C, a piros háló alatt 21,4 °C, a sárga háló alatt pedig 21,3 °C volt. Az adatok azt igazolják, hogy az árnyékolóhálók nem tudták jelentős mértékben csökkenteni a léghőmérsékletet. Ehhez hasonlóan Ilić és munkatársainak (2017), valamint Aires és munkatársainak (2020) szabadföldi kísérleteiben sem módosította jelentős mértékben az árnyékolóháló a hőmérsékletet.

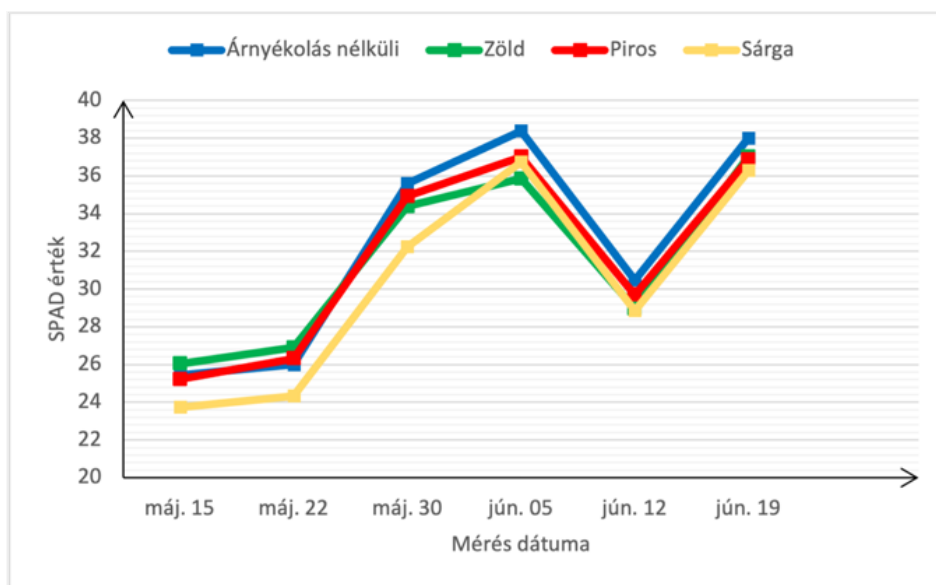
Az átlagos relatív páratartalom az árnyékolás nélküli területen 69%, a zöld háló alatt 72%, a piros háló alatt 70%, a sárga háló alatt pedig 71% volt. Habár Aires és munkatársainak (2020) kísérleteiben az árnyékolás 5% -kal magasabb páratartalmat eredményezett, az első kísérletemben nem mutatkozott ekkora mértékű különbség a parcellák között.

4.2.2. Relatív klorofill tartalom

Az első kísérletben a 3. és 4. alkalommal mért SPAD értékek esetén jelentkezett szignifikáns eltérés a kezelések között. A 3. mérésnél a sárga hálóval takart állomány értékei szignifikánsan alacsonyabbak voltak a többi parcella eredményeihez képest. A 4. mérés esetén az árnyékolás nélküli kezelésben mért értékek szignifikánsan a legmagasabbak voltak. A többi mérés esetében nem volt jelentős eltérés a kezelések között.

Az összes mérés eredményét együtt vizsgálva a kéttényezős varianciaanalízis eredményei alapján kijelenthető, hogy mind az árnyékolás ($p = 8,76 \cdot 10^{-6}$), mind a mérések időpontja ($p = 9,20 \cdot 10^{-151}$) szignifikáns hatással volt a relatív klorofilltartalom alakulására. A 7. ábra jól mutatja, hogy az első kísérlet salátaállományának SPAD értékei az első két mérés során jelentősen alacsonyabbak voltak, mint a későbbi mérések során. Május 22-től az eredmények erősen növekvő tendenciát mutattak, majd június 5-től jelentős visszaesés történt. Június 12-től viszont a SPAD értékek ismét növekedtek, egészen a betakarításig (7. ábra).

7. ábra: Az árnyékolás és a háló színének SPAD értékre gyakorolt hatása az első kísérletben
(Forrás: saját munka)



A kéttényezős varianciaanalízis alapján a hat mérés átlagában a sárga hálóval takart állománynak szignifikánsan kisebb volt a relatív klorofill tartalma a többi kezeléséhez képest. A zöld és a piros hálóval árnyékolta, illetve az árnyékolás nélküli saláták eredményei között viszont nem volt jelentős különbség a klorofill tartalom tekintetében. Ehhez hasonlóan Mastilović és munkatársainak (2019) kísérletében sem mutatkozott jelentős eltérés a piros és fekete hálóval árnyékolta, illetve árnyékolás nélküli állományok klorofill tartalma között.

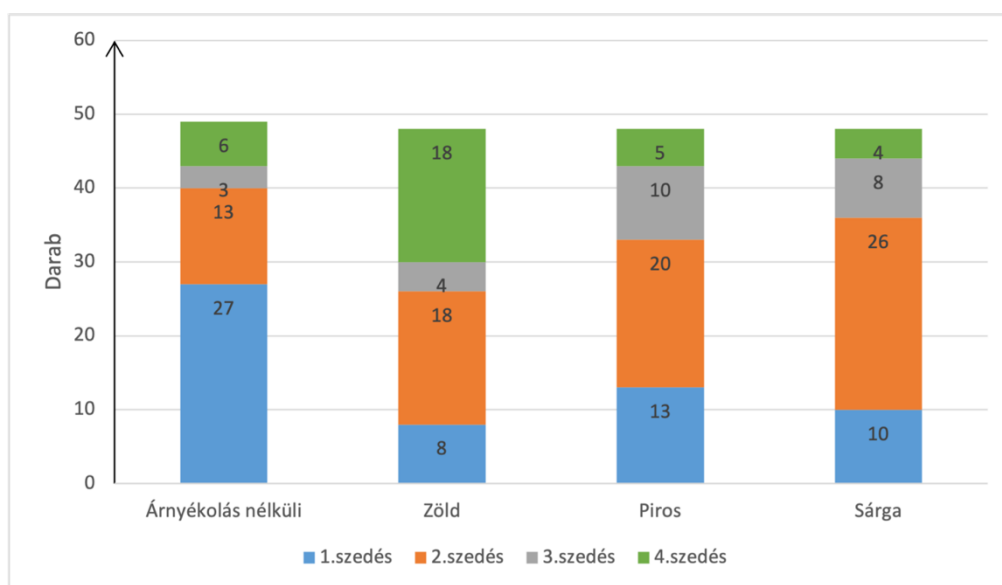
4.2.3. Betakarított tövek száma és tenyészidő hossza

Az első kísérlet során az árnyékolás nélküli parcellából 49 darab, a zöld, piros és sárga háló alól pedig 48 darab fejcsalátát került betakarításra.

A saláták kiültetésétől számított átlagos tenyészideje az árnyékolás nélküli területen 36,8 nap, a zöld háló alatt 40,2 nap, a piros háló alatt 38,3 nap, a sárga háló alatt pedig 38,3 nap volt. A 8. ábra megfigyelhető, hogy az első szedés alkalmával a nem árnyékolt parcellában jóval több piacképes növényt tudtam betakarítani, mint a többi parcellában. A zöld hálós árnyékolt parcellából került ki a legtöbb olyan saláta, amely csak a harmadik vagy negyedik szedés időpontjára vált piacképesé és a többinél hosszabb tenyészidőre volt szüksége a teljes kifejlődéshez, befejezéshez. Ennek egyik lehetséges magyarázata az, hogy a zöld háló rendelkezett a legnagyobb árnyékolási aránnyal, tehát az alatta lévő salátákat a többihez képest kevesebb fény érte, és emiatt kevesebb szárazanyagot tudtak előállítani meghatározott időtartam alatt.

8. ábra: Az első kísérlet során a különböző parcellákból betakarított saláták számának eloszlása a szedési alkalmak között

(Forrás: saját munka)



4.2.4. Fejtömeg és fejátmérő

A négy szedés során mért fejtömeg eredmények az első két szedés esetében, a fejátmérő adatok pedig az első kettő és a harmadik szedés esetében mutattak szignifikáns eltérést a parcellák között.

Az első alkalommal szedett, piros hálóval árnyékolt salátáknak szignifikánsan nagyobb volt az átlagos bruttó fejtömege, mint a zöld hálóval árnyékolt és az árnyékolás nélküli salátáknak (1. táblázat). A zöld hálóval árnyékolt saláták fejtömegénél a sárga hálóval árnyékolt növények is szignifikánsan nagyobb fejtömeggel rendelkeztek. A második szedésnél szintén nagyobb fejtömeg jellemezte a piros és a sárga hálóval árnyékolt salátákat, mint a zöld hálós parcellából származókat. Az összes szedés együttes eredményét tekintve az árnyékolás nélküli parcellában volt szignifikánsan a legkisebb a saláták bruttó fejtömege, annak ellenére, hogy az első és a második szedés alkalmával a zöld háló alól kerültek ki a legkisebb tömegű fejek. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a zöld háló alatt a saláták a többi parcellában lévő növénynél később képeztek fejet, és így a tenyészidejük is hosszabb volt, tehát az utolsó két szedés során került betakarításra a legtöbb zöld háló alól származó saláta. Ezeknek a növényeknek több idejük volt a szervesanyag felhalmozásra az első két alkalommal szedett salátákhoz képest, ezért az ekkor betakarított salátáknak már nagyobb volt a fejtömege, mint a korábbiaknak. A nem árnyékolt saláták legnagyobb arányban az első két szedés során lettek betakarítva, mert viszonylag korán fejesedtek, és ezért nem volt annyi idejük a szervesanyag felhalmozására, mint a zöld háló alatt növekvő, csak később fejesedő salátáknak. Ilic és munkatársainak (2017) tapasztalatai alátámasztják az összes szedés átlagának együttes vizsgálata során kapott eredményeket, amely szerint szignifikánsan nagyobb fejtömeggel rendelkeztek az árnyékolt saláták a nem árnyékolt növényeknél.

1. táblázat: Az árnyékolás és a háló színének hatása a saláták bruttó fejtömegére nézve
(Forrás: saját munka)

	Bruttó fejtömeg (g/növény)				
	1. szedés (jún. 15.)	2. szedés (jún. 19.)	3. szedés (jún. 22.)	4. szedés (jún. 26.)	Összes szedés
Árnyékolás nélküli	518 bc*	636 ab	630	911	604 b
Zöld	494 c	611 b	768	926	723 a
Piros	602 a	696 a	816	990	726 a
Sárga	556 ab	692 a	854	1009	717 a
p-érték	0,0014	0,0243	0,1154	0,7092	0,0012
SzD5%	51	76	-	-	71

*Adott oszlopon belül az azonos betűvel jelzett kezeléscsoportok nem különböznek egymástól 95% -os valószínűségi szinten a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján

Az átlagos tisztítási veszteség a zöld hálóval árnyékolt területen 7%, a többi parcella esetén pedig 6% volt. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a különböző kezelések nem befolyásolták jelentősen a tisztítási veszteség értékének alakulását. A saláták nettó fejtömege átlagosan 45 g-mal volt kisebb a bruttó fejtömegüknél. A második két alkalommal betakarított, több mint 800 g-os nettó fejtömeggel rendelkező saláták már nem feltétlenül feleltek meg a piaci elvárásoknak, mert általában a fogyasztók inkább az ennél kisebb fejeket keresik. Az összes szedés együttes eredményeit tekintve a nem árnyékolt és az árnyékolt saláták átlagos nettó fejtömege több mint kétszer nagyobb volt az Ilić és munkatársai (2017) által vizsgált saláták fejtömegénél.

A legkisebb fejátmérővel rendelkező saláták minden szedésnél az árnyékolás nélküli parcellából származtak (2. táblázat). Az első alkalommal szedett, nem árnyékolt saláták átlagos fejátmérője szignifikánsan kisebb volt az árnyékolt salátákénál. A második alkalommal betakarított, nem árnyékolt saláták fejátmérője a piros és a sárga hálóval takart saláták fejátmérőjétől különbözött szignifikánsan. A negyedik szedés esetén a piros háló alól betakarított saláták fejátmérője volt szignifikánsan a legnagyobb, szignifikánsan a legkisebb pedig a nem árnyékolt és a sárga hálóval árnyékolt növényeké volt. Az összes szedés együttes átlagát tekintve a nem árnyékolt saláták fejátmérője volt szignifikánsan a legkisebb. Az első szedés eredményei, valamint az összes szedés együttes eredménye összhangban van Ilić és munkatársainak (2017) kísérleti eredményeivel, amelyben szintén a nem árnyékolt saláták fejátmérője volt szignifikánsan a legkisebb.

2. táblázat: Az árnyékolás és a háló színének hatása a saláták fejátmérőjére nézve
(Forrás: Saját munka)

	Fejátmérő (cm)				
	1. szedés (jún. 15.)	2. szedés (jún. 19.)	3. szedés (jún. 22.)	4. szedés (jún. 26.)	Összes szedés
Árnyékolás nélküli	30,3 b*	33,5 b	34,9	36,9 c	32,2 b
Zöld	32 a	34,7 ab	38,4	38,8 b	36,1 a
Piros	32,4 a	35,9 a	38,1	40,1 a	35,8 a
Sárga	32,9 a	35,8 a	38,9	37,8 c	35,8 a
p-érték	0,0046	0,0034	0,2442	0,0321	1,0896
SzD5%	1,7	1,6	-	1	1,3

*Adott oszlopon belül az azonos betűvel jelzett kezelések átlagok nem különböznek egymástól 95%-os valószínűségi szinten a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján

4.2.5. Egyéb megfigyelések

A saláta levelek színe nem különbözött egymástól jelentős mértékben az eltérő parcellákban, ezzel szemben Ilić és munkatársai (2017) kísérletében a külső levelek intenzívebb zöld tónussal rendelkeztek a színes árnyékolóhálók alatt.

Az első kísérlet során nem találtam napégés és egyéb, abiotikus tényező okozta tüneteket a salátákon.

4.3. Második kísérlet eredményei

4.3.1. A levegő hőmérséklete és páratartalma

A második kísérlet során az árnyékolás nélküli területen 24,5 °C, a zöld háló alatt 24,0 °C, a piros háló alatt 23,5 °C, a sárga háló alatt pedig 23,2 °C volt a levegő átlaghőmérséklete, tehát az első kísérlethez képest ebben az időszakban jóval melegebb volt. Ezt alátámasztják a már korábban is említett, klímakomputerből kigyűjtött hőmérséklet adatok. Meglepődve tapasztaltam, hogy bár a porométerrel végzett mérések alapján a kezelések közül a zöld hálónak volt a legnagyobb, a sárga hálónak pedig a legkisebb mértékű árnyékoló hatása, a kezelések közül mégis a zöld hálós árnyékolás eredményezte a legmagasabb, a sárga hálós pedig a legalacsonyabb léghőmérsékletet.

Az átlagos relatív páratartalom az árnyékolás nélküli területen 68%, a zöld háló alatt 71%, a piros és a sárga háló alatt pedig 72% volt. Az első kísérlet eredményeivel szemben itt nem a zöld hálós, hanem a piros és a sárga hálós árnyékolások eredményezték a legmagasabb relatív páratartalmat. A hálók ezúttal nagyobb mértékben növelték a páratartalmat, mint az első kísérletben.

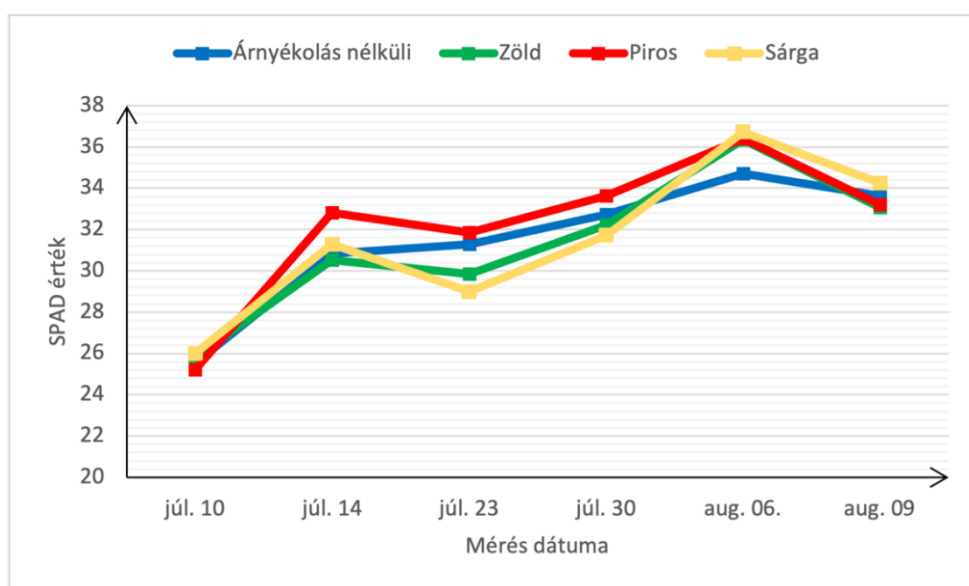
Az első kísérlethez hasonlóan a léghőmérséklet és páratartalom adatok itt is csak egy-egy mérőeszköz eredményei, tehát itt sem volt ismétlés a mérések során. Ezért olyan nagyon messzemenő következtetéseket nem szabad levonni ezekből az adatokból.

4.3.2. Klorofill tartalom

A második kísérlet során végzett relatív klorofill tartalom mérések közül csak a 3. mérés esetében jelentkezett szignifikáns eltérés a kezelésátlagok között (9. ábra). Itt az árnyékolás nélküli és a piros háló alatt lévő salátáknak volt szignifikánsan magasabb a relatív klorofill tartalma, a zöld és sárga háló alatti növényekhez képest.

A SPAD értékek az első kísérlet eredményeitől eltérő tendenciát mutattak (9. ábra). A növények relatív klorofill tartalmának kezdeti növekedését július 14-től enyhe csökkenés váltotta fel, majd a július 23-i mérést követően ezek az értékek ismét növekedtek. Az augusztus 6-i mérés után viszont ismét lecsökkent a növények relatív klorofill tartalma. Mivel itt már második alkalommal termesztettünk salátát ugyanazon a területen, és csak az első állományt megelőzően juttattunk ki trágyát, a könnyen felvehető nitrogén mennyisége jelentősen lecsökkenhetett a második állomány tenyészidejének második felére. Ezért az első kísérlet eredményeitől eltérő, tenyészidő végén jelentkező relatív klorofill tartalom csökkenést nagy eséllyel a rossz nitrogénellátottság okozta. Az összes mérést figyelembe véve, az első kísérlettől eltérően itt nem tapasztaltam szignifikáns eltérést a relatív klorofill tartalom tekintetében, a különböző kezelések között.

9. ábra: Az árnyékolás és a háló színének SPAD értékre gyakorolt hatása a második kísérletben
(Forrás: saját munka)



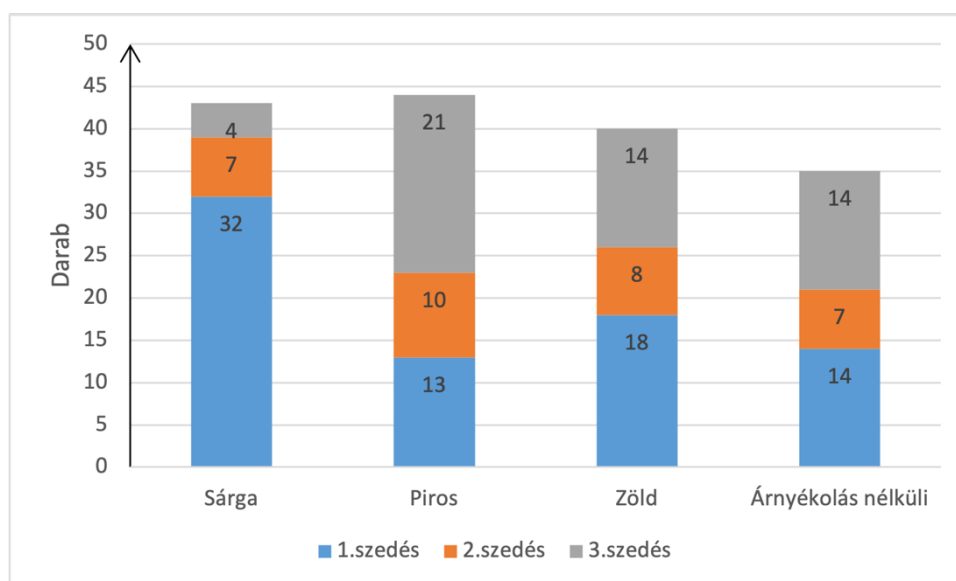
4.3.3. Betakarított tövek száma és tenyészidő hossza

Ahogy már korábban említettem, a második kísérlethez az elsőnél kicsivel kevesebb, 44 darab palántát ültettem ki parcellánként. Az árnyékolás nélküli parcellából 35 darab, a zöld háló alól 40, a piros háló alól 44, a sárga háló alól pedig 43 darab fejese salátát tudtam betakarítani. A nagy melegben történt ültetést követően a saláták magasabb eredési aránnyal rendelkeztek az árnyékolt területeken, mint a nem árnyékolt parcellában.

A második kísérlet során az árnyékolás nélküli területen 38,4 nap, a zöld háló alatt 38,0 nap, a piros háló alatt 39,2 nap, a sárga háló alatt pedig 35,5 nap volt a saláták kiültetéstől számított átlagos tenyészideje. Ebben a kísérletben a nem árnyékolt és a piros hálós árnyékolt saláták tenyészideje hosszabb, a zöld és a sárga hálós árnyékolt növényeké pedig rövidebb volt a korábbi kísérlet hasonló parcelláiból származó salátáinak tenyészidejéhez képest. A 10. ábra látható, hogy a sárga hálós árnyékolt területéről jóval több saláta került betakarításra az első szedés alkalmával, mint a többi parcellából. A harmadik szedési alkalommal a piros hálós kezelésből származott jóval több saláta, mint a többi parcellából. Az eltérések okát a rendelkezésemre álló adatok alapján nem tudom megmagyarázni. Míg az első kísérlet során a piros és a sárga hálós kezelésekből származó saláták mennyiségének eloszlása volt nagyon hasonló a szedési alkalmak között, addig itt az árnyékolás nélküli és a zöld hálós kezelésekből származó növények aránya volt hasonló a különböző betakarítási időpontokban.

10. ábra: A második kísérlet során a különböző parcellákból betakarított saláták számának eloszlása a szedési alkalmak között

(Forrás: saját munka)



4.3.4. Fejtömeg és fejátmérő

A három szedés során mért fejttömeg eredmények az első és a harmadik szedés esetében, a fejátmérő adatok pedig a második szedés esetében mutattak szignifikáns eltérést a kezelések között.

A második kísérletben a saláták fejttömege kisebb volt, mint az elsőben. Ez a jelenség megindokolható az előző termesztési időszaktól eltérő és a saláták számára már kedvezőtlenül magas léghőmérséklettel, illetve a csökkenő klorofill tartalommal kapcsolatban már korábban is említett, romló nitrogén ellátással. A piros és a sárga hálóval takart saláták átlagos bruttó fejttömege mind a három szedés esetében nagyobb volt a nem árnyékolt és a zöld hálóval árnyékolt saláták fejttömegénél (3. táblázat). Az első szedés során a piros és a sárga hálóval árnyékolt saláták fejttömege szignifikánsan nagyobb volt a másik két parcellából származó salátákéhoz képest. A harmadik szedésnél csak a sárga hálóval árnyékolt salátákat jellemezte a többenél szignifikánsan nagyobb fejttömeg. Az összes szedés együttes átlagát tekintve a piros és a sárga hálóval árnyékolt saláták fejttömege szignifikánsan nagyobb volt a nem árnyékolt és a zöld hálóval árnyékolt saláták értékeinél.

3. táblázat: Az árnyékolás és a háló színének hatása a saláták bruttó fejttömegére nézve
(Forrás: saját munka)

	Bruttó fejttömeg (g/növény)			
	1. szedés (aug. 9.)	2. szedés (aug. 13.)	3. szedés (aug. 18.)	Összes szedés
Árnyékolás nélküli	544 b*	560	601 b	570 b
Zöld	544 b	564,0	655 b	587 b
Piros	596 ab	618	678 b	640 a
Sárga	613 a	638	799 a	634 a
p-érték	0,0159	0,1564	0,0088	0,0025
SzD5%	55	-	80	43

*Adott oszlopon belül az azonos betűvel jelzett kezelések átlagok nem különböznek egymástól 95%-os valószínűségi szinten a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján

A tisztítási veszteség értékek az első kísérlethez hasonlóan itt sem különböztek egymástól jelentős mértékben. A zöld és a sárga hálóval takart saláták tisztítási vesztesége 7%, a másik két parcellából származó növényeké pedig 6% volt. A saláták nettó fejtömege átlagosan 40 g-mal volt kisebb a bruttó fejtömegüknél.

Az első kísérlet eredményeivel megegyezően itt is a nem árnyékolt salátákat jellemezte a legkisebb fejátmérő (4. táblázat). A második szedés esetében a nem árnyékolt saláták fejátmérője szignifikánsan csak a piros hálóval árnyékolt salátáknál volt kisebb. Az összes szedési eredmény tekintetében a piros és a sárga hálóval árnyékolt növényeknek volt szignifikánsan nagyobb fejátmérője a nem árnyékolt salátákhoz képest, ugyanúgy, mint az első kísérletben. Viszont attól eltérően a zöld hálóval árnyékolt és a nem árnyékolt saláták között nem mutatkozott szignifikáns különbség.

4. táblázat: Az árnyékolás és a háló színének hatása a saláták fejátmérőjére nézve
(Forrás: saját munka)

	Fejátmérő (cm)			
	1. szedés (aug. 9.)	2. szedés (aug. 13.)	3. szedés (aug. 18.)	Összes szedés
Árnyékolás nélküli	30,8	30,4 b*	31,8	31,1 c
Zöld	31,6	31,6 ab	32,3	31,8 bc
Piros	32,9	33,4 a	32,2	32,7 a
Sárga	31,8	32 ab	33,6	32 ab
p-érték	0,0617	0,0445	0,4027	0,0084
SzD5%	-	2,2	-	0,9

*Adott oszlopon belül az azonos betűvel jelzett kezeléscsoportok nem különböznek egymástól 95%-os valószínűségi szinten a Fisher-féle legkisebb szignifikáns differencia teszt alapján

4.3.5. Egyéb megfigyelések

A második kísérlet során megfigyelhettem napégés jeleit mutató salátákat. A nem árnyékolt saláták közül 35, a zöld háló alatt 22, a piros háló alatt 19, a sárga háló alatt pedig 15 darab saláta levelén voltak égésfoltok. Tehát az árnyékolt saláták között kezelésként jóval kevesebb napégett levéllel rendelkező növény volt, mint a nem árnyékolt saláták esetében, viszont az árnyékolók nem tudták teljes mértékben megakadályozni a napsugarak által okozott sérüléseket. A kísérletekben használt hálónál nagyobb árnyékolási aránnyal rendelkező hálók segítségével jobb eséllyel kerülhetünk volna el a sérüléseket.

11. ábra: Napégés jeleit mutató saláták a második kísérlet növényállományában
(Forrás: saját fotó)



12. ábra: Nem árnyékolt (bal oldal) és árnyékolt (jobb oldal) fejes saláták a vihar után
(Forrás: saját fotó)



Augusztus 4-én jégeső volt a tanüzemben, amely elszakította és kilyuggatta a saláták leveleit. Ahogy az a képeken is látható (12. ábra), a nem árnyékolt salátákban nagyobb kárt okozott a vihar, mint az árnyékolt növényekben. Ez a megfigyelés alátámasztja Castellano és munkatársainak (2008) állítását, amely szerint az árnyékolóhálók védelmet nyújtanak a jégesővel szemben.

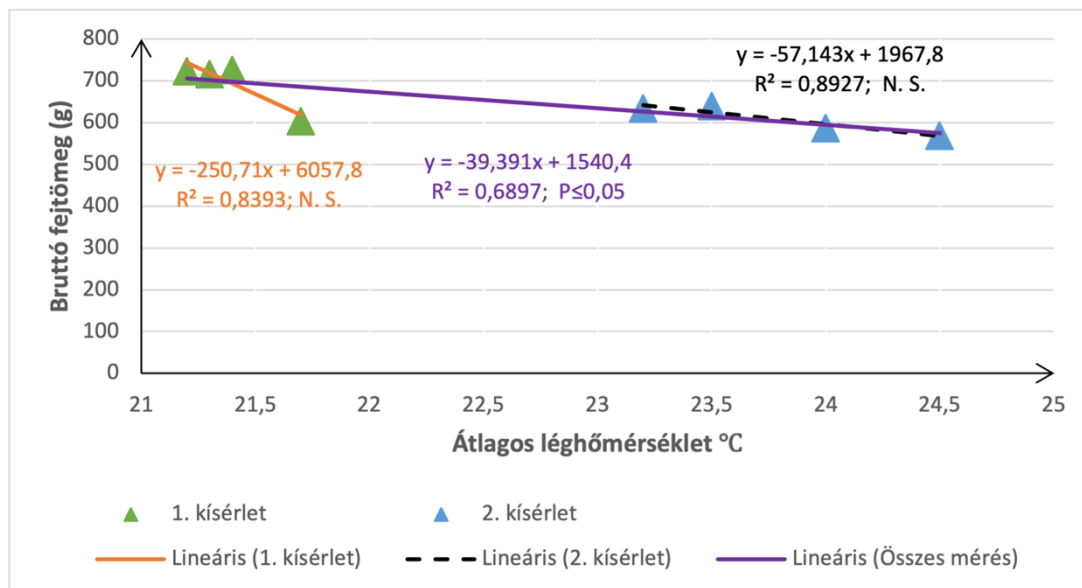
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A két kísérletem során azt tapasztaltam, hogy a különböző színű árnyékoló hálók nem tudták jelentős mértékben befolyásolni a saláták környezetének léghőmérsékletét. Ez megegyezik két korábban említett kutatás eredményeivel (Aires et al. 2020, Ilić et al. 2017).

Megvizsgáltam, hogy a kísérletek kezelésenkénti átlagadatai alapján volt-e összefüggés a léghőmérséklet és a bruttó fejtömeg között. Az első ($p = 0,084$) és a második ($p = 0,055$) kísérlet ezen eredményeit külön vizsgálva nem tapasztaltam szignifikáns mértékű összefüggést (13. ábra). A két kísérlet eredményeit együtt vizsgálva viszont szignifikáns erősségű összefüggés ($p = 0,011$) mutatkozott a léghőmérséklet és a fejtömeg között. Ez egy mérsékelt erős, negatív irányú összefüggés, tehát alacsonyabb léghőmérséklethez szignifikánsan magasabb bruttó fejtömeg társult.

13. ábra: Az átlagos léghőmérséklet és a bruttó fejtömeg összefüggése a kezelésenkénti átlagadatok alapján

(Forrás: saját munka)



A levegő páratartalmát csak kis mértékben tudták növelni az árnyékoló hálók, és az eredmények nem érték el az Aires és munkatársai (2020) által tapasztalt, különböző parcellák közötti 5% -os különbséget.

Mérési eredményeim alapján megállapítható, hogy az árnyékolás egyik kísérletben sem növelte szignifikánsan a saláták klorofill tartalmát, a nem árnyékolt salátákhoz képest. Ezzel szemben több külföldi kutatási eredmény is arról számolt be, hogy az árnyékolt salátáknak szignifikánsan

magasabb volt a klorofill tartalma, mint a nem árnyékolt növényeknek (Ilić et al. 2017, Ilić et al. 2019, Stagnari et al).

Horánszky és munkatársai (1979) azt állították, hogy a növények jobban fejlődnek narancssárga és szürke árnyékoló alatt, mint a zöld esetén. Véleményük szerint, ha az árnyékoló a narancs és vörös fénytartományokat erősíti, akkor ezzel növeli az asszimilációs teljesítményt. Ez összefügg Terbe (2004a) azon korábban már említett megállapításával, amely szerint a vörös tartományban tudják a legtöbb fényt elnyelni a növények, a zöld tartományban pedig a legkevesebbet. A két állítást alátámasztják az első kísérletem eredményei, amelyek alapján a piros és a sárga hálóval árnyékolt saláták gyorsabban fejlődtek, mint a zöld hálóval árnyékoltak. A második kísérletemben a sárga háló alatti saláták gyors növekedése szintén alátámasztja az állításokat, viszont ezeknek ellent mond az, hogy ebben a kísérletben a piros hálóval árnyékolt saláták lassabban fejlődtek, mint a zöld hálóval árnyékoltak. A kísérletek között tapasztalt ellentmondások tisztázása, valamint a különböző kezelések között mutatkozó eltérések megerősítése vagy elvetése végett úgy gondolom, hogy érdemes lehet a kísérletek újbóli elvégzése, mert a levélzöldségek viszonylag rövid ideig tárolhatóak, és ezért a termesztés szempontjából lényeges a betakarítás időzíthetősége.

Az eredményeim alapján kijelenthető, hogy nyáron a színes árnyékoló hálók használatával lehetséges növelni a saláták fejtömegét és fejátmérőjét, ezért ezeket érdemes lehet alkalmazni a nyári salátatermesztés során. Kísérleteim során azt tapasztaltam, hogy a különböző színű árnyékolóhálók egymástól eltérő hatással vannak a saláták fejlődésére. Mindkét kísérlet esetén a piros színű hálóval történő árnyékolás eredményezte a legnagyobb átlagos fejtömeget, ezért a zöld, a piros és a sárga hálók közül a piros háló használatát ajánlanám.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban a termelők egyre nehezebben tudnak jó minőségű és az elvárásoknak megfelelő mennyiségű zöldséget előállítani az abiotikus tényezők miatt, amelyeket a globális felmelegedés is befolyásol. Magyarországon a nyári saláta termesztés nem igazán népszerű, mert a meleg és többnyire száraz időszakban a megfelelő fejméretet gyakran nehéz elérni. Kisebb gazdaságokban előfordul, hogy Raschel háló alatt termesztene salátát, így védekeznek az erős napsugárzással szemben.

A színes árnyékoló háló a beérkező napsugarak mennyiségének csökkentésén kívül képes azok spektrális összetételén is módosítani, továbbá a direkt fény egy részét szórt fénné tudja alakítani. Külföldön már történtek kutatások, amelyek során a színes Raschel hálóval történő árnyékolás hatását vizsgálták saláta állományokon, de tudomásom szerint hazánkban még nem végeztek ezzel kapcsolatban kísérleteket. Ezért szakdolgozatomban arra törekedtem, hogy megvizsgáljam az eltérő színű Raschel hálók fejes saláta termesztésére gyakorolt hatását.

Két szabadföldi kísérletet (tavasz végi-nyári eleji és nyári) végeztünk a MATE Nonprofit Kft. Kertészeti Tanüzemében, amelyek során a Beduina RZ fejes saláta hibridet alkalmaztuk. A bakhátaba kiültetett, 30 x 30 cm-es térállású salátákat a kontrollcsoport mellett zöld, piros és sárga színű Raschel hálóval árnyékoltuk le.

A kísérletek eredményei szerint az árnyékolóhálók nem befolyásolták jelentős mértékben a léghőmérséklet és a páratartalom alakulását.

Az árnyékolás egyik kísérletben sem növelte szignifikánsan a saláták klorofill tartalmát, a nem árnyékoló salátákhoz képest. Az első kísérlet összes mérési eredményét figyelembe véve a kezelések közül csak a sárga hálós árnyékolás befolyásolta szignifikánsan a klorofill tartalmát, csökkentve annak értékét. A második kísérlet összes mérési eredményét tekintve nem alakult ki szignifikáns eltérés a parcellák között. Az első és a második kísérlet esetében is szignifikáns hatással volt a mérés időpontja a klorofill tartalom alakulására.

Az összes szedés együttes átlagát tekintve az első kísérletben mindhárom árnyékoló parcellában szignifikánsan nagyobb volt a saláták bruttó fejtömege, mint a nem árnyékoló növényeknek. A második kísérletben csak a piros és a sárga hálóval árnyékoló saláták fejtömege volt nagyobb a nem árnyékoló értékeinél. A saláták tisztítási veszteségére az árnyékolás nem volt szignifikáns hatással.

Az összes szedés együttes átlagát tekintve az első kísérletben szereplő saláták fejmérete mind a három árnyékoló parcellában szignifikánsan nagyobb volt, mint a nem

árnyékoltak fejátmérője. A második kísérletben csak a piros és a sárga hálóval árnyékolt növények fejátmérője volt szignifikánsan nagyobb a nem árnyékolt salátákénál.

A hálók módosították a saláták tenyészidejének alakulását, valamint a védelmükkel csökkentették a napégés tüneteit, illetve a jégeső okozta károsodás jeleit mutató saláták számát.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni Dr. Ombódi Attilának a két kísérlet megvalósításához és a szakdolgozatom megírásához nyújtott pótolhatatlan segítségét. Hálás vagyok Matthew Hayes-nak, hogy gazdasága vezetése mellett időt szánt rám, és segített elvégezni egy kísérletet, amely a szakdolgozatomban végül nem szerepel. Köszönöm Dr. Takács Sándornak és Dr. Balázs Lászlónak a porométerrel és a spektrométerrel végzett méréseket. Továbbá hálás vagyok Komjáti Blankának, Kele Norbertnek és családomnak segítségükért, sok-sok támogatásukért.

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Aires, E.S., Aragão, C.A., Gomes, I.L.S., Souza, G.N., Andrade, I.G.V., Oliveira, A.B.N. & Yuri, J.E. (2020): Growth and production of crisphead lettuce cultivars in protected cultivation and high temperatures. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 15(1): 1–9.
2. Al-Helal, I.M. & Abdel-Ghany (2010): Responses of plastic shading nets to global and diffuse PAR transfer: Optical properties and evaluation, *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 57(2): 125-132.
3. Ambrózy, Zs., Daoood, H., Nagy, Zs., Darázs Ledó, H. & Helyes, L. (2015): Effect of net shading technology and harvest times on yield and fruit quality of sweet pepper. *Applied Ecology and Environmental Research* 14(1): 99-109.
4. Arthurs, S.P., Stamps, R.H. & Giglia F.F. (2013): Environmental Modification Inside Photosensitive Shadehouses. *HortScience*, 48(8): 975-979.
5. Boros I. F. (2021): Saláta (*Lactuca sativa* L.) fajták produkciobiológiai jellemzése és komplex értékelése LED-es megvilágítási programok tesztelésével. Doktori (PhD) értekezés, MATE, Budapest, 177 p.
6. Briassoulis, D., Mistrionis, A. and Eleftherakis, D. (2007): Mechanical behaviour and properties of agricultural nets-Part I: Testing methods for agricultural nets. *Polymer Testing* 26(6): 822-832.
7. Caruso, G., Formisano, L., Cozzolino, E., Pannico, A., El-Nakhel, C., Rouphael, Y., Tallarita, A., Cenvinzo, V & De Pascale, S. (2020): Shading Affects Yield, Elemental Composition and Antioxidants of Perennial Wall Rocket Crops Grown from Spring to Summer in Southern Italy. *Plants*, 9(8): 933.
8. Castellano, S., Russo, G. & Scarascia Mugnozza, G. (2006): The influence of construction parameters on radiometric performances of agricultural nets. *Acta Horticulturae*, 718(1): 283-290.
9. Castellano, S., Scarascia Mugnozza, G., Russo, G., Briassoulis, D., Mistrionis, A., Hemming, S. & Waaijenberg, D. (2008): Plastic nets in agriculture: A general review of types and applications. *Applied Engineering in Agriculture*, 24(6): 799 – 808.
10. Chan, T.Y.K. (2011): Vegetable-borne nitrate and nitrite and the risk of methaemoglobinaemia. *Toxicology Letters*, 200: 107-108.
11. FAOSTAT. (2023): <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

12. Filius I. (1994): A zöldségtermesztés élettani alapjai. In: Balázs S. (szerk.): Zöldségtermesztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 694 p., 36-92. p.
13. Flint, L.H. & McAlister, E.D. (1937): Wave lengths of radiation in the visible spectrum promoting the germination of light-sensitive lettuce seed. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 96(2): 1 – 8.
14. Fu, W., Li, P. & Wu Y. (2012): Effects of different light intensities on chlorophyll fluorescence characteristics and yield in lettuce. *Scientia Horticulturae*, 120(4): 452-459.
15. Fu, Y., Li, H., Yu, J., Liu, H., Cao, Z., Manukovsky, N. & Liu, H. (2017): Interaction effects of light intensity and nitrogen concentration on growth, photosynthetic characteristics and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *youmaicai*). *Scientia Horticulturae*, 214: 51-57.
16. Fukuda, M., Matsuo, S., Kikuchi, K., Kawazu, Y., Fujiyama, R. & Honda, I. (2011): Isolation and functional characterization of the flowering locus T homolog, the LsFT gene, in lettuce. *Journal of Plant Physiology*, 168(13): 1602-1607.
17. Glenn, E.P. (1984): Seasonal effects of radiation and temperature on growth of greenhouse lettuce in a high insolation desert environment. *Scientia Horticulturae*, 22(1): 9-21.
18. Healey, K.D., Rickert, K.G., Hammer, G.L. & Bange, M.P. (1998): Radiation use efficiency increases when the diffuse component of incident radiation is enhanced under shade. *Australian Journal of Agricultural Research*, 49(4): 665-672.
19. Horánszky Zs., Szabó A. & Turi I. (1979): Műanyagok a mezőgazdaságban. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 325 p.
20. Huché-Thélier, L., Crespel, L., Gourrierc, J.L., Morel, P., Sakr, S. & Leduc, N. (2016): Light signaling and plant responses to blue and UV radiations-Perspectives for applications in horticulture. *Environmental and Experimental Botany*, 121: 22-38.
21. Ilić, S.Z., Milenković, L., Dimitrijević, A., Stanojević, L., Cvetković, D., Kevrešan, Ž., Fallik, E. & Mastilović J. (2017): Light modification by color nets improve quality of lettuce from summer production. *Scientia Horticulturae*, 226: 389-397.
22. Ilić, S.Z., Milenković, L., Šunić, L.J., Barać, S., Kevrešan, Ž., Mastilović, J., Cvetković, D. & Stanojević, L.J. (2019): Bioactive constituents of red and green lettuce grown under colour shade nets. *Emirates Journal of Food Agriculture*, 31(12): 937-944.
23. Jenni, S. & Yan, W. (2009): Genotype by environment interactions of heat stress disorder resistance in crisphead lettuce. *Plant Breeding*, 128(4): 374-380,

24. Kim, M.J., Moon, Y., Tou, J.C., Mou, B. & Waterland N.L. (2016): Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49: 19- 34.
25. KSH. (2023): https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0024.html
26. Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Jakšić, A., Milovanović, I., Trajković, R., Stanković, M., Milenković, L. & Ilić, Z. S. (2019): Influence of light modification on postharvest butter lettuce quality: differences between external and internal leaves. *Zemdirbyste-Agriculture*, 106(1): 65-72.
27. Nedley N. (2013): *A gondolkodás elveszett művészete. Bibliaiskolák Közössége*, Budapest, 428 p.
28. Ombódi, A., Pék, Z., Szuvandzsiev, P., Lugasi, A., Ledóné Darázsi, H. & Helyes, L. (2016): Effect of coloured shade nets on some nutritional characteristics of a kapia type pepper grown in plastic tunnel. *Columella*, 3(2): 25-33.
29. Oren-Shamir, M., Gussakovsky, E.E., Shpiegel, E., Nissim-Levi, A., Ratner, K., Ovadia, R., Giller, Yu.E. & Shahak, Y (2001): Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(3): 353-361.
30. Otto, R.F., Niesing, P.C., Cortez, M.G. & Oliveira, A.E. (2013): Microclimatic modifications and productive responses of the Iceberg lettuce (*Lactuca sativa*) in protected environments. *Revista Ciência Agronômica*, 44(4): 878-884.
31. Pécsi T. (2010): A saláta tápértéke. *Új Diéta*, 19(6): 19-20.
32. Pethő M. (2003): *A növényélettan alapjai*. Akadémia Kiadó, Budapest, 178 p.
33. Polyák É. (2010): Étkezési tanácsok Syncumart szedő betegek részére. *Új Diéta*, 19(6): 2-3.
34. Priel, A. (2002): Színes hálók. *Kertészet és szőlészet*, 51(25): 14.
35. Schönfeldt, H.C. & Pretorius, B. (2011): The Nutrient Content of Five Traditional South African Dark Green Leafy Vegetables-A Preliminary Study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(8): 1141-1146.
36. Selman, J.D. (1994): Vitamin Retention during Blanching of Vegetables. *Food Chemistry*, 49(2): 137-147.
37. Shahak, Y., Gussakovsky, E., Gal, E. & Ganelevin, R. (2004): ColorNets: Crop protection and light-quality manipulation in one technology. *Acta Horticulturae*, 659: 143-151.

38. Shahak, Y. (2008a): Photo-Selective Netting for Improved Performance of Horticultural Crops. A Review of Ornamental and Vegetable Studies Carried Out in Israel. *Acta Horticulturae*, 770: 161-168.
39. Shahak, Y., Gal, E., Offir, Y. & Ben-Yakir, D. (2008b): Photosensitive shade netting integrated with greenhouse technologies for improved performance of vegetable and ornamental crops. *Acta Horticulturae*, 797: 75-80.
40. Song, P., Wu, L. & Guan, W. (2015): Dietary nitrates, nitrites, and nitrosamines intake and the risk of gastric cancer: A meta-analysis. *Nutrients*, 7(12): 9872-9895.
41. Spalholz, H., Perkins-Veazie, P. & Hernández, R. (2020): Impact of sun-simulated white light and varied blue:red spectrums on the growth, morphology, development, and phytochemical content of green- and red-leaf lettuce at different growth stages *Scientia Horticulturae*, 264: 109195.
42. Stagnari, F., Galieni, A. & Pisante M. (2015): Shading and nitrogen management affect quality, safety and yield of greenhouse-grown leaf lettuce. *Scientia Horticulturae*, 192: 70-79.
43. Stamps, R.H. (2009): Use of Colored Shade Netting in Horticulture. *HortScience*, 44(2): 239-241.
44. Szuvandzsiev P., Ledóné Darázsi H., Ambrózy Z. & Vajnai A. M. (2015): Fotoszelektív hálók hatása kápiapaprikák spektrális tulajdonságaira és termésmennyiségére. *Kertgazdaság*, 47(4): 11-18.
45. Tazawa, S. (1999): Effects of Various Radiant Sources on Plant Growth. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 33: 163-176.
46. Terbe I. (1994): Fejes saláta. In: Balázs S. (szerk.): *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 694 p., 438-453. p.
47. Terbe I. (2000): *Levélzöldségfélék*. Dinasztia Kiadó, Budapest, 204 p.
48. Terbe I. (2004a): A zöldségtermesztés ökológiai igénye. In: Hodossi S., Kovács A. & Terbe I. (szerk.): *Zöldségtermesztés szabadföldön*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 355 p., 22-44. p.
49. Terbe I. (2004b): *Levélzöldségfélék*. In: Hodossi S., Kovács A. & Terbe I. (szerk.): *Zöldségtermesztés szabadföldön*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 355 p., 282-302. p.
50. Terbe I. (2017): Fejes saláta nyáron. *Kerti Kalendárium*, 29(8): 4-5.
51. Welbaum, G. (2015): *Vegetable Production and Practices*. CAB International, Wallingforth, Oxfordshire, UK, 486 p.

52. Wolff, X.Y. & Coltman, R.R. (1990): Productivity of Eight Leafy Vegetable Crops Grown Under Shade in Hawaii. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 115(1): 182-188.
53. Xu, G., Fan, X. & Miller, A.J. (2012): Plant nitrogen assimilation and use efficiency. *Annual Review of Plant Biology*, 63: 153-182.
54. Zhao, X. & Carey, E.E. (2009): Summer Production of Lettuce, and Microclimate in High Tunnel and Open Field Plots in Kansas. *HortTechnology*, 19(1): 113-119.
55. Zhou, J., Li, P. & Wang, J. (2022): Effects of Light Intensity and Temperature on the Photosynthesis Characteristics and Yield of Lettuce. *Horticulturae*, 8(2): 178.
56. <https://webaruhaz.kertlap.hu/novenytermeszto-izzok-lampak-erejenek-hatekonysaganak-merese/>

9. ÁBRAJEGYZÉK, TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. ábra: Fejes saláta árnyékolása nyáron, a MagosVölgy Ökológiai Gazdaságban (Forrás: saját fotó).....	4
2. ábra: A műanyag háló textúra típusai: (a) lapos szövésű, vagy más néven olasz (b) angol vagy más néven Leno (c) kötött, vagy más néven Raschel (Forrás: Castellano et al. 2008)	11
3. ábra: A fényáteresztés tartománya három fotoszelektív árnyékoló háló esetében (Transmittance = átocsátás, Wavelength = hullámhossz, Blue = kék, Red = vörös, Green = zöld) (Forrás: Oren-Shamir et al. 2001)	14
4. ábra: Diffúz fény mennyisége a fotoszelektív árnyékoló hálók alatt a hálóval nem takart területhez képest (Percent of total solar radiation = a teljes sugárzás százaléka, Indirect radiation = közvetett sugárzás, Green = zöld, Red = vörös, Blue = kék, Grey = szürke, Black = fekete, No netting = hálótakarás nélkül) (Forrás: Oren-Shamir et al. 2001)	14
5. ábra: Az árnyékoló hálók és a második kísérlet saláta állománya (Forrás: saját fotó)	20
6. ábra: Az árnyékoló hálók által átengedett fény spektrális összetétele a PAR tartományban, a teljes megvilágításhoz képest (Forrás: saját munka)	24
7. ábra: Az árnyékolás és a háló színének SPAD értékre gyakorolt hatása az első kísérletben (Forrás: saját munka).....	25
8. ábra: Az első kísérlet során különböző parcellákból betakarított saláták mennyiségének eloszlása a szedési alkalmak között (Forrás: saját munka)	26
9. ábra: Az árnyékolás és a háló színének SPAD értékre gyakorolt hatása a második kísérletben (Forrás: saját munka)	30
10. ábra: A második kísérlet során különböző parcellákból betakarított saláták mennyiségének eloszlása a szedési alkalmak között (Forrás: saját munka)	31
11. ábra: Napégés jeleit mutató saláták a második kísérlet növényállományában (Forrás: saját fotó)	34
12. ábra: Nem árnyékolt (bal oldal) és árnyékolt (jobb oldal) fejes saláták a vihar után (Forrás: saját fotó).....	34
1. táblázat: Az árnyékolás és a háló színének hatása a saláták bruttó fejtömegére nézve (Forrás: saját munka)	27
2. táblázat: Az árnyékolás és a háló színének hatása a saláták fejátmérőjére nézve (Forrás: Saját munka)	28

3. táblázat: Az árnyékolás és a háló színének hatása a saláták bruttó fejtömegére nézve (<i>Forrás: saját munka</i>)	32
4. táblázat: Az árnyékolás és a háló színének hatása a saláták fejátmérőjére nézve (<i>Forrás: saját munka</i>)	33

10. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Ócsai Katalin
A Hallgató Neptun kódja: DS6K6I
A dolgozat címe: Saláta nyári árnyékolása szabadföldön
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens intézetének neve: Kertészettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

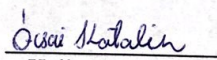
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és nem titkosított dolgozat a védelmet követően nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: __2023.__ év __október__ hó __31.__ nap


Hallgató aláírása

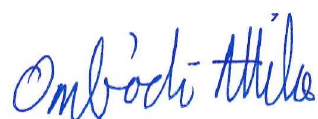
NYILATKOZAT

Ócsai Katalin (DS6K6I) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Kelt: 2023. év október hó 31. nap



belső konzulens