

DIPLOMADOLGOZAT

PAZICSKI ÉVA ILONA
osztatlan agrármérnöki szak

Gödöllő

2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Agrármérnöki Szak**

**CURCUMA LONGA HATÁSA A TYÚKTOJÁS EGYES
MINŐSÉGI PARAMÉTEREIRE**

Belső konzulens: **Balláné Dr. Erdélyi Márta**
Egyetemi docens

Készítette: **Pazicski Éva Ilona**
A49VNA
nappali tagozat

ÉTI Takarmánybiztonsági tanszék

2024

Gödöllő

Tartalomjegyzék:

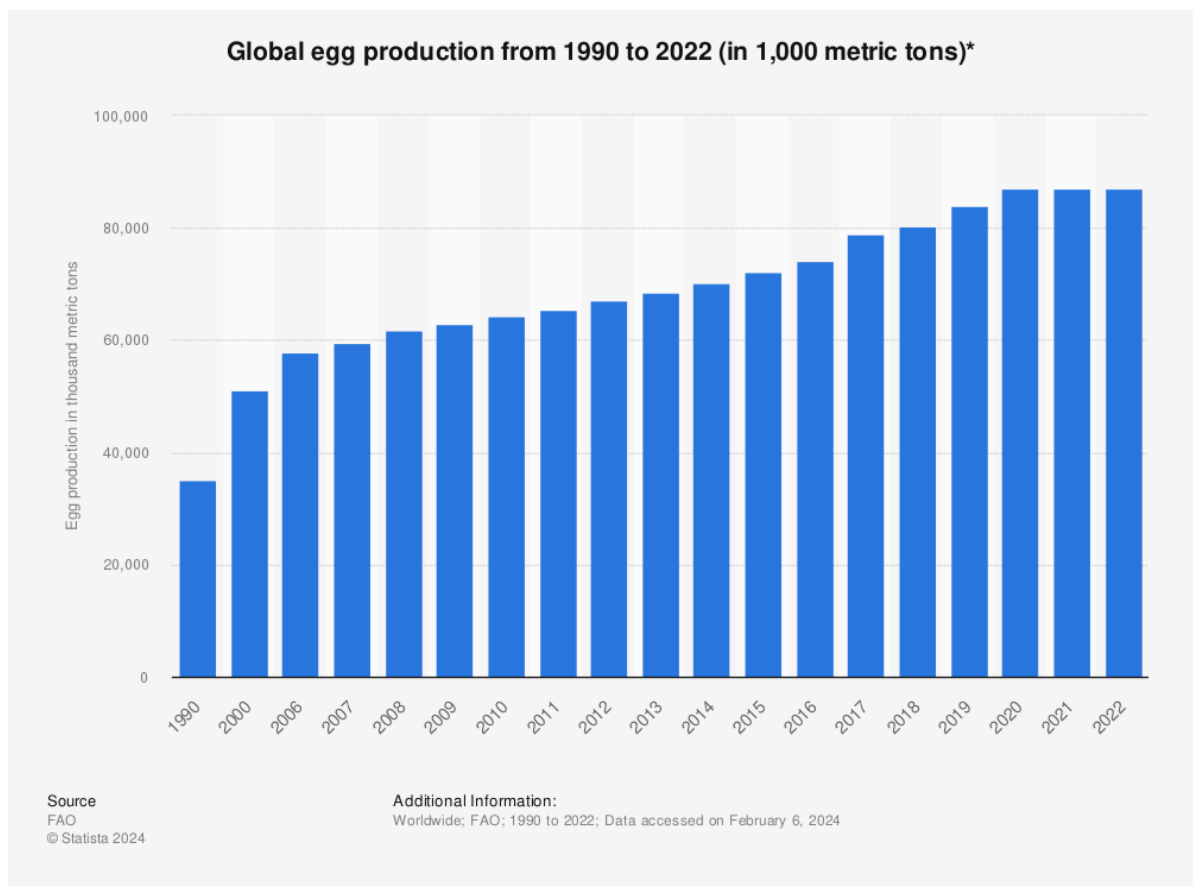
Tartalomjegyzék	1. oldal
1. Bevezetés	3. oldal
1.1 Célok.....	4. oldal
2. Szakirodalmi áttekintés	5. oldal
2.1 Tojás felépítése és részei.....	6. oldal
2.2 Tojás összetétele	7. oldal
2.3 Étkezési tojás minőségi tulajdonságai	8. oldal
2.4 Szik színezésére használt anyagok	9. oldal
2.5 Kurkuma	11. oldal
2.6 Fitobiotikumok	12. oldal
2.7 Kurkumával végzett etetési kísérletek.....	15. oldal
3. Anyag és módszer	20. oldal
3.1 Kísérlet helyszíne és menete	20. oldal
3.2 Kísérleti tyúkok	20. oldal
3.3 Takarmányozás	21. oldal
3.4 Friss tojások minőségének vizsgálata.....	22. oldal
3.5 Statisztikai elemzések.....	25. oldal
4. Eredmények	26. oldal
4.1 Kurkumin koncentráció	26. oldal
4.2 Tojás súlya	26. oldal
4.3 Fehérje magassága.....	27. oldal
4.4 A szik színe	28. oldal

4.5 Haugh egység	30. oldal
4.6 Tojáshéj szilárdság	31. oldal
4.7 Tojáshéj vastagság	32. oldal
4.8 A szik magassága	33. oldal
4.9 A szik átmérője	34. oldal
4.10 Sárgája index	35. oldal
4.11 Oxidatív stabilitás	37. oldal
5. Következtetések és javaslatok	39. oldal
6. Összefoglalás	42. oldal
7. Irodalomjegyzék	43. oldal
8. Táblázatok és ábrák jegyzéke.....	47. oldal
9. Köszönetnyilvánítás.....	49. oldal
10. Melléklet	50. oldal
10.1 Tojások minőségi paramétereit	50. oldal
10.2 MDA mérés eredményei.....	57. oldal
10.3 Statisztikai eredmények.....	58. oldal
10.2 Konzulensi nyilatkozat	60. oldal
10.3 Hallgatói nyilatkozat	61. oldal

1. Bevezetés:

A világ tojástermelése folyamatosan növekedik évi 3 %-kal. A FAO adatai szerint 2000-ben 51 millió tonnáról 2020-ra csaknem 87 millió tonnára növekedett (forrás: [http¹](#))

Országokra lebontva 2022-ben Kína volt a legnagyobb tojástermelő a maga 583,96 milliárd darab tojásával, a második Indonézia 132,04 harmadik India 119,48 majd Amerikai Egyesült Államok 109,51 Brazília 58,64 Mexikó 58,53 Oroszország 45,72 Japán 43,28 Pakisztán 22,51 Törökország 19,81 milliárd darab tojással (forrás: [http²](#))



1. Ábra: Globális tojástermelés 1990-2022 (forrás: [http³](#))

Az 1 főre jutó tojás fogyasztás világ viszonylatban 1970-ben 5,02, majd 1990-ban 6,23 2000-ben 7,9 2010-ben 8,64 és 2020-ban már 10,33 kilogramm/év volt (forrás: [http⁴](#)). Ebből láthatjuk, hogy nemcsak a növekvő népesség miatt van szükség a tojástermelés növekedésére, hanem a

¹ <https://www.internationalegg.com/resource/global-egg-production-continues-to-increase-at-an-average-of-3-per-year/>

² <https://www.statista.com/statistics/263971/top-10-countries-worldwide-in-egg-production/>

³ <https://www.statista.com/statistics/263972/egg-production-worldwide-since-1990/>

⁴ Per capita egg consumption, 1961 to 2020: https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-egg-consumption-kilograms-per-year?tab=chart&facet=none&country=~OWID_WRL

személyenkénti igény növekedése miatt is. Az 1 főre jutó legnagyobb fogyasztás Hong Kongban van 24,52 kilogrammal, a második Hollandia 22,24 kg-mal, harmadik Kína 21,66 kg-mal (forrás: <http>⁵)

Hazánkban a tyúktojás termelés a 80-as években és a 90-es évek elején élte virág korát, több mint 4 milliárd darabbal, azóta a folyamatos csökkenés a jellemző. 2005-től csökkent 3 milliárd darab alá és a 2010-es évektől 2,5 milliárd darab a jellemző. 2022-ben hazai tojástermelés megfelel a 2010-es értékének, amelyen belül 97% arányban a tyúktojás szerepel. Az évi hazai fogyasztás a 2000-es évektől átlagban 2 501 millió, évi 1 főre jutó fogyasztás átlagban pedig 251 db, ami alapján elméletileg önellátóak lehetnénk e termék esetében. Ennek ellenére az import a 2000-es évektől folyamatosan nő, 2022-ben 679 millió darab tojás került be az országba, miközben az export csak mértékkel nőtt, 2022-ben 237 millió tojást értékesítettünk külföldön (forrás: <http>⁶)

A világ és a hazai termelési volumen és a tojás élelmiszer alapanyagként betöltött kulcsfontosságú szerepe alapján a tojás egyes minőségi paramétereinek kiemelt jelentősége van mind a marketing, mind a fogyasztás szempontjából. A héj minősége egyértelműen befolyásolja a termék szállíthatóságát és eltarthatóságát, miközben a szik és fehérje érzékszervi ill. fizikai tulajdonságai a fogyasztói megítélés és az élelmiszeripari feldolgozás szempontjából játszanak fontos szerepet. Ezért választottam diplomamunkám alapjául egy fitobiotikum takarmányozási célú felhasználását a tojótyúkok takarmányozásában.

1.1 Célok:

Kísérletünk célja az volt, hogy fényt derítsünk tojótyúkok takarmányának kurkumával történő kiegészítés tojás minőségére gyakorolt hatására. A szakirodalomban a kurkuma kedvező élettani hatásaira vonatkozóan számos adat található, ezért kíváncsiak voltunk, hogy adott termelési körülmények mellett, melyek azok a tojás termelési és minőségi paraméterek közül, amelyek szignifikánsan változnak a kurkuma hatására. Elsődleges célunk az volt, hogy vizsgáljuk, hogy a kurkuma 0,4 %-ban milyen hatással van a tojás szikének színére és a tojás oxidatív stabilitására, de mértük a tojás súlyát, fehérje magasságát, Haugh egységet, a tojáshéj-szilárdságot, a tojáshéj vastagságát, a szik magasságát, átmérőjét.

⁵ <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/egg-consumption-by-country>

⁶ https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0055.html

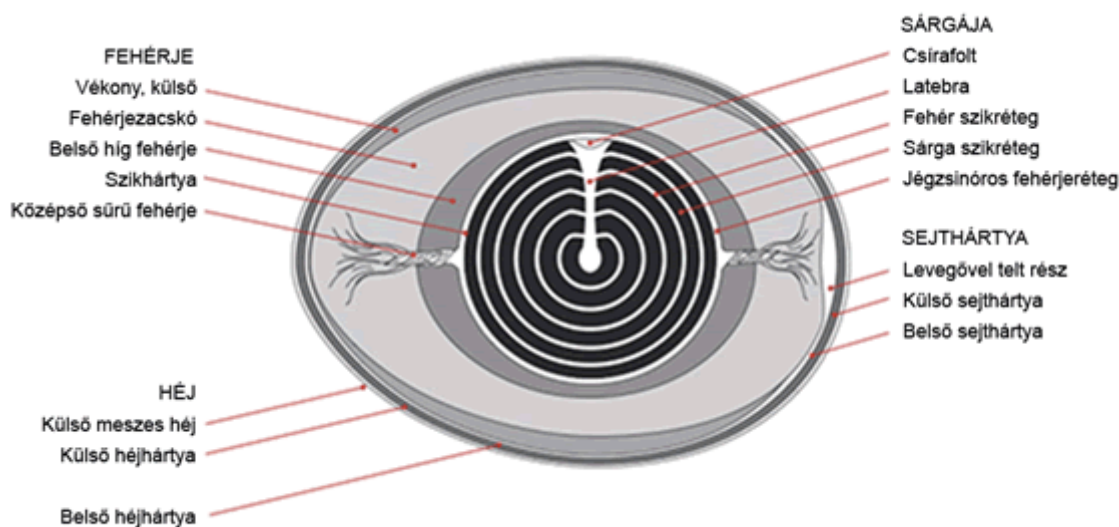
https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0034.html

2. Szakirodalmi áttekintés:

A tojás az adott fajtára jellemző alakú, héj színű, tömegű, méretű, sérülésektől mentes, ép, külső szennyeződés nincs rajta, és lámpázással kimutatható a fogyaszthatóságot befolyásoló, elváltozásoktól mentes állati termék.

A tojás képződése a petefészekben kezdődik, ahol a petesejt, azaz a sárgája, vagy szik a tüszőben érlik, ahol kettős hártya veszi körbe és nyéllel kapcsolódik az ováriumhoz. A belső a membrán a szikhártya, a külső a tüszőhám. Amikor a petesejt megérett akkor a tüszőhám érmentes zónáján, a fehér vonalnál (*stigma folliculi*) a tüszőhám megreped, így a petesejt a petevezetőbe kerül. Ezt a folyamatot hívják ovulációnak. Először a petevezető tölcser szakaszába kerül (*infundibulum*), ahol megtörténhet a megtermékenyülés. Az *infundibulum* alsó szakaszán a már elkezdődik a fehérje rétegek ráakódása a sárgájára a mirigyhámsejtek által és elkezd kialakulni a jégzsinór is. A szik anyagainak többsége a májban képződik és véráram útján kerül a petefészekhez, ehhez képest a fehérjét alkotó elemek a petefészek öböl részében, azaz a *magnumban* képződnek. Ebben a szakaszban fejeződik be a jégzsinór kialakulása is, ami centrális helyzetben tartja a sziket. A tojásfehérjéket 4 rétegre különíthetjük el. A sűrű fehérjére azon belül külső-, belső sűrűfehérjére és a hígfehérje külső- belső részére. Ezeknek keletkezése oly módon történik, hogy a *magnumban* a szikre ráakódik a sűrűfehérje, ami egy viszkózus proteinkeverék és a petevezetőn tovább haladva víz és benne oldott ionok és ásványi anyagok rakódnak a kezdetleges tojáshoz, ami hígabbá teszi a sűrű réteget, létrehozva ezzel a híg fehérjét. Ezeknek az aránya fontos tojásminőségi paraméter. A tárolás során a sűrű részben lévő protein-szálak megbomlanak így az idő előre haladtával több lesz a híg fehérje. A fehérjének több szerepe is van. Védi a sziket a mechanikai sérülésektől, a mikroorganizmusoktól, továbbá víz és fehérje forrást biztosít a magzat számára. A petevezető szorosban (*isthmusban*) történik a kettős héj-hártya képződése és felrakódása a tojás köré. A belső és külső héjhártya egymásba fonódott vékonyabb és vastagabb rostokból áll. Utóbbinak a feladata, hogy a kalcium szemcsék meg tudjanak majd tapadni a képződő tojás felszínén. A madárméhben vagy héjmirigyben (*uterusban*) több folyamat is végbemegy. Először a fehérje összetétele véglegesedik, az eltérő ionösszetétel miatt víz áramlik a fehérjébe a héjhártyan keresztül. Ezt nevezik *plumpingnak*. Majd a hártýára ráakódnak a mézszemcsék és fokozatosan kialakul a meszes héj, emellett lerakódnak a héj pigmentek is. Ez utóbbi esetben a széteső hemoglobin hematinná alakul, majd ebből a mirigysejtek héjfestéket képeznek. Az *uterus* utolsó szakaszában a madárméh mucin termelő sejtjei kiválasztják a kutikulát, mely segíti a tojásrakás folyamatát, megszáradása után pedig lezárja a héj pórusait, a vizet bent, a mikroorganizmusokat pedig kint tartva. Végül a tojás

a hüvelybe kerül (*vagina*), ahonnan rövid időn belül a külvilágra jut. (forrás: Pupos- Áprily 2013)



2. **Ábra:** Tojás részei (forrás: <http>⁷)

2.1 Tojás felépítése és részei:

A tojánhéj körülbelül 2,2 gramm kalciumot tartalmaz, mely kalcium-karbonát formájában van jelen, a száraz héj 95%-a. Ezen kívül még tartalmaz 0,3% foszfort és ugyanennyi magnéziumot, valamint nyomokban nátriumot, káliumot, cinket, mangánt, vasat és rezet. A héjban lévő szerves anyag a kalcium megkötésére szolgál (Butcher, Miles 1990). A héj legkülső rétegén található a glikoproteinekből felépülő kutikula, belülré haladva található a meszes héj felső oszlopos majd alsó szivacsos állománya, melyekben pórusok találhatóak, mely lehetővé teszi a gázok cserélődését és a vízmozgást. Tyúk esetében ezeknek a pórusoknak az alakja egyszerű, elágazás nélküli. Egy tojáson körülbelül 8 ezer pórus található és a tojás tompa végén (légkamránál) sűrűbben helyezkednek el. A tojánhéj alatt találhatóak a héjhártyák, amelyek a tojás külvilágra kerülése után már nem tapadnak szorosan egymáshoz. A hőmérsékletváltozás okozta vákuum miatt a tojás tompa végén kialakul a légkamra, amit a belső és külső héjhártya fog közre. Frissen tojt tojás esetében a légkamra mérete 6-7 mm magasságú, de ez az idő előre haladtával egyre nő. A tojásfehérje felépítése komplex. A külső hígfehérje aránya a tojás

⁷ https://weblab.deusto.es/olarex/cd/UD/Incubator_HU_final/tojs_rszei.html

tömegének 12-13%-a, a külső sűrű fehérjéé 30%, belső hígfehérje 12-13%, belső sűrűfehérje pedig elhanyagolható (benne a jégzsinór). Ezek az arányok a tárolás során változnak és ezért fontos szerepet játszanak a tojásminőség megállapításakor. A tojásfehérje kémhatása enyhén lúgos 7,6-8,0, de a hígulás következtében az idő előrehaladtával 9,3-9,5-re is emelkedhet. A fehérjében található lizozim enzim hatására a fehérje baktericid hatással rendelkezik, de a sárgájával való keveredéskor elveszti az aktivitását. A szik (*vitellus*) három-három rétegpárba rendeződve sötétebb és világosabb színű. A világos és sötét rétegek összetétele különböző. A világosabb 86%-a víz, míg a sötétebb rétegekben ez az érték csak 45%. A szikben a pH 4,6-6,5 között változik. (Pupos-Áprily 2013) A szik sárga színét legfőképp az oxikarotinoidok, azon is belül a lutein és a zeaxantin adja. Ezeknek az anyagoknak a beépülése nagyban függ a takarmányozástól (Jung 2015). A sárgáját kívülről a szikhártya borítja, melynek hatására a szik golyó alakú. Eleinte a szikhártya rugalmas, viszont az idő előrehaladtával már nem tudja megtartani a szik eredeti állapotát és lapossá válik (Pupos-Áprily 2013)

2.2 Tojás összetétele:

Egy 60 grammos tojás 70-96 kcal energiát, 6-6,7 g fehérjét, 5,0-6,4 g összes zsírt tartalmaz. Koleszterintartalma 190-210 mg. Zsírösszetételében a telített zsírsavak mennyisége (kb. az összes zsír egyharmada) 1,5-2,1 g, míg a telítetlen zsírsavaké (kb. kétharmad arány) 2,8-3,1 g. Ezen belül a többszörösen telítetlen zsírsavak mennyisége 0,7-0,9 g, melyből Omega-6 17 mg, Omega-3 ~700 mg, Omega-3 linolénsav 19 mg (Pupos-Áprily 2013). A tojás számos vitamint is tartalmaz: A-vitamin (retinol) 160, D-vitamin (kolekalciferol) 2, E-vitamin (alfa-tokoferol) 1050, K-vitamin 0,3, B1-vitamin 40, B2-vitamin 457, B3-vitamin 75, B5-vitamin 1533, B6-vitamin 170, B9-vitamin 47, B12-vitaminból pedig 0,89 µg/100 grammot (Réhault-Godbert és mtsai 2019)

A tojás 3 fő alkotórésze a szik, mely 31%, fehérje 58%, héj 11%. Kémiai összetétele százalékosan 65,5% víz, 11,8% fehérje, 11% zsír és 11,7% hamu.

A fehérjének körülbelül 90%-a víz, szárazanyagtartalma 11-13%, melynek többsége fehérje, azon belül elsősorban albumin. Emellett megtalálhatóak benne ionokat kötő és bakteriális tevékenységet gátló enzimek (ovotranszferin) és baktériumbontó fehérjék, mint amilyen a lizozim és az avidin. Fehérjeiben 18 aminosavból épülnek fel és a madarak számára összes esszenciális aminosavat tartalmazza. Zsír és szénhidrát csak minimális mennyiségben van jelen a fehérjében.

A tojássárgájának szárazanyagtartalmának 60 %-át zsírok képezik, aminek 2/3-a telítetlen zsírsavakat tartalmaz. Jelentős mennyiségben tartalmaz triglicerideket, foszfolipideket, szteránvázas szterineket, ezen belül leginkább koleszterint. Emellett zsírjai felépítésében fontos szerepet játszik az olajsav, linolsav és a lecitin (Pupos-Áprily 2013).

2.3 Étkezési tojás minőségi tulajdonságai:

A tojás minőségi tulajdonságai közül a legfontosabbak a tojás tömege, tojás alakja, héj színe, héj vastagsága, héj szilárdsága, sárgájának megjelenése legfőképpen a színe, fehérje állaga, sűrűfehérje magassága, vér- és húsfoltok jelenléte, száma. Származtatott jellemzők közül fontosak a tojás frissességét jelző Haugh-érték, tojás fajsúlya, héj tömege és sűrűsége, szik és fehérje aránya. Ezeket a tulajdonságokat a fogyasztói preferenciához kell igazítani. (forrás: Pupos-Áprily 2013). Az alábbiakban ezeket a paramétereket tekintem át.

Magyarországon elsősorban a barna héjú tojás a kedvelt és a sárgájának a színénél az emberek a narancssárga színt részesítik előnyben. (forrás: saját)

A tojás tömegét elsősorban a tojó genotípusa és életkora határozza meg. Emellett kisebb mértékben a környezeti hőmérséklet, világítás, tartásmód és takarmányozás is befolyásolja. A hőstressz kifejezetten csökkenti a tojások súlyát. A tojásokat tömegük alapján osztályozni szokták az értékesítés során. Eszerint: S 43-53 g, M 53-63 g, L 63-73 g, XL 73 g feletti kategóriák léteznek.

A tojás alakja szabálytalan ellipszis, ún. tojásdad forma. Jelentősége a keltetésnél van. Geometriai jellemzésre a tojás palástját és felszínét, térfogatát, vagy a tojás index kiszámításához tojás magassága és legnagyobb szélessége szükséges. Ebből kiderül, hogy egy gömbhöz képest mennyire megnyúlt a tojás.

A héj színe a madárméhben lerakódó festékanyagok mennyiségétől függ, ami a fajta, illetve hibrid függvénye. Ez a tulajdonság nincs összefüggésben a madár tollzatának színével. A héj színe a fehértől a csokoládé barnáig terjed, de az araucana fajta és azok keresztezései közt a türkiz szín is megfigyelhető. Ma a héj színét refraktométerrel mérik, amely 800 árnyalat elkülönítésre képes.

A sűrűfehérje magassága függ a tyúk genotípusától, de sokkal fontosabb tényező a frissesség (Pupos-Áprily 2013). Jellemzése a Haugh-egységgel történik, melynek számítása a következő

képen történik: $100 \log (h - 1,7 G^{0,37} + 7,6)$, a h a tojásfehérje magasságát jelöli mm-ben, a G pedig a tojás tömegét grammban. A tojás a tárolás előrehaladtával a sűrűfehérje csökkenése által alacsonyabb fehérje magasság miatt a Haugh egység is csökken, ezért ez egy kiváló frissességet jelző mérőszám (forrás: Bogenfürst 2011). Ha friss a tojás a Haugh egysége 72-nél nagyobb, ezt AA-val jelölik. Idő elteltével, ha ez a szám 71 és 60 közé esik akkor az A-s jelölést kap. A régebbi tojások már nem érik el a 60-as Haugh egységet, B kategóriába kerülnek (Pupos-Áprily 2013).

A szik színe egy gyengén örökölhető tulajdonság, ami arra enged következtetni, hogy nagyban függ a környezeti hatásoktól, ezen belül elsődleges szerepe van a takarmányozásnak. A takarmányból felvett xantofilok és származékaik határozzák meg a tojássárgájának a színét. Mérésére több lehetőség van. Leggyakrabban az 1-15-ig terjedő színskála segítségével jellemzik a szik színét, a LaRoche-skálával (Roche Yolk Color Fan). A színskálán az 1 érték a leghalványabb, majd a számok növekedésével egyre intenzívebb a szín és fokozatosan a citromsárgából a narancs tartománya felé halad.

Manapság az automatizált tojáskezelő gépek használata miatt egyre fontosabbá válik a tojáshéj erőssége, ugyanis a törött tojások nem hozhatóak forgalomba. A héjszilárdságot a héj vastagsága és finomszerkezete határozza meg. A héj vastagsága általában 0,350 és 0,400 mm között alakul. Ezt mikrométerrel, vagy ultrahangos héjvastagság-mérővel szokták mérni.

A héj minőségére hatással van a környezeti hőmérséklet, a tyúk termelésben töltött idejének hosszúsága és a takarmányozás. Ugyanis, ha a takarmányban nincs jelen a megfelelő mennyiségű kalcium-karbonát (a megfelelő arányban a foszforral), akkor előfordul, hogy ennek hatására törékeny tojásokat termel a tyúk. A tojáshéj szilárdságot olyan műszerrel tudjuk ellenőrizni, ami képes mérni azt az erőt, amely a tojás megroppantásához szükséges. (forrás: Pupos-Áprily 2013)

2.4 Szik színezésére használt anyagok:

A tojássárgája színezésére nagyüzemi körülmények között általában sárga és piros természetes és szintetikus pigmentek keverékét használjuk. A leggyakrabban használt sárga pigmentek a lutein, zeaxantin és apo-észter, vörös színezőként pedig a canthaxantin, citraxantin és a kapszantin (kapszorubin) használatos. Ezek a pigmentek eltérő árnyalattal és hasznosulással

rendelkeznek. Így pl. a canthaxantin narancssárga, míg a citraxantin és a kapszantin mélyvörös színű. Közülük a canthaxantin képes legjobban beépülni a szikbe (Hernandes et al., 2005).

A tojássárgája-színező adalékanyagok bekeverési mennyisége szabályozott. Jelenleg 7-8g/tonna xantofill kiegészítés az elfogadott (Leeson és Summers, 2005). Az Európai Unió 80 mg/kg koncentrációban állapította meg a baromfi takarmányokba bekeverhető karotinoid mennyiségét (EK Tanács 70/524 direktíva, 2004⁸)

A 21. században az állati termékek, így a tojás esetében is mind nagyobb hangsúlyt kap az élelmiszerbiztonság és ehhez kapcsolódóan a természetes alapanyagok felhasználása a termelésben. Igaz ez a szik színező adalékanyagok esetében is. Ezért mind több természetes pigmentet tartalmazó készítmény található meg az adalékanyagok piacán és folyamatosan keresik a további jó potenciállal rendelkező nagy pigmenttartalommal rendelkező alapanyagokat is.

A természetes színezők között az egyik legáltalánosabban használt színező anyag a bársonyvirág (*Tagetes erecta*) virágának szirmaiból szappanosítási folyamattal kinyert pigment. Ez olyan xantofilleket tartalmaz, mint a transz-lutein és transz-zeaxantin (forrás <http>⁹). De a bársonyvirág virágának lisztjét is próbálták már színező anyagként használni. Így például Sünder 2020-as kísérletében spenóttal kombinálva pozitív hatást ért a sárgája színével. Lokaewmanee és társai (2009) kísérletükben bebizonyították, hogy tojótyúk étrendjéhez pirospaprikát adva szignifikánsan javítható a tojássárgája színe, illetve egy másik kísérletükben Lokaewmanee és társai (2010) pirospaprikát bársonyvirággal kombinálva jobb eredményt értek el, mint a szimpla paprika kiegészítéssel (3. ábra). Galobart és társai (2019) kísérletükben bársonyvirágból és paprikából származó karotinoidok és az elszappanosításának hatását vizsgálták. Az eredmények azt igazolják, hogy az elszappanosítással kinyert pigmentekkel hatékonyan javítható a tojás színeződése. Ortiz és társai kísérletében (2021) karotin származékokat próbáltak helyettesíteni narancssárga szemű kukoricával és bizonyították annak színező hatását. Martínez és társai (2020) kísérletében orleánfa magjának porával egészítették ki a tyúk takarmányát és a kezelt csoportokban szignifikáns volt az eltérés a sárgája színében, azaz a szik színe sötétebb lett. A mesterséges színezők közül a bársonyvirág szirmaiból nyert feldolgozott adalékanyagokat gyártanak, mint az oro glo (forrás: <http>¹⁰)

⁸ <https://jogkodex.hu/doc/2653148?ts=1970-11-25>

⁹ <https://panadditiv.hu/szinezok-2/>

¹⁰ <https://www.kemin.com/na/en-us/markets/animal/products/oro-glo>



3. Ábra: Lokaewmanee és társai (2010) kísérlete. A, kontroll; B, paprika kivonat; C, paprika + bársonyvirág kivonat (forrás: <http>¹¹)

2.5 Kurkuma:

A kurkuma tudományos nevén *Curcuma longa* a *Zingiberaceae* családba a *Curcuma* nemzetségbe tartozik. A világ trópusi és szubtrópusi részein termesztik. Indiai szubkontinensről és délkelet-ázsiai országokból származik (Amalraj 2022). Évelő, lágyszárú növény, amely akár 1 méter magasra is megnőhet. Levelének színe sötétzöld- érnél zöldre világosodva, fonáka világoszöld sötétebb pöttyökkel. A levéllemezek elliptikusak, vagy hosszúkás lándzsa alakúak. Levele akár 70 cm-es is lehet, levélnyele 10 cm, szélesen barázdált, keskeny. Kifejlett állapotban számos egyenes vagy enyhén ívelt hengeres oldalsó rizómát visel, amik többszörösen is elágaznak. Rizómája belül élénk narancssárga színű (forrás: <http>¹²). Manapság a kurkumát széles körben termesztik a trópusokon. Világszerte 133 kurkumafaj létezik (köztük a *C. longa*), a legtöbb közös helyi elnevezéssel rendelkezik (Prasad 2011).

Elsősorban fűszernövényként ismert. Keleti konyha használja rizómáját főzés vagy párolás után zöldségféléként. A szárított gyökértörzsét porrá őrlik, amiből a kurkumapor készül. A növény fiatal hajtását és virágát zöldségként fogyasztják. Gyógynövényként összezúzott levélpépjét is használják (Lovas 2007).

¹¹ https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-egg-yolk-colour-in-the-three-groups-control-A-paprika-extract-B-and_fig2_27477715

¹² <https://www.nparks.gov.sg/florafaunaweb/flora/1/9/1904>

Emellett számos hagyományos orvoslási rendszerben használják, mint gyógynövény, az Ayurveda, Siddha, kínai gyógyászatban. Ragyogó sárga színe miatt indiai sáfránynak is nevezik. Rizómájában értékes fitokémiai komponensek vannak: kurkuminoidok, illóolajok, fehérjék, rostok, szénhidrátok és ásványi anyagok. Kurkuminoidok közül a kurkumin, demetoxikurkumin, és a bisdemetoxinkurkumin a legjelentősebb. Mennyiségük fajtától függően 3-8% között alakul a kurkuma rizómájában (Amalraj 2022). Ezek kedvező hatásait a modern medicina is kezdte felismerni, amint azt az elmúlt 25 évben megjelent több, mint 3000 kurkumával kapcsolatos publikáció is bizonyítja (Prasad 2011).



4. **Ábra:** Kurkuma rizómája (forrás: <http>¹³)

2.6 Fitobiotikumok:

Napjaink takarmányozásában kiemelt szerep jut a természetes növényi eredetű, biológiai aktivitással rendelkező adalékanyagoknak. Ezek köre éppen ezért dinamikusan változik, használatuk, mind általánosabbá válik a gazdasági állataink, így a tojótyúkok takarmányozásában is. Gheisar és Kim 2017-es cikkükben a következőt írják, a fitobiotikumokról: Az elmúlt pár évtizedben a fitobiotikumok használata megnövekedett, köszönhetően, hogy kutatások kimutatták a túlzott antibiotikum használat fokozza a rezisztencia kialakulását humán patogéneknél. A baktériumok rezisztenciájának kialakulása és

¹³ <https://www.indiamart.com/proddetail/organic-turmeric-seeds-22638449848.html>

az antibiotikum maradványok az állati termékekben az antibiotikumok növekedés serkentőként való használatának betiltásához vezetett sok országban.

Sok tanulmány született a fitobiotikumok használatáról baromfi takarmányozásában és ezekből kiderült, hogy a legjelentősebb tulajdonságai az antimikrobiális, antioxidáns, gyulladáscsökkentő és növekedés serkentő hatások. A fitobiotikumok antioxidáns hatása pozitívan befolyásolhatja a takarmány stabilitását és meghosszabbíthatja az állati termékek eltárolhatóságát. A fitogén takarmány adalékanyagok (angolul: phytogetic feed additives = PFAs) a hozamfokozó antibiotikum alternatívájaként használhatók. Leggyakrabban különböző gyógy- és fűszernövények hatóanyagait használjuk e célból. Legismertebb alapanyagok e téren az oregánó, kakukkfű, fokhagyma, rozmaring, menta, ánizs, kömény, fahéj, de próbálkoztak már a cickafarkkal, árnikával, citromolajjal, kurkumával, zsályával, szegfűszeggel és gyömbérrel is (Franz et al. 2010). A fitobiotikumok növényi eredetű termékek széles skáláját tartalmazzák, lehet szó drogról, illóolajról, kivonatról, amelyeket azért adnak hozzá a takarmányhoz, hogy annak tulajdonságait, vagy az állatok termelését javítsák. A fitobiotikumok hatóanyagtartalma, kémia összetétele nagyban változhat attól függően, hogy mely növényi rész kerül felhasználásra, milyen éghajlati viszonyok közt, milyen talajon termesztették az adott növényt és mikor takarították be.

Az alábbiakban rövid áttekintést kívánok nyújtani a fitobiotikumok legfontosabb hatásairól Gheisar és Kim 2017-es cikke alapján.

Növekedést segítő hatás: Sok vizsgálat eredményeként ma már tudjuk, hogy egyes növényi hatóanyagok hozamfokozó hatással rendelkeznek, serkentő hatása van sertésben és baromfiban (Wenk 2003; Mohammadi Gheisar et al. 2015). Li és mtsai. (2012) például azt tapasztalták, hogy egyes illóolajokkal kiegészített takarmánnyal etetett sertések súlygyarapodása, szárazanyag- és nyersfehérje emésztése javult 10,3; 2,9 és 5,9%-kal. A kutatók feltételezték, hogy ez az illóolajok bélhámra gyakorolt jótékony hatása miatt következett be. Ennek a hipotézisnek igazolására kísérletet is végeztek Yan és mtsai. 2010-ben, akik arról számoltak be, hogy kakukkfű, rozmaring, oregánó kivonatokkal kiegészített takarmánnyal etetett süldők átlagos napi gyarapodása és a takarmány értékesítése jelentősen javult. Mohammadi Gheisar (2015a) kísérletében brojlersirkék 0,075%-os fitogén keveréket tartalmazó takarmány etetése esetén 3,4 %-kal javult a takarmányértékesítés. A kutatók különböző hatásmechanizmusokat feltételeznek a fitobiotikumoknak, mint az emésztőenzimek szekréciónak serkentése,

takarmány ízének javítása, takarmánybevitel növelése és az antimikrobiális aktivitás fokozása (Jang et al. 2004; Czech et al. 2009).

Ennek némiképp ellentmond, hogy egyes fitobiotikumok hozzáadása a takarmányhoz brojlercsirkék és tojótyúk esetében a takarmányfelvétel csökkenését eredményezte (Maass et al. 2005; Roth-Maier et al. 2005). Ugyanakkor Chrobasik et al. (2005) arról számolt be, hogy egyes fitobiotikumok jótékony hatással vannak az emésztőszervrendszerre, például hashajtó, puffadásgátló és görcsoldó hatásukkal. Platel és Srinivasan (2004) úgy feltételezik, hogy a fitobiotikumok serkentik az emésztőnedv termelést. Több kutató is arról számolt be, hogy illóolaj kiegészítés fokozta a tripszin, maltáz és amiláz aktivitását brojlercsirkékben (Lee 2003; Jang 2004; Jang 2007). Kreydiyyeh 2003-as kísérlete szerint az ánizsolaj hatására javult a glükóz felszívódása a vékonybélben patkányokban. És Jamroz 2006-os kutatásában kimutatta, hogy a fitobiotikumok növelték a bélhám mucin szekrécióját brojlercsirkék esetében, amiből azt feltételezte, hogy ez a hatás csökkenti a kórokozók megtapadását és stabilizálja a mikroflórát.

Antimikrobiális hatás: Több vizsgálat is kimutatta, hogy az olyan fenolos vegyületek, mint a timol, karvakrol, fenilpropán, limonén, geraniol és a citronella a legaktívabb antimikrobiális hatású vegyületek (Chao et al. 2000; Burt 2004; Si 2006; Stein és Kil 2006; Michels 2009; Panghal 2011). Burt 2004-ben arról számolt be, hogy a kakukkfűből, oreganóból ill zsályából kinyerhető hidrofób hatóanyagoknak megvan az a képessége, hogy beférkőznek a kórokozók sejtmembránjába, ami következtében szétesik a membránstruktúrájuk, ami ionszivárgást és ennek köszönhetően a baktérium pusztulását okozza. A patogének számának csökkentése elősegíti a hasznos baktériumok (*Lactobacillus*) elszaporodását a belekben brojlerek esetén. Mohammadi Gheisar 2015-ös a kísérletében bebizonyította, hogy a takarmányban lévő 0,075%-os timol tartalom megnövelte a *Lactobacillus*ok számát brojlercsirkék vékonybelében. De nem csak a fenolos vegyületekről mutatták ki az antimikrobiális hatást, hanem például a limonénról is, ami a *Sanguinaria Canadensis* (vérzömák) vegyülete (Newton 2002; Burt 2004). Jamroz 2003-as és 2006-os és Mitsch 2004-es kísérletében brojlercsirkékben *in vivo* antimikrobiális hatást értek el *E. coli*-val és *Clostridium perfringens* szemben. Több növényi kivonat esetében *Eimeria* fajokkal szembeni antimikrobiális hatást is megfigyeltek (Giannenas 2003, 2004; Hume 2006; Oviedo-Rondon 2006). Sőt ezek a hatóanyagok akár post mortem is kifejthetik hatásukat. Így pl. 0,1%-os oregánó illóolaj kiegészítés csökkentette a vágás utáni mikrobiális tevékenységet (*Salmonella*) (Aksit 2006, Gheisar, Kim 2017) azonban ennek igazolására további vizsgálatok szükségesek.

Antioxidáns és gyulladáscsökkentő hatás: Az antioxidánsok azon képessége, hogy szabad gyököket kötnek meg, csökkentheti a reaktív oxigén gyökök következtében kialakuló betegségek, mint a tumorképződés és egyes szívbetegségek kockázatát (Kamatou és Viljoen 2010; Miguel 2010). Brenes és Roura 2010-es kísérletében arról számoltak be, hogy gyógynövények széles köre rendelkezik antioxidáns kapacitással, de a leginkább kiemelkedők a *Labiatae* (Ajakosok) családjába tartozó növények, mint a rozmaring, kakukkfű és oregánó. Mohammadi Gheisar 2015-ös kísérletében kakukkfűvel kiegészített takarmánnyal kacsákat etetett és a mellhúsban a lipidperoxidációs folyamatokra jellemző tiobarbitursav-reaktív anyagok (TBARS) mennyiségének szignifikáns csökkenését tapasztalta. Cherian (2013) szintén arról számolt be brojlercsirkék esetében, hogy *Artemisia annua* (egynyári üröm) kiegészítés hatására a mell- és combhúsban jelentős TBARS csökkenés volt megfigyelhető, ami feltehetően az egynyári ürömben található polifenoloknak és E-vitamin tartalmának volt köszönhető. Franz (2010) szerint a fitobiotikumok jótékony hatással lehetnek az antioxidáns enzimekre – köztük a glutation-peroxidázra, vagy a szuperoxid-diszmutázra is. Más, flavonoidokban gazdag növényfajok pl.: kurkuma, gyömbér, ánizs, koriander, esetében szintén leírták az antioxidáns hatást (Nakatani 2000; Wei és Shibamoto 2007), ezzel védik a takarmány lipidtartalmát és az állati szervezetet egyaránt az oxidatív károsodástól (Stevenson és Hurst 2007). Miguel (2010) szerint egyes illóolajok antioxidáns hatása hozzájárulhat gyulladáscsökkentő aktivitásához is. Shen (2010) szerint pl. az *Origanum spp.*-ben termelődő illóolajok - a rozmaringsav, oleanolsav és az urzolsav - ilyen hatással rendelkeznek. Hasonló hatásokról számoltak be az eukaliptusz, rozmaring, levendula, cickafark, fenyő, szegfűszeg illóolajainak használata esetén is (Darsham és Doreswamug 2004).

2.7 Kurkumával végzett etetési kísérletek:

Dalal és mtsai (2018) szerint a kurkuma aromás vegyületei, a kurkuminoidok széles hatásspektrummal rendelkeznek. Ezek között kiemelkedő az antioxidáns, antibakteriális, gomba- és vírusellenes, gyulladásgátló aktivitás. Azt is bebizonyították, hogy domináns hatóanyaga, a kurkumin befolyásolja a lipidanyagcserét és gátolja a lipidperoxidációt. Ezzel összefüggésben módosíthatja a vérben és a májban a lipidprofil és a koleszterin tartalmat. Számos kísérletet végeztek baromfifélékkel is, azonban az eredmények nem egyöntetűek. Az alábbiakban ezekből válogattam össze azokat, amelyek kísérletes munkámhoz kapcsolódnak.

Hassan 2016-os kísérletében, ahol különböző mennyiségű kurkumapor takarmánykiegészítést hatását vizsgálták a termelési teljesítményre és a tojás minőségére, 8 hét alatt százötven 52 hetes Hisex tojótyúkot teszteltek. A kontroll csoport takarmánya 0%, a kísérleti csoportok pedig 2%, ill. 4 % kurkumaport tartalmazott. A vizsgálat eredményei alapján a kurkuma nem okozott változást a legtöbb termelési paraméterben és nem volt eltérés a tojás fajsúlyában, valamint a fehérje minőségét jellemző Haugh-egységben sem a csoportok között sem. Azonban csökkent az egyes tojások tömege a kurkuma hatására mindkét kezelési csoportban és a 2%-os bekeverési arány esetén az eltérés szignifikánsnak is bizonyult. Ebből adódóan a takarmányértékesítésben is romlás volt megfigyelhető. A 4%-os bekeverési arány esetében a szik színe is számottevően változott.

1.Táblázat Hassan (2016) eredményei: Kurkuma hozzáadása a takarmányhoz 0; 2 és 4%-ban és ennek hatása a tojásminőségben 52-től 60 hetes korú tojótyúkok esetében. Initial body weight – kezdeti tömeg, body weight gain - testtömeg növekedés, egg production – tojás termelés, egg weight – tojás súlya, feed consumption – takarmány fogyasztás, feed conversion ratio – takarmány átalakító képesség (tojás masszára), egg mass -tojás massa, egg specific gravity – tojás fajsúlya, egg yolk color – sárgája színe, Haugh unit – Haugh egység.

Productive and egg quality traits	----- Turmeric powder (%) -----		
	0	2	4
Initial body weight (g)	1405.05±12.02	1372.47±19.62	1390.21±24.94
Body weight gain (g)	121.95±17.94	157.53±22.89	89.99±38.73
Egg production (%)	61.12±3.24	67.65±2.61	60.37±2.42
Egg weight (g)	69.87±0.92 ^a	65.13±0.49 ^b	67.73±0.87 ^a
Feed consumption (kg)	5.79±0.02	5.69±0.06	5.78±0.01
Feed conversion ratio (kg feed/kg egg mass)	2.09±0.03 ^a	2.21±0.04 ^b	2.54±0.09 ^c
Egg mass (kg)	2.77±0.04 ^a	2.58±0.02 ^b	2.29±0.08 ^c
Egg specific gravity (g/cm ³)	1.07±0.00	1.07±0.01	1.07±0.00
Egg yolk color	3.67±0.18 ^b	3.87±0.25 ^c	4.67±0.15 ^d
Haugh unit	86.99±3.57	86.61±2.75	87.79±2.56

*Means±standard error of mean within a row that do not share a common superscript are significantly different (p≤0.05)

Galli és mtsai 2017-es tanulmányukban felmérték, hogy tojótyúkok étrendjébe adott kurkumin javíthatja-e tojás minőségét. A vizsgálatban összesen 60 db 30 hetes Hy-line Brown tojótyúkot használtak, melyeknek átlagos testtömegük 1890 g volt. A kísérletbe három csoportot állítottak be: egy kontroll-t (T0), egy 30 (T30) és egy 50 (T50) mg/kg kurkumint tartalmazó keveréktakarmányt fogyasztó csoportot. A tojásokat a 14. és a 21. napon gyűjtötték, majd utána 21 napig tárolták. A T30 és T50-es csoportba tartozók tojásának megnövekedett a fajsúlya és a sárgája színe is megváltozott kontrollhoz viszonyítva. Az oxidatív károsodást jellemző TBARS (tiobarbitursav reaktív anyagok) koncentráció alacsonyabb volt a T30-as és a T50-es csoportok friss és tárolt tojásaiban, mint a kontrollban. Megnövekedett teljes antioxidáns kapacitást

figyeltek meg a T30 és T50 csoportból származó friss tojásokban és a T50-es tárolt tojásokban. A kurkumin jelenlétét nem mutatták ki sem a sárgájában, sem a fehérjében.

Da Rosa és mtsai. 2020-as kísérletükben azt vizsgálták, hogy *Escherichia coli* fertőzés esetén a tojótyúk takarmányába kevert kurkumin megfékezi-e a fertőzést és pozitív hatással van-e az általános egészségi állapotra, valamint a tojástermelésre és minőségre. A kísérlet 36 db 84 hetes kb. 1680 grammos Hy-Line Brown tojótyúkkal folyt, melyeket természetes úton *E. coli*-val fertőztek, és 2 csoportba osztottak. Az egyik csoport volt a kontroll, a másik 200 mg/kg kurkumint kapott a takarmánykeverékében. A kísérlet 42 napig tartott, az 1., 21., 42. napon gyűjtöttek ürülék-, vér- és tojásmintát. Megállapították, hogy a kurkumin hatására kisebb lett az összcsíra-szám, a coliformok és az *E. coli* száma a 21. és 42. napon gyűjtött tojásokban és ürülékben. A friss tojásokban a szín jellemzésére használ három paraméter közül a világosság (L^*) és a sárga intenzitás (b^*) szignifikánsan nagyobb lett a kurkumin hatására. A 42. napon begyűjtött friss és tárolt tojásokban a lipid-peroxidáció mértéke kisebb volt a kurkuminnal kezelt csoportban 30 napos 27°C-on való tárolást követően a teljes antioxidáns kapacitás szignifikánsan nagyobb értéket mutatott. Eredményeik azt sugallják, hogy a kurkumin kiegészítés colibacillosisban szenvedő tyúkoknál az antioxidáns stimuláció miatt pozitív hatással van a fertőzések kontrolljára és eközben javítja a tojás oxidatív kapacitását, tárolhatóságát, valamint kedvező hatást gyakorol a szik színére.

A kurkumin bélflóra stabilizáló hatását Nascimento és mtsai (2019) is bizonyították. Ők azt találták, hogy a kurkumin gátolja a patogén baktériumok bélrendszeri megtelepedését és elősegíti a mikrobiota egyensúlyának fenntartását.

A kurkumin hidrogendonorként képes működni, ezért képes a lipidperoxidációs lánreakcióban gyökfogóként működni. Ezzel magyarázható a tojások oxidatív stabilitását növelő hatása, amelyet más szerzők is leírtak (Radwan et al., 2008, Itokawa et al., 2008).

Liu és mtsai (2020) tanulmányának célja az volt, hogy meghatározzák a kurkumin mint fitogén adalékanyag termelési teljesítményre, anyagcserére, a hormonális rendszerre és immunaktivitásra gyakorolt hatását hőstressz esetén. Ehhez 280 napos Hy-Line Brown tojótyúkokat véletlenszerűen 4 csoportba osztottak, amelyekben az állatok 0, 100, 150 és 200 mg/kg kurkumint kaptak a takarmányukba. A hőmérséklet a 8 órás sötét időszakban 34 ± 2 °C, míg a világos periódusban 22-28 °C között változott 50-65%-os relatív páratartalom mellett. A tojásmínőség paramétereiben mindegyik kezelés hatására nagyobb héjvastagság és

héjszilárdság alakult ki. Ugyanakkor a szik színe nem változott a kurkumin hatására (2. táblázat). Az oxidatív stabilitást jellemző enzimek és malondialdehid koncentráció tekintetében a glutation-peroxidáz (GSHPx) és a kataláz (CAT) aktivitása mutatott számottevő változásokat: az előbbi mindhárom koncentráció, az utóbbi a két nagyobb koncentráció esetében haladta meg szignifikáns mértékben a kontroll értékét (3. táblázat). Mindez a kurkumin antioxidáns hatását támasztja alá.

2. Táblázat: Liu és társainak az eredményei (2020) (1): kurkumin hatása a tojás minőségére. ^{a,b} szignifikáns eltérés $P < 0.05$, ^{AB} szignifikáns különbség $P < 0.01$, \pm -átlag. Shape index – alak index, eggshell thickness – tojáshéj vastagság, eggshell strength – tojáshéj erősség, albumen height – fehérje magassága, yolk color – sárgája színe, yolk weight – sárgája tömege, Haugh unit – Haugh egység.

Item	Control	100 mg/kg	150 mg/kg	200 mg/kg
Shape index	1.31 \pm 0.04	1.28 \pm 0.03	1.28 \pm 0.04	1.30 \pm 0.08
Eggshell thickness (mm)	0.288 \pm 0.02 ^B	0.352 \pm 0.04 ^A	0.355 \pm 0.02 ^A	0.365 \pm 0.02 ^A
Eggshell strength (kgf/m ²)	1.61 \pm 0.32 ^C	2.60 \pm 0.56 ^B	2.84 \pm 0.53 ^{A,B}	3.06 \pm 0.55 ^A
Albumen height (mm)	7.14 \pm 2.29 ^b	8.72 \pm 1.42 ^a	7.98 \pm 0.61 ^{a,b}	7.91 \pm 2.11 ^{a,b}
Yolk color	3.12 \pm 0.53	3.00 \pm 0.47	3.09 \pm 0.50	3.21 \pm 0.68
Yolk weight(g)	14.50 \pm 1.30	14.17 \pm 1.21	14.78 \pm 1.12	14.19 \pm 1.11
Haugh unit	82.16 \pm 9.12	91.93 \pm 5.53	89.83 \pm 3.19	87.54 \pm 5.02

3. Táblázat: Liu és társainak az eredménye (2020) (2): Kurkumin hatása az antioxidáns képességre: SOD- szuperoxid diszmutáz, GSH-Px- glutation-peroxidáz, CAT- kataláz, MDA- malondialdehid

Item	Control	100 mg/kg	150 mg/kg	200 mg/kg
SOD (U/ml)	13.40 \pm 1.08	13.68 \pm 0.54	13.94 \pm 0.70	13.28 \pm 0.84
GSH-Px (U)	4.81 \pm 1.40 ^a	6.38 \pm 1.70 ^{a,b}	5.39 \pm 1.28 ^{a,b}	7.17 \pm 1.45 ^b
CAT (U/ml)	6.47 \pm 0.49 ^a	6.23 \pm 0.97 ^a	8.45 \pm 1.67 ^b	7.05 \pm 1.55 ^{a,b}
MDA (nmol/ml)	7.84 \pm 1.42	6.92 \pm 1.60	6.04 \pm 1.79	7.26 \pm 1.24

Abuoghaba és mtsai (2021) keltetési kísérletében 250, 500, 1000 mg/l kurkumint tartalmazó desztillált vízzel permetetkeztek keltetés során a tojásokat. A kezelés jótékony hatással volt a növekedésre, reprodukív szervekre, T3 hormonszintre és az H/L arány csökkentésére.

Li és társai (2023) kísérletükben kurkuminnal egészítették ki tojótyúk takarmányát, különböző dózisokban: 0, 100, 200, 400, 800 mg kurkumin került 1 kg takarmányba. Tapasztalatuk szerint a termelési teljesítményben nem volt megfigyelhető változás. A tojásminőségben, a 200 mg/kg kurkumin kiegészítés javított a fehérje magasságán, sárgája színén, Haugh- egységen, tojáshéj vastagságán és csökkentette a híg fehérje tömegét és arányát. A májban triglicerid (TG) tartalom és a malondialdehid koncentráció jelentősen csökkent.

Ennek alapján a kutatók a 200 mg/kg kurkumin adagolást gondolják az optimálisnak a javuló tojásmínőség és májfunkció eléréséhez.

Liu, Song és társaik 2024-es kísérletében fürjek kaptak kurkumin kiegészítést a takarmányukba és vizsgálták, hogy ez hogyan hatott a tojásrakási teljesítményre, a tojás minőségére, a tojás metabolitjaira, lipid-anyagcsere folyamatokra, az antioxidáns aktivitásra és a fürj mikrobás bélrendszeri helyzetére. 960 db tojási periódusuk végén lévő fürjet véletlenszerűen 4 csoportba osztották. A 4 csoport takarmány kiegészítésének dózisa 0, 50, 100 és 200 mg/kg kurkumin volt 8 héten át. Az eredmények alapján a 200 mg/kg csoportban csökkent a mortalitás és megnövekedett a tojáshéj vastagsága és erőssége a kontrollhoz viszonyítva az 5-8. dik hét során, köszönhetően a kurkumin lipidanyagcsere javító tulajdonságának és bél mikroflóra szelektív támogatásának.

Zadeh és mtsai. (2022) kísérletében a kurkumapor hatását vizsgálták tojótyúkok teljesítményére. A tyúkok vérenek biokémiai paramétereit és a tojás minőségi paramétereit vizsgálták. A kísérletben 144 db 53 hetes Hy-line W36 hibrid tojótyúkot állítottak be. A kurkumát két koncentrációban 0,25 és 0,5% arányban keverék a takarmányba

Úgy találták, hogy a kurkumakiegészítés szignifikánsan csökkentette a tojások tömegét ($p < 0,05$), viszont a takarmányértékesítés javult. A kísérlet első 4 hetében a sárgája aránya, magassága és indexe csökkent, míg a tojássárgájának színe narancsosabb lett és a tojáshéj aránya növekedett. A szérum malondialdehid koncentrációja szignifikánsan csökkent, a teljes antioxidáns kapacitás növekedett a kurkumás csoportokban. A szérumban a lipidkoncentráció - beleértve a trigliceridet, koleszterint és az alacsony sűrűségű lipoproteint (VLDL) - a sárgája triglicerid-tartalmával együtt csökkent.

Saraswati és mtsai. (2012) hasonló kísérletet végeztek fürjekkel. Az alkalmazott dózis ebben az esetben 13,5; 27 és 54 mg/fürj/nap volt. Hasonlóan Zadeh és mtsai. eredményeihez, ebben az esetben is csökkentette a kurkuma a szérum koleszterin és triglicerid szintjét. Tapasztalatuk szerint az 54 mg/nap kurkumapor kiegészítés csökkentette a tojás lipidtartalmát és javította a tojás egyéb paramétereit.

Phuoc és mtsai. kísérletében (2019) 280 db Ac tojótyúkot 26-34 és 50-58 hetes kor között vizsgáltak. A kísérleti csoport takarmányába 0,1% kurkumaport keverték. Tapasztalatuk szerint 26-34 hetes korban a kurkuma-kiegészítés 10%-kal növelte a tojástermelést, valamint javította a takarmányértékesítést, míg az idősebb állatok nőttek a takarmányfogyasztás és a testtömeg (7,14 g). Ugyanakkor a tojás minőségében nem tapasztaltak a korábban mások által leírt változásokat.

3. Anyag és módszer

3.1 Kísérlet helyszíne és menete

A kísérlet a MATE ÉTI Takarmánybiztonsági Tanszékén, a Szent István Campuson működő kísérleti telepén történt, Gödöllőn. A kísérletbe bevont tojótyúkokat mélyalmos tartási rendszerben helyeztük el. A kísérletben 160 db tojótyúk vett részt, amelyeket négy teremben egyenlő arányban osztottunk szét, oly módon, hogy a kontroll és kezelt csoport két ismétlésben szerepelt. A kísérlet teljes ideje alatt 16 órás megvilágítást alkalmaztunk. Alomanyagként puha faforgácsot alkalmaztunk. Minden teremben 12 db tojófészek került elhelyezésre. A tojásokat naponta két alkalommal gyűjtöttük. A takarmányt adagolva (150g/nap/egyed), míg az ivóvizet *ad libitum* kínáltuk a madaraknak.

3.2 Kísérleti tyúkok

A kísérletben 80. hetes Nickbrown tojótyúkok kerültek beállításra, amely H&N International által előállított barna tojó típusú hibrid (6. ábra). A technológiai ajánlás szerint a napi takarmány felvétel a tojástermelési periódusban 113-118 g. A testtömeg 19 hetesen 1,596 kg, 30 hetesen 1,925 kg, 72 hetesen 2,033 kg, 100 hetesen 2,090 kg körül alakul. Takarmány értékesítésük a 72-dik hétig 2,08, 80-adikig 2,10, 100-dikig 2,20 kg/kg. Tojástermelésük 142-152 naposan éri el az 50 %-os intenzitást, míg a csúcstermelés idején a tojástermelési intenzitás 94-96% között alakul. A 90%-os termelési intenzitást jellemzően 34 hetes életkorban érik el. Tojás mennyisége 80 hetes életkorig 368 db/tyúk, 90 hetes korig 415 db, 100 hetes korig 456 db. A tojások átlagos tömege pedig 72 hetes korig 62,9 g, 80 hetes korban 63,4 g, 100 hetesen pedig 64,2 g. Így a tojás massa tömege 80 hetes korig 23,3 kg, 90 hetes korig 26,5 kg, 100 hetes korig 29,3 kg (forrás: [http¹⁴](http://hn-int.com/wp-content/uploads/2020/10/brown-nick.pdf)- H&N International Brown Nick-Management Guide).

¹⁴ <https://hn-int.com/wp-content/uploads/2020/10/brown-nick.pdf>



5. **Ábra:** Kísérleti tyúkok (forrás: saját)

3.3 Takarmányozás

A tojótyúkok a kísérlet során a Vitafort által forgalmazott kísérleti tojótyúk teljesértékű takarmánykeveréket fogyasztották, amelyet darcos formában ettünk. A keveréktakarmány az alábbi összetevőket tartalmazta: kukorica, extrahált szójadara, búza, extrahált napraforgó-dara, takarmánymész, extrudált szója, CGF, ZeoGranula, 1 %-os előkeverék, MCP, antioxidáns (BHT - E321). A keveréktakarmány táplálóanyag-tartalmát a 4. táblázat mutatja.

4. **Táblázat:** Teljesértékű tojó takarmánykeverék táplálóanyag-tartalma (forrás: A Vitafort takarmány címkéje)

Táplálóanyag	me	Táplálóanyag mennyisége
Nedvesség	%	11,9
Nyersfehérje	%	17,40
ME baromfi	MJ/kg	10,6
Nyers rost	%	4,8
Nyerszsír	%	3,70
Nyershamu	%	9,7
Kalcium	%	3,80
Foszfor	%	0,57
Nátrium	%	0,10
Lizin	%	0,70
Metionin	%	0,40
A-vitamin	NE/kg	10560
D-3 vitamin	NE/kg	3960
E-vitamin	mg/kg	43
Cink	mg/kg	143
Vas összes	mg/kg	500

Vas hozzáadott (vas(II)-szulfát)	mg/kg	31
Mangán (mangán-oxid)	mg/kg	113
Réz (réz-szulfát pentahidrát)	mg/kg	17
Jód (kalcium-jodát)	mg/kg	3,00
Szelén (nátrium-szelenit)	mg/kg	0,4
Fitáz enzim	FTU/kg	330
Mycocurb (toxinkötő)	mg/kg	500

A kísérleti csoportban a keveréktakarmányhoz kurkumaport (Futunatura) adagoltunk 0,4%-os arányban. A keverés homogenitását a kurkumaporral több lépcsőben készített előkeverékek fokozatos hígításával érték el (7. ábra).



6. Ábra: Kurkuma bekeverés lépései *(forrás: saját)*

Takarmányvizsgálat

A takarmánykeverést követően visszamértük a kurkumapor és a keveréktakarmány kurkumin-tartalmát. A vizsgálatot HPLC módszerrel (SM-SZ 322/2021) egy független laboratórium (Bálint analitika Kft) végezte el.

3.4 Friss tojások minőségének vizsgálata

A kísérletünk célja a kukurma tojásokra gyakorolt hatásának vizsgálata volt. Ezért mindkét csoportban mintavételt végeztünk a kezelés 3. 5., 7., 14., majd 21. napján. Alkalmanként mindkét csoportban 30-30 db (15db/terem) tojást gyűjtöttünk.

A tojások vizsgálata a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szent István Campusán, az ÉTI Takarmánybiztonsági tanszékén történt. A tojásokat a NABEL DET6500 típusú Digital Egg Tester műszerrel analizáltuk. Elsőként a tojás tömegét mértük meg, majd a héjszilárdságot vizsgáltuk. A műszer a tojást a hosszanti tengelye mentén roppanásig nyomta és mérte az ehhez szükséges erőt (N). Majd a tojást feltörtük és a műszer reflektancia spektrométerébe helyeztük. A vizsgálat során a műszer mérte a fehérje magasságát (mm), Haugh egységét, sárgája

magasságát (mm), átmérőjét (mm) és a sárgája indexet (sárgája magassága/ átmérő)¹⁵, valamint a sárgája színét 1-től 16-ig terjedő Roche Yolk Colour Fan-skálán (8. Ábra). Ezt követően mértük a tojás héjának a vastagságát.



7. Ábra: Tojás színskála (forrás: saját)



8. Ábra: Tojás súlyának és a héjszilárdságának mérése (forrás: saját)

¹⁵ <https://digitaleggtester.com/en/egg-quality/>



9. ábra: Tojás paramétereinek és a héjvastagságának mérése (forrás: saját)

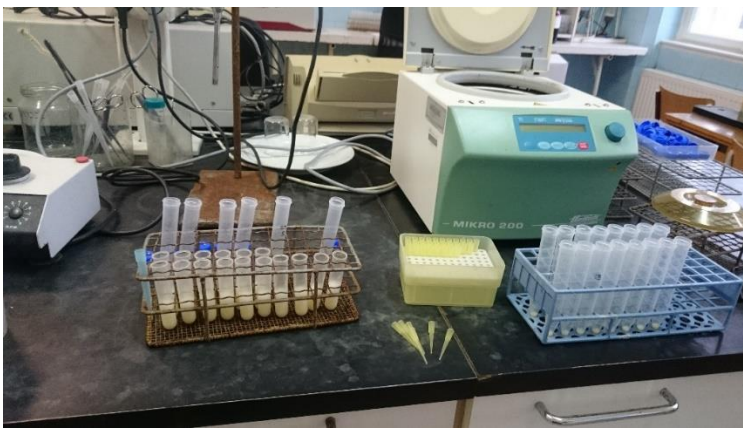
A tojások oxidatív stabilitásának vizsgálata

A minőségi vizsgálatok során minden mintavételi időpontban csoportonként 8-8 tojásból szik mintát vettünk annak érdekében, hogy megvizsgáljuk az oxidatív stabilitás jellemzésére alkalmas malondialdehid (MDA) koncentrációt. A mintákat feldolgozásig $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltuk.

Az MDA vizsgálat alkalmával a mintákat szobahőmérsékleten felengedtettük. Az egyes szik mintákból kimértünk $0,25\text{ g}$ -ot, majd hozzáadtunk $0,25\text{ ml}$ fiziológiás sóoldatot és ultraturrax (Heidolf) készülékkel homogenizáltuk. Ezt követően kivettünk belőle $125\text{ }\mu\text{l}$ -t és összekevertük tiobaritursav (TBA) és 10% triklórecetsav (TCA) oldat $1:3$ arányú keverékével. Ezután 20 percig $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on vízfürdőben inkubáltuk. A már kihűlt keverékből 1 ml -t pipettáztunk Eppendorf csőbe. Ezt centrifugáltuk ($10\ 000\text{ g}$, 3 min). A felülúszót spektrofotométerbe helyeztük. A mérés azon az elven alapul, hogy a malondialdehid tiobarbitursavval savanyú közegben és magas hőmérsékleten sárgászörös színű komplexet képez, melynek abszorpciós maximuma 535 nm hullámhosszon van, így fotometriásan mérhető. A vizsgálat során referenciaként Tetraetoxipropán különböző töménységű alkoholos oldatát használtuk.



10. Ábra: Sárgája minták elrakása MDA mérésre (forrás: saját)



11. Ábra: MDA mérés (forrás: saját)

3.5 Statisztikai elemzések:

A vizsgálati eredményeket Microsoft excel és PAST-409 szoftverek segítségével elektronikus formában rögzítettük és minden paraméter esetében számítottuk az adott paraméter átlagos értékét és szórását a két csoportban és elemeztük. A statisztikai elemzés során vizsgáltuk a két csoport egymáshoz viszonyított értékét az egyes mintavételi időpontokban, ill. csoporton belül elemeztük az egymást követő mintavételi időpontok eredményei között fennálló összefüggést. Mindkét esetben a PAST program segítségével kéttényezős t-próbát végeztünk azért, hogy kiderüljön, hogy a kezelt és kontroll csoport és a csoporton belüli napok összehasonlításában van-e szignifikáns eltérés. Először F-próbát végeztünk és ott, ahol ennek az értéke $p < 0,05$ volt abban az esetben a t-próba elvégzésekor az ehhez tartozó p-értékkel számoltunk tovább.

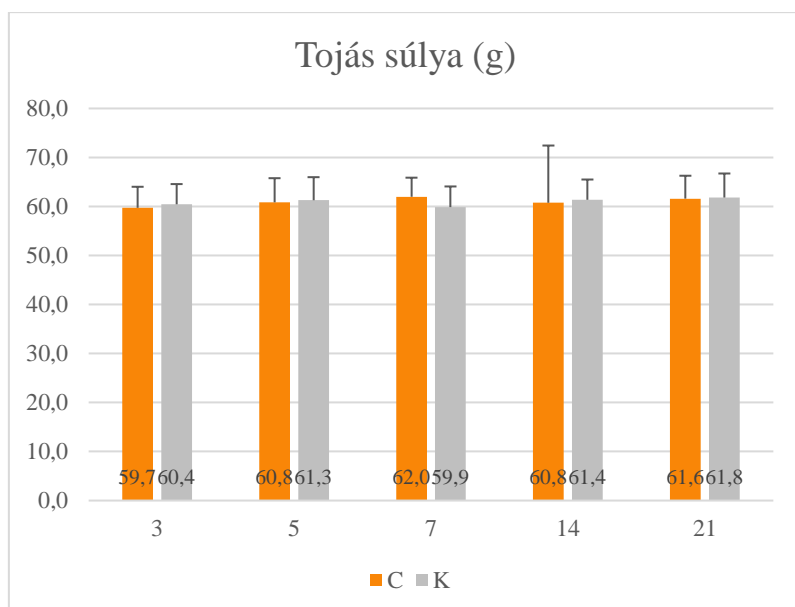
4. Eredmények

4.1. Kurkumin koncentráció

A kísérlet megkezdése előtt mértük a kurkuma por és a kísérletben szereplő takarmányok kurkumin hatóanyag-tartalmát egy független laboratóriumban. A kurkuma porban 12.400 mg/kg kurkumin koncentrációt találtunk. A kísérleti csoportban a kurkumin-tartalom 49,6 mg/kg volt, míg a kontroll takarmányban nem érte el a detektálhatóság mértékét.

4.2 Tojás súlya:

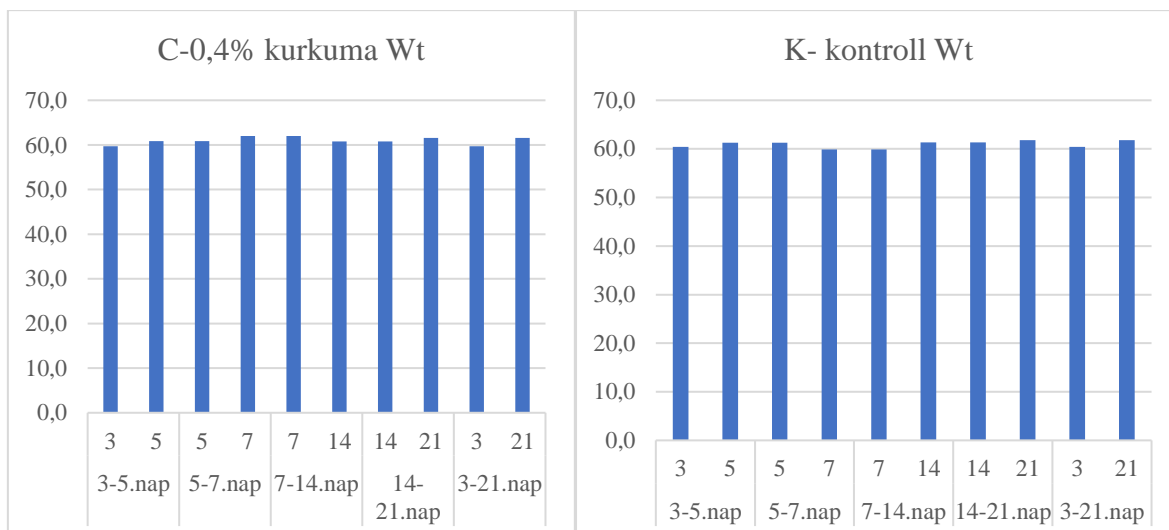
A tojások tömegének alakulását az egyes mintavételi időpontokban a 12. ábra mutatja



12. Ábra: Tojások átlagos tömegének alakulása az egyes mintavételi időpontokban - C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban

A tojások tömege az egész kísérlet alatt hasonlóan alakult, mindkét csoportban. Legnagyobb különbség a kurkuma-kiegészítés és a kontroll között a 7. napon mutatkozott, azonban ez sem volt szignifikáns mértékű.

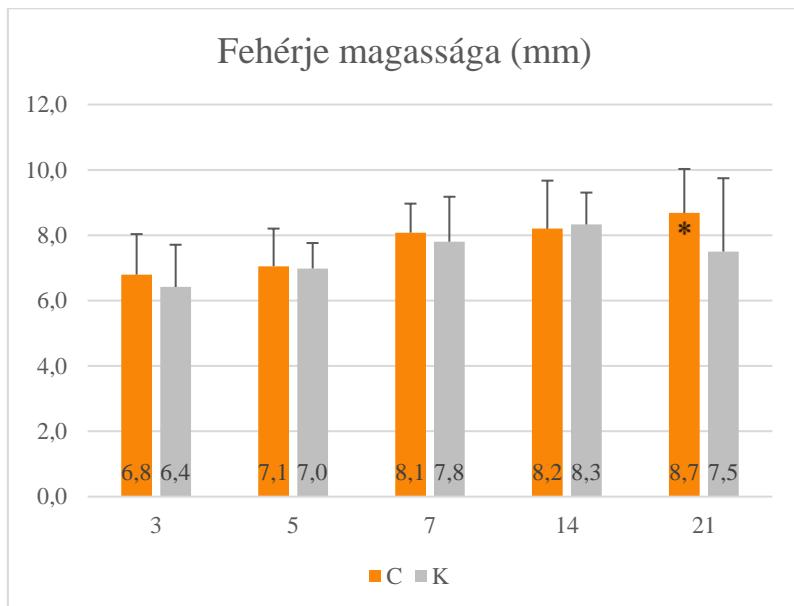
A kísérlet során egyik csoportban sem változott számottevően a tojások tömege. Bár a kurkuma kiegészítés esetében a hetedik napon volt egy kisebb emelkedés, a kontroll csoportban pedig hasonló tendencia volt megfigyelhető a 14. napon. Az eltérések azonban sem statisztikailag, sem gyakorlati szempontból nem számottevő.



13. Ábra: Az átlagos tojástömeg (Wt) értéke csoporton belül az egyes mintavételi napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll

4.3 Fehérje magassága:

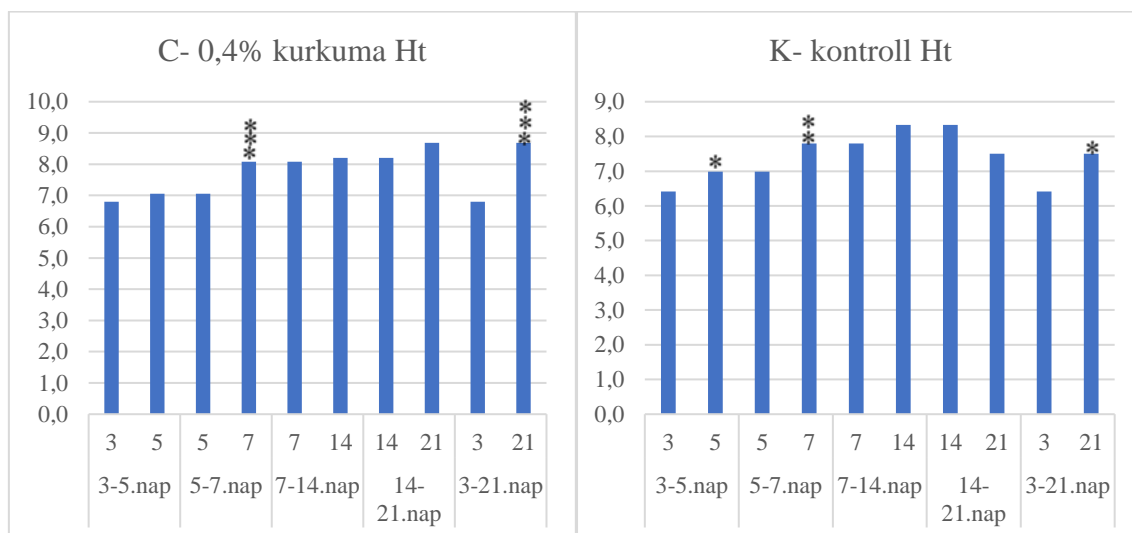
A tojásfehérje magasságának eredményei a 14. ábrán láthatók.



14. Ábra: Fehérje magasságának átlagos értéke C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban * - $p < 0,05$

A számunkra kedvező tulajdonság az, ha a fehérje magassága minél nagyobb, ugyanis ebből az értékből kerül kiszámolásra a Haugh-egység, ami a tojás frissességi mutatója.

Ahogy az a 14. ábrán láthatjuk, a kísérlet során az idő előrehaladtával mindkét csoportban nőtt a fehérje magasságának átlagos értéke. A változás mindkét csoportban hasonló mértékű volt így a 14. napig szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk. A 21.-dik napon a kurkuma kiegészítés hatására a kezelt állomány számottevően nagyobb értéket mutatott a kontrollhoz viszonyítva ($p < 0,05$).



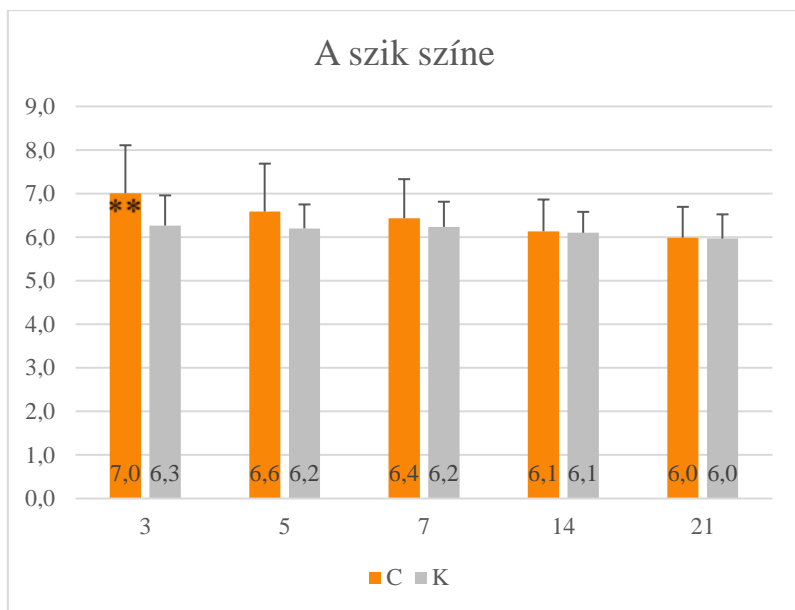
15. Ábra: Fehérje magasságának (Ht) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$

A csoporton belül a 14. napig fokozatosan növekedett a fehérje magassága, amely változások a kontroll csoportban kifejezettebbek. Legnagyobb eltérés mindkét csoportban az 5. és 7. nap között volt tapasztalható (C - $p < 0,001$, K - $p < 0,01$). Ezt követően mindkét csoportban csökkent a fehérje magassága. A kísérlet teljes időtartamát tekintve számottevő növekedés volt megfigyelhető a fehérje magasságában, amely a kezelt csoportban ($p < 0,001$) kifejezettebb, mint a kontrollban ($p < 0,05$).

4.4 A szik színe:

A szik színének vizsgálatára vonatkozó eredményeket a 16. ábrán foglaltam össze.

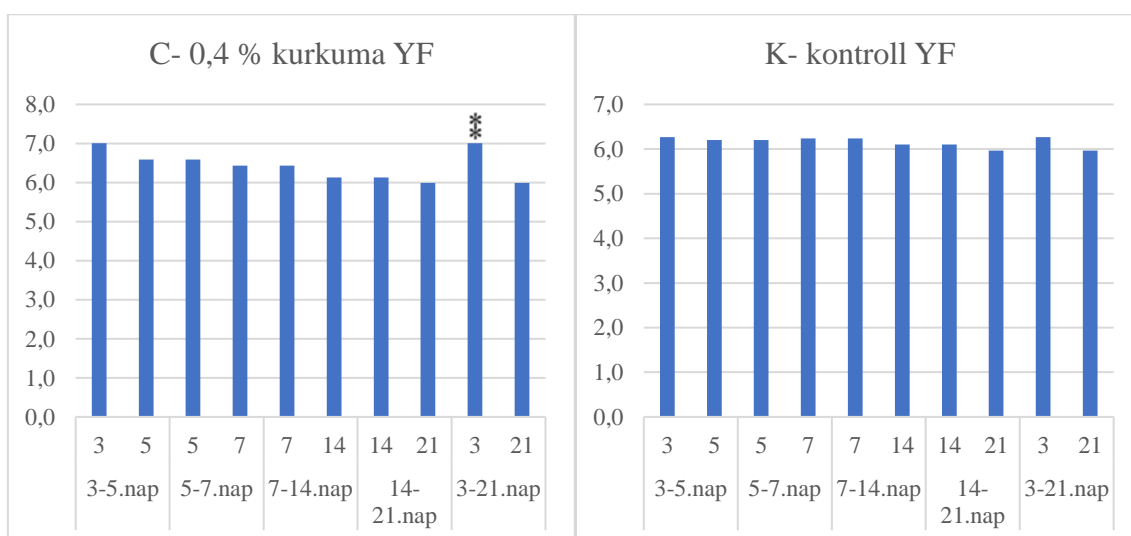
A szik színe fontos minőségi szempont a vásárlási szokások tekintetében. A vizsgálati módszerben a Roche Yolc Colour Fan színskálát használta a műszer, amely 16 os skálán osztályozza a sárga szín intenzitást. Minél nagyobb értéket mér a műszer annál erőteljesebb a szín intenzitása ill. a citromsárgától a narancssárga árnyalat irányába változik a szín.



16. Ábra: A szik színének átlagos értéke a C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban a kísérlet során, ** - $p < 0,01$

A kurkuma kiegészítés hatására a 3. napon szignifikánsan ($p < 0,01$) nagyobb értéket mértünk, azaz a kurkuma színező hatása már érvényesülhetett. Az idő előrehaladtával azonban ez a különbség a két csoport között fokozatosan eltűnt.

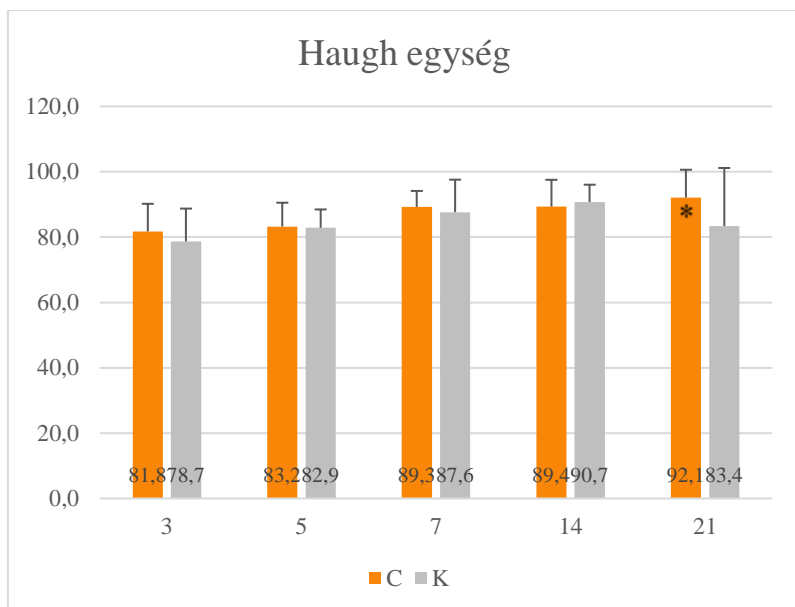
A csoporton belül az egyes mintavételi időpontok értékeit összehasonlítva mindkét csoportban enyhe, statisztikailag nem igazolható csökkenés volt megfigyelhető. Összességében azonban a kurkuma kiegészítést fogyasztó csoportban a 21. napon mért szín szignifikánsan ($p < 0,01$) fakóbb volt a 3. napi eredményénél. (17. ábra)



17. Ábra: Szik színének (YF) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, ** - $p < 0,01$

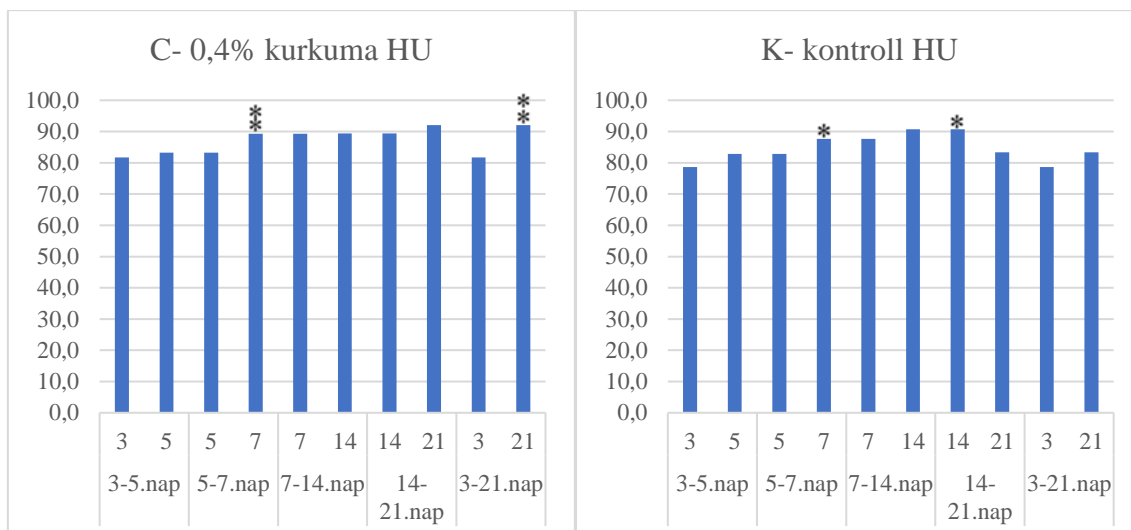
4.5 Haugh egység:

Ahogy a 18. ábrán látható a kísérlet során a 14.-dik napig a Haugh egység átlagos értéke mindkét csoportban fokozatos növekedést mutatott. Azonban a 21.-dik napon míg a kontroll csoport értéke visszaesett, addig a kezelt csoporté tovább nőtt. Ez szignifikáns eltérést okozott a két csoport között ($p < 0,05$).



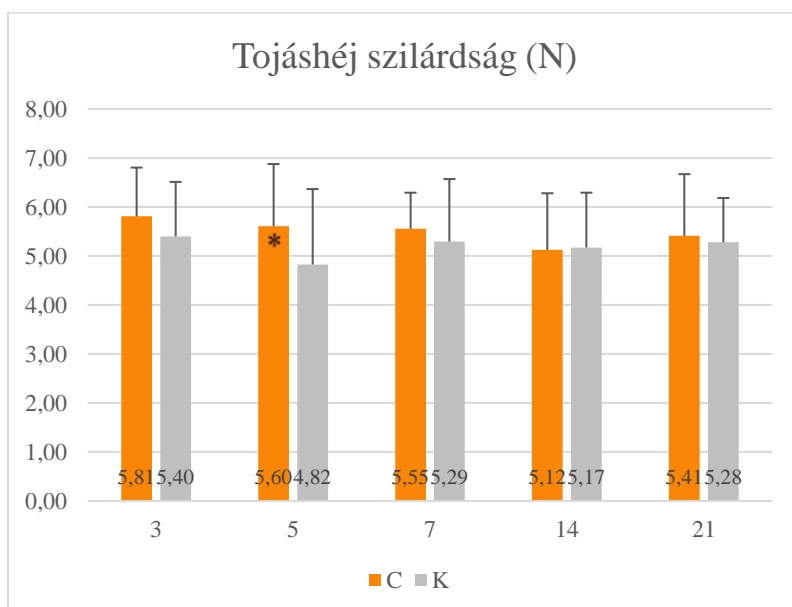
18. Ábra: Haugh egység (HU) átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p < 0,05$

A kurkumával kezelt csoport egyes mintavételeit összehasonlítva (19. ábra) látható, hogy a 5-7 és 3-21 napok értékei között szignifikáns különbség van. Mind a két esetben növekedés volt megfigyelhető ($p > 0,01$). A kontroll csoportban az 5-7 napok között szignifikáns növekedés ($p < 0,05$), míg a 14-21 mintavételek között visszaesés ($p < 0,05$) volt megfigyelhető.



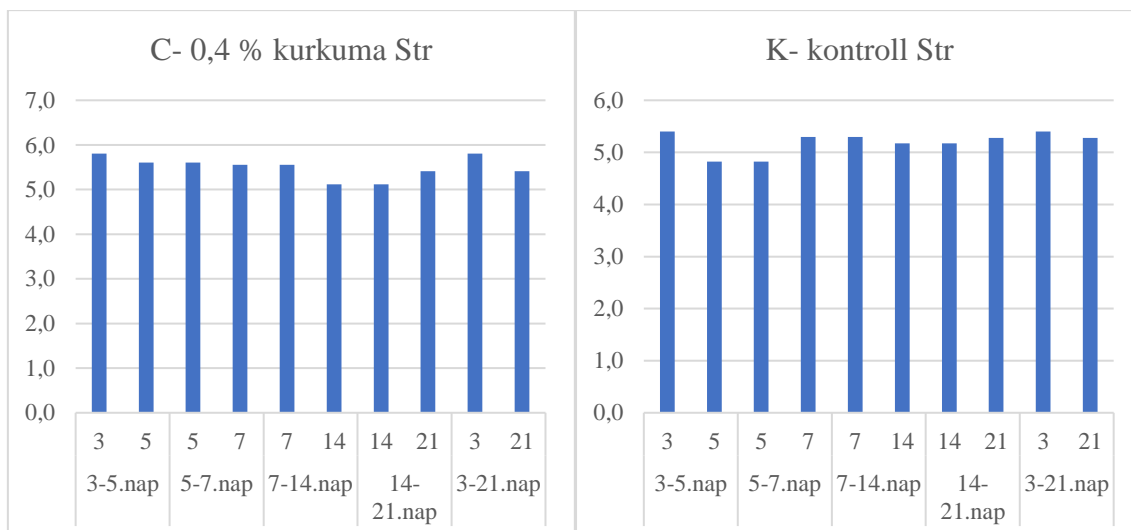
19. Ábra: Haugh egység (HU) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$

4.6 Tojánhéj szilárdság:



20. Ábra: Tojánhéj szilárdságának átlaga C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll összehasonlításában, * - $p < 0,05$

Ahogy az a 20. ábrán látható, a legtöbb mintavétel alkalmával a kurkuma kiegészítés hatására nagyobb héjszilárdság volt mérhető, mint a kontroll tojásokban. A két csoport közötti különbség a kezelés 5. napján szignifikáns ($p < 0,05$) is volt.

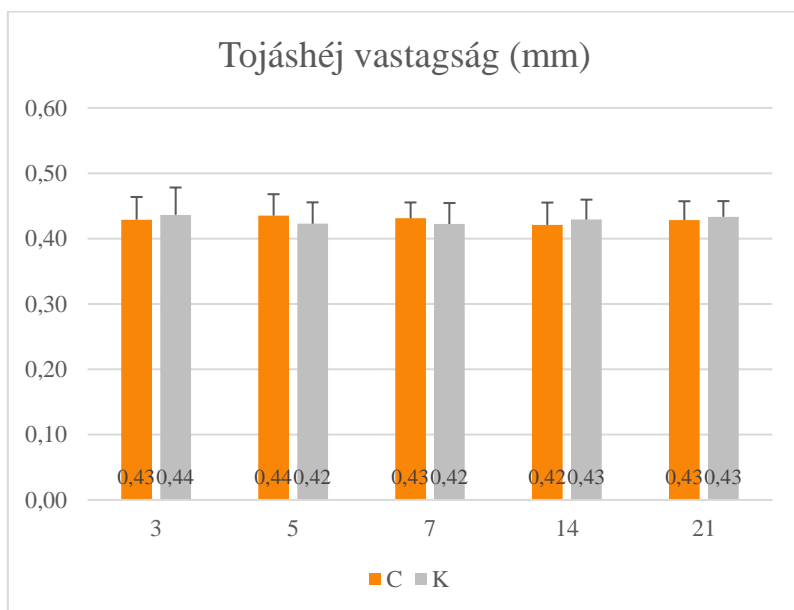


21. Ábra: Tojáschészilárdóság (Str) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C - 0,4% kurkuma kiegészítés, K - kontroll

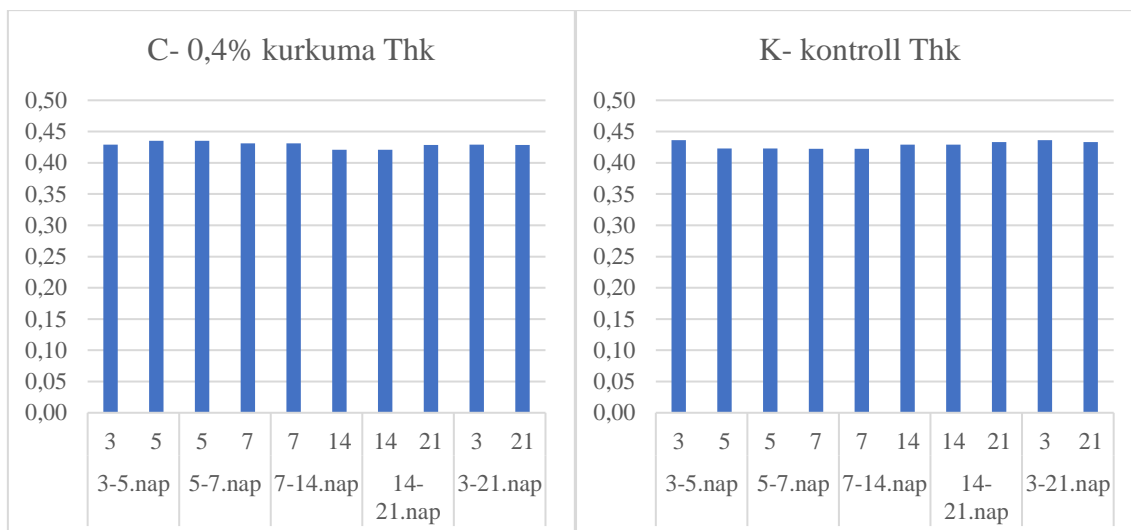
Csoporton belül a különböző mintavételi időpontok között az eltérés sehol sem volt szignifikáns (21. ábra).

4.7 Tojáscháj vastagság:

A kezelt és kontroll csoport átlagai nagyon hasonlóan alakulnak a tojáscháj vastagság esetében. Sőt csoporton belül az egyes mintavételi időpontokban mért értékek között sem találtunk számottevő eltérést (22, 23. ábra).

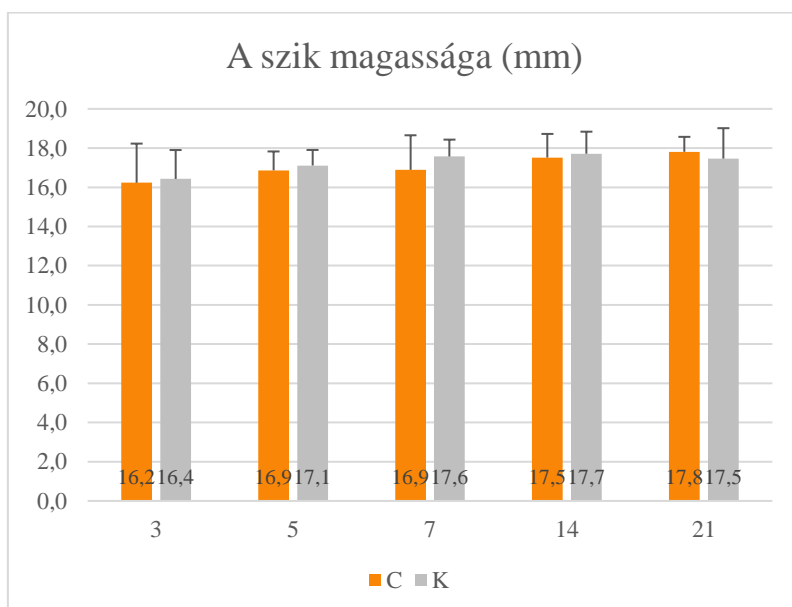


22. Ábra: Tojáscháj vastagságának átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban

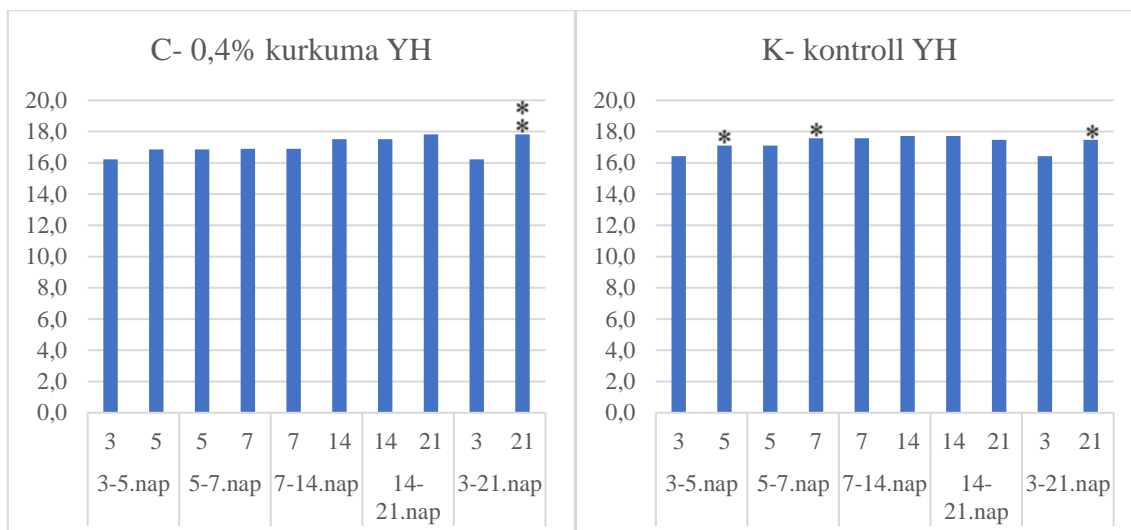


23. Ábra: Tojánhéj vastagságának (Thk) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K - kontroll

4.8 A szik magassága:



24. Ábra: A szik magasságának átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban. Ahogyan a 24.-dik ábrán látható a sárgája magasságának átlaga a 21.-dik nap kivételével mindig a kontroll csoportban mutatott nagyobb értéket. Azonban szignifikáns eltérés egyetlen időpontban sem volt a két csoport közt.

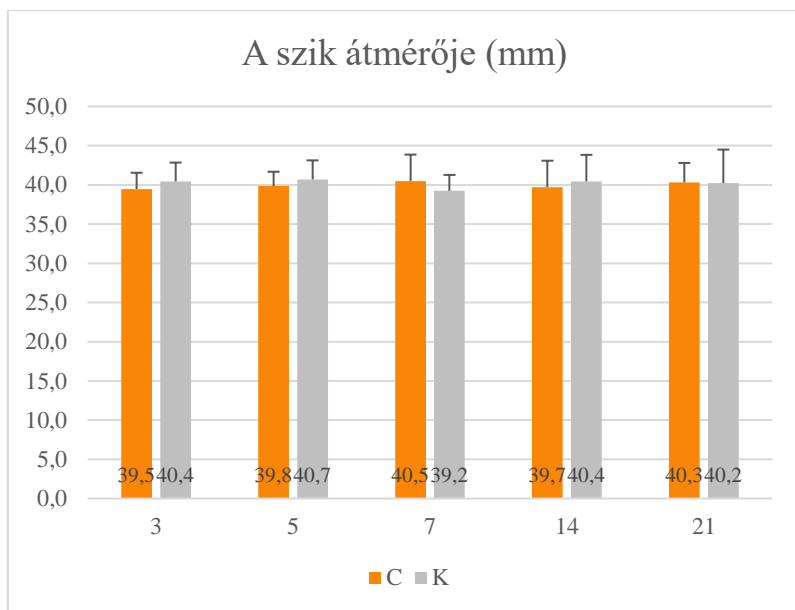


25. Ábra: A szik magasságának (YH) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C-0,4% kurkuma, K – kontroll, * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$

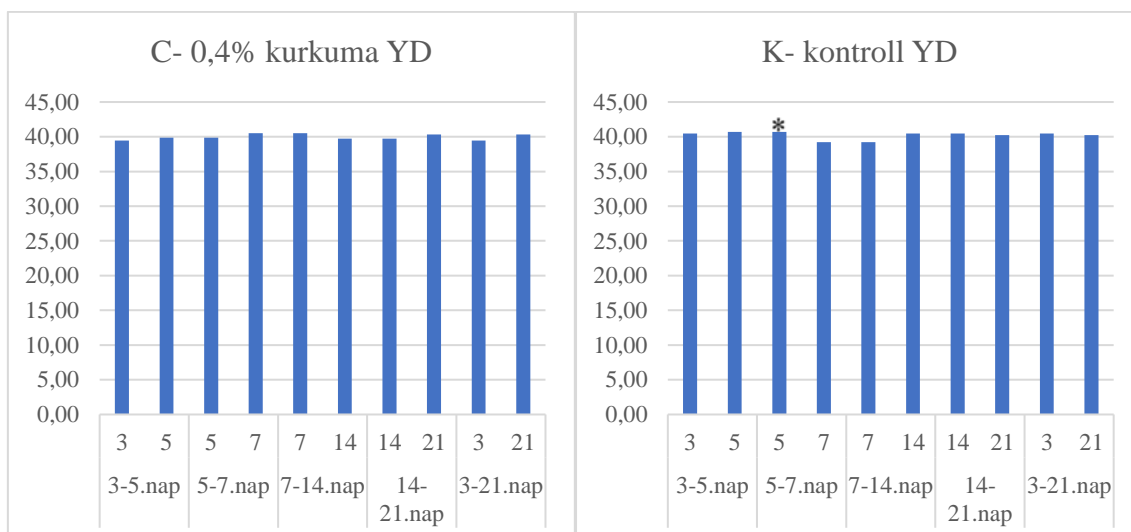
A 25-ös ábrán látható, hogy a kurkumával kezelt csoport átlagos szik magassága a kísérleti során fokozatosan növekedett, amelynek eredményeként a 3. és 21. napi mintavétel eredményei szignifikáns ($p < 0,01$) eltérést mutattak. A kontroll hasonló emelkedést mutatott, amely a 3-5, 5-7 napi mintavételek értékeit összehasonlítva szignifikánsnak bizonyultak ($p < 0,05$). Ebből adódóan a kezelt csoporthoz hasonlóan a kontrollban is számottevően nőtt a szik magassága a kísérlet kezdő és végső mintavétele között ($p < 0,05$).

4.9 A szik átmérője:

A sárgája átmérője a két csoportban a kísérlet teljes ideje alatt hasonlóan alakult, ahogy azt a 26. ábra mutatja.



26. Ábra: A szik átmérőjének átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban

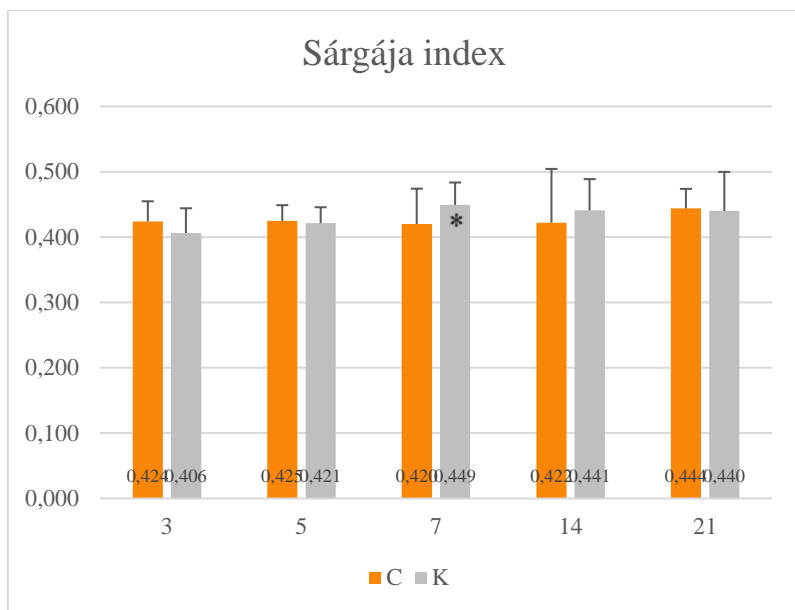


27. Ábra: A szik átmérőjének (YD) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p < 0,05$

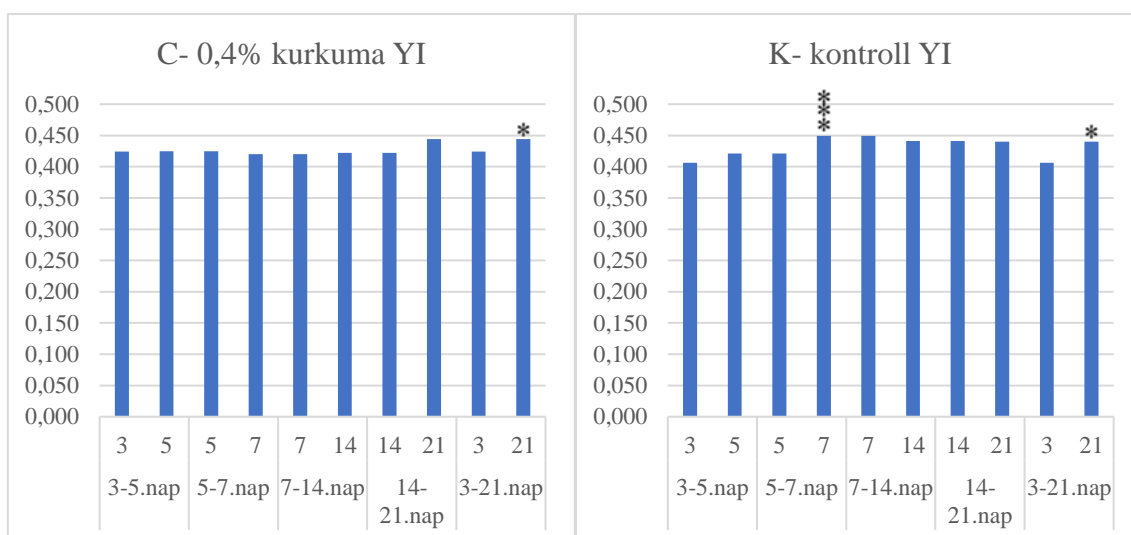
A kurkumával kezelt csoportban mért értékek a kísérlet során nem mutattak szignifikáns különbséget, azonban a kontroll esetében az 5. napi mintavétel eredménye szignifikánsan nagyobb volt ($p < 0,05$) a 7. napi mérés értékénél.

4.10 Sárgája index:

A szik magassága és átmérője alapján számított sárgája index a hetedik napon a kontroll csoportban szignifikánsan meghaladta a kísérlet csoport értékét ($p < 0,05$) (28. ábra).



28. Ábra: Sárgája indexének (YI) átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban, * - $p < 0,05$

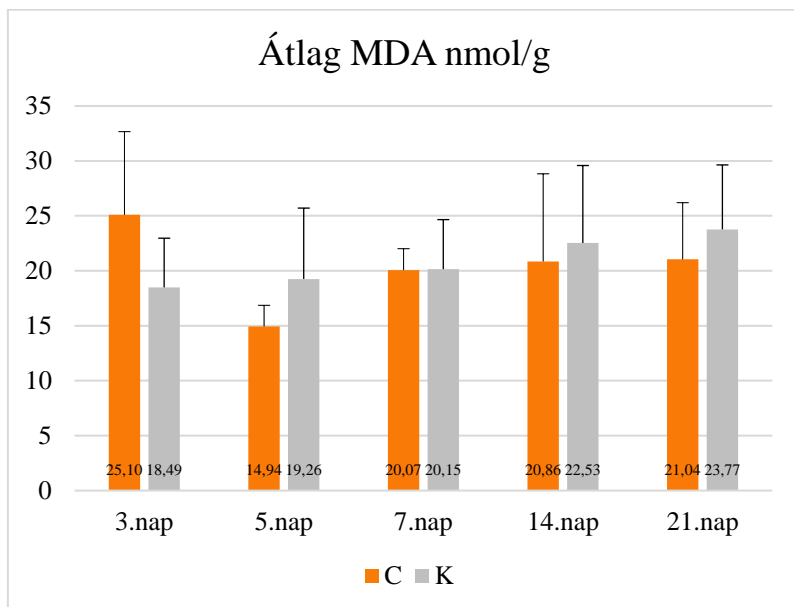


29. Ábra: Sárgája indexének (YI) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C-0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p < 0,05$, *** - $p < 0,001$

A szik indexet az egyes csoportokon belül vizsgálva a kezelés hatására összességében a kísérlet indulásakor és zárásakor számított érték szignifikáns mértékben különbözött ($p < 0,05$). A kontroll csoporton belüli az egyes mintavételek összehasonlításakor a hetedik napon kiugró értéket mutat a sárgája index az 5. napi értékhez viszonyítva ($p < 0,001$). Összességében a kontroll 3-21. napi értékek összehasonlításakor is szignifikáns különbséget találtunk ($p < 0,05$).

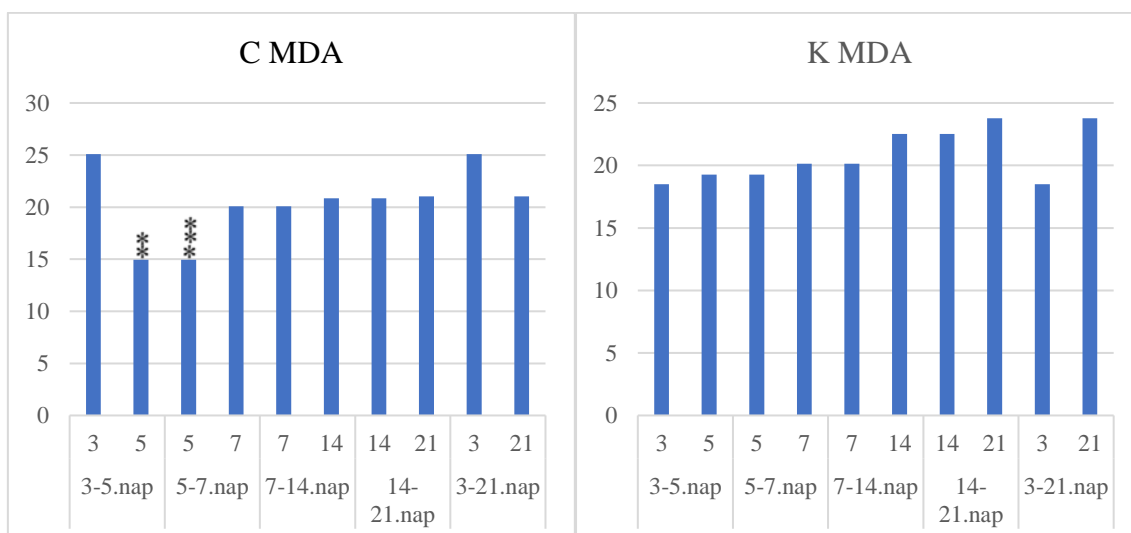
4.11 Oxidatív stabilitás:

A tojás eltarthatóságát, oxidatív stabilitását jellemző malondialdehid koncentráció eredményeit a 30. és 31. ábrán kerültek összefoglalásra.



30. Ábra: Tojás MDA-tartalmának átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban

A kísérlet során (30. ábra) láthatjuk, hogy a harmadik napi mintavétel kivételével minden vizsgálati időpontban kedvezőbb alakult az MDA koncentráció a kurkuma hatására a kontroll csoporthoz viszonyítva. Bár a csoportok közötti különbségek kifejezettek, a kis mintaszám és a jelentős egyedi szórás miatt statisztikailag nem igazolható a csoportok közötti különbség.



31. Ábra: Tojás MDA-tartalmának átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C- 0,4% kurkuma kiegészítés, K-kontroll, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$

Az egyes csoportokon belül a kísérlet ideje alatt vett minták malondialdehid koncentrációját vizsgálva megállapítható, hogy a kísérlet két végpontja között a kurkuma hatására csökkent, míg a kontroll csoportban nőtt az MDA koncentráció. Az egyes mintavételi időpontokat összehasonlítva csak a kezelt csoportban tapasztaltunk statisztikailag igazolható változást. Itt az ötödik napi eredmény számottevően eltért mind a 3. ($p < 0,01$), mind a 7. ($p < 0,001$) napi mintavétel értékétől.

5. Következtetések és javaslatok

Kísérletünkben 0,4% kurkuma porral kiegészített keveréktakarmány hatásait vizsgáltuk tyúktojás minőségi paramétereinek analízisével.

A tojás tömegébe a kurkuma kezelés nem okozott eltérést. Hasonló eredményekre jutott Liu és mtsai. (2020), valamint Li és mtsai. (2023) is. Ugyanakkor olyan kutatási eredményeket is találtam a szakirodalomban, amely szerint a kurkuma szignifikánsan csökkenti a tojás tömegét (Hassan 2016, Zadeh 2022). Úgy tűnik, hogy az eltérő eredmények háttérében az életkor és a dózis különbségei állhatnak.

A kurkuma hatására a fehérje magassága a kísérlet teljes ideje alatt nőtt, amely a 21. napon szignifikáns mértékben meghaladta a kontroll értékét. Hasonló eredményről számoltak be Li és mtsai. (2023) is. Ehhez kapcsolódóan hasonló tendenciát tapasztaltunk a Haugh egység változásában is a kísérlet során és a 21. napon a kezelt csoport szignifikánsan eltért a kontrolltól ($p < 0,05$). A szakirodalom e tekintetben is hasonlóan ellentmondásos, hiszen egyes kísérletekben az általunk tapasztaltakhoz hasonló eredményekre jutottak (Li és mtsai., 2023), míg más szerzők arról számolnak be, hogy a kurkuma nem okozott változást e paraméterben (Hassan 2016, Liu és mtsai. 2020). Mivel a Haugh egység a fehérje területét jellemző származtatott érték, melynek egyik eleme éppen a sűrű és a híg fehérje magassága, ezért érthető, hogy jól korrelál a fehérje magasságával. Az azonban, hogy a kurkuma milyen biológiai aktivitás révén járul hozzá a fehérje szerkezetének javulásához nem ismert és kísérletünk eredményei alapján sem tudunk erre vonatkozóan megalapozott hipotézist felállítani.

A tojáshéj minősége fontos tényező a tojás értékesítése és fogyasztói megítélése szempontjából. Ennek jellemzésére részben a héjszilárdság, részben a héjvastagság értéke használható. Szakirodalmi források adatai alapján a kurkuma javulást okozhat mindkét paraméterben (Liu és mtsai. 2020, Li és mtsai. 2023). Ezzel ellentétben kísérletünkben a héjvastagság hasonlóan alakult a két csoportban a teljes vizsgálati időszakban, míg a héjszilárdság esetében egyedül az ötödik napon született szignifikáns eltérés ($p < 0,05$) a kurkumával kezelt csoport javára, előtte és utána a két csoport értékei nem különböztek egymástól. Mindez azt jelenti, hogy a héj minőségére esetünkben nem gyakorolt számottevő hatást a kurkuma por.

A kísérletünk tervezésekor abból a feltételezésből indultunk ki, hogy a kurkuma por egyik potenciális előnye a tojótyúkok számára színező hatása lehet. Bár az irodalom nem egységes

e tekintetben sem, legtöbb forrásban a szik színének változásáról számolnak be a szerzők. A sárgája színében az irodalmi eredmények is megoszlanak. Az általunk használt bekeverési arányhoz hasonló dózis alkalmazása esetén például Zadeh és mtsai. (2022) a szik színének mélyülését tapasztalták, a RYCF színskálán 8,6-ról 9,8-ra nőtt az átlagos érték. Nagyobb dózis (4%-os bekeverési arány) esetén (Hassan 2016), a javulás még szembetűnőbb lett. A mi kísérletünk során, bár mindvégig a kísérleti csoport mutatta a kedvezőbb értékeket, egyedül a harmadik napon lett szignifikáns a különbség a két csoport között. Mindebből arra következtettünk, hogy az általunk alkalmazott dózis alacsony volt ahhoz, hogy hatékonyan tudja változtatni a szik színét.

A sárgája magasságában és átmérőjében kísérletünk során nem tapasztaltunk eltéréseket 0,4% és 0% kurkuma bekeverése esetén, ugyanakkor a magasságból és átmérőből származtatott sárgája index a kezelés hetedik napján jelentősen csökkent értéket mutatott a kontroll csoporthoz viszonyítva. Ez az eredmény részben megerősíti Zahed és mtsai. (2022) eredményeit, bár esetükben hasonló dózis mellett konzekvens csökkenés jelentkezett mindhárom paraméterben. Ugyanakkor több kísérletben a kurkuma nem befolyásolta a sárgája index értékét (Galli és mtsai. 2017, Li és mtsai. 2023).

Bár a szikben mért MDA (malondialdehyd) koncentráció esetében a csoportok közötti különbségek statisztikailag nem voltak igazolhatók, az első mintavételi nap kivételével minden mintázási időpontban kisebb értékeket mértünk a kísérleti csoportban a kontrollnál. Mindez arra enged következtetni, hogy a kurkumin antioxidáns hatása az általunk használt dózis esetén is érvényesült. Abból a tényből kiindulva, hogy a 3-5. nap között egy drasztikus koncentrációcsökkenés volt tapasztalható a kísérleti csoportban arra következtettünk, hogy az antioxidáns hatás értékelhető megjelenésének 4-5 nap látencia periódusa van, azaz 3 napot meghaladó etetésre van szükség ahhoz, hogy érdemi változás legyen elérhető e paraméterben.

A kurkuma antioxidáns hatását számos kutató vizsgálta, azonban a módszerek nem egységesek. Így Li és mtsai. (2023) tojótúkok májában tapasztaltak csökkent MDA-tartalmat, míg Zadeh és mtsai. (2022) vérszérumban mérték az MDA-koncentrációt és tapasztaltak hasonló változásokat. Liu és mtsai. (2020) szintén szérummal dolgozva az MDA-koncentrációban nem, csak a glutation-peroxidáz és a kataláz enzimek aktivitásában tapasztaltak változást. Galli és mtsai. (2017) a tojás szikben mérték a malondialdehyd koncentrációt és - saját eredményeinkhez hasonlóan – ők is csökkenésről számoltak be. Mindezek alapján úgy gondolom, hogy

kísérletünkben is látható volt a kurkuma antioxidáns hatása, azonban vélhetően nagyobb dózis szükséges a szignifikáns változások eléréséhez.

Összefoglalva eredményeink alapján a 0,4%-os bekeverési arány nem volt kellő mértékű a kurkuma biológiai hatásainak egyértelmű megnyilvánulásához. Az azonban vitathatatlan, hogy az egyes paraméterekben alkalmanként tapasztalt változások minden esetben a minőség javulását jelentették. Ezért mindenképpen érdemes további vizsgálatokat végezni a kurkumával tojótúrók esetében. Mivel az általunk alkalmazott dózis csupán egyes esetekben eredményezett konzekvens változásokat a kísérlet során, ezért a jövőben célszerű lenne a kísérletet nagyobb dózis alkalmazásával megismételni. Legfontosabb eredményemnek azt tartom, hogy kísérletemben is kimutatható volt a kurkuma antioxidáns hatása még akkor is, ha a nagy egyedi variancia miatt ez statisztikailag nem igazolható. Ez a tapasztalat felveti annak lehetőségét, hogy a kurkuma valóban képes a tojás oxidatív stabilitásának javítására és így az eltarthatóság növelésére. Ennek megerősítésére a kísérlet javasolt megisméltése során célszerű lenne azt kiegészíteni egy tárolási vizsgálattal is...

6. Összefoglalás

A tojáshoz a magyar étkezési kultúrában nagy szerepe van, ezért is érdemes annak termelésével foglalkozni, illetve az egészséges élelmiszer iránti kereslet is fokozatosan nő, így nagy jelentősége van minden olyan vizsgálatnak, amely a tojás táplálékhatóhatóságának, eltarthatóságának, fogyasztói minőségének javítására irányul.

Kísérletünkben 160 db tojótyúkot állítottunk be random 4 terembe osztva. Két csoportot alakítottunk ki az egyik 0,4 % kurkumát kapott a takarmányába, a másiké (kontroll) nem tartalmazott kurkuma kiegészítést. Mind a két csoport két ismétlésben, termenként 40 tyúkkal vett részt a kísérletben. A tyúkok genotípusa, életkora és tartási körülményei azonosak voltak. A kontroll keveréktakarmány olyan kereskedelmi tojótáp volt, amely nem tartalmazott hozzáadott szik színező anyagot.

A kísérlet során a 3., 5., 7., 14. és 21. napokon gyűjtöttünk tojást, termenként 15 darabot. Ezeket a begyűjtés napján megvizsgáltuk. A vizsgálatot NABEL DET6500 típusú Digital Egg Testerrel végeztük, ami mérte a tojás súlyát, héj erősségét és vastagságát, fehérje magasságát, Haugh egységet, sárgája -magasságát, -átmérőjét és indexét. Csoportonként 8 szikből mintát vettünk, amelyben mértük a tojás oxidatív stabilitására jellemző malondialdehid koncentrációt.

A kurkuma hatására javult a fehérje magassága és a Haugh egység a 21.-dik napon, a sárgája színe a harmadik napon, tojánhéjszilárdsága az ötödik napon. A sárgája index értéke a hetedik napon csökkenést mutatott. A többi paraméterben nem volt eltérés a kísérleti csoportban a kontrollhoz viszonyítva.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az általunk alkalmazott dózis nem elegendő a tojás vizsgált paramétereinek konzekvens megváltoztatására. Fontos azonban megjegyezni, hogy a sporadikusan tapasztalt változások kedvező hatást mutatnak. Emellett a malondialdehid koncentráció alakulása a kezelés 5. napjától minden mintavételi időpontban kedvezőbben alakult a kezelés hatására a kontrollnál, ezért vélhetően a kurkuma alkalmas lehet a tojás oxidatív stabilitásának javítására és ezzel az eltarthatóság növelésére. Mindezek alapján célszerű lenne a kísérlet megismétlése nagyobb dózisú kezeléssel, valamint egy tárolási időszak beiktatásával.

7. Irodalomjegyzék:

- Abuoghaba Ahmed Abdel-Kareem; Mona A. Ragab; Soheir A. Shazly; Dariusz Kokoszynski and Mohamed Saleh (2021) Impact of Treating Hatching Eggs with curcumin after Exposure to Thermal Stress on Embryonic Development, Hatchability, Physiological Body Reactions, and Hormonal Profiles of Dokki-4 Chickens; animals MDPI
- Amalraj Augustine, Sasikumar Kuttappan, Karthik Varma (2022) Herbs, Spices and their Roles in Nutraceuticals and Functional Foods; Academic press; 15-30 p
- Bogenfürst, Ferenc, Kaposvári Egyetem; Horn, Péter, Kaposvári Egyetem; Sütő, Zoltán, Kaposvári Egyetem; Gaál, Katalin, Nyugat-Magyarországi Egyetem; Kovács, Gellért, Pannon Egyetem Szerkesztette Bogenfürst, Ferenc és Áprily, Szilvia; Bangó, László; Bábolna Agrária Kft.; Kállay, Béla (2011); Baromfitenyésztés „E-tananyag” az állattenyésztő mérnöki Bsc szak hallgatói számára; 28 p
- Butcher D. Gary, Miles Richard (1990) Concepts of Eggshell Quality; Veterinary Medicine-Large Animal Clinical Sciences Department
- Dalal Rajesh; Devvraar Kost; BS Tewatia (2018) Effect of turmeric powder on egg quality, gut morphology, ecology and on immune system of laying hen: A review; Journal of Entomology and Zoology Studies; 978-980 p
- Da Rosa Gilneia, Vanessa Dazuk, Davi F. Alba, Gabriela M. Galli, Vitor Molosse, Marcel M. Boiago, Carine F. Souza, Lorenzo B. Abbad, Matheus D. Baldissera, Lenita M. Stefani és Aleksandro S. Da Silva (2020) Curcumin addition in diet of laying hens under cold stress has antioxidant and antimicrobial effects and improves bird health and egg quality; Journal of Thermal Biology; 1-8 p
- Galli Gabriela M., Aleksandro S. Da Silva, Angelisa H. Biazus, Joao H. Reis, Marcel M. Boiago, Josué P. Topazio, Marcos J. Migliorini, Naiara S. Guarda, Rafael N. Moresco, Aline F. Ourique, Cayane G. Santos, Leonardo S. Lopes, Matheus D. Baldissera és Lenita M. Stefani (2017) Feed addition of curcumin to laying hens showed anticoccidial effect, and improved egg quality and animal health; Veterinary Science; 101-105 p
- Galobart J., Sala R., Rincón-Carruyo X., Manzanilla E. G., Vilá B., Gasa J. (2019) Egg Yolk Color as Affected by Saponification of Different Natural Pigmenting Sources; Journal of Applied Poultry Research; 328-334 p
- Gheisar Mohsen Mohammadi, In Ho Kim (2017) Phytobiotics in poultry and swine nutrition (review); Italian Journal of Animal Science; 92-97 p
- Hassan, S. M. (2016) Effects of adding different dietary levels of turmeric (*Curcuma longa* Linn) powder on productive performance and egg quality of laying hens; International Journal of Poultry Science; 156-159 p

- Hernandes J.-M., Beardsworth P. M., Webber G. (2005) Egg quality- meeting consumer expectations; International Poultry Production; 13(3): 20-23 p
- Hracskó Zsuzsanna (2009) SZABAD GYÖKÖK SZEREPE NEONATOLÓGIAI KÓRKÉPEKBEN Doktori (ph.D.) értekezés Szegedi Tudományegyetem Szeged 11,12 p
- Jung Ivett (2015) Immunglobulin (IgY) és induktív vitaminjainak (A-, E-vitamin, karotinoidik) szikbe épülésének dinamikája; Doktori értekezés tézisei; Szent István Egyetem; Gödöllő; 3. p
- Leeson S., JD Summers (2005) Commercial Poultry Nutrition; University of Guelph; Guelph; Canada; 230-237 p
- Li Chenxuan; Jiang Gao; Shihui Guo; Bin He; Wenqiang Ma (2023) Effect of Curcumin on the Egg Quality and Hepatic Lipid Metabolism of Laying Hens; animals MDPI
- Liu Mengjie, Yinglin Lu, Peng Gao, Xiaolei Xie, Dongfeng Li, Debing Yu és Minli Yu (2020) Effect of curcumin on laying performance, egg quality, endocrine hormones, and immune activity in heat stressed hens; Poultry Science; 2196-2201
- Liu Yong, Mingxin Song, He Bai Chunhua Wang, Fei Wang, and Qi Yuan (2024) Curcumin improves the egg quality, antioxidant activity, and intestinal microbiota of quails during the late laying period; Poultry Science; 1-11 p
- Lokaewmanee K., K. Yamauchi, T. Komori, K. Saito (2009) Enhancement of egg yolk color by paprika combined with a probiotic; Journal of Applied Poultry Research; 90 p
- Lokaewmanee K., K. Yamauchi, T. Komori, K. Saito (2010) Effects on egg yolk color of paprika combined with marigold flower extracts; Italian Journal of Animal Science; 356 p
- Lovas Katalin (2007) Egzotikus növényvarázs; Új Ember Kiadó; Budapest; 126-127 p
- Martínez Y., C.E. Orozco, R.M. Montellano, M. Valdiviá, C.A. Parrado (2021) Use of achiote (*Bixa orellana* L.) seed powder as pigment of the egg yolk of laying hens; Journal of Applied Poultry Research; 1 p
- Ortiz D., T. Lawson, R. Jarrett, A. Ring, K. L. Scoles, L. Hoverman, E. Rocheford, D. M. Karcher, T. Rocheford (2022) The impact of orange corn in laying hen diets on yolk pigmentation and xanthophyll carotenoid concentrations on percent inclusion rate basis; Journal of Applied Poultry Research; 1 p
- Van Phuoc Truong, Nguyen Nhut Xuan Dung, Luu Huu Manh, Nguyen Nhut Vinh Tu (2019) Effect of dietary Turmeric (*Curcuma longa*) extract powder on productive performance and egg quality of black-bone chicken (Ac chicken); Livestock Research for Rural development

Pupos Tibor – Sütő Zoltán – Szöllősi László szerkesztette 3.1 fejezetet Áprily Szilvia (2013) Versenyképes tojástermelés könyv; Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest, 77-93 p

Prasad Sahdeo, Aggarwal Bharat B. (2011) Herbal Medicine: Biomolecular and clinical aspects. 2nd edition Chapter 13 Turmeric the Golden Spice; CRC Press

Réhault-Godbert Sophie, Guyot Nicolas, Yves Nys (2019) The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health; MDPI nutrients

Saraswati T. R.; W. Manalu; D. R. Ekasturi; N. Kusumorini (2013) THE ROLE OF TURMERIC POWDER IN LIPID METABOLISM AND ITS EFFECT ON QUALITY OF THE FIRST QUAIL'S EGG; Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture

Sünder Angela, Mirja Wilkens, Volker Böhm, Frank Liebert (2022) Egg yolk color in organic production as affected by feeding- Consequences for farmers and consumers; Food Chemistry; 4-5 p

Zadeh Amir Mosayyeb, Seyyed Ali Mirghelenj, Peyman Hasanlou, Hossein Shakouri Alishah (2022) Effects of turmeric (*Curcuma longa*) powder supplementation in laying hens' diet on production performance, blood biochemical parameters and egg quality traits; Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition; 691-700

Internetes források: <http>

1. <https://www.internationalegg.com/resource/global-egg-production-continues-to-increase-at-an-average-of-3-per-year/>
2. <https://www.statista.com/statistics/263971/top-10-countries-worldwide-in-egg-production/>
3. <https://www.statista.com/statistics/263972/egg-production-worldwide-since-1990/>
4. Per capita egg consumption, 1961 to 2020: https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-egg-consumption-kilograms-per-year?tab=chart&facet=none&country=~OWID_WRL
5. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/egg-consumption-by-country>
6. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0055.html
6. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0034.html
7. https://weblab.deusto.es/olarex/cd/UD/Incubator_HU_final/tojs_rszei.html
8. <https://jogkodex.hu/doc/2653148?ts=1970-11-25>
9. <https://panadditiv.hu/szinezok-2/>
10. <https://www.kemin.com/na/en-us/markets/animal/products/oro-glo>
11. https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-egg-yolk-colour-in-the-three-groups-control-A-paprika-extract-B-and_fig2_274777715

12. <https://www.nparks.gov.sg/florafaunaweb/flora/1/9/1904>
13. <https://www.indiamart.com/proddetail/organic-turmeric-seeds-22638449848.html>
14. <https://hn-int.com/wp-content/uploads/2020/10/brown-nick.pdf>
15. <https://digitaleggtester.com/en/egg-quality/>

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke:

1. Táblázat Hassan (2016) eredményei	16. oldal
2. Táblázat Liu és társainak az eredménye (2020) (1)	18. oldal
3. Táblázat Liu és társainak az eredménye (2020) (2)	18. oldal
4. Táblázat Teljesértékű tojó takarmánykeverék táplálóanyag-tartalma	21. oldal
1. Ábra Globális tojástermelés 1990-2022	3. oldal
2. Ábra Tojás részei	6. oldal
3. Ábra Lokaewmanee és társai (2010) kísérlete	11. oldal
4. Ábra Kurkuma rizómája	12. oldal
5. Ábra Kísérleti tyúkok	21. oldal
6. Ábra Kurkuma bekeverés lépései	22. oldal
7. Ábra Tojás színskála	23. oldal
8. Ábra Tojás súlyának és a héjszilárdságának mérése	23. oldal
9. Ábra Tojás paramétereinek és héjvastagságának mérése	24. oldal
10. Ábra Sárgája minták elrakása MDA mérésre	25. oldal
11. Ábra MDA mérés	25. oldal
12. Ábra Tojások átlagos tömegének alakulása az egyes mintavételi időpontokban - C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban	26. oldal
13. Ábra Az átlagos tojástömeg (Wt) értéke csoporton belül az egyes mintavételi napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll	27. oldal
14. Ábra Fehérje magasságának átlagos értéke C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban * - $p < 0,05$	27. oldal
15. Ábra Fehérje magasságának (Ht) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$	28. oldal
16. Ábra A szik színének átlagos értéke a C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban a kísérlet során, ** - $p < 0,01$	29. oldal
17. Szik színének (YF) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, ** - $p < 0,01$	29. oldal
18. Ábra Haugh egység (HU) átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p < 0,05$	30. oldal
19. Ábra Haugh egység (HU) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$	31. oldal
20. Tojánhéj szilárdságának átlaga C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll összehasonlításában, * - $p < 0,05$	31. oldal

21. Ábra Tojánhéjszilárdság (Str) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C - 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll	32. oldal
22. Ábra Tojánhéj vastagságának átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban	32. oldal
23. Ábra Tojánhéj vastagságának (Thk) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll	33. oldal
24. Ábra A szik magasságának átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban	33. oldal
25. Ábra A szik magasságának (YH) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C-0,4% kurkuma, K – kontroll, * - $p<0,05$, ** - $p<0,01$	34. oldal
26. Ábra A szik átmérőjének átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban	..35. oldal
27. Ábra A szik átmérőjének (YD) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C – 0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p<0,05$	35. oldal
28. Ábra Sárgája indexének (YI) átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban, * - $p<0,05$	36. oldal
29. Ábra Sárgája indexének (YI) átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C-0,4% kurkuma kiegészítés, K – kontroll, * - $p<0,05$, *** - $p<0,001$	36. oldal
30. Ábra Tojás MDA-tartalmának átlaga C-0,4% kurkuma és K-0% kurkuma összehasonlításban	37. oldal
31. Ábra Tojás MDA-tartalmának átlaga csoporton belüli napok összehasonlításában, C- 0,4% kurkuma kiegészítés, K-kontroll, ** - $p<0,01$, *** - $p<0,001$	37. oldal

9. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni azoknak a személyeknek a segítségét, akik nélkül ez a diplomadolgozat nem jöhetett volna létre:

Balláné Dr. Erdélyi Márta konzulensemnek, aki intézte a kísérlet menetét, segített a mérésekben és a diploma megírásában

Dr. Balogh Krisztián Tanár Úrnak, az MDA mérésekért és hogy segített a statisztikai számításokban

Dr. Ancsin Zsolt Tanár Úrnak, Elvirának és Tóth Márknak, hogy a tyúkokat gondozták amíg én nem voltam ott

És a családomnak, legfőképp édesanyámnak, hogy támogattak.

10. Melléklet

Tojások minőségi paramétereit:

C1-2 Kurkumával kiegészített takarmányú csoport

K1-2 Kontroll csoport

3,5,7,14,21 kísérleti napok

Wt- tojás tömege, Ht- fehérje magassága, YF- szik színe, HU- Haugh egység, RK- frissességi mutató, Str- tojánhéj szilárdság, Thk- tojánhéj vastagság, YH- szik magassága, YD- szik átmérője, YI- sárgája index

	Wt	Ht	YF	HU	RK	Str	Thk	YH	YD	YI
3 C2	57,4	7,8	11	89,2	AA	5,74	0,40	16,1	40,0	0,403
	70,7	8,6	7	90,2	AA	6,95	0,51	17,9	41,7	0,429
	63,3	6,8	6	81,4	AA	4,81	0,45	15,9	34,7	0,458
	55,6	3,4	5	54,2	B	4,30	0,40	16,4	38,0	0,432
	61,5	7,4	7	85,7	AA	7,53	0,44	15,0		
	59,9	7,9	7	89,1	AA	7,01	0,42	18,0	37,7	0,477
	62,3	7,4	7	85,5	AA	5,83	0,40	7,4	40,0	0,435
	62,6	7,0	8	82,9	AA	5,38	0,44	18,3	39,7	0,461
	69,0	8,8	8	91,7	AA	5,27	0,40	18,6	40,0	0,465
	58,7	7,4	8	86,5	AA	6,08	0,43	16,8	40,0	0,420
	57,6	6,9	6	83,8	AA	5,61	0,46	15,9	37,7	0,422
	55,9	7,4	7	87,3	AA	4,44	0,35	16,3	38,0	0,429
	56,1	6,4	7	81,0	AA	6,84	0,46	17,1	43,3	0,395
	54,7	7,1	7	85,9	AA	6,08	0,44	16,9	41,3	0,409
3 K2	62,6	6,4	7	78,8	AA	5,85	0,50	17,6	43,0	0,409
	63,1	7,1	7	83,4	AA	4,63	0,48	16,9	39,7	0,426
	62,4	6,1	6	76,7	AA	6,11	0,46	17,8	41,7	0,427
	56,5	8,8	6	94,6	AA	6,83	0,42	16,9	39,0	0,433
	60,7	6,6	6	80,8	AA	4,09	0,39	16,8	42,3	0,397
	60,9	5,1	7	69,2	A	6,29	0,46	16,5	40,3	0,409
	60,4	5,8	8	75,2	AA	5,85	0,43	16,6	42,7	0,398
	57,9	2,8	6	44,2	B	4,44	0,38	15,0	40,3	0,372
	57,9	5,4	5	73,0	AA	6,22	0,45	15,6	43,0	0,363
	57,9	6,1	6	78,3	AA	6,35	0,46	17,5	40,0	0,438
	68,6	7,3	6	83,1	AA	5,89	0,44	18,1	41,7	0,434
	56,7	8,0	7	90,5	AA	5,39	0,41	16,9	39,7	0,426
	57,2	6,3	8	79,9	AA	6,48	0,46	15,8	38,3	0,413
	57,6	6,5	6	81,2	AA	6,28	0,43	17,1	39,3	0,435
	60,4	6,3	6	78,9	AA	4,72	0,44	16,5	41,0	0,402
3 C1	59,8	6,1	7	77,6	AA	5,69	0,43	17,5	41,0	0,427
	65,6	8,5	7	90,9	AA	6,73	0,50	18,1	40,0	0,453
	60,4	5,0	7	68,6	A	5,18	0,44	16,5	39,0	0,423
	56,2	6,5	5	81,6	AA	6,90	0,45	16,6	35,0	0,474

	54,3	5,8	6	77,4	AA	5,85	0,47	15,8	38,0	0,416
	58,6	8,3	7	91,6	AA	6,63	0,43	16,1	37,0	0,435
	62,0	7,6	7	86,8	AA	4,36	0,39	17,9	40,7	0,440
	59,0	6,0	8	77,2	AA	5,67	0,43	15,4	38,3	0,402
	64,3	6,9	7	81,7	AA	4,36	0,37	16,3	41,3	0,395
	55,0	6,8	8	84,0	AA	5,29	0,39	16,9	38,0	0,445
	56,0	6,8	6	83,6	AA	6,01	0,42	15,4	41,7	0,396
	52,7	4,5	6	67,5	A	6,32	0,43	14,6	40,7	0,359
	59,0	6,6	7	81,4	AA	4,31	0,43	15,0	42,7	0,351
	62,0	5,9	7	75,4	AA	5,26	0,41	15,6	38,7	0,403
	61,2	5,1	7	69,1	A	7,96	0,45	16,4	41,0	0,400
3 K1	55,9	9,1	6	96,2	AA	3,59	0,41	16,6	36,7	0,452
	56,5	3,5	6	54,9	B	6,70	0,43	10,3	34,7	0,279
	58,4	7,3	6	86,0	AA	2,05	0,30	16,8	41,0	0,410
	58,4	5,4	6	72,8	AA	6,36	0,49	15,8	41,0	0,385
	54,9	6,0	6	78,7	AA	5,87	0,46	16,1	45,0	0,358
	57,8	5,6	6	74,6	AA	6,40	0,47	16,4	38,0	0,432
	60,9	6,5	5	80,1	AA	4,35	0,41	15,4	40,0	0,385
	67,8	6,8	6	80,0	AA	4,90	0,47	16,0	42,0	0,381
	61,0	7,1	6	84,0	AA	4,24	0,40	17,5	39,7	0,441
	65,1	6,1	6	75,8	AA	5,60	0,46	16,3	43,7	0,373
	73,8	7,5	7	82,9	AA	3,71	0,36	19,5	41,3	0,472
	60,4	5,8	6	75,2	AA	5,54	0,48	16,5	41,7	0,396
	62,3	7,4	6	85,5	AA	5,76	0,44	16,6	42,3	0,392
	60,8	7,4	7	85,9	AA	5,34	0,44	15,4	40,0	0,385
	58,5	6,4	6	80,2	AA	6,13	0,46	16,0	34,3	0,466
5 C2	54,5	7,0	6	85,4	AA	5,81	0,43	17,1	39,3	0,435
	57,0	7,4	10	87,0	AA	5,73	0,40	16,6	38,0	0,437
	58,7	7,6	10	87,7	AA	5,00	0,43	16,0	37,7	0,440
	63,0	8,0	6	88,8	AA	5,69	0,47	17,6	40,0	0,440
	68,8	7,9	6	86,7	AA	6,53	0,46	17,9	42,0	0,426
	59,2	7,8	6	88,7	AA	6,47	0,47	16,3	40,3	0,404
	61,5	8,6	7	92,4	AA		0,48	17,6	44,0	0,400
	63,1	7,0	7	82,7	AA	4,93	0,42	15,9	38,3	0,415
	66,7	8,3	6	89,5	AA	5,09	0,43	18,8	40,3	0,467
	62,8	6,9	7	82,2	AA	6,90	0,49	17,0	41,0	0,437
	66,1	8,9	6	92,9	AA	5,35	0,44	18,1	41,7	0,434
	63,8	6,6	6	79,9	AA	4,78	0,45	17,5	40,3	0,434
	65,8	7,4	8	84,5	AA	7,75	0,40	17,0	39,0	0,436
	70,7	7,3	6	82,5	AA	5,63	0,45	17,0	42,3	0,402
	54,0	8,6	6	94,3	AA	1,26	0,34	16,3	35,0	0,466
5 K2	58,8	6,8	7	82,2	AA	3,64	0,46	17,1	39,3	0,435
	56,1	7,0	6	84,9	AA	4,84	0,40	16,4	40,7	0,403
	63,6	5,8	6	74,0	AA	4,73	0,46	16,0	43,7	0,366
	66,5	7,5	6	84,9	AA	5,07	0,41	17,3	45,0	0,384
	66,6	7,6	7	85,5	AA	3,94	0,44	17,6	45,7	0,385

	73,6	6,1	6	72,9	AA	0,99	0,45	18,0	43,3	0,416
	58,6	6,8	7	82,8	AA	5,92	0,40	16,8	40,7	0,413
	59,3	7,0	6	83,9	AA	6,95	0,45	18,4	41,7	0,441
	59,2	4,4	5	63,4	A	6,01	0,40	18,9	41,0	0,461
	71,4	7,1	6	81,0	AA	4,83	0,43	18,5	44,0	0,420
	58,6	6,6	5	81,5	AA	1,55	0,38	16,6	41,0	0,405
	58,1	6,0	6	77,5	AA	5,25	0,43	16,3	38,0	0,429
	60,7	6,9	6	82,8	AA	3,44	0,43	16,8	38,0	0,442
	61,1	7,3	6	85,2	AA	5,88	0,41	16,4	41,0	0,400
	62,9	7,5	6	85,9	AA	1,65	0,44	18,1	42,7	0,424
5 C1	50,0	7,3	6	88,5	AA	6,58	0,45	15,4	37,7	0,408
	61,9	6,9	6	82,5	AA	4,22	0,38	18,0	41,3	0,436
	65,8	9,0	7	93,4	AA	6,10	0,45	18,3	38,3	0,478
	53,5	4,0	6	62,2	A	5,99	0,43	15,3	39,0	0,389
	61,8	5,9	7	75,4	AA	5,92	0,46	16,5	40,0	0,413
	55,3	6,9	6	84,5	AA	4,85	0,39	15,8	39,7	0,398
	53,6	5,6	6	76,2	AA	6,31	0,44	15,4	40,3	0,382
	62,6	7,0	7	82,9	AA	6,84	0,45	16,6	41,0	0,405
	61,2	5,3	6	70,8	A	7,14	0,42	16,6	40,7	0,408
	58,6	5,8	6	75,8	AA	5,13	0,45	17,3	38,3	0,452
	62,2					4,03	0,39			
	63,4	6,3	6	77,8	AA	4,72	0,45	16,1	39,0	0,413
	61,6	7,0	7	83,2	AA	7,23	0,46	18,1	41,7	0,434
	58,7		6			4,93	0,44			
5 K1	63,2	8,1	6	89,3	AA	6,17	0,46	17,5	39,3	0,445
	53,5	7,9	6	90,8	AA	6,36	0,41	16,9	36,0	0,469
	58,8	6,8	7	82,8	AA	6,73	0,45	16,0	38,7	0,413
	58,2	7,8	6	88,9	AA	5,49	0,42	17,8	38,0	0,468
	59,4	7,3	6	85,7	AA	2,96	0,30	17,3	41,3	0,419
	57,0	7,1	7	85,2	AA	5,25	0,40	17,5	41,0	0,427
	61,1	7,6	6	87,0	AA	4,19	0,40	17,1	42,0	0,407
	64,1	8,0	6	88,5	AA	6,74	0,42	16,4	42,7	0,384
	57,9	7,9	7	89,6	AA	3,96	0,40	16,0	37,7	0,424
	61,8	7,0	7	83,1	AA	5,88	0,44	16,3	38,3	0,426
	57,5	6,9	6	83,8	AA	6,22	0,44	16,6	38,7	0,429
	54,3	5,9	6	78,2	AA	4,80	0,46	16,3	38,7	0,421
	61,6	7,1	6	83,8	AA	5,72	0,46	17,1	39,7	0,431
	68,0	7,1	7	82,0	AA	4,69	0,41	17,9	44,0	0,407
	66,7	6,6	6	78,9	AA	4,89	0,42	17,4	39,0	0,446
7 C2	62,5	7,1	6	83,6	AA	5,37	0,45	17,1	39,7	0,431
	62,0	8,6	9	92,3	AA	5,57	0,41	17,9	39,3	0,455
	64,8	9,9	7	98,0	AA	5,92	0,43	17,6	47,7	0,369
	57,1	8,5	6	93,0	AA	ND	0,40	15,8	38,7	0,408
	59,2	9,0	6	95,0	AA	4,46	0,46	17,0	38,0	0,447
	64,4	7,5	7	85,5	AA	5,90	0,45	18,8	41,7	0,451

	60,1	8,8	6	93,8	AA	5,14	0,43	16,4	38,3	0,428
	61,4	9,8	6	98,2	AA	5,90	0,41	18,3	46,7	0,392
	62,5	7,3	9	84,4	AA	5,96	0,45	15,0	38,3	0,392
	68,8	8,9	7	92,2	AA	6,08	0,43	17,0	43,7	0,389
	59,6	9,0	6	94,9	AA	5,24	0,45	17,3	42,3	0,409
	59,2	7,3	8	85,8	AA	4,71	0,43	14,5	37,0	0,392
	53,7	6,8	6	84,4	AA	5,86	0,44	15,1	39,0	0,387
	65,4	8,8	6	92,5	AA	6,35	0,45	17,5	41,3	0,424
	62,5	7,9	7	88,4	AA	6,42	0,47	16,8	36,3	0,463
7 K2	57,7	7,8	7	89,1	AA	6,34	0,42	16,3	37,3	0,437
	69,9	8,9	6	92,0	AA	5,67	0,43	18,0	38,7	0,465
	60,6	8,5	7	92,1	AA	5,79	0,47	17,5	40,3	0,434
	60,9	8,8	6	93,6	AA	7,19	0,46	20,1	38,3	0,525
	57,6	4,9	6	68,9	A	3,30	0,40	17,9	40,7	0,440
	57,5	3,1	6	49,0	B	2,73	0,40	16,6	41,3	0,402
	63,3	5,3	6	70,0	A	6,01	0,41	17,4	41,0	0,424
	61,2	7,8	7	88,1	AA	1,86	0,40	18,0	39,7	0,453
	52,2	8,1	6	92,2	AA	4,24	0,38	15,9	46,0	0,346
	59,1	7,9	6	89,3	AA	4,02	0,38	18,0	39,3	0,458
	60,4	8,3	7	91,1	AA	5,85	0,43	17,5	37,0	0,473
	65,5	7,4	6	84,6	AA	4,37	0,37	17,5	40,7	0,430
	61,1	7,5	6	86,4	AA	5,64	0,43	16,6	40,0	0,415
	55,9	9,8	8	99,4	AA	6,93	0,44	18,1	37,3	0,485
	56,9	7,6	6	88,2	AA	5,78	0,43	17,4	39,3	0,443
7 C1	63,9	8,3	6	90,2	AA	4,41	0,38	17,9	44,0	0,407
	60,1	7,9	6	89,0	AA	5,21	0,44	18,6	39,3	0,473
	62,5	8,6	6	92,2	AA	4,34	0,45	17,0	41,7	0,408
	61,2	8,4	6	91,4	AA	5,05	0,37	19,0	37,3	0,509
	59,0	8,0	5	89,8	AA	4,32	0,41	15,8	38,7	0,408
	64,8	6,5	6	78,8	AA	6,05	0,43	15,3	39,0	0,392
	71,1	8,4	7	89,0	AA	6,99	0,46	17,5	41,7	0,420
	67,0	7,1	6	82,2	AA	5,93	0,44	17,9	40,7	0,440
	58,5	7,3	6	86,0	AA	5,97	0,46	18,0	38,7	0,465
	68,1	9,1	6	93,4	AA	5,34	0,43	18,9	41,3	0,458
	57,2	7,8	7	89,2	AA	5,83	0,42	9,9	50,7	0,195
	58,5	7,3	6	86,0	AA	5,47	0,42	16,9	40,3	0,419
	60,5	7,1	6	84,2	AA	7,17	0,45	17,6	39,0	0,451
	58,0	8,4	6	92,2	AA	5,13	0,40	17,4	35,7	0,487
	65,8	7,0	6	81,9	AA	4,82	0,41	16,9	38,7	0,437
7 K1	54,6	8,0	6	91,0	AA	5,65	0,42	16,5	40,3	0,409
	65,6	7,4	6	84,6	AA	5,90	0,49	18,3	36,7	0,499
	60,1	8,0	6	89,6	AA	5,80	0,43	18,9	38,3	0,493
	62,0	9,3	7	95,8	AA	5,29	0,42	18,6	39,3	0,473
	59,3	7,8	6	88,7	AA	5,47	0,42	18,1	39,3	0,461
	59,2	8,4	5	91,9	AA	5,50	0,43	16,6	37,7	0,440
	61,6	8,3	6	90,8	AA	4,68	0,43	17,8	39,7	0,448

	58,5	7,3	6	86,0	AA	5,52	0,44	17,5	39,0	0,449
	60,2	8,5	7	92,2	AA	6,90	0,47	17,9	41,3	0,433
	63,2	7,9	6	88,2	AA	4,46	0,42	16,9	38,7	0,437
	57,7	9,5	6	97,7	AA	3,96	0,34	17,4	36,3	0,479
	67,8	7,6	6	85,2	AA	6,61	0,43	17,8	39,0	0,465
	56,0	7,1	6	85,5	AA	6,27	0,46	17,6	40,7	0,432
	50,6	9,1	6	97,5	AA	ND	0,39	16,8	35,3	0,476
14 C2	66,8	9,4	7	95,2	AA	6,78	0,42	17,9	43,0	0,416
	62,2	5,4	6	71,3	A	4,46	0,45	16,6	41,3	0,402
	52,2	7,1	8	86,7	AA	5,09	0,39	15,4	36,3	0,424
	60,9	8,8	6	93,6	AA	5,01	0,42	18,4	38,7	0,475
	68,2	9,0	6	92,9	AA	5,30	0,44	17,6	38,7	0,455
	55,7	6,3	5	80,5	AA	4,23	0,36	17,8		0,165
	59,5	8,0	6	89,7	AA	4,64	0,43	17,1	38,3	0,446
	59,3	6,6	6	81,3	AA	4,19	0,42	15,4	36,7	0,420
	64,5	10,1	7	98,9	AA	4,95	0,42	18,3	39,7	0,461
	63,7	6,9	7	81,9	AA	6,70	0,46	16,5	38,7	0,426
	60,7	9,3	6	96,1	AA	7,51	0,44	18,3	46,7	0,392
	66,3	9,5	6	95,8	AA	4,54	0,42	19,3	42,0	0,460
	64,8	10,5	8	100,6	AA	3,46	0,37	18,8	34,7	0,542
	5,1	8,6	6	93,0	AA	3,12	0,43	17,6	37,7	0,467
	64,3	8,1	6	89,0	AA	5,99	0,47	18,4	41,7	0,441
14 K2	73,3	8,8	6	90,7	AA	5,76	0,46	18,8	40,3	0,467
	60,3	8,1	6	90,0	AA	5,53	0,41	17,9	44,7	0,400
	61,4	7,8	7	88,1	AA	4,37	0,39	15,8	38,0	0,416
	64,8	8,5	5	91,1	AA	4,17	0,47	19,0	34,3	0,554
	65,2	7,9	6	87,7	AA	4,47	0,40	18,6	38,0	0,489
	62,9	8,9	8	93,6	AA	6,70	0,44	18,5	39,0	0,474
	64,6	9,4	6	95,7	AA	4,17	0,39	17,4	46,7	0,373
	57,1	5,8	6	76,4	AA	2,28	0,41	18,5	38,3	0,483
	58,1	8,6	6	93,2	AA	4,88	0,41	17,8	41,7	0,427
	60,9	9,1	6	95,1	AA	2,85	0,47	18,8	39,7	0,474
	60,7	6,9	6	82,8	AA	6,93	0,43	17,5	40,3	0,434
	59,7	9,1	7	95,3	AA	6,68	0,45	17,5	39,7	0,441
	59,4	6,4	6	79,9	AA	4,33	0,48	17,5	42,3	0,414
	58,9	7,9	6	89,3	AA	4,87	0,38	17,8	39,7	0,448
	59,0	7,4	6	86,4	AA	6,19	0,44	17,6	37,3	0,472
14 C1	57,3	4,5	5	65,3	A	5,27	0,42	16,9	38,0	0,445
	59,4	9,4	6	96,8	AA	4,58	0,40	16,3	38,0	0,429
	61,0	6,6	5	80,7	AA	4,78	0,36	16,0	37,3	0,429
	56,2	7,3	7	86,6	AA	5,38	0,38	15,8	37,7	0,419
	65,1	6,5	6	78,7	AA	2,68	0,44	18,6	41,7	0,446
	70,4	9,6	6	95,4	AA	5,61	0,41	17,8	41,3	0,331
	70,7	8,6	6	90,2	AA	6,76	0,46	18,1	40,0	0,453
	59,0	7,8	6	88,7	AA	6,20	0,48	18,3	37,0	0,495

	59,8	7,8	6	88,5	AA	5,62	0,40	18,3	39,7	0,461
	64,2	8,8	5	92,8	AA	5,83	0,44	18,3	39,0	0,469
	67,0	10,0	6	98,0	AA	4,21	0,46	18,9	40,3	0,469
	76,4	10,0	6	96,1	AA	3,68	0,37	19,4	51,7	0,375
	56,0	7,9	6	90,1	AA	6,07	0,44	17,6	37,7	0,467
	63,7	8,8	6	92,9	AA	4,43	0,37	16,9	38,3	0,441
	62,3	8,8	6	93,2	AA	6,55	0,46	14,9		0,142
14 K1	63,5	8,3	6	90,3	AA	5,86	0,45	17,4	38,7	0,450
	60,4	9,1	6	95,2	AA	4,93	0,45	17,6	37,7	0,467
	61,7	8,0	6	89,1	AA	7,16	0,46	17,8	36,0	0,494
	61,8	7,0	6	83,1	AA	5,24	0,41	16,3	39,0	0,418
	65,4	10,3	6	99,6	AA	5,12	0,43	13,9	44,3	0,314
	65,1	9,0	6	93,6	AA	5,48	0,43	17,6	37,3	0,472
	57,5	7,6	6	88,0	AA	5,23	0,42	17,8	39,0	0,456
	55,3	8,0	6	90,8	AA	5,31	0,41	17,1	49,3	0,347
	55,9	8,9	6	95,3	AA	4,55	0,41	16,9	40,7	0,415
	62,9	8,9	6	93,6	AA	5,59	0,44	19,5	46,7	0,418
	70,7	8,3	6	88,6	AA	5,92	0,45	19,6	41,0	0,478
	62,9	8,5	6	91,5	AA	5,67	0,46	18,3	39,7	0,461
	56,9	9,8	6	99,2	AA	4,92	0,41	17,6	45,0	0,391
	58,5	8,5	6	92,6	AA	3,72	0,35	18,4	39,0	0,472
	56,2	9,1	6	96,1	AA	6,25	0,46	16,5	40,0	0,413
21 C2	68,9	8,4	6	89,5	AA	4,72	0,40	15,4	38,7	0,398
	58,2	10,3	6	101,1	AA	6,66	0,46	17,3	46,0	0,376
	65,6	9,8	6	97,3	AA	6,91	0,46	18,1	39,0	0,464
	56,2	8,4	7	92,7	AA	7,61	0,44	17,5	39,0	0,449
	62,6	7,5	6	86,0	AA	4,87	0,46	18,5	38,3	0,483
	62,4	9,0	8	94,2	AA	3,81	0,43	18,0	44,7	0,403
	56,2	3,5	6	55,0	B	6,99	0,44	17,5	40,7	0,430
	64,1	9,8	6	97,7	AA	6,10	0,45	18,3	39,7	0,461
	57,4	10,9	6	103,7	AA	3,31	0,38	16,8		
	59,4	9,8	8	98,7	AA	5,44	0,42	18,4	38,7	0,475
	66,6	8,9	6	92,7	AA	6,52	0,47	18,0	39,0	0,462
	63,3	7,8	6	87,6	AA	4,10	0,39	17,8	39,3	0,453
	68,3	9,8	6	96,8	AA	4,84	0,42	18,6	42,0	0,443
	63,2	8,4	6	90,9	AA	5,00	0,45	17,6	39,0	0,451
	65,8	8,8	6	92,4	AA	6,77	0,49	18,8	39,0	0,482
21 K2	57,4	8,8	6	94,4	AA	6,68	0,46	18,3	38,0	0,482
	64,2	9,4	6	95,8	AA	4,72	0,46	18,5	38,0	0,487
	60,8	5,5	6	72,7	AA	6,45	0,46	17,4	40,3	0,432
	55,0	8,1	6	91,4	AA	5,42	0,45	16,8	37,3	0,450
	66,9	8,0	7	87,8	AA	5,44	0,43	18,3	38,7	0,473
	54,3	3,3	5	53,7	B	5,65	0,42	16,6	40,0	0,415
	63,4	9,3	5	95,5	AA	2,40	0,42	18,0	39,7	0,453
	68,1	9,1	6	93,4	AA	5,42	0,43	18,1	41,7	0,434
	57,9	2,8	6	44,2	B	5,00	0,40	16,4	38,3	0,428

	68,1	7,6	6	85,1	AA	5,08	0,45	18,5	41,3	0,448
	59,4	2,5	6	37,9	B	4,57	0,42	16,3	46,7	0,349
	54,2	8,9	6	95,7	AA	5,29	0,40	17,0	39,0	0,436
	69,0	8,9	7	92,2	AA	7,04	0,45	18,6	41,7	0,446
	61,5	8,6	6	92,4	AA	4,49	0,39	18,0	43,0	0,419
	55,1	8,3	7	92,5	AA	6,03	0,47	16,6	37,7	0,440
21 C1	64,2	8,9	6	93,3	AA	4,11	0,44	18,9	40,0	0,473
	68,1	9,9	6	97,3	AA	5,64	0,41	18,8	40,7	0,462
	55,6	8,9	5	95,3	AA	5,25	0,40	16,6	37,3	0,445
	61,1	8,6	6	92,5	AA	3,76	0,40	17,8	39,7	0,448
	60,0	8,4	6	91,7	AA	5,97	0,44	18,5	39,0	0,474
	73,5	8,9	5	91,2	AA	5,09	0,45	17,9	44,0	0,407
	59,4	9,3	5	96,4	AA	5,63	0,44	17,9	46,7	0,383
	54,2	ND	ND	ND	ND	6,65	0,43	ND	ND	ND
	57,7	6,4	6	80,5	AA	5,79	0,42	17,0	37,3	0,456
	55,1	9,5	6	98,3	AA	5,14	0,39	17,6	42,7	0,412
	59,0	8,6	6	93,0	AA	6,01	0,41	17,9	38,0	0,471
	61,2	8,4	5	91,4	AA	6,22	0,46	17,8	40,3	0,442
	58,7	8,1	5	90,5	AA	6,03	0,41	18,4	39,0	0,472
	63,1	8,8	6	93,1	AA	1,78	0,37	17,9	42,0	0,426
	58,8	8,0	6	89,9	AA	5,55	0,42	16,8	39,0	0,431
21 K1	59,5	7,6	6	87,5	AA	5,31	0,44	17,8	40,3	0,442
	57,2	7,6	6	88,1	AA	6,52	0,43	17,5	40,0	0,438
	61,2	8,1	5	89,8	AA	4,77	0,45	17,6	39,7	0,443
	65,8	9,1	6	93,9	AA	5,59	0,44	18,9	39,0	0,485
	63,0	8,4	6	91,0	AA	4,73	0,41	17,8	34,7	0,513
	56,5	9,3	6	97,0	AA	6,10	0,41	18,9	37,3	0,507
	64,8	8,4	5	90,5	AA	3,68	0,41	16,4	35,7	0,459
	56,3	10,1	6	100,6	AA	5,29	0,40	18,6	38,3	0,486
	61,7	4,8	6	66,1	A	5,09	0,41	18,5	40,0	0,463
	63,1	2,9	6	41,9	B	5,27	0,46	18,5	41,7	0,444
	74,0	9,3	5	93,2	AA	5,25	0,49	18,6	40,7	0,457
	63,9	8,5	6	91,3	AA	5,75	0,44	16,1	42,7	0,377
	62,5	4,5	7	62,8	A	5,75	0,43	10,6	59,0	0,180
	64,8	9,4	6	95,6	AA	5,07	0,43	17,6	36,3	0,485
	65,1	7,9	6	87,7	AA	4,49	0,44	17,1	40,0	0,428

MDA mérés eredményei:

3C1-13: 3- harmadik napi minta, C1- 1. kísérleti csoport, -13- 13.-dik tojásból vett minta

	MDA (nmol/g)		MDA (nmol/g)		MDA (nmol/g)		MDA (nmol/g)		MDA (nmol/g)
3C1-13	34,6690	5C1-10	17,2776	7C1-2	23,6842	14C1-10	29,1614	21C1-10	16,5880
3C1-15	34,9174	5C1-12	13,8473	7C1-5	19,4828	14C1-11	18,4792	21C1-11	21,6138
3C1-3	19,4612	5C1-13	12,8753	7C1-7	17,4266	14C1-12	22,2638	21C1-12	13,3900
3C1-7	31,1384	5C1-6	16,1770	7C1-8	19,4723	14C1-9	35,3127	21C1-9	21,9341
3C2-10	19,3573	5C2-1	16,1773	7C2-11	18,4062	14C2-10	11,6036	21C2-3	21,1959
3C2-11	18,7208	5C2-11	17,0074	7C2-13	21,1898	14C2-2	12,9799	21C2-4	31,3102
3C2-13	25,7963	5C2-12	12,5212	7C2-7	21,2355	14C2-4	18,3290	21C2-5	20,4745
3C2-8	16,7073	5C2-13	13,6542	7C2-8	19,6773	14C2-9	18,7534	21C2-6	21,8410
3K1-10	24,4743	5K1-10	18,9451	7K1-10	17,4639	14K1-1	24,0021	21K1-10	19,3883
3K1-11	21,6178	5K1-12	13,3127	7K1-11	29,9766	14K1-2	21,5760	21K1-7	26,6191
3K1-4	17,5251	5K1-5	12,6584	7K1-12	16,5168	14K1-3	13,8519	21K1-8	22,1488
3K1-8	16,5329	5K1-7	14,7237	7K1-8	20,9825	14K1-4	29,3583	21K1-9	18,8522
3K2-1	10,4838	5K2-1	30,4028	7K2-11	15,6724	14K2-1	35,7569	21K2-4	22,8201
3K2-10	15,8086	5K2-2	18,2489	7K2-3	19,8027	14K2-2	19,3573	21K2-5	37,0526
3K2-18	18,6863	5K2-3	27,3562	7K2-5	18,9451	14K2-3	18,0916	21K2-6	21,9325
3K2-4	22,7957	5K2-9	18,4249	7K2-7	21,8531	14K2-4	18,2723	21K2-7	21,3733

Statisztikai eredmények:

A Kurkumával kiegészített és a kontroll csoport összehasonlítása

Wt- tojás tömege, Ht- fehérje magassága, YF- szik színe, HU- Haugh egység, RK- frissességi mutató, Str- tojánhéj szilárdság, Thk- tojánhéj vastagság, YH- szik magassága, YD- szik átmérője, YI- sárgája index

		p érték		
3.nap	Wt	0,50259		
	Ht	0,27191		
	YF	0,00376**	p<0,01	
	HU	0,22049		
	Str	0,14326		
	Thk	0,46511		
	YH	0,66955		
	YD	0,11465		
	YI	0,88491		
5.nap	Wt	0,76309		
	Ht	0,60054		
	YF	0,085735		
	HU	0,65089		
	Str	0,040742*	p<0,05	
	Thk	0,14862		
	YH	0,35471		
	YD	0,15056		
	YI	0,51851		
7.nap	Wt	0,050685		
	Ht	0,34233		
	YF	0,33158		
	HU	0,40961		
	Str	0,33084		
	Thk	0,23205		
	YH	0,065646		
	YD	0,092902		
	YI	0,01724*	p<0,05	
14.nap	Wt	0,78834		
	Ht	0,68854		
	YF	0,83543		
	HU	0,44206		
	Str	0,86461		
	Thk	0,34232		
	YH	0,52333		
	YD	0,41003		
	YI	0,28042		
21.nap	Wt	0,85537		

	Ht	0,017458*	p<0,05	
	YF	0,84091		
	HU	0,020319*	p<0,05	
	Str	0,64495		
	Thk	0,46762		
	YH	0,28431		
	YD	0,92371		
	YI	0,74457		

Csoporton belül napok összehasonlítása

		3-5.nap	5-7.nap	7-14.nap	14-21.nap	3-21.nap
C	Wt	0,33165	0,35092	0,58836	0,7159	0,11121
	Ht	0,29415	0,00083714***	0,70395	0,19455	0,00000070315**
	YF	0,18361	0,5112	0,16097	0,4793	0,0001532**
	HU	0,35799	0,0015668**	0,95441	0,2121	0,000018743**
	Str	0,50438	0,84236	0,095577	0,35955	0,18455
	Thk	0,48666	0,57983	0,19555	0,37153	0,93944
	YH	0,11843	0,99446	0,11408	0,27298	0,0003327**
	YD	0,25002	0,37499	0,38008	0,44858	0,14793
	YI	0,32377	0,63936	0,91619	0,18942	0,041222*
K	Wt	0,47076	0,23328	0,17388	0,6981	0,24347
	Ht	0,045282*	0,008465**	0,086522	0,06844	0,026637*
	YF	0,68111	0,77904	0,30999	0,32455	0,069145
	HU	0,052485	0,032074*	0,13368	0,034256*	0,21321
	Str	0,10309	0,23068	0,73945	0,685	0,64603
	Thk	0,16426	0,94388	0,39913	0,54348	0,7347
	YH	0,030419*	0,037511*	0,5918	0,48378	0,010256*
	YD	0,68948	0,016709*	0,10668	0,8257	0,80677
	YI	0,073688	0,00067731***	0,46186	0,93755	0,012197*

MDA tartalom értékek elemzése: C-kezelt csoport, K-kontroll

C és K összehasonlítása	
	p-érték
3.nap	0,05186
5.nap	0,10604
7.nap	0,96426
14.nap	0,66321
21.nap	0,33936

Csoporton belül napok összehasonlítása					
	3-5.nap	5-7.nap	7-14.nap	14-21.nap	3-21.nap
C	0,0063712**	0,000108***	0,79259	0,95724	0,23109
K	0,78588	0,75304	0,43421	0,70779	0,062275

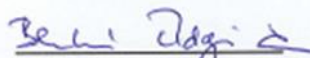
NYILATKOZAT

Pazicski Éva Ilona hallgató (Neptun azonosítója: A49VNA) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Gödöllő, 2024. április 25.


Balláné dr. Erdélyi Márta
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

A diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Pazicski Éva Ilona
A Hallgató Neptun kódja:	A49VNA
A dolgozat címe:	Curcuma Longa hatása a tyúktojás egyes minőségi paramétereire
A megjelenés éve:	2024
A konzulens intézetének neve:	Élettani és Takarmányozástani Intézet
A konzulens tanszékének a neve:	Balláné Dr. Erdélyi Márta Takarmányozásbiztonsági tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat 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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024. év 04. hó 23. nap

Pazicski Éva Ilona

Hallgató aláírása