Állattenyésztés-Tudományi Intézet

Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar

**Eltérő fényforrások hatásának vizsgálata pecsenyecsirkék termelési paramétereire**

TDK dolgozat

Szerző:

Pap Tibor István

Konzulens:

Dr. Kovács-Weber Mária

Gödöllő

2019

Tartalom

[1. Bevezetés 4](#_Toc22839200)

[1.1. Célkitűzések 5](#_Toc22839201)

[2. Szakirodalmi áttekintés 6](#_Toc22839202)

[2.1. Fény szerepe a madarak életében 6](#_Toc22839203)

[2.1.1. Fény szerepe a madarak szaporodásbiológiai folyamataira 6](#_Toc22839204)

[2.1.2. Fény szerepe a madarak vonulásában 7](#_Toc22839205)

[2.2. Látás 8](#_Toc22839206)

[2.2.1. A madarak látása 8](#_Toc22839207)

[2.2.2. Ember és madarak látása közötti különbségek 9](#_Toc22839208)

[2.3. Világítás a baromfiágazatban 10](#_Toc22839209)

[2.3.1. A világítás színe 10](#_Toc22839210)

[2.3.2. Világítás erőssége 11](#_Toc22839211)

[2.3.3. Világítás a tojótyúk tartásban 11](#_Toc22839212)

[2.3.4. Világítás a brojler hízlalásban 12](#_Toc22839213)

[2.4. Világítástechnika 12](#_Toc22839214)

[2.4.1. Fénytechnikai alapmennyiségek és egységek 13](#_Toc22839215)

[2.4.2. Fényforrások 14](#_Toc22839216)

[2.4.3. Stroboszkóp hatás 16](#_Toc22839217)

[2.5. Húsminőség 17](#_Toc22839218)

[2.5.1. Hússzín 17](#_Toc22839219)

[2.5.2. pH érték 18](#_Toc22839220)

[2.5.3. Vízmegtartó képesség 19](#_Toc22839221)

[2.5.4. Porhanyósság 19](#_Toc22839222)

[2.5.5. Íz és szag 19](#_Toc22839223)

[3. A vizsgálatok módszerei 21](#_Toc22839224)

[3.1. Kísérleti állatok 21](#_Toc22839225)

[3.2. Kísérlet helyszíne 22](#_Toc22839226)

[3.3. Az állatok takarmányozása 23](#_Toc22839227)

[3.4. Ürülékminták 25](#_Toc22839228)

[3.5. Állatokon végzett mérések és vizsgálatok 25](#_Toc22839229)

[3.5.1. Testtömeg 25](#_Toc22839230)

[3.5.2. Takarmányfogyasztás és –értékesítés 25](#_Toc22839231)

[3.5.3. Szervtömegek 25](#_Toc22839232)

[3.6. Húsminőség vizsgálatok 26](#_Toc22839233)

[3.6.1. pH 26](#_Toc22839234)

[3.6.2. Szín 26](#_Toc22839235)

[3.6.3. Konyhatechnikai veszteségek 26](#_Toc22839236)

[3.6.4. Porhanyósság 28](#_Toc22839237)

[3.6.5. Beltartalom (NIR) 28](#_Toc22839238)

[3.7. Matematikai-statisztikai módszerek 28](#_Toc22839239)

[4. Eredmények és értékelésük 29](#_Toc22839240)

[4.1. Állatokon végzett mérések és vizsgálatok 29](#_Toc22839241)

[4.1.1. Testtömeg 29](#_Toc22839242)

[4.1.2. Takarmányfogyasztás és -értékesítés 30](#_Toc22839243)

[4.1.3. Szervtömegek 32](#_Toc22839244)

[4.2. Ürülékminták 33](#_Toc22839245)

[4.3. Takarmányminták 35](#_Toc22839246)

[4.4. Húsminőség vizsgálatok 35](#_Toc22839247)

[4.4.1. pH 35](#_Toc22839248)

[4.4.2. Szín 36](#_Toc22839249)

[4.4.3. Csepegési veszteség 37](#_Toc22839250)

[4.4.4. Konyhatechnikai veszteségek 38](#_Toc22839251)

[4.4.5. Porhanyósság 39](#_Toc22839252)

[4.4.6. Beltartalom (NIR) 40](#_Toc22839253)

[5. Következtetések és javaslatok 41](#_Toc22839254)

[6. Összefoglalás 43](#_Toc22839255)

[7. Köszönetnyilvánítás 45](#_Toc22839256)

[8. Irodalomjegyzék 46](#_Toc22839257)

# Bevezetés

Már az ókori mitológiában is nagy szerepet játszott a fény. Az Ókori Görögök Hélioszt azonosították a fény isteneként, de ugyan ilyen fontos volt a fényadó Nap is, aminek úgyszintén számtalan kultusza volt. A Görögöknél Apollón (Vojtech 1970), míg az Ókori Egyiptomban Atont (Pierre 2010) tisztelték Napistenként. Tudták mennyire fontos a fény az élet körforgásában. De nem elégedtek meg a természetes fénnyel, sötétben is szerettek volna minél több fényt, hogy láthassanak. Ez a fajta igény már régi elődeinknél, az ősembereknél is felmerült. Ők még tüzet raktak barlangjaikban, többek között azért is, hogy jobban lássanak, így még inkább biztonságban érezték magukat. Ezt követte a fáklya, majd a kanóc-égők. Mikor a tudomány eljutott oda, hogy kőolaj származékokat finomítson, megszülettek a petróleum lámpák, amiknek jóval erősebb volt a fényük, a magasabb hőfokon égés miatt. Az XIX. században a vegyipar fejlődésének köszönhetően megjelentek a különböző gázlámpák, amiket már utcai világításra is használtak. Az igazi nagy áttörést viszont a villamos áram megjelenése jelentette, azon belül is a világítástechnikában az 1879-ben Edison nevéhez fűződő szénszálas izzólámpa feltalálása. A fejlődés következő szakaszát a fémszálas izzólámpák jelentették, amire egészen 1908-ig kellett várni. Ezeket 1936-ig továbbfejlesztettek, a ma is ismert és használt izzólámpáig. Őket követték a fénycsövek és a kompakt fénycsövek, melyek szintén gázzal vannak töltve, de működési elvük teljesen más, mint az izzóké. Ma ez a két fényforrás a legelterjedtebb a felhasználók körében (http 1.) Nemrégiben megjelent egy újabb fényforrás, ami nem más, mint a LED. A LED-technológiának számtalan előnye van az eddigiekhez képest. A mai modern, jó minőségű LED költséghatékonyabb, mint az izzó, hosszabb élettartamú, mint bármely más fényforrás, dimmerelhető és képes elkerülni a stroboszkóp hatást. Mindezen tulajdonságai új kapukat nyitottak meg a baromfitartásban, mert amellett, hogy költséghatékonyabb, szimulálható vele a napkelte és –nyugta, illetve elkerülhető, hogy madaraink villogó fényben éljenek, ami jobb állatvédelmi szempontból is, mert kevésbé stresszes tőle a madár, pont ezért jobb termelési értékeket is várhatunk el tőlük.

## Célkitűzések

Vizsgálatunk arra irányult, hogy a hagyományos wolframszálas izzókat és az újtechnológiás LED égőket összehasonlítsuk, milyen termelésbeli különbségeket okoz a kétféle fényforrás a madarak termelésében és húsminőségében.

A madarak szeme jóval kifinomultabb, mint az emberé, másképpen látnak. Két világítási mód közül a hagyományos izzós világítást ők folyamatosan villogó fényként érzékelik. Míg az új technológiás LED világítást folyamatos fénynek látják.

Kísérletünkben elsősorban arra voltunk kíváncsiak, hogy ez az úgynevezett stroboszkóp hatás (villogás), miként befolyásolja:

* a **takarmányfogyastást,** ennek következtében a **súlygyarapodást** és a **takarmány értékesítést**. Feltételezésünk szerint kevesebbet fog enni a hagyományos megvilágításban tartott madár, a villogó fény miatt.
* az **alomevést**. Kíváncsiak vagyunk, hogy a kétféle megvilágítás, befolyásolja-e a madarak alom fogyasztását.
* az egyéb **hús beltartalmi** és **hús minőségi** paramétereket: feltételezésünk szerint a villogó fényben levő madarak nyugtalanabbak, stresszesebbek.

Mindezek mellet az is célom, hogy ezek között a tulajdonságok közötti összefüggéseket feltárjam és kiértékeljem. Dolgozatomban kifejtem és diagramokkal szemléltetem az egyes csoportok eredményeit, az esetleges eltéréseket.

# Szakirodalmi áttekintés

## Fény szerepe a madarak életében

Nem csak nekünk, emberek számára, hanem az egész élővilágnak fontos a fény, illetve a napszakok váltakozásával együtt járó sötét és világos periódusok, nem különben a madaraknak. Ezek a folyamatos fénybeli változások kihatnak az egész életükre, beleértve a táplálkozásukat, szaporodásukat és vonulásukat is.

### Fény szerepe a madarak szaporodásbiológiai folyamataira

Ahhoz hogy a madarak életben maradjanak és szaporodni tudjanak, összhangba kell hozniuk a környezeti körülményeket (napszakok és évszakok váltakozása) és a saját cirkadiális bioritmusukat. Ennek három feltétele van. Először is receptor-rendszer létezése, mely érzékeli a külső környezet változásait. A belső „biológiai órájuk” mellyel érzékelik az idő múlását, és végül a neuro-endokrin szabályozó rendszer, mely a megfelelő időben beindítja és leállítja a szaporodási és egyes anyagcsere-folyamatokat, így az utódok optimális időben jönnek a világra vagy éppen megfelelő ritmusban zajlik az állat emésztése.

A szaporodási ciklus pontosan alkalmazkodik a megfelelő viszonyokhoz. Az ebben közrejátszó elsődleges faktorok a fénytartam és fény-intenzitás. Ezt a szervezetben kialakult fotostimulációs küszöbérték teszi lehetővé, ami a fotoszenzitivitással határolható be, mely fajonként, sőt fajon belül a hímivarú és nőivarú egyedek esetében is eltérő értéket mutat, aminek eredményeképpen az ivarsejtek időbeni eltérései vagy éppen szinkronizálása figyelhető meg (Gregory *et al*. 2008). A fotoszenzitivitás összeköttetésben van a madár „belső órájával”, ami a megfelelő időben beindítja a gonadotrop (GnRH) hormonok elválasztását. Ennek köszönhetően a megvilágítás számos élettani folyamatot indít el, beleértve a gonádok (petefészek és herék) növekedését, illetve más összetett hormonális folyamatokat, melyeknek köszönhetően megváltozik a madár anyagcseréje és viselkedése is (Péczely 2013).

A fent leírt cirkannuális ritmust (éves ritmust) azonban az egyenlítő környékén élő madaraknál nem a fény vezérli. Ez azért van, mert ott egész évben nem változik jelentős mértékben a megvilágítás erőssége és a megvilágítás hossza sem. Az itt élő madarak cirkannuális ritmusát egyéb tényezők befolyásolják, mint például száraz és esős évszakok váltakozása, táplálék bősége stb. (Eberhard 2003).

### Fény szerepe a madarak vonulásában

A madarak vonulásánál az indulás időzítésében játszik fontos szerepet a fény. A madaraknak jól kell időzíteniük, hisz megfelelő helyen, megfelelő időben kell lenniük, ahhoz hogy életben tudjanak maradni. Éves ciklust követve vonulnak, amit a napok világos óráinak hossza határoz meg. Ezt a madarak a fotoreceptoraik segítségével érzékelik. A madaraknak három fotoreceptor rendszere van, melyen keresztül a fény kifejti hatását az endokrin rendszerükre. Ezek nem mások mint a tobozmirigy fotoreceptor sejtjei, a szem retinája és az agy mély fotoreceptor sejtjei (Péczely 2013).

Ahogy az őszi nap-éj egyenlőség után a nappalok hossza folyamatosan rövidül, ezt a madarak érzékelik és ennek hatására hormonális változások indulnak el a szervezetükben. Ezek a hormonális változások indítják el a madarak tollának váltását, vagyis a vedlést, illetve ezek hatására kezdenek a madarak a zsírdeponálásba, mivel majd kibírják a vándorlás okozta extra igénybevételt. Ennek a hyperfágiás lipid szintézisnek két összetevője van. Az orexigén rendszer mely a táplálék felvételt indukálja, és az aneroxigén rendszer, mely a táplálék elutasításáért felel, így megakadályozza a túlzott elzsírosodást (Fonyó 2011). A többlet felvett tápanyag következtében bekövetkezik a madár elzsírosodása. Ennek elsősorban a glukagon plazma szint a függvénye (Albert, Donald 1964). A szakemberek szerint a megváltozott hormonszint és a többletsúly okozza a madarakban a vonulási nyugtalanságot. A vonulási nyugtalanságra jellemző, hogy míg a madarak nappali életritmusa megmarad (táplálékkeresés stb.), addig az esti órákban a pihenés helyett fokozott aktivitás figyelhető meg (Péczely 2013). A pontos indulás napját főként az időjárási viszontagságok határozzák meg, kedvezőtlen időjárás esetén nem indulnak útnak.

Azt, hogy a világos órák hossza befolyásolja a vonulást kísérlettel is alátámasztották. Vonuló vadmadarat fogságban tartottak, és mesterséges fényprogramot alkalmazva világítottak számára. Amikor elkezdték csökkenteni a világos órák számát, bizonyos szint után megfigyelhetővé vált a zsírdeponálás, a vedlés, majd a vonulási nyugtalanság (a madár idegesebb természetű, és mindig a vonulási irányba mozdulna). Fényprogram segítségével szimulálva, a vonulásra késztető naphosszt beállítva, a seregélyeket egy év alatt nyolc alkalommal is sikerült vedlésre bírni (Jonathan 1996).

## Látás

A látás nem csak az embereknek, hanem a madaraknak is fontos. Környezetünkből látással nyerjük az információink nagy részét. Egyes madarak látása nagymértékben különbözik az emberétől, gondoljunk csak a ragadozó madarakra, akiknek látása sokkal kifinomultabb, vagy a baglyokra, akik gyenge megvilágítás mellet is kitűnően látnak.

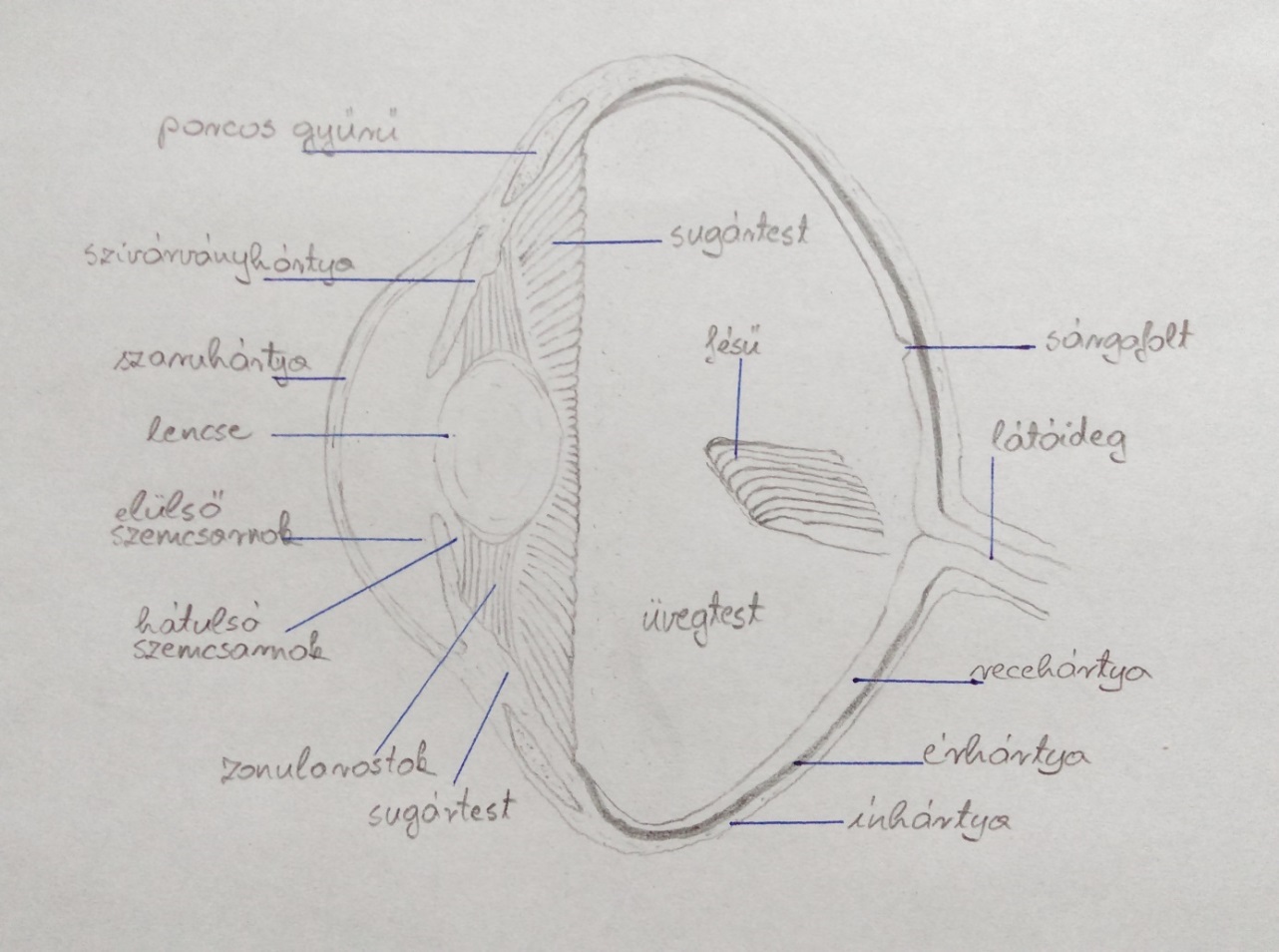
### A madarak látása

Igen fejlett látószervvel rendelkeznek a madarak (1. ábra). Fejük súlyának negyedét a szemük teszi ki, mely igen jelentős arány. Lapos, gömb illetve csőszerű (baglyok) szemgolyó típusokat különböztethetünk meg. (Tóth 2005).

A SZEM FELÉPÍTÉSE

* A szem külső rétege az úgynevezett **rostos réteg**, mely három részből összetevődve alkotja a szemgolyó burkát. Átlátszó elülső része a szaruhártya, kicsit arrébb, részben a szemgödörben, az ínhártya található. Az ínhártyában található a porcgyűrű, mely a szemgolyó merevítéséért felel (Tóth 2005).
* A rostos réteget az úgynevezett **vaszkuláris réteg követi**. Itt található az érhártya, a sugártest (csarnokvizet termeli), a szivárványhártya és a fésű. Csak a madárszemre jellemző képlet a fésű, mely hullámszerűen redőzött, kis lemezkékből áll, gazdag pigmenttartalmú sejtekben. Ez a képlet a madarak szemében a *retina* és az üvegtest gáz- és tápanyagcseréjét végzi (Fehér 2004). Ebben a rétegben a kettősen domború szemlencsét az úgynevezett zonularostok függesztik fel.
* A szem legbelső rétege az **ideghártya**, ahol nincs fényérzékelés. Az itt található csapok túlsúlya eredményezi a madarak jó színlátását. Ezzel ellentétben a baglyoknál a csapok vannak túlsúlyban, így nekik nagyobb lesz a fényérzékenységük. Az ideghártyában található az úgynevezett sárgafolt, ahol a receptorok sűrűsége a legnagyobb. Ez azt eredményezi, hogy itt lesz a legnagyobb a látásélesség. A nappali ragadozó madarak látásélessége hatszorosa az emberének.

További sajátosság még, hogy a csapokban olajcseppek találhatók, Melyek az ibolyán túli sugarak elnyelésére hivatottak. Ezek az olajok különböző mennyiségű színanyagokat tartalmaznak, így az UV fényre való érzékenységük is eltérő (Tóth 2005).



1.ábra: A madár szemének felépítése (saját rajz)

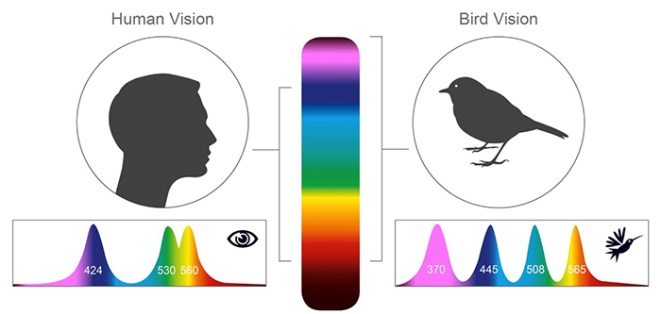
### Ember és madarak látása közötti különbségek

A fényérzékelés eszköze a szem, viszont ahhoz, hogy tudatosult képet kapjunk, a szembe érkező fényt fel kell dolgozni, ami az agyunkban történik. A fény a pupillán keresztül jut a szembe, amit a szemlencse a szem hátsó falára vetít. A bejutó fénynek megközelítőleg 70-80%-a jut el a recehártyáig. Az itt helyet foglaló fényérzékelő receptorok nyelik el a fényt és alakítják azt elektromos jelekké. Ezek az elektromos jelek továbbítódnak az idegpályákon keresztül az agyba, ahol megtörténik a jelek feldolgozása és létrejön a tudatosult kép (Barry and Janice 1998)

Az ember és madár látása közötti különbség számottevő. Lencsés (2005) egyik cikkében azt írja, hogy a látható tartomány a madarak esetében a vörös szín felé tolódik el. De nem ez az egy eltérés figyelhető meg.

A szem színérzékelésében is van különbség (2. ábra), mert az egyes fotopigmentek csak egy bizonyos hullámhosszon érkező fény érzékelésére képesek. Például az ember szürkületkor, mono-kromát módon lát, ami azt jelenti, hogy egyféle színtartományban, csak a szürke árnyalatait érzékeli. Ez azért van, mert az ilyenkor bejutó fény mennyisége olyan kicsi, hogy a csapok már nem képesek érzékelni a gyenge fényt, csak is kizárólag a pálcikák által érzékelt fényt tudja az agyban képpé alakítani. Az ember esetében, ideális környezetben, vagyis megfelelő fénymennyiség esetén a látásunk tri-kromatikus. Ez a pálcikák mellett a három csap-pigmentnek köszönhető. Az egyik csap leghatékonyabban a rövid hullámhosszú sugarakat nyeli el (kék színérzet, kb. 400 nm körüli sugarak), a másik leginkább a közepes hullámhosszú fényt (zöld színérzet, kb. 550 nm körüli sugarak), míg a harmadik leginkább a hosszú spektrumú hullámhosszra érzékeny (sárga és vörös színérzet, kb. 600 nm körüli sugarak) (Sekuler and Blake 2000).

Ezzel szemben a madarak képesek észlelni egy negyedik színtartományt is (tetra-kromatikus látás). Ez nem más, mint az ultraibolya tartomány, így jóval nagyobb spektrumban látnak (Kelber 2019) (Bennett and Cuthill 1993).

madarak látása

madarak látása

emberi látás

emberi látás

2.ábra: Ember és madarak látása közötti különbség (http 7.)

## Világítás a baromfiágazatban

A baromfitenyésztésben és –tartásban a világítás kérdését több oldalról meg lehet közelíteni. Nézhetjük a világítás színét, a világítás erősségét és a világítás hosszát, mely hasznosítási típusonként és korosztályonként is eltér egymástól.

### A világítás színe

Egyes értékmérő tulajdonságokat kismértékben, de befolyásol a fény színe. Növekedést serkentő hatása van a zöld és kék színnek. Növeli a szexuális érettség elérési korát a vörös, narancs és sárga szín. Csökkenti az idegességet és a kannibalizmust a vörös szín. Ezt a gyakorlatban is alkalmazzák a stresszesebb tyúkok esetében tojástermelő telepeken. Növeli a tojástermelést a vörös és narancs szín, míg a sárga szín csökkenti azt, ezzel párhuzamosan viszont növeli a tojástömeget. A kakasok termékenységét serkenti a zöld és kék szín, míg a vörös csökkenti azt (Rodenboog 2001). Mindezekkel ellentétben a gyakorlatban leginkább a fehér fényt használják, mert hullámhosszuk eloszlása ezeknek a legjobb (Zoltán 1997).

### Világítás erőssége

A napos állatok fogadásakor és a nevelés első néhány napjában viszonylag nagy fényintenzitás szükséges (30-40 lux), mert ilyenkor még állataink gyámoltalanok (főként a pulyka pipék), ezzel segítünk nekik, hogy megtalálják az életben maradásukhoz szükséges táplálékot és vizet. Az idő előrehaladtával ezt a fényintenzitást csökkentjük, hogy állataink nyugodtan tudjanak pihenni. Ebben az időszakban egészen kevés, 3 lux is elegendő, hogy megtalálják táplálékukat és a vizet (Wilson *et al*. 1984). Ez azonban nem elég, mert az embernek legalább 5 lux szükséges a madarak kényelmes ellátásához. A 2007/43/EC Bizottsági rendelet tartalmazza az EU-ban a megvilágítás követelményeit, miszerint állatjóléti szempontokra hivatkozva minimum 20 lux megvilágítás szükséges (Bárány 2013).

### Világítás a tojótyúk tartásban

Mint ahogy a madarak esetében is a nappalok hossza stimuláló hatással van az ivarrendszerre, ezzel együtt a szaporodásra, úgy a tyúkoknál sincs ez másképpen. Ahhoz, hogy a tojástermelést maximumon tartsuk napi 13-14 óra megvilágítás szükséges (Böő 1999). Figyelni kell a több szinten elhelyezett ketreces tojótyúk tartásnál, hogy elegendő fény jusson az alsó ketrecekben élő madarakhoz is. A gyakorlati tapasztalatok szerint ennek minimálisan 10 lux erősségűnek kell lennie. A túlságosan erős megvilágítás sem feltétlenül jó, mert kannibalizmus jelentkezhet az állományban (Zoltán 1997). Világítási programmal tudjuk befolyásolni a termelés megkezdését is, úgy, hogy milyen intenzitással növeljük a világos órák számát. Lewis és munkatársai (1992) szerint ez maximálisan 13-14 hetes korra hozható előre. Ez azonban semmiképpen sem követendő, mert a túl korai tojástermelés a madarak károsodásához fog vezetni.

### Világítás a brojler hízlalásban

A pecsenyecsirke előállításnál is világítási programokat alkalmazunk. Mikor megérkeznek az állatok, az első héten ez a megvilágítás 23 órás, egy órányi sötét periódussal. Erre azért van szükség, hogy a frissen letelepített állatok megtalálják a táplálékot és a vizet, és szinte egész nap tudjanak fogyasztani. Az egy órányi sötétre azért van szükség, hogy a csibék megszokják azt, esetleges áramkimaradás hatására ne ijedjenek meg a hirtelen, szokatlan sötéttől (Bogenfürst *et al*. 2011). Hetedik naptól vágásig, hat órányi sötét periódust kell beiktatni a napi ritmusukba, melyet rendelet is szabályoz: „A csirkék épületben való elhelyezésétől számított 7 napon belül olyan 24 órás ritmust követő megvilágítást kell alkalmazni, amely összesen legalább napi 6 órányi sötét időszakot foglal magában. A sötét időszakok közül egynek megszakítás nélkül legalább 4 órán át kell tartania, melyben nincsenek félhomályos időszakok. A vágás várható időpontja előtt 3 nappal ezen megvilágítási mód alkalmazásával fel lehet hagyni” (FVM rendelet).

A világítási programok hatással lehetnek a takarmányfelvételre, így a bél motilitására (mozgására) és az emésztésre is. Azoknál a világítási programoknál, ahol 10 lx alatti a fényintenzitás, és 4-6 órás a sötét periódus, ott jobb a takarmány-értékesítés. Ez valószínűleg a lassabb takarmány felvétel miatt van, így több idő jut az emésztésre, vagyis jobb lesz az emésztés hatásfoka (Edgar 2019).

Egyes világítási programok kifejezett célja, hogy lassítsák az állatok genetikájából adódó korai gyors növekedést. Ennek következtében megfelelő élettani érettséget érnek el az izomtömeg maximális felhalmozódása előtt, így nem alakulnak ki a hirtelen növekedésből adódó problémák (Olanrewaju 2006).

Rodrigues (2018) és munkatársai a fényprogramok hatását vizsgálták, hogy miként hat a nekrotikus enteritiszre. Eredményeik azt mutatták, hogy a gyakorlatban használt 18 óra világos és 6 óra sötét szakasz helyett az általuk használt fényprogram (1ó.világos, 3ó.sötét, 1ó.világos, 3ó.sötét, 1ó.világos, 3ó.sötét, 1ó.világos, 3ó.sötét, 2óvilágos, 6ó.sötét) képes volt minimalizálni a betegség negatív hatásait.

## Világítástechnika

A külvilágból bejövő információink legnagyobb részét a szemünkön keresztül szerezzük be. A jó térbeli tájékozódásunk is a látásunknak köszönhető. Ennek fontosságát már az ókorban is felismerték, meghatározó fontossággal jelenik meg az akkori világképben. Manapság is több tudományággal kapcsolatban van, mint például villamosság, elektronika, építészet, pszichológia, élettan, állattenyésztés stb. (Lantos *et al*. 2010)

Habár a szem szélsőséges viszonyokhoz is képes alkalmazkodni, hisz a túlvilágított déli napütésben is és a holdfényes éjszakában is képesek vagyunk látni, mindennek ellenére fontos a megfelelő világítás kialakítása a szem kímélése és a megfelelő komfort kialakítása érdekében, nem csak az emberi környezetben, hanem állatainknál is. (Lantos *et al*. 2010)

### Fénytechnikai alapmennyiségek és egységek

#### A fényáram

A világítástechnikában a fényforrások egyik legfontosabb jellemzője a fényáram. Nem más, mint az érzékelhető sugárzás fényérzetként felfogható része. Egysége: lumen (lm). A fényforrás a tér egész területére sugározza ki a fényáramát, amit ha egységnyi területre vonatkoztatunk, akkor egy új egységet kapunk, a fényerősséget. Az izzó által felvett áram és a fényáramának hányadosa adja meg a fényhasznosítást. A fényhasznosítás értékből láthatjuk, hogy az adott világító test relatíve mennyire gazdaságos (Majoros 1998).

#### A fényerősség

Adott felületről visszaverődő fénynek az iránya minden esetben megváltozik, ami fényáteresztő felületek esetében is sok esetben megfigyelhető. Ezt az úgynevezett fény-irány változását a fényerősség kifejezéssel írhatjuk le. A fényerősség egysége a kandela (cd) (Majoros 1998).

#### A megvilágítás

„A megvilágítás valamely felület adott pontjában, az adott pontot tartalmazó felületelemre beeső fényáram és a felületelem hányadosa.”(Lantos *et al*. 2010) A tárgyak az általuk felfogott fényáramot verik vissza. Minél nagyobb a fényáram, ami a látható felületet éri, annál több a visszavert fényáram, tehát annál világosabbnak látjuk az adott tárgyat. A felületet érő fényáram a megvilágítás fogalmával adható meg. Egysége: lux (lx), 1 lx=1 lm/1 m2. Megvilágítás lényegében a felület megvilágítottságát jelenti. Ez a megvilágítás jöhet több irányból is (pl: különböző világító testek fénye más-más szögből érheti). A megvilágítás függ a beeső fény irányától is. Amennyiben a fényáram merőleges a tárgyra, akkor láthatjuk azt legvilágosabbnak, míg az a fény mely párhuzamosan súrolja a felületet, nem eredményez megvilágítást (Majoros 1998).

#### A fénysűrűség

A fénysűrűség a látás és láthatóság szempontjából az egyik legjelentősebb paraméter. Azokat a tárgyakat, melyek látómezőnkben vannak, a szemünk a fénysűrűség-különbségeik alapján észleli. Nem más, mint az adott irányú fajlagos fényerősség a felületen. Az adott felület fénysűrűsége csak egy bizonyos pontból megfigyelve érvényes, más-más megfigyelési pontokból nézve eltérő lehet. Egysége: kandela/négyzetméter (cd/m2) (Lantos *et al*. 2010).

### Fényforrások

Manapság számtalan fényforrás közül választhatunk, attól függően, hogy milyen fajtát szeretnénk, milyen márkát, milyen fényerősségűt, vagy épp gazdaságossági szempont alapján is dönthetünk az adott termék mellett.

#### A fényforrásokkal kapcsolatos fogalmak

* **Egységfényáram:** Gazdasági szempontból az egyik legfontosabb paraméter az egységfényáram. Ez nem más mint a fényforrás által kibocsájtott fényáram és a felvett villamos energia hányadosa. Egysége lumen/watt (lm/W) Tehát a nagyobb fényhasznosítású fényforrások használata gazdaságosabb.
* **Fényforrások élettartama:** Az adott fényforrás működési idejét jelző időtartam, melyet órában adnak meg. A névleges élettartam az, melyet a gyártó ad meg. Átlagos élettartam a kiégési görbe 50%-ához tartozó érték. Tényleges élettartam az adott darabot jellemző érték. Várható élettartam mely az adott időben, adott helyen és körülmények között várható érték. Végül a garantált élettartam az, amire a gyártó garanciát vállal, esetleges kiégés esetén cseréli a meghibásodott terméket.
* **Színhőmérséklet:** A színérzetet meghatározó fogalom. Egysége a kelvin (K). Bizonyos feladatok esetén választásnál szempont lehet a színhőmérséklet pl: csirkék szedésénél. (Lantos *et al*. 2010)

#### Izzólámpák

Az izzólámpák a hőmérsékleti sugárzók közé tartoznak. A nemesgázzal töltött burában egyszeres vagy kétszeres volfrám szál van, melyeket elektromos árammal hevítenek. A felvett teljesítmény 70%-a hővé alakul, a fény pedig csupán 2%-a ennek a felvett teljesítménynek, amiből következően 20 lm/W a fényhasznosítás. Színvisszaadása kiváló, színhőmérséklete meleg fehér fényű (2700 K). A mesterséges fényforrások közül a spektrális összetétele a legkedvezőbb. Névleges élettartamuk 1000 óra. Beruházási költsége a legkisebb, üzemeltetési költsége viszont jelentős, energiahatékonyság szempontjából nem gazdaságos. (Lantos *et al*. 2010)

#### Fénycsövek

A fénycsövek esetében egy gázközegben létrehozott elektromos kisülés kelti a fénysugárzást. A fénycsövek hasonlóak a higanygőz lámpákhoz, a csőben van némi higany, aminek főként a gőzében jönnek létre a gázkisülési jelenségek, UV sugárzást eredményezve. Ezt az ibolyán túli számunkra láthatatlan sugárzást a cső falán lévő fluoreszcens anyag alakítja át számunkra is látható fénnyé. Az, hogy a fénycső milyen színű (hány kelvines) fényt bocsájt ki, ezeknek a cső falán alkalmazott fényporoknak a keveréke határozza meg. A fénycső viszont magában nem képes üzemelni, segédberendezés (gyújtó) kell hozzá, ami a gázkisülés megindításához kell. A fénycső körülbelül a felvett energia negyed részét alakítja látható fénnyé. Ez azt jelenti, hogy a hagyományos izzókhoz képest lényegesen jobb hatásfokkal működik, energiahatékonyabb. Élettartamuk 7500 és 15000 óra között mozog, ami szintén sokszorosa az izzónak. Izzóhoz képest a bekerülési költsége nem elhanyagolható, viszont a jó fényhasznosítás és viszonylag hosszú élettartamának köszönhetően üzemeltetési költsége kicsi (Majoros 1998).

#### LED (világító dióda)

A LED elnevezés egy mozaikszó, az angol Light Emitting Diode szóból származik. A LED-ek a lumineszcens sugárzó fényforrások közé tartoznak. A fényforrások családjának legfiatalabb tagjai, amik már az állattenyésztésben is egyre nagyobb szerepet töltenek be (Földes 2013). Nem szükséges gázközeg a fénykibocsájtáshoz. A fénykibocsájtás úgy jön létre, hogy a diódák atomjainak az elektromos áram többlet energiát ad, így az atomok magasabb energiapályára lépnek. Ez az állapot azonban nem stabil, így visszalépnek az atomok egy alacsonyabb energiaszintű pályára, miközben fotonokat bocsájtanak ki a többletenergia következtében. Ezzel a technológiával a LED, a felvett energia szinte egészét látható fénnyé alakítja, tehát nagyon költséghatékony megoldás. Mivel a diódák alacsony áramerősséget és feszültséget igényelnek, kevéssé melegszenek fel, így nagy lesz az élettartamuk, ami elérheti az 50 000 órát. Ez a hagyományos izzólámpák ötvenszerese. Az, hogy az égőnk milyen színű fényt bocsájt ki, az a félvezető anyag összetételétől függ. Mára már lényegében bármilyen színhőmérsékletű izzót képesek előállítani, olyat is, aminek állítható a fényszíne. Összességében elmondható, hogy bár bekerülési költsége magasabb, mint az izzóké, de energiahatékonyságának és nem különben hosszú élettartamának köszönhetően a legköltséghatékonyabb fényforrás. Jelenleg a világítástechnikában ez a legmodernebb fényforrás, ennek ellenére nagy fejlődés áll még előtte (COB LED, OLED stb.) (http 3.).

### Stroboszkóp hatás

A stroboszkóp hatás nem más, mint a vibrálás. A hálózati feszültségnek periodikus változása van, amit az égő a fényével követ. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a mesterséges fényforrások többé vagy kevésbé vibrálnak. Ezek a villanások tevődnek össze számunkra folyamatosan látható fénnyé. Annak ellenére, hogy ezt a villogást szabad szemmel nem látjuk, mégis érzékeljük, amelynek tipikus tünete lehet a szem hamarabb történő kifáradása. A madarak látásukból kifolyólag sokszor azt a fényt is villogva látják, amit mi már folyamatos fényként érzékelünk, olyan mintha folyamatos „diszkófényben” lennének, ami folyamatos distresszt jelent számukra. A villogás gyakorisága a frekvenciától függ, amit hertz-ben (Hz) adnak meg. Leegyszerűsítve: ahány hertzes a termékünk, annyiszor ismétlődik a villanás/másodperc. Minél alacsonyabb ez az érték, annál nagyobb szünetek vannak a villanások között, tehát annál inkább látjuk villogónak az adott fényforrást. A jobb minőségű LED izzók esetében ez már olyan sűrű, hogy teljesen képes megszűnni a villogás, olyannyira, hogy még az érzékenyebb látással rendelkező madarak sem észlelik azt villogónak, így nem stresszeli őket. (http 2.)

## Húsminőség

### Hússzín

Amikor olyan céllal megyünk a boltba vagy henteshez, hogy húst vásároljunk, és meglátjuk a terméket, az első benyomást annak vizuális megjelenése fogja adni számunkra. Ez elsősorban a színt tartalmazza, mert ez alapján képes a vásárló leginkább következtetni a hús minőségére és frissességére. A hús színét a benne található myoglobin adja, ami eredetileg bíborvörös színű. Ennek következtében a terméknek pirosas-rózsaszínesnek kell lennie. Amennyiben az oxidáció túl nagy, a hús színe sárgás-zöldes színre változik, ami a vásárló számára nem ideális, mert romlási folyamatok elindulását jelzi (Jávor és Szigeti 2011).

Léteznek olyan technológiák is, amikor még a csirkehúst csomagolás előtt egy rendszer automatikusan ellenőrizi szín alapján. Színhibák alapján szűri ki a nem megfelelő darabokat (ezek utalhatnak: zúzódásra, ér szakadásra, karcolásokra, mellhólyagra, varasodásra, és harapásra), így azok nem kerülnek a vásárló elé (Barni 1996).

Az L\*, a\*,b\* színrendszerben való színmérés a fogyasztók számára nem szolgáltat kézzel fogható információt. Ezért találták ki a ΔE\*ab értéket, melynek segítségével megmondható, hogy van-e szemmel érzékelhető különbség a két hús között. Ennek a képlete: ΔE\*ab=√(ΔL\*)2+(Δa\*)2+(Δb\*)2 Ennek eredményét az 1. táblázatban láthatjuk, amely azt mutatja meg, hogy milyen mértékű volt a szemmel érzékelhető különbség.

|  |  |
| --- | --- |
| **Értéktartományok** | **Szemmel érzékelhető eltérés** |
| **ΔE\*ab ≤ 0,5** | nem észrevehető |
| **0,5 < ΔE\*ab ≤ 1,5** | alig észrevehető |
| **1,5 < ΔE\*ab ≤ 3** | észrevehető |
| **3 < ΔE\*ab ≤ 6** | jól látható |
| **3 < ΔE\*ab ≤ 6** | nagy |

1.táblázat: A hússzín különbségeinek meghatározásához használt kategóriák (Lukács 1982).

### pH érték

A hús vásárlásánál a vevő nem képes megállapítani annak pH értékét, viszont ez is fontos tulajdonság, mert a nem megfelelő pH érték rontja a hús minőségét. Nem kívánatos tulajdonság a magas pH szint, mert a hús világosabb színű lesz, de ami még problémásabb az az, hogy gyengül a vízmegtartó képessége, így ez magasabb sütési veszteséget eredményez (Százados 1995).

A pH érték megállapításának két módja lehetséges. Egyik az indikátorpapírral történő pH mérés, ami csak hozzávetőleges értéket ad. Másik mérési mód, amit a gyakorlatban is használnak az az üvegelektródos pH mérés. Ez már pontos értéket biztosít számunkra. Az üvegelektród az érzékelő felület, ami valójában egy félig áteresztő hártya. Ezen belül elektrolitok találhatók, amik a mérendő anyagban lévő elektrolitokkal feszültséget hoznak létre. A műszerünk ennek segítségével tudja kiszámolni a pontos pH értéket. Az üvegelektród formája lehet csúcsos, lapos, vagy gömb alakú, attól függően, hogy mit mérünk vele. A hús esetében mindenképp célszerű a csúcsos kialakítást választani (Balázs 2009).

A vágást követően a pH érték csökken. Ez az adott fajra jellemző mértékben megy végbe. Ha ez az ideálistól eltér, minőségi hibát fog okozni, a hús gyorsabban fog megromlani.

Sertések esetében már számtalan alkalommal vizsgált tényező, hogy ha ez a csökkenés az átlagosnál nagyobb, akkor PSE húshiba, ha az átlagosnál kisebb DFD húshiba fog kialakulni. Ezt a stresszérzékeny sertésfajoknál fokozottan figyelhetjük meg (Horn *et al*. 2011).

Baromfifélék esetében általában nem beszélhetünk ilyen szintű rendellenes húsérési folyamatról. Azonban többen vizsgálják már a *post mortem* folyamatok lezajlásának rendellenességeit. Ugyanis ha a takarmányfelvétel csökken – esetleg a stroboszkóp hatásra – akkor a szervezet tartalék tápanyaga is csekélyebb mértékű lehet, ami az izomzatban az ATP és glikogén lebontásra is befolyással lehet, illetve így a tejsav felhalmozódás is kedvezőtlen mértékű és időbeli lefolyású lesz, ami a fehérjék denaturációja által pl. a vízkötő kapacitást befolyásolhatja (Kállai és Kralovánszky, 1975).

Hőstresszben (36 Co) tartott csirkéknél azt figyelték meg Zhang és munkatársai (2012), hogy a hőstressz következtében fokozódott az izom laktát termelése, ami növelte a pH csökkenés sebességét. A kezdeti pH tehát hőstressz hatására szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a kontroll csoportban (23 Co).

### Vízmegtartó képesség

A húsnak azt a képességét nevezzük vízmegtartó képességnek, ami a saját vagy hozzáadott vizet a gravitáció ellenére képes megtartani. A víz kétféle formában található meg a húsban, hidrátvíz és szabad víz formájában. A csepegési veszteség az a veszteség, amit a hús külső segítség nélkül, csupán a gravitáció hatására veszít el (Jávor és Szigeti 2011).

### Porhanyósság

A porhanyósságot a nyíróerővel tudjuk pontosan jellemezni. A porhanyósság nem más, mint a termék elfogyasztása közben fellépő olyan érzékszervi inger, melyet a keménységgel írhatunk le. Ez csupán szubjektív megítélés. Ahhoz, hogy ezt számszerűsíteni tudjuk, objektív mérést kell alkalmaznunk. Erre külön fejlesztett úgynevezett nyíróerő-mérő műszer létezik, ami egységesen kg-ban adja meg az elvágott próbatest keménységét, rigiditását. A hús porhanyósságát számtalan tényező befolyásolja: az állat faja, fajtája, kora, húsrésze, a hús elkészítése. Ezért fontos, hogy a húsokat nyíróerő vizsgálat előtt mindig egységesen készítsük elő, így az eredmények összevethetők lesznek egymással (Kolczak *et al*. 2003). Olyan okok is szerepet játszhatnak a porhanyósságban, amikre nem is gondolnánk. Ilyenek lehetnek az állatok élete során elkövetett tartástechnológiai hibák is. Zhang és munkatársai (2012) vizsgálata szerint a csirkék húsának nyíróereje szignifikánsan megnő hőstressz (36 Co, kontroll 23 Co) hatására.

### Íz és szag

Vásárláskor a szín mellett másik mérvadó érzékszervi tulajdonság a szag. Amennyiben a terméknek húsra jellemző szaga van, azaz idegen szagtól mentes, akkor nyugodtan megvehetjük, míg ha büdösnek érezzük, akkor már romlási folyamatok indulhattak be. Az ízt csak akkor fogjuk érezni, ha már a terméket elkészítettük, ez azonbannagyban függ az elkészítés módjától és a készítő ízlésétől is (pl. különböző tájak konyhái). Ma már léteznek objektív mérési módok az ízek és szagok meghatározásához is. Az ízeket elektronikus nyelvvel (electronic tongue), míg a szagokat elektronikus orral (olfaktométer) lehet mérni (Balázs *et al.* 2011).

Ezen kívül mind az ízt, mind a szagot befolyásolhatják még az állat faja, fajtája, milyen takarmánnyal volt etetve (egyes erőteljes ízanyagok megjelenhetnek a húsban is), ivara, tartási körülmények, de akár egyes betegségek, vagy azok gyógyszeres kezelése is kiválthat nemkívánatos szagot a húsban. Mindezek mellett ügyelnünk kell a húsok helyes tárolására, mert könnyedén káros romlási folyamatok indulhatnak be, amik a szagelváltozás mellett egészségi károkat is okozhatnak (Jávor és Szigeti 2011).

# A vizsgálatok módszerei

## Kísérleti állatok

Kísérletünkben az egyik leg elterjedtebb Cobb 500-as szexált kakas hibridet (3. ábra) használtuk, mely hibrid kiválóan megfelel a mai kor elvárásainak. Vezető szerepét jól bizonyítja a madarak kiváló növekedési erélye és jó takarmány-értékesítése. Ezekből az okokból kifolyólag választottuk ezt a hibridet a kísérletünkhöz. (http 4.).

A kísérletben az állatainkat két csoportra osztottuk, egy-egy csoportban öt ismétléssel dolgoztunk. Egy ismétlésben 40 állat volt, tehát egy csoportban 200, összesen a két csoportban így 400 madár vett részt a kísérletben. A két csoport egy épületen belül volt, de fényt át nem eresztő fallal voltak elzárva egymástól. Az öt ismétlés eredményeit közösen kezeltem, minden esetben átlagot számoltam így vethetők össze leginkább a két csoport eredményei.



3.ábra: Kísérleti állatok

## Kísérlet helyszíne

A kísérletet Rákoscsaba külterületén lévő állattartó telepen végeztük. Az ólon belül az ismétlések külön fakkokban voltak tartva (n=40). Mélyalmos tartást alkalmaztunk, faforgács almozással. A napos állatokat kúpos önitatókra fogadtuk, melyeket később leváltott a szelepes önitató. Ezt mindig a csirkék aktuális magasságához állítottuk. Etetésük *ad libitum* dercés takarmánnyal történt, az aktuális kornak megfelelő nyers táplálóanyag-tartalmi paraméterekkel önetetőkből. Ennek köszönhetően pontosan mérni lehetett a takarmányfogyasztást. A terem fűtése gázüzemű műanyákkal volt megoldva. A hőmérsékleti beállításokat az 2. táblázatban tekinthetjük meg, míg a világítási programot a 3. táblázat mutatja. A régi szakirodalmi ajánlásokkal ellentétben, jelenleg a brojler integrátorok ehhez hasonló világítási programokkal dolgoznak. Míg a LED-es világításban volt napkelte-napnyugta szimuláció, addig az izzóval megvilágított csoportban nem. Minden tartásbeli paraméterben a „Cobb Broiler Management Guide” ajánlásait követtük (http 5).

|  |  |
| --- | --- |
| **Nap** | **Hőmérséklet (°C ± 2)** |
| 0-7 | **33** |
| 7-14 | **30** |
| 14-21 | **27** |
| 21-28 | **24** |
| 28-35 | **21** |
| 35-42 | **19** |

2.táblázat: Hőmérséklet

|  |  |
| --- | --- |
| **Nap** | **Sötét órák száma** |
| 0 | 0 |
| 1 | 1 |
| 2 | 2 |
| 3 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 5 |
| 6-37 | 6 |
| Vágás előtt 5. nap | 5 |
| Vágás előtt 4. nap | 4 |
| Vágás előtt 3. nap | 3 |
| Vágás előtt 2. nap | 2 |
| Vágás előtt 1. nap | 1 |

3.táblázat: Fényprogram

## Az állatok takarmányozása

Az alkalmazott takarmány alapját a búza, a kukorica és az extrahált szója tette ki. Három fázisú, *ad libitum* takarmányozást alkalmaztunk dercés, teljes értékű takarmánykeverékkel. A takarmányok összetételét és számított nyers táplálóanyag-tartalmát a 4. táblázatban láthatjuk.

Mindhárom takarmányból mintát vettünk és Weendei-analízist végeztünk:.

* Szárazanyag: az előkészített takarmánymintát megmérjük és tömegállandóságig szárítjuk. A két értékből meghatározzuk a szárítási tömegveszteséget és ezekből az értékekből számoljuk ki a szárazanyagot. (Magyar Takarmánykódex 1990)
* Nyersfehérje: „a takarmányt tömény kénsavval roncsolva, nitrogéntartalmát ammóniumsóvá alakítjuk, majd a lúggal szabaddá tett ammóniát kénsav- vagy bórsavoldatban desztillálva titráljuk.” (Magyar Takarmánykódex 1990)
* Nyerszsír: „a mintát dietil-éterrel extraháljuk, a nyerszsírt az oldószertől desztillálással elválasztjuk, majd szárítjuk és a tömegét mérjük.” (Magyar Takarmánykódex 1990)
* Nyersrost: „a mintát előírt koncentrációjú kénsavval ás kálium-hidroxiddal, egymást követően meghatározott ideig főzzük. A maradékot szűrjük, mossuk, szárítjuk, mérjük és hamvasztjuk. A hamvasztásból származó tömegveszteség megfelel a vizsgált minta nyersrosttartalmának.” (Magyar Takarmánykódex 1990)
* Nyershamu: „ a takarmánymintát lángra lobbanás nélkül elégetjük, majd 550 oC-on hamvasztjuk, és a maradék tömegét lemérjük.” (Magyar Takarmánykódex 1990)

Ezeket a méréseket a Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Állattudományi Alapok Intézet Takarmányozástani Tanszékének laborjában végeztük.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| A takarmány összetétele | | | |
|  | Indító 0-14 nap | Nevelő 14-28 nap | Befejező 28-42 nap |
|  | Összetétel (%) | | |
| Kukorica | 34,00 | 38,00 | 41,00 |
| Búza | 19,00 | 16,00 | 18,00 |
| Extrahált szója (46%) | 31,00 | 23,00 | 16,00 |
| Extrahált napraforgó (37%) (unhulled) | 4,00 | 10,00 | 11,00 |
| Kukorica glutén (60%) | 4,00 | 4,00 | 5,00 |
| Napraforgóolaj | 3,50 | 5,00 | 5,30 |
| Brojler premix 0.4% | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| Mész | 1,20 | 1,10 | 0,90 |
| L-lysine | 0,50 | 0,40 | 0,40 |
| DL-Methionine | 0,30 | 0,25 | 0,20 |
| L-Threonine | 0,15 | - | - |
| MCP | 1,70 | 1,60 | 1,55 |
| NaCl | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| ∑ | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| **Számított nyers táplálóanyag tartalom %** | | | |
| D.m. | 88,301 | 88,344 | 88,166 |
| AMEn MJ/kg | 12,585 | 13,095 | 13,412 |
| Nyersfehérje | 22,805 | 21,200 | 19,455 |
| Nyerszsír | 6,679 | 8,493 | 8,721 |
| Nyersrost | 3,784 | 4,635 | 4,631 |
| Lys | 1,453 | 1,275 | 1,126 |
| Av Lys | 1,399 | 1,217 | 1,120 |
| D Lys | 1,255 | 1,110 | 0,999 |
| Meth | 0,712 | 0,634 | 0,611 |
| Meth+C | 1,023 | 0,961 | 0,873 |
| D Meth+C | 0,963 | 0,885 | 0,811 |
| Thre | 1,028 | 0,824 | 0,756 |
| D Thre | 0,846 | 0,756 | 0,685 |
| Tryp | 0,286 | 0,265 | 0,233 |
| D tryp | 0,215 | 0,182 | 0,155 |
| Arg | 1,312 | 1,243 | 1,062 |
| Val | 1,078 | 0,998 | 0,876 |
| Ca | 0,959 | 0,885 | 0,802 |
| P | 0,889 | 0,798 | 0,761 |

4.táblázat: A takarmányok összetétele és számított nyers táplálóanyag-tartalma

### Ürülékminták

Annak érdekében, hogy megállapítsuk, madaraink fogyasztanak-e valamelyik megvilágítás hatására több almot, a második héttől, minden héten gyűjtöttünk ürülékmintát, mindkét csoporttól. A minták begyűjtésénél fontos szempont volt annak frissessége (így nem tapostak bele az állatok plusz forgácsot), illetve fontos volt arra figyelni, hogy a mintát alommentesen helyezzük a gyűjtőedénybe. Ezeket leszárítottuk, daráltuk és az előző pontban leírtak alapján megmértük a nyersrost tartalmukat.

## Állatokon végzett mérések és vizsgálatok

### Testtömeg

Állatainkat a letelepítéskor mértük először, majd minden héten, egyesével minden madarat mérlegeltünk. A 42. napon kísérleti vágást végeztünk, amikor is ismétlésenként 4 állatot extermináltunk, vagyis csoportonként húszat. Ezeknek az egyedeknek nem csak az élő tömegét, hanem vágott tömegét és grilltömegét is lemértük.

### Takarmányfogyasztás és –értékesítés

Mint minden piaci résztvevő, a baromfiágazat is arra törekszik, hogy egységnyi terméket minél gazdaságosabban tudjon előállítani. A költségek legjelentősebb részét a takarmány költség teszi ki, ezért nem mindegy, hogy mennyit fogyaszt az állatunk, és ezzel párhuzamosan mennyit gyarapszik. A hízlalási idő alatt végig külön voltak etetve a csoportok kúpos önetetőből, így nyomonkövethettük, hogy hétről hétre mennyi takarmány fogyott. Az élősúly adatokból és a takarmányfogyasztásból kiszámoltuk a takarmányértékesítést.

### Szervtömegek

Vágást követően minden madárból kivettük a májat, szívet, *bursa Fabricii*-t és lépet. Arra voltunk kíváncsiak, volt-e valamiféle különbség a különböző technológiával megvilágított csoportok szervtömege között. Minden szervtömegből számoltunk relatív tömegeket az élőtömeghez viszonyítva 0, mert így sokkal szemléletesebben lehet összehasonlítani a mintákat.

## Húsminőség vizsgálatok

A húsminőség vizsgálatokat a Szent István Egyetem, Állattenyésztés-Tudományi Intézet és az Állattudományi Alapok Intézet laborjaiban végeztük a vágást követően. A csirkemell mintákon a következő méréseket végeztük el: pH, szín, csepegési veszteség, kiolvadási veszteség, sütési veszteség, hűlési veszteség, nyíróerő érték és beltartalom.

### pH

A minták pH-ját Hanna Instruments HI 98163 pH mérő műszerrel mértük. A pH 1-es értéket közvetlenül vágás után, a pH 2-es értéket pedig vágást követően 24 órával mértük, oly módon, hogy a műszer elektródját minden irányból fedje a hús.

### Szín

A húsmintáink színét a Minolta Chromameter® CR 410 típusú színmérő készülékkel határoztuk meg, ami reflektancia spektrometriás módszerrel méri a színt. Fontos, hogy a húsminták friss metszéslapján mérjük a színt, melyet a műszer az L\*, a\*, b\* színrendszerben határoz meg. A mért eredményeket számértékben jeleníti meg számunkra. Az L\* értéke a hús világosságát-sötétségét adja meg, miszerint az érték minél inkább a 0-hoz közelít annál feketébb, ha minél inkább a 99-es értékhez tart, akkor a hús színe annál inkább világos. Az a\* érték a hús pirosságát adja meg, ami egy + és - skálán mozog. A + irányába egyre pirosabb, a - irányába egyre inkább zöld színt látunk. A hús sárgaságát pedig a b\* érték adja meg. Ha pozitív számot kapunk, a húsunk színe sárga,, ha viszont negatív, akkorpedig kék.

### Konyhatechnikai veszteségek

Legtöbb otthon főző ember bele sem gondol, hogy konyhatechnikai lépések során mennyi veszteség éri. Ezekre a hétköznapokban nem figyelünk, hiszen bizonyos mértékben természetes velejárója a hőkezelésnek, viszont objektív módszerekkel könnyen megállapítható a mértékük, ami segít bizonyos következtetések levonásában.

A mellmintáinkat első ízben lemértük (m1), és mélyhűtőbe helyeztük őket egy hónapnyi időtartamra. Egy hónapnyi fagyasztás (-18Co) után, kivettük, és megvártuk, míg szobahőmérsékletűre olvadnak (23 Co). Ekkor ismételten megmértük őket (m2). Ebből a két adatból tudtuk kiszámolni, hogy fagyasztás után, olvadás alatt mennyi nedvességet veszített a húsunk, vagyis az kiolvadási veszteséget.

Ezután következik a sütés (4. ábra). Kontakt grillt előmelegítettünk, és ebben addig sütöttük a húsokat, míg egységesen a maghőmérsékletük el nem érte a 72o-ot. Ezt folyamatosan egy maghőmérővel ellenőriztük. Ha ez megtörtént, ismételten, még melegen lemértük (m3). Így tudtuk kiszámolni a sütési veszteséget. Megvártuk míg húsunk teljesen szobahőmérsékletűre hűl (5. ábra), és ismételten lemértük (m4). Ezekből az adatokból számoltuk a hűlési veszteséget.

A kiolvadási, sütési és hűlési veszteségeket az alábbi képletek segítségével számoltam ki:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| kiolvadási veszteség (%)= | m1-m2 | x100 |
| m1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| sütési veszteség (%)= | m2-m3 | x100 |
| m2 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| hűlési veszteség (%)= | m3-m4 | x100 |
| m3 |



4.ábra: Hússütés 5.ábra: Hűlő húsok

### Porhanyósság

Miután végeztünk a konyhatechnikai veszteségek mérésével, a szobahőmérsékletű mellhúsunkból 2-2 db, 1 cm x 1cm-es próbatestet vágtunk (6 ábra). Minden egyes hasábon 5-5 kísérleti vágást végeztünk (7. ábra), a TA.XT Plus texture analyser géppel. A készülék a Texture Exponenet 32-es program segítségével képezi és értékeli a vágáshoz szükséges erőkifejtést ábrázoló diagramot és megállapítja pontos nyíróerőt, ami a hús teljes átvágásához szükséges legnagyobb erő volt.



6.ábra: Előkészített próbatestek 7.ábra: Kísérleti vágás

### Beltartalom (NIR)

A fagyasztóból kivett és kiolvadt húsokat homogenizáltam. Ezt a homogén húspépet helyeztem be az INSTALAB 600 típusú NIR készülékbe, ami megmérte a húsok nedvességét, fehérje és zsír tartalmát. Minden mintát öt ismétlésben mértem, hogy minél pontosabb eredményt kapjak.

## Matematikai-statisztikai módszerek

A kísérlet során vizsgált adatok rögzítésére a Microsoft Office 365 programcsomagból az Excel programot vettem igénybe. A Student-féle t-próbához tartozó valószínűséget számítottam ki, eloszlásszéleket tekintve kétszélű, típusát tekintve nem egyenlő varianciájú T.próbával.

# Eredmények és értékelésük

## Állatokon végzett mérések és vizsgálatok

### Testtömeg

Madarainkat 42 napos korig tartottuk, hetente mérlegeltük. Az első öt héten a két csoport testtömegei között korreláns (p=< 0,05) különbséget találtunk. Az utolsó héten ez nem, figyelhető meg, kisebb különbség mutatkozik (5. táblázat, 8. ábra). Vágáskor a két csoport madarai között az átlagos súlyeltérés 43 gramm volt, ennyivel volt kisebb a hagyományos izzó fényénél nevelt csirke. Végig megfigyelhetjük, hogy a LED-es csoport nagyobb súlyt ért el.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1. hét** | **2. hét** | **3. hét** | **4. hét** | **5. hét** | **6. hét** |
| **LED** | 149,9 | 422,4 | 848 | 1403 | 2085,6 | 2560 |
| **Izzó** | 142,9 | 399,3 | 823,5 | 1362,5 | 1978,7 | 2517 |
| **T.próba** | 0,000359 | 0,000162 | 0,0201 | 0,01558 | 0,0000093 | 0,1529 |

5.táblázat: Hetenkénti átlag tömeg/madár (g), két csoport közötti T.próba

8.ábra: Hetenkénti átlag tömeg/madár (g)

### Takarmányfogyasztás és -értékesítés

Átlagos napi takarmányfogyasztás (6. táblázat, 9. ábra) változóan alakult a két csoportban, hol az egyikben több, hol a másikban.

A takarmány-értékesítésnél (10. ábra), ami megmutatja, hogy egy kg súlygyarapodáshoz mennyi takarmányt használt fel az állat, jól kitűnik, hogy a LED világításban lévő csoport takarmány-értékesítése végig a nevelési idő alatt alacsonyabb, tehát jobb volt. A vágáskori (6 hetese) takarmányértékesítés a LED-es csoportban 1,72 kg/kg, míg az izzóval megvilágított csoportban 1,77 kg/kg értéket ért el.

A madarak takarmány fogyasztása (6. táblázat, 9. ábra) az utolsó héten jelentősen csökkent, ami azzal magyarázható, hogy vélhetően a hőmérséklet (10. ábra) már túl magas volt a komfortzónájukhoz képest, hőstressz érte őket. Ebben az időszakban (35-42 nap) a LED-es csoport kevesebb takarmányt fogyasztott, viszont takarmányértékesítése (10. ábra) és súlygyarapodása (8. ábra) is jobb volt, mint az izzóval megvilágított csoporté

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **LED** | **Izzó** |
| 0-7 nap | 17,66 | 17,23 |
| 7-14 nap | 46,18 | 44,75 |
| 14-21 nap | 88,93 | 89,36 |
| 21-28 nap | 138,23 | 137,94 |
| 28-35 nap | 184,63 | 170,45 |
| 35-42 nap | 129,70 | 153,45 |
| 0-14 nap | 31,99 | 31,06 |
| 0-21 nap | 50,59 | 50,14 |
| 0-28 nap | 72,10 | 71,40 |
| 0-35 nap | 94,14 | 90,69 |
| 0-42 nap | 99,87 | 100,76 |

6.táblázat: Átlagos napi takarmányfogyasztás (g/madár)

9.ábra: Átlagos napi takarmányfogyasztás (g/madár)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **LED** | **Izzó** |
| 0-7 nap | 0,50 | 0,50 |
| 7-14 nap | 2,51 | 2,51 |
| 14-21 nap | 0,53 | 1,57 |
| 21-28 nap | 0,53 | 0,00 |
| 28-35 nap | 0,00 | 0,00 |
| 35-42 nap | 3,16 | 3,09 |
| 0-14 nap | 3,00 | 3,00 |
| 0-21 nap | 3,50 | 4,50 |
| 0-28 nap | 4,00 | 4,50 |
| 0-35 nap | 4,00 | 4,50 |
| 0-42 nap | 7,00 | 7,50 |

7.táblázat: Elhullás %

10.ábra: Takarmány-értékesítés

11.ábra: Minimum és maximum budapesti hőmérséklet a nevelési idő alatt (http 6)

### Szervtömegek

Szervtömegek esetében mindig az adott madár súlyához viszonyítottuk a szervtömegét, vagyis a relatív szervtömeggel (12. ábra) dolgoztunk. A relatív májtömegnél szignifikánsan (p=0,009) nagyobb lett a LED világításban levők mája. A relatív szívtömeg esetében minimálisan, de nagyobb lett a LED világításban lévők szíve. A relatív *bursa Fabricii* tömegnél minimálisan nagyobb lett a hagyományos izzóval megvilágított csoport *bursa Farbricii*-je. A reletív léptömeg szignifikánsan (p=0,0459) nagyobb lett a LED megvilágításban lévők léptömege. Ezeket az adatokat szemléletesen, diagramon is meg lehet tekinteni a 12-es ábrán.

12.ábra: Relatív szervtömegek (g)

## Ürülékminták

Az ürülékminták nyersrost tartalma változóan alakult (8. táblázat, 13 ábra). Egyik héten egyik csoport, míg másik héten a másik csoport nyersrost tartalma volt nagyobb. Mivel mindkét csoport ugyanazt a takarmányt fogyasztotta, ez a különbség vélhetően az alomevésre (forgács) vezethető vissza. Ezt a következtetést a mindkét csoportról a teljes nevelési időszakban készült non-stop videofelvétel alapján vontuk le – azonban ezek a felvételek még csak részben vannak kiértékelve, így pontos adatokat nem tudunk közölni. A nyersrost mennyiségének hullámzása a takarmányváltással párosuló alomevéssel magyarázható (9. táblázat). Megfigyelhetjük, hogy mindkét takarmányváltást követő egy hétben a LED-es csoport fogyasztott több almot, míg a takarmányváltást követő második héten az izzóval megvilágított csoport fogyasztott több almot.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2. hét** | **3. hét** | **4. hét** | **5. hét** |
| **LED** | 111,35 | 131,54 | 120,96 | 123,32 |
| **Izzó** | 122,00 | 123,91 | 138,58 | 114,87 |

8.táblázat: Ürülékminták nyersrost tartalma g/kg szárazanyag (sz.a.)

13.ábra: Ürülékminták nyersrost tartalma g/kg szárazanyag (sz.a.)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **nevelési nap** |  |  |
| 2. hét | 8. | Izzó több almot vett fel |  |
| 9. |  |
| 10. |  |
| 11. |  |
| 12. |  |
| 13. |  |
| **14.** | **Takarmányváltás napja** |
| 3. hét | 15. | LED több almot vett fel |  |
| 16. |  |
| 17. |  |
| 18. |  |
| 19. |  |
| 20. |  |
| 21. |  |
| 4. hét | 22. | Izzó több almot vett fel |  |
| 23. |  |
| 24. |  |
| 25. |  |
| 26. |  |
| 27. |  |
| **28.** | **Takarmányváltás napja** |
| 5. hét | 29. | LED több almot vett fel |  |
| 30. |  |
| 31. |  |
| 32. |  |
| 33. |  |
| 34. |  |
| 35. |  |

9.táblázat: Takarmányváltás és alomevés közötti összefüggés

## Takarmányminták

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Abszolút sz.a.** | **Nyersfehérje** | **Nyerszsír** | **Nyersrost** | **Nyershamu** |
|  | **g/kg tak.** | **g/kg sz.a.** | | | |
| **Indító** | 897,80 | 255,40 | 65,49 | 44,89 | 63,93 |
| **Nevelő** | 907,50 | 249,37 | 84,30 | 48,93 | 60,06 |
| **Befejező** | 908,40 | 230,52 | 92,69 | 49,10 | 54,60 |

10.táblázat: Takarmányok mért nyers táplálóanyag-tartalma

## Húsminőség vizsgálatok

### pH

Mint ahogy azt a 14. ábrán láthatjuk, a csirkemellek pH-i mindkét esetben kismértékben magasabbak voltak az izzóval megvilágított csoportban, egyik esetben sem volt szignifikáns különbség. T.próba értéke a pH1 esetében p=0,604, míg a pH2 esetében p=0,873.

14.ábra: pH 1 és pH 2 értékek

### Szín

A mellhúsok színében nem jelentkezett szignifikáns eltérés (15. ábra). A LED-es csoport az izzóshoz képest fehérebb volt, kevéssé piros, és kicsit sárgább. Ezek a különbségek azonban annyira elenyészően kicsik, hogy szabad szemmel nem tapasztalhatóak meg.

A fogyasztó számára szemmel észrevehető különbségeket számoló képlet eredménye: ΔE\*IL=0,45 Amennyiben ezt az értéket behelyettesítjük az 1. táblázatba, láthatjuk, hogy ez a különbség szemmel nem érzékelhető kategóriába esik, Tehát nincs szemmel észrevehető színkülönbség a mellhúsok között.

15.ábra: A mellhúsok színe

### Csepegési veszteség

A mellhúsok esetében a csepegési veszteség (16. ábra) a LED-el világított csoportban nagyobb volt (8,2 %) mint az izzóval megvilágított (6,88%) csoport. Az eltérés nem hozott szignifikáns eltérést (T.próba: p=0,3739). A minták között nagy volt a szórás.

16.ábra: A mellhúsok csepegési vesztesége (%)

### Konyhatechnikai veszteségek

A mellhúsok kiolvadási-, sütési-, és hűlési- vesztesége (11. táblázat, 17. ábra) között egy esetben sem volt szignifikáns eltérés a két csoport között. Megfigyelhetjük azonban, hogy mind a három mért paraméter esetében nagyobb volt az izzóval megvilágított csoport vesztesége. Ezeket a veszteségeket szemléletesen összesítve láthatjuk a 18. ábrán.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Kiolvadási veszteség** | **Sütési veszteség** | **Hűlési veszteség** |
| **LED** | 3,0492498 | 25,27 | 9,89 |
| **Izzó** | 3,409941 | 26,89 | 9,93 |
| **T.próba** | 0,6203 | 0,3448 | 0,8631 |

11.táblázat: A mellhúsok kiolvadási-, sütési-, hűlési- vesztesége, T.próba

17.ábra: A mellhúsok kiolvadási-, sütési- és hűlési- vesztesége (%)

18.ábra: A mellhúsok összesített kiolvadási-, sütési-, hűlési- vesztesége

### Porhanyósság

Porhanyósságot a nyíróerővel (19. ábra) tudjuk objektív módon jellemezni. Az izzóval megvilágított csoport nyíróereje szignifikánsan jóval nagyobb lett, mint a LED-es csoporté (p=0,0002208).

19.ábra: A mellhúsok nyíróereje (kg)

### Beltartalom (NIR)

Beltartalom esetében vizsgáltuk a nedvesség-, fehérje- és zsír-tartalmat (20. ábra). Mindhárom esetben a LED-es csoport mellhúsaiban volt nagyobb a nedvesség-, a fehérje- és a zsír-tartalom is. Ezek az értékek azonban egyik esetben sem mutattak szignifikáns eltérést.

20.ábra: A mellhúsok beltartalmi paraméterei (%)

# Következtetések és javaslatok

Kísérletünkben a LED és a hagyományos wolframszálas izzó által megvilágítás hatásait vizsgáltuk. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a kétféle megvilágítási mód, hogyan befolyásolja a pecsenyecsirkék termelési paramétereit, alomfogyasztását, illetve húsminőségét.

A két csoport súlya között a nevelési idő első időszakában szignifikánsan különbség volt, a LED-es csoport nagyobb tömeget ért el. Ez a különbség a hízlalás végére mérséklődött (vágás kori átlagos testsúly különbség a két csoport madarai között 43 gramm volt), de így is a LED-es csoport teljesített jobban. Madaraink takarmányfelvétele a hízlalási idő utolsó hetében csökkent, ami a hőstresszre vezethető vissza (11. ábra). A hőstressz káros hatásait a madarakra a szakirodalom is alátámasztja (Zhang et al. 2012). Ha az integrátorok által szorgalmazott öt hetes (35-37 nap) hízlalási időt vesszük figyelembe, akkor egyértelműen végig a LED megvilágításban lévő csoport teljesített jobban. Ezzel párhuzamosan a nevelési idő alatt végig a LED-es csoport takarmány értékesítése volt a jobb. Ez visszavezethető a szakirodalomban is leírt tényre, miszerint a helyes megvilágítás lassíthatja a takarmányfelvételt, így jobb lesz az emésztés, aminek következtében javul a takarmány-értékesítés (Edgar 2019). Elmondható, hogy a hízlalás végén elért 43 grammos súlykülönbség bár nem számottevő, de nagy állomány esetén gazdasági jelentősége van. Mindemellett a jobb takarmányértékesítés is hozzájárul a nevelési költségek mérsékléséhez.

Az ürülékminták nyersrost tartalma, ami összefügg az alomevéssel, ingadozó volt. Ebben az esetben megfigyelhető az az összefüggés, hogy mindig takarmányváltás után fogyasztott több almot a LED-es csoport. Ez összefüggésben lehet a rost igényük kompenzációjával, azonban ennek bizonyítására további kísérletekre van szükség.

Továbbá feltételezhető, hogy számukra nem ugyanabban az időpontban volt megfelelő a takarmányváltás, mint az izzóval megvilágított csoportnál. Ezt az alapján feltételezzük, mivel nem illeszkedik egymásra a növekedési görbéjük, így az is feltételezhető, hogy ezen görbe meredekségének változásai (szakaszváltó pontok) más-más időpontban következtek be, ezért is okozhatta a fentiekben leírt kompenzációt ezt a technológia. Azonban a kísérleti elrendezés miatt – miszerint a két csoport a megvilágításon kívül minden tényezőben egyezzen meg – nem változtattunk a takarmányváltások időpontján, azonban érdekes lenne ilyen szempontból is továbbvinni a vizsgálatokat.

A relatív szervtömegek esetében elmondható, hogy a különbségeket vélhetően azok az anyagcsere-folyamatok okozták, melyek nem maradtak érintetlenül a fény hatására, azonban nyilvánvaló, hogy ennek igazolására további vizsgálatok elvégzése szükséges az anyagcsere folyamatokkal és immunrendszerrel kapcsolatban a tárolt szervmintákon.

A mellhúsok összesített konyhatechnikai veszteségeinél a LED-es csoport vesztesége mérsékeltebb volt, de nem szignifikáns. A hússzínekben nem tapasztaltunk mérvadó különbséget, ami a beltartalmi paramétereknél is mondható. Ami nagyon érdekesen alakult, az nem más mint a nyíróerő. Az izzóval megvilágított csoport mellhúsának nyíróereje lényegesen (p=0,0002208) nagyobb volt mint a LED-es csoport esetében, vagyis az izzóval megvilágított csoport mellhúsa rágósabb volt.

Összességében elmondható tehát, hogy termelési paraméterekben jobb volt a LED-el megvilágított csoport, és lényegesen puhább volt a mellhúsa. Ezek az eredmények feltehetően az izzós megvilágítás erősebb stroboszkóp hatására vezethető vissza, amit a szakirodalom is alátámaszt (http 2.), a villogás valószínűleg az állatokat zavarta, idegesebbek, frusztráltabbak voltak. Ennek pontos igazolására további mérésekre lesz szükség, ahol a fagyasztva tárolt vérmintákból a madarak bizonyos szteránvázas hormon-szintjeit lehet majd mérni (pl. kortikoszteron- stresszhormon mellett az egyéb szteránvázas hormonok szintjét is).

Mindent egybe vetve ajánlható a LED technológia alkalmazása a baromfiágazatban, mert javító hatással van a termelési paraméterekre, és feltehetően az állatjóléti szempontból is előnyösebb. Emellett energetikailag jóval kedvezőbb paraméterekkel bír, jelentős energia megtakarítást jelent a hagyományos izzókhoz képest, amit a szakirodalom is alátámaszt   
(http 3.).

# Összefoglalás

Az ókori mitológiában is nagy szerepet játszott a fény, mert már az akkori emberek is tudták, hogy ez alapvető feltétele az életnek. Ez manapság is így van, fény nélkül nem tudnánk létezni. Már az előző évszázadban is léteztek elektromos árammal működő világító testek, amik mára odáig fejlődtek, hogy bármilyen erősségű, színhőmérsékletű és sűrűségű fényt képesek produkálni. Erre azonban nem csak nekünk, embereknek van szükségünk, hanem állatainknak is, a jobblétük érdekében. A legújabb LED technológiával és okos vezérlő egységekkel oda jutottunk, hogy utánozni tudjuk a természetes napfényt, illetve a nap-keltét és -nyugtát is. Ez a baromfi ágazat számára is különös jelentőséggel bír. Vizsgálatunk arra irányult, hogy a hagyományos izzókat és az újtechnológiás LED világítótesteket kísérleti körülmények között hasonlítsuk össze, vizsgálva, hogy azok hatással vannak-e a brojlerek termelési paramétereire és húsminőségére.

Kísérletünkben két Cobb 500-as brojlerekből álló csoportot hoztunk létre 5-5 ismétlésben (n=40), összesen 400 madárral. Mindkét csoport azonos takarmányt fogyasztott, továbbá minden tartástechnológiai tényező azonos volt még a fény tekintetében is (megvilágított órák hossza, hullámhossz, fényerősség). A különbséget az adta, hogy az egyik csoportnál LED-es megvilágítást (L) alkalmaztunk, míg a másik csoportnál hagyományos izzókat (I). Célkitűzéseink között első sorban annak vizsgálata szerepelt, hogy a kétféle megvilágítási mód eredményez-e a két csoport között a pecsenyecsirkék súlygyarapodását, takarmányértékesítését és húsminőségét tekintve különbséget. Ennek érdekében minden csoportot heti rendszerességgel mérlegeltünk, illetve folyamatosan mértük a takarmányfogyasztást is, melyből a takarmány-értékesítést számoltuk. A nevelési időszak végén (42. nap) minden ismétlésből 4-4 állatot extermináltunk (n=20; kezelésenként) és a tőlük származó mintákat további vizsgálatoknak vetettük alá. A máj, a vese, a *bursa Fabrici* és a lép tömegét mértük, majd összevetettük a vágott tömeggel kiszámolva a relatív szervtömeget. Továbbá a vágási-kitermelési mutatókat is vizsgálva mértük a vágott- és a grill tömeget, a mell, a comb és a szárny tömegét, illetve arányát. A mellhúsok különböző tulajdonságait vizsgáltuk: pH, szín, csepegési veszteség, sütési és hűlési veszteség, nyíróerő/porhanyósság és beltartalom (nedvesség, fehérje, zsír). Számítottuk a színinger-különbséget.

Az eredményekből látható, hogy bár igen csekély mértékben volt különbség a csoportok között. A súlygyarapodásban minimálisnak tűnő (40 g) különbség adódott a L csoport javára, ami a termelő számára nagylétszámú állat estében lényeges anyagi többletet jelenthet, akárcsak a relatív melltömeg, amely egy százalékkal jobb lett a L csoport esetében. Különbséget mutatott a relatív májtömeg (I:1,49 g/g; L:1,69g/g; p=0,009) és relatív léptömeg (I:0,06 g/g; L:0,07g/g; p=0,046) is, ami arra enged következtetni, hogy ezen szerveket érintő anyagcserefolyamatok nem maradtak érintetlenül. A konyhatechnikai paraméterek esetében nagyon különös volt, hogy a nyíróerő az izzóval megvilágított csoportnál lényegesen nagyobb értéket mutatott (L: 1,78 kg, I: 2,09 kg), tehát kevésbe volt porhanyós. Mindezek és további eredményeink alapján azt állapíthatjuk meg, hogy érdemes a LED technológiára átállni, mert számos esetben felfedezhetjük előnyös hatásait.

# Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani mindazoknak, akik valamilyen úton segítséget nyújtottak dolgozatom elkészítésében.

* Mindenekelőtt szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek, Dr. Kovács-Weber Mária egyetemi docensnek, aki önzetlen támogatásával, segítségével és szakmai tudásával alapvetően hozzájárult dolgozatom sikeres elkészítéséhez.
* Köszönettel tartozom a Led-Lighting Kft.-nek és külön köszönet a Kft. tulajdonosának Pacz Marcellnek, hogy a munkám alapját adó kísérletet finanszírozták és köszönöm, hogy fejlesztésüket ezáltal rendelkezésemre bocsájtották.
* Köszönetet mondok, Podmaniczky Bélának, aki lehetővé tette a kísérlet létrejöttét és a mérések eredményeit dolgozatom elkészítéséhez biztosította.
* Köszönetet szeretnék mondani Szabó Rubina Tünde PhD hallgatónak és Kulcsár Szabina PhD hallgatónak, akik segítséget nyújtottak a mérések elvégzésében.
* Dr. Mézes Miklósnak az Állattudományi Alapok Intézet igazgatójának és Dr. Póti Péternek az Állattenyésztés-Tudományi Intézet igazgatójának, akik lehetővé tették a dolgozatom elkészítését és a mérések kivitelezését.
* Végül, de nem utolsó sorban köszönetet szeretnék mondani családomnak és barátaimnak, akik szerető támogatásukkal hozzájárultak dolgozatom elkészítéséhez.

# Irodalomjegyzék

1. 32/1999. (III. 31.) FVM rendelet 7. számú melléklet: A hústermelés céljából tartott csirkék tartásának minimális követelményei
2. Albert H. M., Donald S. F. (1964): A possible endocrine basis for premigratory Fattening int he white-crowned sparrow, zonotrichia leucophrys gambelii
3. Balázs G. *et al.* (2011): Élelmiszeranalitika gyors és autómatizált módszerei, [https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0011\_2A\_5\_modul/1794/index.html (2019](https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0011_2A_5_modul/1794/index.html%20(2019) október)
4. Balázs Gy. (2009): Húsok és húskészítmények, Mundus Magyar Egyetemi Kiadó, Budapest, 160 p.
5. Bárány L., Pipos T., Szőlősi L. (2013): Versenyképes brojlerhizlalás, Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, 316 p.
6. Barni M., Cappellini V., Mecocci A. (1996): Colour-based detection of defects on chicken meat
7. Barry B. and Janice S. (1998): Az emberi test, Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 343 p.
8. Bennett A.T.D., Cuthill I.C. (1993): Ultraviolet Vision in Birds: What is its Function?
9. Bogenfürst F., Horn P., Sütő Z., Gaál K., Kovács G., (2011): Baromfitenyésztés, „E-tananyag” az Állattenyésztő mérnöki BSc szak hallgatói számára
10. Dr. Böő I. (1999): A baromfitartás gyakorlata, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 204 p.
11. Dr. Péczely P. (2013): Madár szaporodásbiológia, Agroinform Kiadó, Budapest, 352 p.
12. Dr. Tóth L. (2005): A madarak anatómiája és élettana, Egyetemi jegyzet, SZIE, Gödöllő, 78 p.
13. Dr. Zoltán P. szerk. (1997): Baromfihús- és tojástermelők kézikönyve, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Kft., Budapest, 496 p.
14. Eberhard G. (2003): Circannual rhythms in birds, Current Opinion in Neurobiology
15. Edgar O. Oviedo-Rondón (2019): Holistic view of intestinal health in poultry
16. Fehér Gy. (2004): A háziállatok funkcionális anatómiája, <https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/haziallatok/adatok.html>
17. Fonyó A. (2011): Az orvosi élettan tankönyve, <https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/ch10s07.html>
18. Földes S. (2013): LED égők váltják fel a hagyományos izzókat, Baromfiágazat, 13. évfolyam, 2013/1, 54-55 p.
19. Gregory F Ball, Ellen D Ketterson (2008): Sex differences int he response to environmental cues regulating seasonal reproduction in birrds
20. Horn P. *et al*. (2011): Sertéstenyésztés, <https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0059_sertestenyesztes/index.html>
21. Jávor A., Szigeti J. (2011): Termékminősítés és termékhigiénia, <https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_17_Termekminosites_es_termekhigienia/index.html>
22. Jonathan E. (szerk.) (1996): A madárvonulás atlasza, Cser Kiadó, Budapest, 180 p.
23. Kelber A. (2019): Bird colour vision – from cones to perception
24. Kállai L. és Kralovánszky U. P. (1975): A hús- és tejtermelés biológiája, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 353 p.
25. Kolczak, T., Pospiech, E., Palka, K., Lacki, J. (2003): Changes of myofibrillar and centrifugal drip proteins and shear force of psoas major and minor and semitendinosus muscles from calves, heifers and cows during post-mortem ageing. Meat Science
26. Lantos T., N. Vidovszky Á. (2010): Világítástechnika, OMKT Kft, Budapest, 120 p.
27. Lencsés Gy. (2005): A fény szerepe a madarak életében, A baromfi: baromfi- és nyúltenyésztők lapja, 8 évf.,2 sz., 16-21. p.
28. Lewis P.D., Perry G.C., Morris T.R. (1992): Effect of timing and size of light increase on sexual maturity in two breeds of domestic hen, World Poultry
29. Lukács Gy. (1982): Színmérés. Műszaki Kiadó, Budapest, 340 p.
30. Magyar Takarmánykódex (1990), II/1. kötet, 575 p.
31. Majoros A. (1998): Belsőterek világítása, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 172 p.
32. Olanrewaju H. A. *et al*. (2006): A Review of Lighting Programs for Broiler Production, International journal of poultry science
33. Pierre V. szerk. (2010): Mitológiai enciklopédia, Saxum Kiadó Kft., Budapest, 656 p.
34. Rodenboog H. (2001): Sodium, green, blue, cool or warm-white light? World Poultry
35. Rodrigues I. *et al*. (2018): Intermittent lighting improves resilience of broilers during the peak phase of sub-clinical necrotic enteritis infection, Poultry Science
36. Sekuler R., Blake R. (2000): Észlelés, Osiris Kiadó, Budapest, 618 p.
37. Százados I. (1995): Az emlős vágóállatok húsvizsgálata, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 344 p.
38. Vojtech Z. (1970): Istenek és hősök a görög-római mondavilágban, Móra Könyvkiadó, Budapest, 552 p.
39. Wilson J.L., Weawer Jr.W.D., Beane W.L., Cherry J.A. (1984): Effects of light and feeding space on leg abnormalities in broilers, Poultry Science 63
40. Zhang Z. Y. *et al*. (2012): Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat
41. http1.:<http://epa.oszk.hu/00200/00220/00014/pdf/firka_EPA00220_2000_2001_06_227-235.pdf> (2019 október)
42. http2.: [http://leddiszkont.hu/feltoltesek/stroboszkop-hatas-led-egoknel.pdf (2019](http://leddiszkont.hu/feltoltesek/stroboszkop-hatas-led-egoknel.pdf%20(2019) október)
43. http3.: [https://web.archive.org/web/20141013103845/http://www.webskft.hu/dokumentumtar/10\_led.pdf (2019](https://web.archive.org/web/20141013103845/http://www.webskft.hu/dokumentumtar/10_led.pdf%20(2019) október)
44. http4.: [https://www.cobb-vantress.com/products/cobb500 (2019](https://www.cobb-vantress.com/products/cobb500%20(2019) október)
45. http5.: [http://www.tt-trade.cz/docs/cobb-broiler-en.pdf (2019](http://www.tt-trade.cz/docs/cobb-broiler-en.pdf%20(2019) október)
46. http6.: [http://idojarasbudapest.hu/archivalt-idojaras (2019](http://idojarasbudapest.hu/archivalt-idojaras%20(2019) október)
47. http7.: <https://www.demilked.com/bird-vs-human-vision/> (2019 október)