

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Borsós Gábor Balázs**

**2024**



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

**Állattenyésztő mérnöki mesterképzési szak**

**Folyékony takarmány adalékanyag hatása a tojáshéj minőségi mutatóira**

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

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** Magyar Agrár- És Élettudományi  
Egyetem  
Élettani És Takarmányozási  
Intézet  
Takarmánybiztonsági Tanszék

**Készítette:** Borsós Gábor Balázs

**Gödöllő**

**2024**

## Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzések.....	4
2.	Szakirodalmi áttekintés .....	6
2.1.	A tojás, mint alapélelmiszer.....	6
2.2.	A tojás felépítése .....	7
2.2.1.	A tojás részei .....	7
2.2.2.	A tojáshéj fizikai összetétele. ....	8
2.2.3.	A tojáshéj kémiai összetétele.....	9
2.3.	Tojáshéj képződése.....	9
2.4.	A tojáshéj minősége.....	10
2.5.	Tojáshéj minőségére ható faktorok.....	10
2.6.	Héjbéli elváltozások .....	14
2.6.1.	Törött tojás .....	14
2.6.2.	Áttetsző tojás .....	14
2.7.	Tojáshéj minőségét javító kiegészítők.....	15
2.7.1.	Probiotikumok - Bacillus subtilis. ....	15
2.7.2.	Kvercetin és E-vitamin szinergista hatása .....	15
2.7.3.	Gyógynövény keverékek használata a termelés javítása érdekében.....	15
2.7.4.	Mikroelem kiegészítés.....	16
2.7.5.	Kalcium kiegészítés jelentősége.....	16
3.	Alkalmazott módszerek (anyag és módszer).....	18
3.1.	Az etetési kísérlet lebonyolítása .....	18
3.2.	Termelési paraméterek.....	20
3.3.	Tojásvizsgálat .....	21
3.4.	Statisztikai értékelés .....	22
4.	Eredmények és értékelésük (megvitatás) .....	23
4.1.	Takarmány .....	23
4.2.	Termelési adatok.....	24
4.3.	Tojáshéj minősége .....	25
5.	Következtetések és javaslatok .....	30
5.1.	A takarmány kalcium tartalma és adagolása.....	30
5.2.	A kiegészítő itatás időtartama .....	31
5.3.	Itató víz minősége .....	31
6.	Összefoglalás.....	32
7.	Irodalomjegyzék.....	33
8.	Ábrák és táblázatok jegyzéke .....	36
9.	Nyilatkozatok .....	37

# 1. Bevezetés és célkitűzések

Az állattenyésztő mérnök képzés keretein belül végzett kutatásom középpontjában a tojáshéjszilárdítás témaköre áll, különös tekintettel egy olyan folyékony készítmény hatásának vizsgálatára, mely a tojáshéj minőségét és tartósságát célozza. A témaválasztás adott volt, hiszen napjainkban a tojástermelés iparága számos kihívással néz szembe, melyek megoldása és kezelése kulcsfontosságú a fenntartható és hatékony termelés érdekében.

A tojástermelő gazdaságok folyamatos nyomás alatt állnak, hogy a gazdaságosság és a hatékonyság fenntartása mellett megfeleljenek a fogyasztók minőségi tojás iránti igényeinek. A tojáshéj minősége kritikus szempont, amely befolyásolja mind a fogyasztói elégedettséget, mind a tojástermelő üzemek gazdasági életképességét. A folyékony adalékanyagok potenciális megoldásként jelentek meg a tojáshéj szilárdságának fokozására, ezáltal javítva a tojás általános minőségét. Ezeknek az adalékanyagoknak a nagyüzemi tojástermesztésben való hatékonysága azonban még mindig nem eléggé feltárt. Ez a tanulmány arra törekszik, hogy pótolja ezt a hiányosságot azzal, hogy értékeli egy specifikus folyékony adalékanyag hatását a tojáshéj szilárdságára a piacképes tojástermelő gazdaságokban.

A világ tojásfogyasztása az utóbbi években növekedett, ami részben az egészséges táplálkozási trendeknek és a fejlődő országokban élő lakosság növekvő jövedelmének köszönhető. A legtöbb tojást általában Kína és az Egyesült Államok termeli, és ebben a két országban jelentős a tojásfogyasztás is. Kína például nemcsak a legnagyobb tojástermelő, hanem a legnagyobb tojásfogyasztó ország is. A tojásfogyasztás növekedése globális tendencia, de a legtöbb tojást általában a fejlett országokban fogyasztják (Pillana et al., 2015).

Az Európai Unió tojásfogyasztása az utóbbi években változó tendenciát mutatott. A vezető tojásfogyasztó országok közé tartozik Németország, Franciaország, Olaszország és Spanyolország. Ezekben az országokban magas a tojásfogyasztás, és jelentős a tojások felhasználása az étrendben és az élelmiszeriparban. Az Európai Unióban a legtöbb tojást főként Németországban, Franciaországban és Spanyolországban termelik. Ezek az országok a legnagyobb tojástermelők az EU-ban, és komoly szerepet játszanak az uniós tojástermelésben és a piacokon (Magdelaine, 2011).

A tojástermelés egyre növekvő kereslettel és piaci elvárásokkal szembesül, miközben az állatjóllét, az élelmiszerbiztonság és a környezeti fenntarthatóság előtérbe kerülnek. Ebben a dinamikus változó környezetben kiemelt fontosságú, hogy olyan megoldásokat találjunk,

amelyek segítenek optimalizálni a termelési folyamatokat, javítják a termékek minőségét és biztonságát, valamint csökkentik az iparág környezeti lábnyomát.

A tojáshéj minősége és tartóssága ugyanúgy központi szerepet játszik a tojástermelésben, hiszen a tojáshéj az egyik legfontosabb védelmi rétege a tojásnak, amely védi a benne lévő tojást a károsodásoktól és fertőzésektől. Egy hatékony folyékony készítmény használata, amely a tojáshéj szilárdságát növeli, potenciálisan hozzájárulhat a termelés hatékonyságának és a termék minőségének javításához.

Vékony tojáshéj esetén nő a tojások fertőzésének és kontaminációjának kockázata, mivel a vékony héj könnyebben átengedi a kórokozókat és szennyeződések. Ez komoly egészségügyi veszélyt jelenthet a fogyasztók számára, akik a fertőzött tojásokat fogyasztják. A vékony tojáshéj kevésbé ellenálló a külső hatásoknak, például ütéseknek vagy nyomásnak. Ennek eredményeként könnyebben sérül, reped vagy törhet a tojáshéj, ami a kórokozók számára kedvező, de akár a szállítás során felmerülő veszteségek aránya is megnőhet (Chukwuka, 2011). A gyenge héj minőség miatt nagyobb a valószínűsége annak, hogy a tojás belső részeinek tápanyagai, például fehérjék és vitaminok, megfogyatkoznak, és ez a tojás tápértékének csökkenését eredményezheti (Galea, 2011).

Ezen kutatás célja tehát, hogy megvizsgálja egy, a tojástermelő gazdaság által használt folyékony készítmény hatását, fókuszálva a tojáshéj minőségére és tartósságára. A kutatás során törekedtem arra, hogy részletesen elemezsem a készítmény hatását több héten át tartó mintavételezés segítségével, és statisztikai elemzésekkel összpontosítottam a mérések során összegyűjtött adathalmazok feldolgozására, valamint arra, hogy megértem a készítmény potenciális előnyeit és korlátait a tojástermelés kontextusában.

A diplomadolgozat megválaszolandó kérdései közé tartozik:

Hogyan befolyásolja a folyékony készítmény alkalmazása a tojáshéj vastagságát és szilárdságát?

Milyen hatással van a készítmény a tojások paramétereire és a termelési teljesítményre?

Van-e jelentősége a készítmény itatásának az élelmiszerbiztonságra és a tojások minőségére?

A kutatás ezáltal nem csupán új ismeretekkel szolgálhat a tojáshéj szilárdításának területén, hanem hozzájárulhat az állattenyésztés hatékonyabbá és fenntarthatóbbá tételéhez. A dolgozat további fejezeteiben részletesen elemzem majd a kutatási eredményeket és ezek következményeit az állattenyésztés gyakorlatára és a tojástermelés iparági környezetére.

## **2. Szakirodalmi áttekintés**

Az alábbi fejezetben céloom részletesebb áttekintést nyújtani az árutojásokkal kapcsolatos szakirodalmi kutatásokról, melyek különféle aspektusokat fednek le, például a tojások szerkezetét, fizikai és kémiai tulajdonságait, a tojások minőségét és befolyásoló tényezőit, valamint a vásárlók által preferált minőségi elvárásokat. Emellett részletesen foglalkozom a diplomadolgozatom fő témájával, amely a tojáshéj szilárdításával kapcsolatos tanulmányok elemzésére összpontosít.

### **2.1. A tojás, mint alapélelmiszer**

A madarak tojásai már régóta ismertek kiváló táplálékforrásként. A tojás számos fontos vegyületet tartalmaz, amelyek esszenciális építőkövei a szervezetnek. Ezen biológiai anyagok gazdag készlete olyan összetevőket – pl. fehérjéket, zsírokat, enzimeket és inhibitorokat - tartalmaz, amelyek támogatják a növekedést, védelmet nyújtanak a kórokozók ellen, és többen fontos fiziológiai aktivitással rendelkeznek. Az elmúlt évtizedek során számos kutatás irányult a tojás különböző komponenseinek biofiziológiai szerepének feltárására és új, biológiailag aktív vegyületek felfedezésére a tyúktojásban.

A tojás az emberi táplálkozásban alapélelmiszerként van jelen. Az alapélelmiszer fogalma olyan élelmiszerekre vonatkozik, amelyek elengedhetetlenek az alapvető táplálkozási igények kielégítéséhez, és széles körben elérhetők, valamint általában jelentős szerepet játszanak az emberek étrendjében és táplálkozásában. Az alapélelmiszerek jelentős tápanyagtartalommal rendelkeznek, és fontos táplálkozási forrásokat biztosítanak, amelyek hozzájárulnak az egészséges táplálkozáshoz és a test működéséhez, széles körben felhasználhatók a konyhában, és közvetlenül vagy közvetve alapvető összetevői sokféle ételnek és étrendnek. Általában hosszú eltarthatósággal rendelkeznek, ami lehetővé teszi, hogy hosszabb ideig tárolják őket anélkül, hogy romlásnak indulnának. Az egyszerűen előkészíthető és sokféleképpen fogyasztható tojások kielégítően laktatóak és táplálóak, így az emberek számára egyaránt jelenthetnek reggelit, ebédet vagy vacsorát. A tojás hosszú eltarthatósága és hordozhatósága is hozzájárul a népszerűségéhez. Magas tápértéke okán is méltó helyet foglal el az alapélelmiszerek között. Gazdag fehérjében, vitaminokban (különösen A-, D- és B-vitaminokban), ásványi anyagokban (például vas, cink és szelén) és esszenciális zsírsavakban. Emellett a tojás teljes értékű fehérjéket tartalmaz, amelyek felépítésében az összes esszenciális aminosav megtalálható, ami szükséges a szervezet számára a szövetek és izmok építéséhez és

fenntartásához. A tojás általában viszonylag olcsó és könnyen elérhető, így széles körben elterjedt, és megfizethető az emberek számára (Szöllősi et al., 2017).

A tojás minőségének vizsgálata során alapvetően fontos a tojás fizikai és kémiai paramétereinek részletes elemzése. A tojás fizikai jellemzői közé tartozik például a külső megjelenés, ideértve a tojáshéj színét és tisztaságát, általános állapotát. A tojás belsejében található anyagok minőségének vizsgálata során kiemelten fontosak a tojássárga és tojásfehérje jellemzői, ideértve azok állagát és a szik színét. A tojás minőségi megítéléséhez tartozik a kémiai paraméterek vizsgálata, amely magába foglalja a tojássárgájának és fehérjéjének tápanyagtartalmát, beleértve a fehérjét, zsírt, vitaminokat és ásványi anyagokat. Emellett fontos figyelembe venni a tojásban lévő különböző biokémiai komponenseket, mint például az aminosavak összetételét és a többi fiziológiailag aktív molekulát. Ezen paraméterek alapos elemzése kulcsfontosságú a tojás minőségének meghatározásában és annak megfelelő alapanyagként történő felhasználásában.

## **2.2 A tojás felépítése**

### *2.2.1. A tojás részei*

A tojásfehérje egy átlátszó, zselészerű anyag, amely körülveszi a tojássárgáját. Főként vizet tartalmaz, valamint kisebb mennyiségben fehérjét és ásványi anyagokat. A fehérje négy különböző rétegből áll: a héjhártya alatt külső híg, ezen belül egy viszkózus vagy külső sűrű, egy belső híg és egy belső sűrű fehérje rétegből. Az egyes rétegek aránya körülbelül 23,3%, 57,3%, 16,8%, illetve 2,7%. Az arányok azonban változhatnak a tyúk fajtájától, a környezeti körülményektől, a tojás méretétől és a termelés ütemétől függően. Az albumin fontos szerepet játszik a tojás biológiai funkcióiban, például a tápanyagok és az embrió védelmében. A friss tojásokban a sűrű fehérje borítja a belső híg fehérjét és a kalciumréteget, így a tojássárgája a tojás közepén marad. A sűrűfehérjében lévő albumin viszkozitása sokkal nagyobb, mint a híg. A tojássárgája egy összetett rendszer, amely a tojás közepén helyezkedik el, amelyet a vitellinmembrán vesz körül. A sziket körbevevő sejthártya a tojás hosszanti tengelyén összezsavarodik, ami egy vastag kötélszerű struktúrát alkot. Ez a jégzsinór, ami a tojás hegyes végén az óramutató járásával megegyező irányban, az ellenkező végén pedig az óramutató járásával ellentétes irányban csavarodik. A jégzsinór mindkét oldalra belenyúlik a sűrű fehérjerétegbe; így a tojássárgája a tojás közepén lebeg. A jégzsinór kissé rugalmas, mely lehetővé teszi a sárgája korlátozott forgását (Hatta et al., 2008).

### 2.2.2. *A tojáshéj fizikai összetétele.*

A tojáshéj egy összetett struktúra, amely magában foglal egy kutikula réteget, egy kalcit- vagy kalcium-karbonátréteget, valamint két héjhártyát.

A héjmembrán egy vékony, átlátszó membránréteg, amely belülről vonja be a tojáshéjat és feladata, hogy a tojás belső részét védi. A héjmembrán két részből áll: a külső és a belső héjmembránból. Ezek a membránok vékonyak és rugalmasak, és segítenek megakadályozni a káros anyagok bejutását a tojásba, valamint hozzájárulnak a tojás integritásának és stabilitásának fenntartásához.

A mamilláris zóna a tojáshéj kialakulásának egyik fontos része, egy olyan terület a tojáshéj membránján belül, ahol a kalcium-karbonát kristályainak kiindulópontjai találhatóak. Ezek a kristályok nukleációs helyekként szolgálnak, ahonnan a tojáshéj anyaga folyamatosan növekedik és lerakódik a tojás membránjára, létrehozva a tojáshéj szerkezetét.

A paliszád olyan szerkezeti elem a tojáshéjban, amely a tojáshéjban található kalcium-karbonát kristályok elrendezését szabályozza. Ezek a paliszádok hosszanti, rendezett szerkezetet alkotnak, és a tojáshéj nagyobb szilárdságát és stabilitását biztosítják. A paliszádok a tojáshéjban található kalcium-karbonát kristályokra rakódnak, és segítik azok helyes elhelyezkedését és rendezettségét. Jelenlétükkel és struktúrájukkal fontos szerepet töltenek be a tojáshéj textúrájának és biomechanikai tulajdonságainak kialakításában.

A kutikula egy vékony védőréteg, amely kívülről befedi a tojáshéjat. Ez a réteg általában átlátszó és ragadós, és a tojásfelületet védi, megakadályozva a kórokozók bejutását és a nedvességvesztést. A kutikula egy belső ásványi rétegből és egy csak szerves mátrixból felépülő külső rétegből áll. A héjjal szomszédos réteg szivacsos megjelenésű, míg a külső réteg tömörebb. Jelentősége elsősorban az ételmiszerbiztonságban rejlik, mivel védőgátat képez a kórokozók ellen, így csökkenti a tojások fertőzésének kockázatát. Emellett segíti a tojás frissességének megőrzését.

A héj felszínén egyenetlenül oszlik el 7000-17000 db tölcser alakú póruscsatorna, amelyek a víz- és gázcserében játszanak szerepet (Dennis et al., 1996).

Elmondható tehát, hogy a tojáshéj szilárd és tartós szerkezete védelmet nyújt a tojás belső részeinek. Fő anyagai, például a kalcium-karbonát, biztosítják a tojás integritását és stabilitását. Ez lehetővé teszi, hogy a tojás ellenálljon a külső hatásoknak és a mechanikai igénybevételeknek. A kutikula réteg és a héjhártyák együttesen segítenek megőrizni a tojás



frissességét. Ez fontos a tojás belső környezetének stabilizálásához és a kiszáradás megelőzéséhez. A tojáshéj pórusain keresztül a gázok (például oxigén és szén-dioxid) áramolhatnak a tojás belsejébe és kifelé. Ez szükséges a tojásbelső megfelelő légzéséhez és a megfelelő fejlődéshez (Dominguez-Vera et al., 2000).

### 2.2.3. *A tojáshéj kémiai összetétele.*

Az egész tojás 9-11% tojáshéjből, 60-63% fehérjéből és 28-29% tojássárgájából áll. Fő kémiai alkotóelemei közé tartoznak az ásványi anyagok, vitaminok, zsírsavak, aminosavak és pigmentanyagok. A tojás fogyasztható részének össztömegéből körülbelül 75%-ot tesz ki a víz, míg tápértékéhez leginkább a zsírok és a fehérjék járulnak hozzá. Kisebb mennyiségben találhatóak még szénhidrátok, melyek egyszerű cukrok többek között glükóz, szacharóz, fruktóz, laktóz, maltóz, és galaktóz formájában jelennek meg. Emellett még ásványi anyagok is jelen vannak, főként a tojáshéj alkotóiban (Szöllősi et al., 2017).

A kémiai összetétel 100 grammra vetítve, 75,84 g víz, 12,58 g fehérje, 9,94 g pedig zsír. Ásványi anyag összetételét tekintve legnagyobb részben foszfor található 191 mg értékben, ezt követi 140 mg nátrium és 134 mg kálium. Található még kalcium (53 mg), magnézium (12 mg), vas (1,83 mg), cink (1,11 mg) és kisebb arányban megtalálható még réz, mangán, fluor és szelén is. Vitaminok közül legjelentősebb mennyiségben A (487 NE) és D (35 NE) vitamin található, emellett K-vitamin, E-vitamin, pantoténsav, kolin, tiamin, betain, folsav is megtalálható. Aminosavak tekintetében legjelentősebb a glutaminsav tartalom, majd ezt követően leginkább az aszparaginsav található meg és a leucin (Burley és Vadehra 1989).

## **2.3 Tojáshéj képződése**

A tojáshéjképződés a méhfolyadékban történik, a tojáshéj membránján egy acelluláris közegben, amely tartalmaz szerves mátrix előanyagokat és szervetlen ásványi anyagokat is (Gautron et al., 2001). A szerves mátrix és a kalcium karbonát egyidejűleg történő lerakódásának eredménye a tojáshéj szerkezetének kialakulása, amely a tojáshéj membránján zajlik. Ez utóbbi két X típusú kollagén tartalmú rostokból felépülő hálóból áll (Dominguez-Vera et al., 2000). Erre rakódnak le a mamilláris csomók, pontosabban a kristályok nukleációs helyei. A tojáshéj mátrixfehérjék befolyásolják a kristálynövekedés folyamatát azáltal, hogy a kalcitkristályok méretét, alakját és orientációját szabályozzák (Gautron et al., 2001), ezáltal befolyásolják a tojáshéj textúráját és biomechanikai tulajdonságait (Panheleux et al., 1999). Ennek fontossága abban rejlik, hogy a megfelelő kristálynövekedés lehetővé teszi a tojáshéj

megfelelő textúrájának és mechanikai tulajdonságainak kialakítását. Így a tojánhéj mátrixfehérjei kulcsfontosságúak a tojánhéj megfelelő minőségének és integritásának fenntartásában.

## **2.4. A tojánhéj minősége**

Vásárlói megítélések a tojánhéj minőségére vonatkozóan.

A tojánhéj fontos szerepet játszik a vásárlói megítélésben, mivel ez az első dolog, amit a vásárlók észrevesznek és megvizsgálják egy tojásnál. Ennek megfelelően a tojánhéj minősége és külső jegyei határozzák meg az emberek első benyomását a tojáról és ezzel összefüggésben annak minőségéről. Egy tiszta, sértetlen és csillogó tojánhéj jó benyomást kelt, míg egy koszos vagy sérült héjú tojás negatív benyomást vált ki. Továbbá a vásárlók gyakran úgy érzik, hogy a jó minőségű tojásokat erős tojánhéj jellemzi. Ha a tojánhéj rossz minőségű vagy törékeny, a vásárlók hajlamosak lehetnek azt gondolni, hogy a tojás belső tartalmának minősége is megkérdőjelezhető. A vásárlók gyakran azonosítják a tojánhéj tisztaságát és megjelenését az élelmiszerbiztonsággal és a higiéniával. Így vásárláskor inkább a tiszta és csillogó héjú tojásokat választják (Stanciu, 2019).

## **2.5. Tojánhéj minőségére ható faktorok**

Jelen alfejezetben a tojánhéj minőségére ható különböző faktorokat szeretném bemutatni. Azt kívánom áttekinteni, hogy melyek azok a kritikus tényezők, amelyek hatással lehetnek a tojánhéj minőségére, és ezáltal, közvetve befolyásolják egy árutojást termelő gazdaság jövedelmezőségét. Ezek általában a fizikailag érzékelhető minőségi paraméterek, a sérült vagy repedt tojánhéj, koszos vagy szennyezett tojás, kellemetlen szagú vagy ízű tojások, vagy a romlott állapot.

A tojánhéjképződés folyamata rendkívül bonyolult, ezen kívül a tyúk petevezetékében számos helyen keletkezhetnek hibák, amelyek hatással lehetnek a tojánhéj minőségére. A tojánhéj minőségét befolyásolhatja a tyúk genotípusa és életkora; a vedletés; egyes takarmányozási tényezők, mint pl. a kalcium-, foszfor-, vitamin-ellátás, az oldható nem-keményítő poliszacharidok jelenléte, exogén enzimek használata; az ivóvíz minősége; általános stressz és hőstressz; betegségek; a tartástechnológia.

### *2.5.1. Genotípus*

A különböző tojó típusú házityúk fajták és hibridek a genetikai szelekciónak köszönhetően a tojásméret, a termelékenység és a tojánhéj minősége tekintetében határozott különbségeket

mutatnak (Curtis et al., 1985). A jelenleg használatos hibridek és a hagyományos tojótyúkfajták nagymértékben különböznek egymástól (Hocking et al., 2003)). A tojánhéj minősége olyan értékmérő, amelyet befolyásolhat a termelésre vagy a tojás súlyára történő szelekció is (Poggenpoel et al. 1996). A genetikai szelekciós programoknak többféle tulajdonságot kell szem előtt tartaniuk, hogy az egyik tulajdonság javítása ne menjen más, ugyanolyan fontos tulajdonságok rovására.

### 2.5.2. *Életkor*

A tojások minősége többek között függ a tyúkok életkorától is. Általánosságban az egy évnél fiatalabb állományok gyakran termelnek erősebb héjú tojásokat, melyeknek jobb a belső minősége is. Ezenkívül az ilyen tojások gyakran nagyobbak is. Több tanulmány is igazolja, hogy a tojások héjának minősége a madarak életkorával romlik (Nys, 1986). Amikor a tyúkok idősebbek lesznek, a tojások mérete a tyúkokkal együtt nő, miközben a héjtömeg állandó marad, vagy enyhén nő. Összességében azonban a héjtömeg és a tojástömeg egymáshoz viszonyított aránya - amelyet gyakran héjszázaléknak neveznek - csökken. Egyes adatok arra utalnak, hogy a kalcium-homeosztázisban szerepet játszó hidroxikolekalciferol-hidroxiláz enzim aktivitása összefügg azzal, hogy a tyúk nem képes megnövekedett mennyiségű tojánhéjat előállítani (Joyner et al., 1987).

### 2.5.3. *Vedletés*

A vedlés a madarak fiziológiás folyamata, amely a reprodukció szempontjából pihenőidőszaknak tekinthető. A vedlés mesterségesen is előidézhető drasztikus takarmány és ivóvíz megvonással. Tapasztalat szerint a vedletési időszak után az egy évnél idősebb állomány tojástermelése még elérheti a 68-75%-ot, elmarad az első ciklus elején normális jércetojás termelési időszak és a tojások átlagos mérete rendszerint meghaladja az első ciklus átlagát (Garlich et al., 1984). Egyes tanulmányok szerint a kényszerített vedlés eljárásával részben ellensúlyozni lehet az életkornak a tojánhéj minőségére gyakorolt hatását (Ahmed et al. 2003-; Berry, 2003). A vedlés típusa és intenzitása, valamint a madarak kora mind befolyásolja az eredményt. Egyes kutatók szerint az előnyök az idősebb madaraknál rövid ideig tartottak (Roland and Brake, 1982), illetve más kutatók is megjegyezték, hogy a héjminőség javulása csak átmeneti volt (Lee, 1982) (Abu-Serewa and Karunajeewa, 1985) (Al-Batshan et al., 1994). Nagyüzemi körülmények között a tojánhéj minőség a második termelési ciklusban rendszerint gyengébben alakul, ami megkérdőjelezi a vedletés technológiájának gazdaságosságát (Arpášová et al., 2010 több tojóciklusban vizsgálták a héjminőséget és azt tapasztalták, hogy a ciklusok

számának növekedésével csökkent a héjvastagság, ami egyértelműen a héj minőségének romlását is eredményezte. Jelenleg az Európai Unióban a mesterséges vedletés nem engedélyezett.

#### *2.5.4. Takarmányozás*

A tyúktojás héja átlagosan 2,0-2,5g kalciumot tartalmaz és tapasztalat szerint ez az érték többé-kevésbé független a tojás méretétől. Ennek következtében a megfelelő héjminőség érdekében a tyúkok takarmányának elegendő kalciumot kell tartalmaznia jól hasznosítható formában. A legfontosabb Ca-forrást a tojótyúkok takarmányozásában a takarmánymész jelenti. Tapasztalat szerint azonban ennek optimális értékesülését befolyásolja a fizikai formája is. Általánosságban elmondható, hogy a kalcium 50-70%-ának durva szemcse (2-5 mm átmérő) formájában kell lennie, a fennmaradó résznek pedig por formában adható a takarmányhoz (Nys, Y., 1999). Bár bizonyítottan pozitív hatásai vannak a nagyobb részecskéknek (például kagylószemcsék), de ezen kiegészítők biztosítása nem mindig kompatibilis az automatizált etetőrendszerekkel. A porított mészkő és osztrigahéj kombinációját több szerző is javasolja (Richter et al., 1999).

Ugyanakkor a tojánhéj minőségét nem csupán a takarmány Ca-tartalma befolyásolja. A tojótyúk csontváza nem csupán a hiányos Ca-ellátás esetén demineralizálódhat, hasonló eredménnyel jár a nem megfelelő foszfor-bevitel is, mivel e két makroelem egymás felszívódását és transzportját is befolyásolja. Ezért alapvető fontosságú figyelmet fordítani a takarmány kalcium-foszfor arányára is.

A fitáz enzim jelentősége a tojótyúkok takarmányozásában igen jelentős, ami abban rejlik, hogy segít felszabadítani a fitinsav által megkötött foszfort a növényi alapanyagokban. A fitátokban lévő foszfor nehezen emészthető a tyúkok számára, így a takarmányból származó foszfor egy része nem hasznosul, hanem a tyúkok ürülékével kikerül a környezetbe. A fitáz enzim hozzájárul ahhoz, hogy a fitátokban lévő foszfor könnyebben hasznosuljon, ezáltal növelve a foszfor hasznosulási hatékonyságát a tojótyúkoknál. Ez fontos, mert a hatékony foszforhasznosítás egyúttal csökkentheti a környezeti terhelést és a takarmányköltségeket is. A fitáz-kiegészítés bizonyítottan javítja a tojánhéj minőségét, habár a fitáz kiegészítés hatásait a takarmányban lévő kalcium és nem-fitin foszfor koncentrációja is befolyásolja (Hatten et al., 2001).

A jércenevelés során, 7-10 nappal az első tojás megjelenése előtt, növelni kell a takarmányban lévő kalcium mennyiségét. Ugyanakkor a kutatások szerint az alacsony foszforszint mellett túl

gyorsan adagolt kalcium káros hatással lehet a tyúkok veséjére ezért a foszfor és a kalcium arány optimális beállítása kiemelt jelentőségű ebben az időszakban. Mindazonáltal az extra kalcium igény kiszolgálása elsődleges tényező, melynek hiányában vagy a nem megfelelő időbeni történő kijuttatása negatív hatással lehet a kalcium-anyagcserére és a csonttartalékokra (Roland and Bryant, 1994).

A tojásminőség szempontjából az ásványi anyagok mellett kiemelt jelentősége van a vitaminellátásnak is. A kalcium anyagcsere optimalizálásában a D-vitamin játszik szerepet, melyet éppen ezért fontos beépíteni a tyúkok takarmányába. A megfelelő mennyiségű C-vitamin úgyszintén elengedhetetlen a normál egészségügyi állapothoz, emellett segíthet a stressz hatásainak enyhítésében is, ami fontos a megfelelő tojáshéj kialakításában. A hőstresszes időszakokban leginkább az E-vitamin járult hozzá az állományban az egészséges héj kialakításához. A nem megfelelő A-vitamin szint növeli a vérfoltok megjelenését a tojásban, amelyek a tojások belső minőség romlását eredményezik (Hurwitz S., 1990).

Mindenképp érdemes a lehető legtöbb tényezőt figyelembe venni a megfelelő héj kialakításának érdekében, ezért kiemelten fontos az ivóvíz megfelelő minősége is. Kutatások szerint a nagy elektrolit-tartalmú víz (sós ivóvíz) negatív hatással lehet a tojások minőségére, ha ez az állapot hosszú távon fennáll (Balnave and Yoselewitz, 1987). A napjainkban nagyüzemi termelés során használt modern genotípusok azonban ezekre a hatásokra kevésbé érzékenyek háztáji hagyományos tartású társaikkal ellentétben (Chen and Balnave, 2001). Fontos szempont, hogy a madarak elé kerülő ivóvíznek megfelelően higiénikusnak kell lenni, annak érdekében, hogy az így terjedő betegségek kockázatát csökkenteni tudjuk. A víz hőmérséklete is kritikus pont, egy hőstresszes időszakban kiváltképp. Kutatások említést tesznek a meleg víz jelenségéről, melynek eredményeként megállapították, hogy ilyenkor csökkent a tyúkok ivóvíz felvétele, ellenkező esetben a hűvösebb víz hőmérséklet javíthatja a tyúkok komfort érzetét, ezáltal a tojások héj minősége is javulhat (Glatz P. C., 1993).

#### 2.5.5. *Stresszhatások*

Az általános stressz különböző formái hatással lehetnek a tojáshéj minőségére. Kimutatták, hogy a nagy állománysűrűség növelheti a testkontúrral rendelkező tojások termelését, amelyeket a héjmirigy összehúzódása okozhat a tojás kialakulásának korai szakaszában (Dorminey et al., 1965). A stressz késleltetheti a tojásrakás időzítését, ami fehér sávós és lapos tojások gyakoribb előfordulását eredményezheti. A kezeléshez nem szokott madarak kezelése

növelheti a repedt tojások előfordulását. Összességében az általános stressz számos negatív hatást gyakorolhat a tojások minőségére (Reynard and Savory, 1999).

A stressz befolyásolhatja a tyúkok kalcium-anyagcseréjét, ami negatívan befolyásolhatja a tojáshéj minőségét. Stressz hatására a tyúkok tojáshéjának szerkezete is megváltozhat, például vékonyabb vagy gyengébb lehet, ami növeli a repedések és deformitások kockázatát. A stressz hatására a tojáshéj pigmentációja is megváltozhat, ami esetleges színeltéréseket okozhat, például fehér pántos vagy elmosódott színű tojásokat eredményezhet (Reynard and Savory, 1999).

## **2.6. Héjbéli elváltozások**

Ahogy az a bevezetésben vázoltam, elsődlegesen a tojás héjszerkezetének javítására irányult a kísérletünk, ezért érdemes szemügyre venni a legfontosabb tojáshéj elváltozások jellemzőit. Az alábbiakban ezekről kívánok rövid áttekintést nyújtani.

### *2.6.1. Törött tojás*

A törött tojásokból származó veszteség az egyik legnagyobb kiesést okozó faktor az árutojást termelő gazdaságok számára. Ezek a tojások selejt tojásként, ill. létojásként kerülnek értékesítésre, melynek ára töredéke a hibátlan tojásokhoz képest. A törött tojásokkal kapcsolatban a külső környezet és a tojótyúkok genotípusa kerül megemlítésre egyes szerzők szerint. Sok esetben a nem megfelelő technológia okolható a tojások töréséért, például a gyorsan kiguruló tojás héja könnyebben megreped. Egyes kutatók szerint a törött héj lehet öröklött tulajdonság is, amelynek öröklődhetősége azonban gyenge, 0,1 és 0,2 közé esik (Wolc et al., 2012).

### *2.6.2. Áttetsző tojás*

A tojáshéj átlátszósága gyakori problémát jelenthet egyes telepeken. Korábbi tanulmányok kimutatták, hogy az átlátszó tojáshéjak törési szilárdsága gyengébb lehet, ami annak tudható be, hogy az áttetsző részek víztartalma gyengíti a héjat. Emellett az átlátszó héj növelheti a patogén baktériumok, mint például a *Salmonella* és az *Escherichia coli*, behatolásának kockázatát, ami komoly élelmiszerbiztonsági aggályokat vet fel (Tyler and Geake, 1964).

## 2.7. Tojánhéj minőségét javító kiegészítők

### 2.7.1. Probiotikumok - *Bacillus subtilis*.

Egy kutatás során 96 db Leghorn fajtájú tojótyúkot használtak fel, amelyeket három csoportba osztottak. A kontroll mellett két kísérleti csoportot alakítottak ki, amelyek 0,5 g/kg ill. 1g/kg *B. subtilis* tartalmú probiotikumot kaptak a takarmányukba keverve. Az 1g *B. subtilis* etetett állományban nőtt a tojás tömege, a tojánhéj tömege és a tojánhéj vastagsága, összehasonlítva a másik kísérleti és a kontroll csoportokkal szemben. A vizsgálat utolsó hetében a tojánhéj sűrűsége jelentősen meghaladta a kontroll értékét. Mindeközben a tyúkok lábszárcsontjának tömege, denzitása, és nyershamu tartalma is szignifikánsan növekedett. Ugyanakkor a selejt tojások aránya lecsökkent. A *B. subtilis* szignifikáns hatásának kialakulásához szükséges átlagos idő 3 hét volt a nagyobb és 6 hét kisebb dózisú probiotikum esetében. *B. subtilis* javította a bél mikroflóra egyensúlyát is, ami javíthatja a bél egészségét és a felszívódás hatékonyságát egyaránt. A kísérlet további jelentősége, hogy a felhasznált probiotikummal javítani lehet az idősebb tojótyúkok tojóteljesítményét és a tojánhéjak minőségét is (Xu et al., 2006).

### 2.7.2. Kvercetin és E-vitamin szinergista hatása

A tojótyúkoknál általában a tojástermelés, a tojásminőség és az immunitás gyors csökkenése tapasztalható, főként a tojástermelési csúcsidőszak végén. A kvercetin, egy ismert flavonoid, amely többek között fitoösztrogén, antibiotikus, antioxidáns és gyulladáscsökkentő hatással rendelkezik. Az E-vitamin szintén jelentős lehet a tojástermelés és az immunitás javításának szempontjából a baromfiállományokban. Egy kísérletben azt tanulmányozták, hogy a takarmánnyal bevitt kvercetin (0,4g/kg), az E-vitamin (200mg/kg), illetve ezek kombinációja hogyan járulhat hozzá a tojástermelés és a tojásminőség javításához, valamint az öregedő tojótyúkok immunitásának erősítéséhez. A 10 hetes kísérleti időszak végén az eredmények alapján a kvercetin és az E-vitamin jelentősen javította a teljesítményt és a tojásminőséget, szignifikánsan növelte a szérum immunglobulinok (IgA, IgM és IgG) és citokinek (INF- $\gamma$  és IL-2) koncentrációját, valamint elősegítette az immunszervek fejlődését, és stimulálta a lépben immunitásban szerepet játszó citokinek génjeinek (IL-2 és INF- $\gamma$ ) expresszióját (Amevor et al., 2021).

### 2.7.3. Gyógynövény keverékek használata a termelés javítása érdekében

Egy másik kísérletben különböző gyógynövénypor-keverékek (továbbiakban GYK) hatását vizsgálták tojótyúkok termelésére és tojásmínőségére vonatkozóan. Összesen 300 nagyüzemi tojótyúkot (Lohman Brown) 32 hetes korban véletlenszerűen osztottak szét öt csoportra teljesen véletlenszerű elrendezésben 8 hétig. A kísérleti csoportok 5, 10, 15, ill. 20g/kg gyógynövény-keveréket kaptak a keveréktakarmányukban. A GYK 90 %-ban útifű (*Plantago lanceolata L.*), 5 %-ban borostyántök (*Coccinia grandis*), 3 %-ban fokhagyma (*Allium sativum*) és 2 %-ban lándzsás menta (*Mentha spicata*) levelekből állt. A GYK etetése javította a takarmányfelvételt, a tojáshéj minőségét, a tojástömeget és a takarmányértékesítést, valamint a tojássárgája színét (Rahman et al., 2021).

#### 2.7.4. Mikroelem kiegészítés

Mabe et al., 2003 kutatása szerint cink, réz és mangán táplálékkiegészítés javította a héjszilárdságot és az ellenállóképességét. A közelmúltban Roberts and Choct, 2006 tanulmányozta a exogén enzimek – amiláz, xilanáz, cellulóz, pektináz és  $\beta$ -glükánáz - hatását tojótyúkok tojás- és tojáshéjminőségére árpa-, búza- vagy tritikálé-alapú tojótakarmányok esetén.. Az enzim hozzáadásának pozitív hatásai közé tartozott a tojáshéj szilárdságának, tömegének, százalékos arányának és vastagságának növekedése árpa alapú takarmányok esetében. Búza alapú keveréktakarmányokban ugyanakkor csak a tojáshéj szilárdsága változott számottevően. Az enzim hozzáadásának negatív hatásai a kissé világosabb színű tojáshéj és az albumin minőségének csökkenése voltak (Roberts and Choct, 2006)

#### 2.7.5. Kalcium kiegészítés jelentősége

A tojótyúkok megfelelő kalcium-ellátása rendkívül fontos a megfelelő tojáshéj-minőség és a tojástermelés fenntartása szempontjából. A tojótyúkokban az intenzív termelés időszakában jelentős a kalciumveszteség, mivel a tojáshéj előállításához extrém mennyiségű kalciumra van szükség. Ha a tojók nem kapnak elegendő kalciumot a táplálékukból, akkor a testükből vonják el, ami hosszú távon a csontok elgyengüléséhez és más egészségügyi problémákhoz vezethet, ami termelés kieséshez vezet.

A megfelelő kalciumbevitel biztosítása segít megőrizni a tyúkok egészségét és a tojások minőségét. Ennek eredményeként csökkenhet a tojáshéj repedéséből származó veszteségek és a tojástermelés során tapasztalható egyéb problémák aránya.



Egy kísérletben vizsgálták, hogy a jérce előkészítő és a tojó keverék takarmányban különböző kalcium koncentráció biztosítása milyen hatással vannak a tojótyúkok teljesítményére és tojásminőségére. Az eredmények azt mutatják, hogy a jérce előkészítő keverékben 0,8%-os kalciumtartalom már jó teljesítményt eredményezett, míg a tojástermelési időszakban a tojó keveréktakarmányban 3,5%-os kalciumtartalom nagyobb tojástömeget és jobb tojánhéjminőséget biztosított (Rodrigues et al., 2013).

### 3. Alkalmazott módszerek (anyag és módszer)

#### 3.1. Az etetési kísérlet lebonyolítása

A kísérlet lebonyolításához a Székesfehérváron található Aranybulla Zrt. baromfi telepét választottuk (1. ábra). A telep földrajzilag Székesfehérvár keleti részén található, közel Pákozddhoz, a Velencei-hegység kőzetanyagának területén. A termelőszövetkezet 1971-ben létesült, különböző mezőgazdasági tevékenységeknek ad otthont. A Zrt-ben folyik szántóföldi növénytermesztés, valamint tejelő szarvasmarha állomány és árutojás termelő Lohmann Brown-Classic baromfiállomány tartása. A később árutojóként termelésbe vett tyúkot naposcsibeként vásárolja a telep a nyitrai Liaharenski Podnik keltetőjéből.



1. ábra: Képek az istálló külsejéről és a ketreces technológiáról. Forrás: saját

A jércenevelés négy épületben történik. Ezek közül három mélyalmos rendszerű épület, mindegyik alkalmas 13 000 baromfi befogadására, és 1122 m<sup>2</sup> alapterületű. A negyedik épület ketreces rendszerű, 56 000 baromfi befogadására képes, és 1300 m<sup>2</sup> alapterületen helyezkedik el. A jércenevelés folyamata a napos kortól kezdve a termelőistállókba való áttelepítésig körülbelül 16-17 hétig tart. A takarmány ellátása a gazdaságban láncos behordó rendszeren keresztül történik, amely az istállókon kívül elhelyezett takarmánytároló silókból szállítja a takarmányt. A gazdaság saját maga állítja elő a takarmánykeverékét, melyhez premixet vásárolnak, majd ezt gazdasági abrakkal és egyéb kiegészítőkkal keverik össze saját keverőjükben. Minden istállóban szalagos tojás szállító rendszer üzemel, melynek végén egy válogató asztalra kerülnek a tojások, ahol vizsgálják a tojások méretét és állapotát. A nem

megfelelő tojások (szennyezett vagy törött) másodosztályú értékesítésre kerülnek, a hibátlan tojásokat tálcázzák, majd folytatják útjukat az értékesítés előtti csomagolótérbe.

A kísérletben két istálló került bevonásra, azonos korú madarakkal és azonos technológiai háttérrel, azonos takarmányozással. Mindkét esetben 18 hetes életkorban kerültek a jércék az istállókba, 2023. június elsején, szám szerint 12096 db a 7-es istállóba, és 12960 db madár pedig a 11-es istállóba.

A kísérletben részt vevő madarak a kísérlet ideje alatt Tojótáp II. takarmányt kaptak, amely a következő takarmány alapanyagokat tartalmazta: kukorica, búza, extrahált szójadara, extrahált napraforgódara, takarmánymész és 2,5%-os premix. A takarmány táplálóanyag-tartalmát nedves kémiai vizsgálattal mértük, mely a kalcium (MTK 2004 III. 12.), foszfor (MTK 2004 III. 12.), nátrium (MTK 2004 III. 12.), nyershamutartalom (152/2009/EK r. III. m. "M"), nyers olaj-és zsírtartalom (152/2009/EK r. III. m. "H"), nyersrost (152/2009/EK r. III. m. "I"), nyersfehérje- (MSZ EN ISO 16634-1:2009), nedvesség- és illóanyag-tartalom (152/2009/EK r. III. m. "A") vizsgálatára terjedt ki.

A kísérlet fókuszában a magyarországi HAJDUVET Kft. által forgalmazott „*Osteo Vital*” nevű vitaminok, makro- és mikroelemek keverékét tartalmazó folyékony adalékanyag állt (2. ábra). Összetételét tekintve legnagyobb részben kalcium-glükonátot (880 mg/l), magnézium-kloridot (350 mg/l) és L-hisztidint (880 mg/l) tartalmaz a készítmény. Emellett szerepel benne A-, D3-, E-, K-, B7-vitamin, cink, mangán, magnézium és foszfor is, glükóz szirupban oldva. A kijuttatás Dosatron segítségével ivóvízben adagolva történt, mely minden istállóban megtalálható, egy vízáramláson alapuló automatikus adagoló rendszer. Az eszköz átengedi a vizet önmagán, és eközben a szükséges mennyiségű koncentrált anyagot adagolja a vízhez. Ennek eredményeként biztosítja a pontos és egyenletes adagolást. Az itatás 3 napon át tartott, amely során 5l adalékanyag került kijuttatásra.



2. ábra: Osteovital készítmény (Forrás: [alphaportal2.hu](http://alphaportal2.hu))

A kísérlet kezdetekor kijelöltük a kontroll istállót, amely a 7-es istálló lett. Se a kontroll 7-es, se a kezelt 11-es istállóban nem történt semmilyen egyéb kezelés a kísérlet ideje alatt. Mintavételezést hetente végeztünk, mely során 60-60 darab tojást gyűjtöttünk egy-egy épületből. A kísérletben összesen 6 egymást követő mintavételezést hajtottunk végre. Az itatások előtt egy héttel mindkét ólat mintáztuk, és ezt a mérést mínusz 1. mintázásnak neveztük el. A következő héten hétfőn kezdődött el az itatás a 11-es ólban, ami tartott csütörtökig, pénteken pedig már újból mintáztuk az állományt, a kontroll és a kezelt csoportot egyaránt, ez lett a 0. mintavételezés. Majd további négy héten át hetente történt mintavételezés a két istállóban.

### 3.2. Termelési paraméterek

A tojások mintavételezése előtt megvizsgáltuk milyen adatrögzítési, dokumentációs módszerek állnak rendelkezésre a telepen, és melyek lehetnek fontos támpontok a kísérletem során, koncentrálnva főként a kísérletbe vett állatok termelésére vonatkozó információkra.

A kísérletben részt vevő 7-es és 11-es ólban, vagyis a kontroll és a kezelt csoportban vezetett napi termelési adatokat rendelkezésünkre bocsátották. Az állatgondozók, akik válogatási és csomagolási feladatokat látnak el, felelősek többek között ezen adatok rögzítéséért is. Az adatok napi rögzítése magában foglalja a napi tojástermelést és az elhullások nyomon követését is. A rögzített termelési adatok alatt két kategóriába sorolják a naponta megtermelt tojásokat: I. osztályú és II. osztályú kategóriákra. A II.-osztályú tojások magukba foglalják a szennyezett, törött, deformált, nem szabványos héjú tojásokat. Az I.-osztályba tartoznak mindazon tojások,

melyek vásárlói megítélése kiváló, minden szennyeződéstől mentes, ép héjú. Ezen tojások kerülnek tovább a következő válogatóba, majd a csomagolás következik, súlyuknak megfelelően. A II. osztályú tojások egy részét létojásként értékesítik ipari felhasználásra. Minden mintavételezés során rögzítettem ezen termelési adatokat, melyet a kísérlet végén összesítettem.

### 3.3. Tojásvizsgálat

A telepen gyűjtött tojásokat a MATE Gödöllői Campusán az Élettani és Takarmányozástani Intézet Takarmánybiztonsági Tanszékén vizsgáltuk. A mérésekhez a DET6500 analízátort használtunk (3. ábra).



3. ábra: DET6500 analízátor. Forrás: saját kép.

Az analízis első lépéseként a gép mérlegére helyeztük a tojást, amely rögzítette annak tömegét (Wt). Majd a törésteszt következett. A tojásokat a vizsgáló tálcára helyeztük, majd a mérés indításával a műszer mozgó nyomólapja a héj roppanásáig nyomta a tojást. A héjszilárdságot azzal a legnagyobb erővel (N) jellemezhetjük, amely a megroppantáshoz szükséges. Az egy istállóból származó tojásokat két részre osztottuk: 30 tojást a hosszanti tengelyre merőlegesen (fekvő helyzet) gyakorolt nyomással roppantottuk meg, míg a másik 30 tojást a hosszanti tengellyel párhuzamos (álló helyzet) nyomással roppantottuk meg. Ezt követően a tojást feltörtük és a belső részeit a műszer tálcájára helyeztük. A gép parallel lézersugarival végzett

szkennelés eredményeként mértük a Haugh egységet, tojássárgája magasságát, tojássárgája indexet, tojássárgája átmérőjét, magasságát, valamint a szik színét. Ezek után a megtört héj egy darabján a belső héjhártya eltávolítása után tolómérővel megmértük a héj vastagságát. Egy-egy tojás mérésekor 10 adat került rögzítésre, mely egy mintavételezés során 1200 adatot jelentett, a teljes kísérlet pedig összesen 7200 adatot foglal magába.

### **3.4. Statisztikai értékelés**

A kísérlet végeztével a kapott adatokat Excel táblázatban rögzítettük, külön vezetve a függőleges és külön a vízszintes állásban tört tojásokat, majd a kapott adatokból statisztikai analízist végeztünk GraphPad program segítségével. Az egyes paraméterek esetében az eloszlás normalitásának vizsgálatára Kolmogorov-Szmirnov-próbát végeztünk, majd az egyes mintavételi időpontokban a csoportok közötti eltérést két mintás t-próbával hasonlítottuk össze 5%-os szignifikancia szinten. Az eredmények szemléltetésére szolgáló diagrammokat és táblázatokat a Graphpad program segítségével készítettük el.

## 4. Eredmények és értékelésük (megvitatás)

### 4.1. Takarmány

A kutatás eredményeinek megvitatását az állatokkal etetett takarmányok táplálóanyag-tartalmának vizsgálati eredményeivel indítom. A Vitafort Zrt. által végzett nedves kémiai analízis eredményei a laboratóriumi vizsgálatok eredményei kimutatták, hogy a két csoporttal etetett tápok nyers táplálóanyag-tartalma alapvetően nem különbözött egymástól. Azonban figyelemre méltó, hogy a két csoport takarmányában jelentősen eltért az ásványi anyagok mennyiségét jelző nyershamu tartalom, amit alátámasztanak a makroelem vizsgálatok is. Legfontosabbnak tűnik az a megfigyelés, hogy a 7-es istállóban etetett keveréktakarmány kalciumtartalma (4,46%) jelentősen elmarad a 11-es istállóban használt keverékétől (6,93%), miközben a foszfortartalom nem tért el számottevően. Ez a megfigyelés fontos lehet, mivel a tojótyúkók számára a megfelelő kalciumbevitel kulcsfontosságú a megfelelő tojásminőség és a csontok egészségének fenntartása szempontjából.

7-es ól vizsgálati eredmények		
Vizsgálat neve	Me	Mért érték
Nedvesség és illóanyag tartalom	%(m=m)	10,7
Nyersfehérje-tartalom	%(m=m)	17,6
Nyersrosttartalom	%(m=m)	4,86
Nyers olaj- és zsírtartalom	%(m=m)	2,8
Nyershamutartalom	%(m=m)	14,06
Kalciumtartalom	%(m=m)	4,46
Foszfortartalom	%(m=m)	0,47
Nátriumtartalom	%(m=m)	0,14

1. táblázat: A 7-es, vagyis a kontroll csoport takarmányának (nedves kémiai laboratóriumi vizsgálat) beltartalmi eredménye (Forrás: Vitafort Zrt. laboratóriuma)

<b>11-es ól vizsgálati eredmények</b>		
<b>Vizsgálat neve</b>	<b>Me</b>	<b>Mért érték</b>
Nedvesség és illóanyag tartalom	%(m=m)	9,7
Nyersfehérje-tartalom	%(m=m)	17,4
Nyersrosttartalom	%(m=m)	4,88
Nyers olaj- és zsírtartalom	%(m=m)	2,71
Nyershamutartalom	%(m=m)	20,32
Kalciumtartalom	%(m=m)	6,93
Foszfortartalom	%(m=m)	0,48
Nátriumtartalom	%(m=m)	0,22

2. táblázat: A 11-es, vagyis a kezelt csoport takarmányának (nedves kémias laboratóriumi vizsgálat) beltartalmi eredménye (Forrás: Vitafort Zrt. laboratóriuma)

#### 4.2. Termelési adatok

A kontroll csoport 2023.06.01-jén került betelepítésre a jércék 18 hetes korában, szám szerint 12.096 db. A kezelt ól ugyanebben az időpontban került betelepítésre, azonos korú jércékkel, szám szerint 12.960 darab madár. A kísérletünk kezdetekor, 2024. február 7-én a kontroll ólban 12.058 db madár volt termelésben, míg a kezelt ólban 11.886 db.

A kontroll istállót a kísérlet elején jelöltem ki, értelemszerűen ebben az istállóban termelő madarak nem kaptak az itatott készítményből. Az *Osteo Vital* készítmény itatásának kezdete a kezelésbe vett ólban február 13-a volt, majd 14-én és 15-én kapott az állomány itatást. Február 16. jelenti a nulladik mintavételt, ekkor már semmilyen itatást nem kaptak. Ezt megelőzően egy héttel kezdtem el a mintavételezést (-1. mintavétel), február 7-én.

A tojástermelés adatait az 3. táblázat tartalmazza. A két csoport termelési intenzitása kis mértékben eltért egymástól. A különbség többnyire a kísérlet teljes ideje alatt fennállt a két csoport között, bár a kísérleti készítmény itatása utáni második héten a kísérleti csoport termelése visszaesett. Ennek hátterében vélhetően valamilyen istállón belüli stressz faktor állhat. Erre vonatkozóan azonban nem kaptam információt a telep dolgozóitól. Az elhullások mértékében tapasztalt különbség a két csoport között technológiai tűréseken belül van és nem hozható összefüggésbe a kezeléssel.



	Kontroll csoport (12 058 madár)	Kezelt csoport (11 886 madár)
február 07-február 15.	95 850 db	101 100 db
február 16-február 22.	72 690 db	77 040 db
február 23-február 29.	72 870 db	68 610 db
március 1-március 07.	71 940 db	75 840 db
március 08-március 13.	58 200 db	64 380 db
<b>Összesített tojásszám</b>	<b>371 550 db</b>	<b>386 970 db</b>
<b>Termelési intenzitás</b>	<b>88 %</b>	<b>93 %</b>
I. osztály összesen	367 680 db	383 040 db
II. osztály összesen	3870 db	3930 db
Elhullás	118 db	43 db

*3. táblázat: Termelési adatok a kísérlet alatt (a mintavételeknek megfelelően, hetekre lebontott tojástermelés, ebből adódó összesített tojásszám, a termelés intenzitása a kísérlet egész időtartamára vetítve, az I. és II. osztályú tojások aránya a kísérlet egész időtartamára vetítve, az elhullások mértéke a kísérlet egész időtartamára vetítve. (Forrás: saját táblázat).*

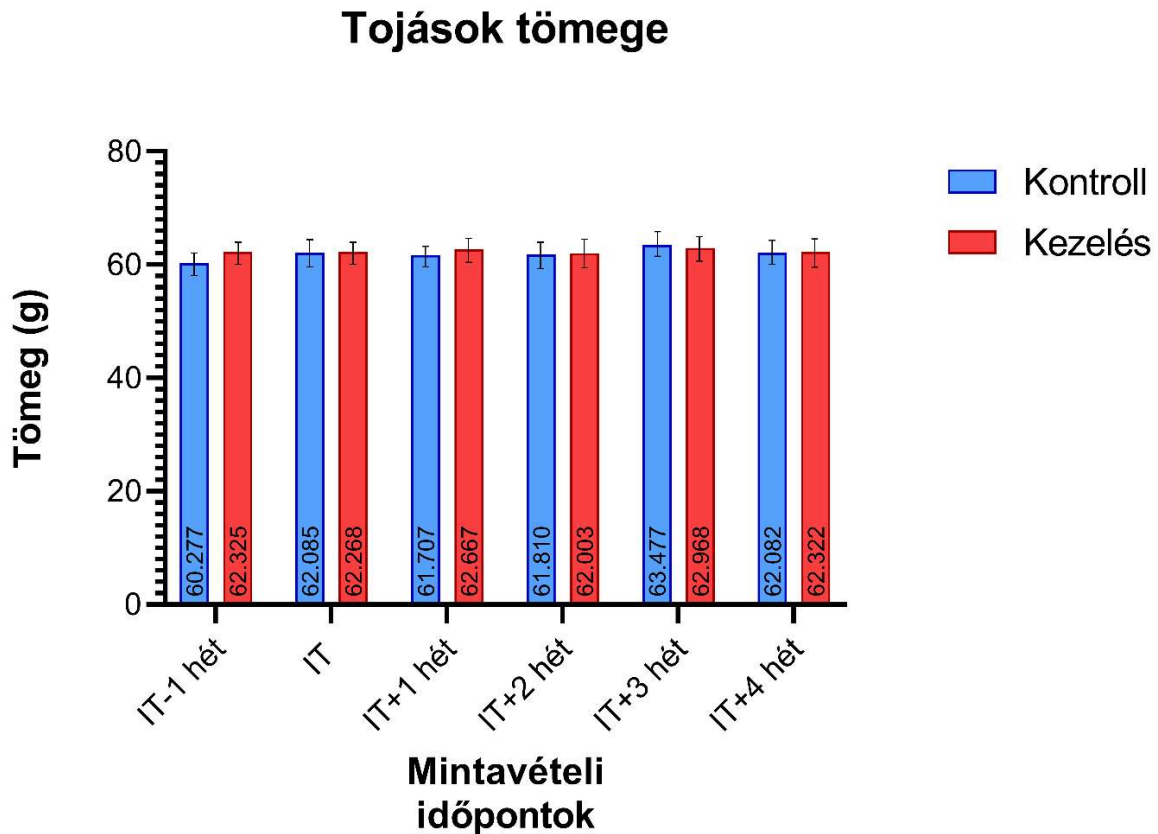
### 4.3. Tojáshéj minősége

A tojótyúkknál alkalmazott, főként kalciumot tartalmazó adalékanyag hatékonyságának vizsgálata során egyik fő célunk az volt, hogy megvizsgáljuk, hogyan befolyásolja az adalékanyaga tojások súlyát, de fontos paraméter volt a tojáshéj minőségére és a tojáshéj vastagságára gyakorolt hatás is. A harmadik fontos paraméter a tojáshéj ellenálló képességének vizsgálata, melynek vizsgálatára töréstesztet végeztünk. Ez a teszt lehetővé tette számunkra, hogy értékeljük a tojáshéj minőségét és integritását az adalékanyag használata előtt és után. A további adatokat, amelyeket a tojásvizsgáló gép rögzített dolgozatomban nem használtuk fel, mivel ezek nem kapcsolódtak közvetlenül vizsgálatom céljához, a héjminőség alakulásához.

Ahogy azt az anyag- és módszer fejezetben bemutattam, a töréstesztet kétféleképpen végeztük el. Az azonos istállóból származó függőleges és vízszintes törési teszt eredményeit összegeztük, majd T-próba segítségével összevetettük a kapott adatokat. Az eredmények szerint nem mutatkozott szignifikáns eltérés a két módszer között, így a további elemzések során a két módszerrel nyert adatokat együttesen elemeztük a héjszilárdság vizsgálata során.

#### 4.3.1. Tojások tömege

A 4. ábra a kísérlet során gyűjtött tojások tömegmérési eredményeit foglalja össze. A kezelés kezdetét, azaz az adalékanyag itatását az egyszerűség kedvéért „IT” -rövidítéssel jelöltem. Így az „IT-1 hét”, február 7-e például az itatás előtt egy héttel végzett mintázást jelöli.



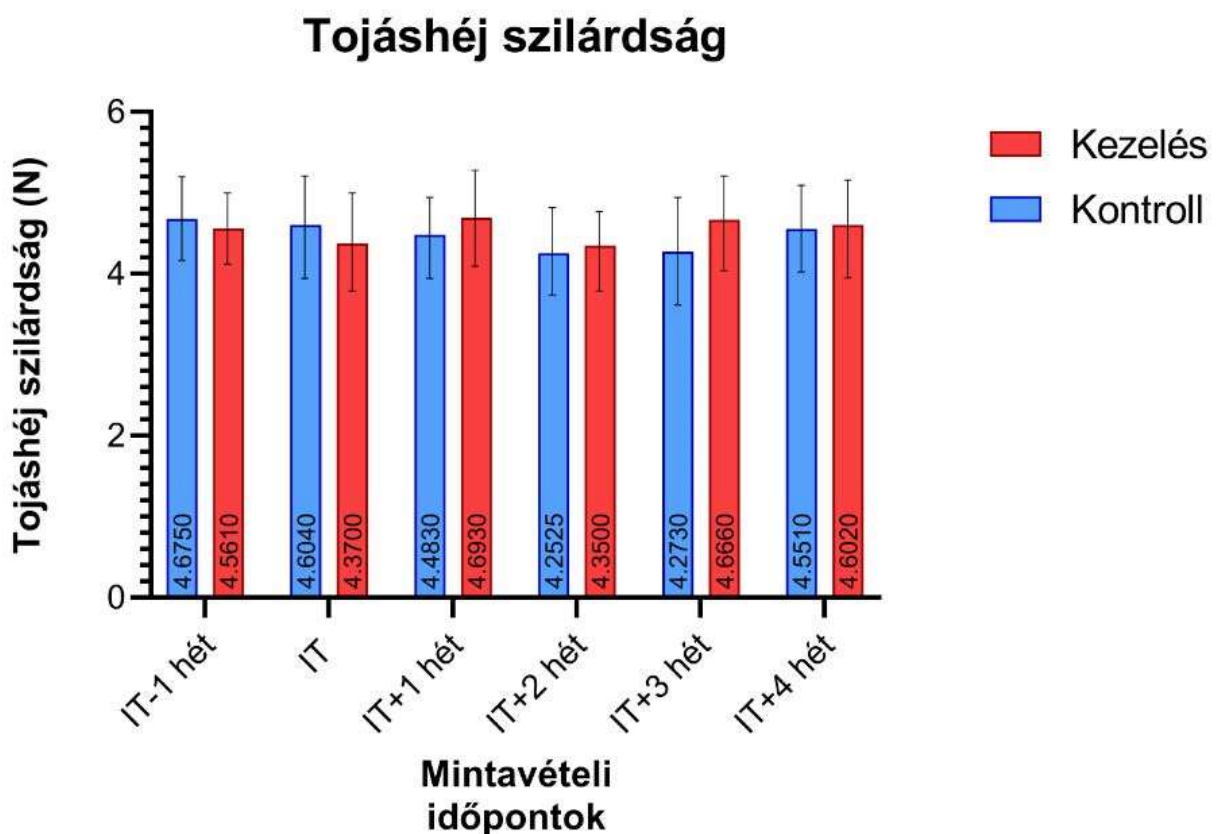
4. ábra: A tojások tömege (g) a mintavételi időpontokban (IT-1 hét: itatás előtt 1 héttel; IT: itatáskor; IT+1 hét: itatás után 1 héttel; IT+2 hét: itatás után 2 héttel; IT+3 hét: itatás után 3 héttel; IT+4 hét: itatás után 4 héttel). Forrás: saját ábra.

Az itatás előtti hétben a kontroll csoportban mért átlagos tojás tömeg 60,3 g volt, 4,0-as szórási értékkel, míg a kezelt csoport átlagos tojástömege 62,3 g volt, 4,8-es szórással. A kezelés ideje alatt történt mintavétel alkalmával a kontroll csoport átlagos tojás tömege 62,1 g lett, 4,8-as szórással, míg a kezelt csoportban ugyanez a mutató 62,3 g, 4,6-es szórással. A kezelés utáni első héten („IT+1 hét”, február 23) a két csoportban a tojástömeg 61,7±3,7 g ill. 62,7±4,2 g lett. A második héten („IT+2 hét”, március 1-jén) a kontroll értéke 61,8±4,6 g , míg a kezelté 62,0±5,0g. A 4. mintavétel alkalmával („IT+3”, március 8-án) a kontroll csoport értéke (63,5±4,4 g) nagyobb volt a kísérleti csoporténál ((63,0±4,4 g). Míg az utolsó mintavételezés (március 15.) alkalmával a két csoport értékei azonosan alakultak (kontroll 62,1±4,2, kezelt 62,3±5,0 g). Az adatokat elemezve látható, hogy a kísérlet teljes ideje alatt a két csoport tojásai

közel azonos tömegűek voltak. A kezelés nem okozott szignifikáns változást a tojások tömegében.

#### 4.3.2. Tojánhéj szilárdság

A tojásokon végzett törési teszt eredményeit az 5. ábrán foglaltam össze. Az ábrán a héjszilárdság jellemzésére az az erő (N) szolgál, amely a tojánhéj megroppantásához szükséges. Minél nagyobb a Newtonban kifejezett érték, annál erősebb a tojánhéj, és annál nagyobb erő szükséges a megroppantáshoz. Az itatás előtti időpontban a kontroll csoportban mért tojánhéj szilárdságának átlagos értéke 4,68 N volt, 1,04 átlag szórás értékkel, míg a kezelt csoport 4,56 N értéket mutatott, 0,89 átlag szórással. Közvetlenül az itatás befejezésével a kontroll csoport tojásainak megroppantásához átlagosan  $4,60 \pm 0,26$  N erőre volt szükség, míg a kísérleti csoportban ez kisebb érték volt ( $4,37 \pm 1,21$  N). A kezelés utáni 1. héten a kontroll csoportban



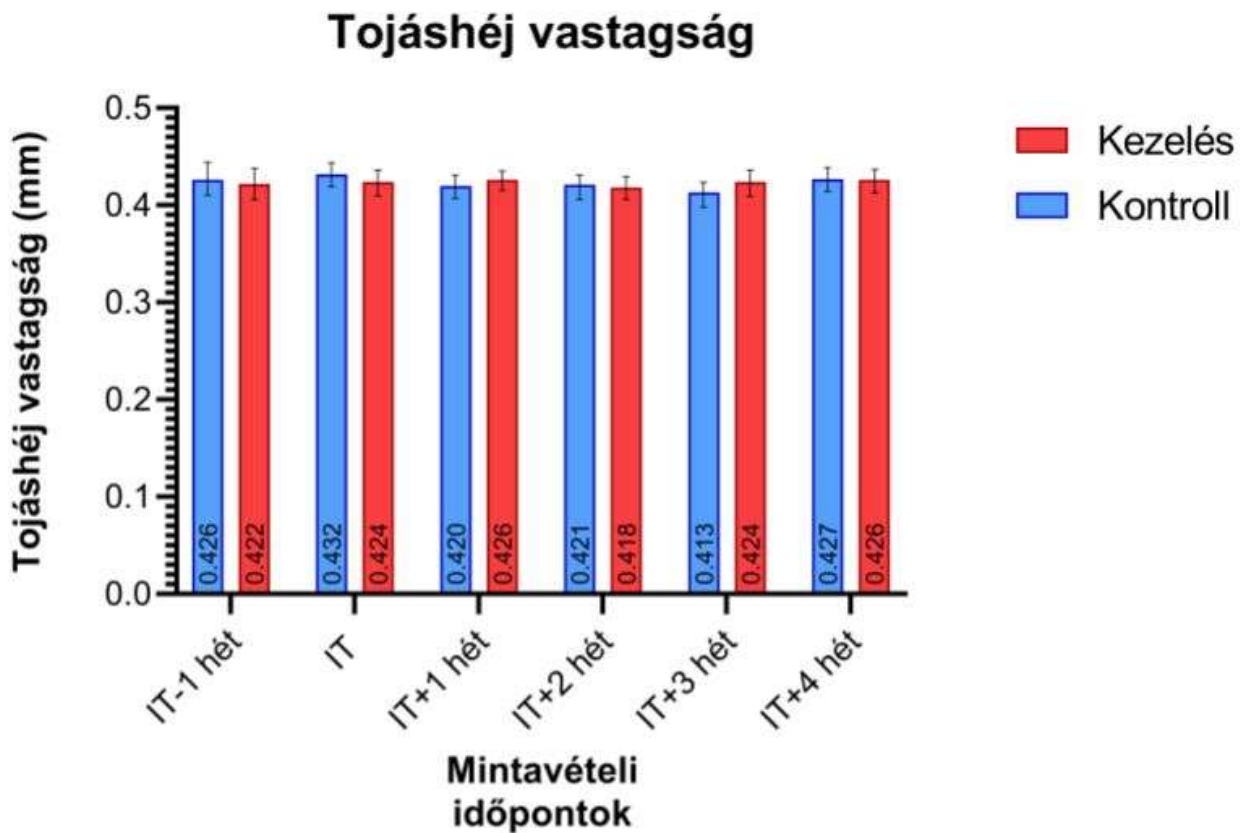
5. ábra: Tojánhéj szilárdsága (N) a mintavételi időpontokban (IT-1 hét: itatás előtt 1 héttel; IT: itatáskor; IT+1 hét: itatás után 1 héttel; IT+2 hét: itatás után 2 héttel; IT+3 hét: itatás után 3 héttel; IT+4 hét: itatás után 4 héttel). Forrás: saját ábra.

enyhe csökkenés  $4,48 \pm 1,03$  volt megfigyelhető, míg a kísérleti csoportban növekedett a héjszilárdság ( $4,69 \pm 0,27$  N). A további hetekben a kontroll csoport értékei közel azonosan

alakultak – 2. hét  $4,25 \pm 1,08$  N, 3. hét  $4,27 \pm 1,33$  N, 4. hét  $4,55 \pm 1,07$  N. Ugyanebben az időszakban a kísérleti csoport értékei jellemzően 4,6 körüli értéket mutattak (2. hét  $4,35 \pm 0,97$  N, 3. hét  $4,67 \pm 1,17$  N, 4. hét  $4,60 \pm 1,21$  N). Bár a tojáshéj szilárdságára vonatkozó vizsgálatok eredményei szignifikáns eltéréseket nem mutattak sem a csoportok, sem az egyes időpontok között, a kísérleti csoport tojásainak héjszilárdsága valamelyest kedvezőbben alakult a kontroll csoporthoz viszonyítva a kezelést követő 4 hétben.

#### 4.3.3. Tojáshéj vastagság

A tojások vizsgálata során mértük a tojáshéj vastagságát, amelynek eredményeit a 6. ábra tartalmazza. A kezelés előtt történt mintavétel alkalmával a két csoportban azonos volt a tojások héjának átlagos vastagsága (kontroll csoport  $0,43 \pm 0,02$  mm kezelt csoport  $0,42 \pm 0,02$  mm). Az adalékanyag itatásának befejezésekor a kontroll csoportban  $0,43$  mm-t mértem,  $0,02$  mm szórással, míg a kezelt csoport tojásának héjának vastagsága  $0,42$  mm volt,  $0,02$  mm szórással. A kezelés utáni 1. héten a kontroll tojások héjvastagsága ( $0,42 \pm 0,02$  mm) megegyezett a kezelttel ( $0,43 \pm 0,02$  mm). A további mintavételek alkalmával a kontroll csoport tojásainak



6. ábra: A tojáshéj vastagsága (mm) a mintavételi időpontokban (IT-1 hét: itatás előtt 1 héttel; IT: itatáskor; IT+1 hét: itatás után 1 héttel; IT+2 hét: itatás után 2 héttel; IT+3 hét: itatás után 3 héttel; IT+4 hét: itatás után 4 héttel). Forrás: saját ábra.

héjvastagsága 0,41-0,43 mm között ingadozott (2. hét  $0,42\pm 0,02$  mm, 3. hét  $0,41\pm 0,03$  mm, 4. hét  $0,43\pm 0,02$  mm). Ugyanebben az időszakban hasonlóan alakult a kísérleti tojások héjának vastagsága is (2. hét  $0,42\pm 0,02$  mm, 3. hét  $0,42\pm 0,02$  mm, 4. hét  $0,43\pm 0,02$  mm). Az eredmények értékelése során nem állapítottunk meg szignifikáns eltérést a tojáshéj vastagságában egyetlen mintavételi időpontban sem a csoportok között és a csoportokon belül sem.

## **5. Következtetések és javaslatok**

A kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy az általunk alkalmazott adalékanyag a kísérlet időtartama alatt számottevő változást nem okozott. A kontroll és a kezelt csoportok összehasonlítása során nem mutatkozott jelentős különbség sem a tojások tömegében, sem a héj szilárdságában, illetve vastagságában. Ugyanakkor a termelési paraméterekben a két csoport között tapasztalható volt némi különbség. Elsődlegesen a termelés intenzitása mutatott eltérést a kezelt csoport javára és ez a kísérlet teljes ideje alatt fennállt. Továbbá az elhullások aránya is a kezelt csoportban alakult kedvezőbben. A II. osztályú tojások aránya mindkét csoportban hasonlóan alakult.

Összességében tehát a készítmény itatásának az adott kísérleti körülmények között nem volt kimutatható eredménye, de különböző kísérleti paraméterek változtatásával, illetve más módszerekkel érdemes lehet további kutatásokat végezni, ugyanis más vonatkozásban mutatkozhatnak eltérések a kezelt és kontroll csoport között.

### **5.1. A takarmány kalcium tartalma és adagolása**

A kísérlet elkezdése előtt mintát vettem a tyúkok takarmányából táplálóanyag-tartalom vizsgálat céljából. Eredményeim alapján jelentős eltérés mutatkozott a két istálló mintája között kalcium tartalom tekintetében, holott a takarmányösszetétel azonos volt. E jelenség több tényező következménye lehet. Jelentős befolyásoló tényező lehet az osztályozódás. A kalciumforrást a keveréktakarmány 3 féle fizikai formában- gritt, gríz és por – tartalmazta, amelyek akár a gyártás, akár a szállítás során osztályozódhatnak. Jelen kísérletben a tyúkok dercés formában kapták a takarmányt, ami lehetőséget ad erre. Az osztályozódás problémáját azonban egy durva morzsa állagú takarmánnyal lehetne orvosolni. A kedvezőbb termelési intenzitás háttérében esetlegesen állhat a kísérleti csoport kedvezőbb kalcium ellátottsága, bár tény, hogy a héj minősége a két csoportban teljesen azonosan alakult az eltérő kalciumellátás ellenére. Ennek háttérében az a tény állhat, hogy irodalmi adatok szerint, amennyiben a takarmány Ca-tartalma eléri a 3,6-3,9%-ot a héj minősége további Ca-kiegészítés esetén általában számottevően nem javul (Jiang et al., 2013; Pastore et al., 2012)

Korábbi tanulmányok alapján a közvetlenül sötét periódus előtt adagolt kalciumforrás hatékonyabban hasznosul, mivel a tojás képződése a sötét periódusra tehető. (Saki et al., 2019). Ezen ismeret alapján célszerű lenne megvizsgálni milyen hatással lenne a tojások tulajdonságaira a készítmény esti adagolása.

Vizsgálati eredményeim alapján a kontroll keveréktakarmány Ca-tartalma megfelelő ellátottságot biztosít a normális tojástermeléshez. Célszerű lenne az adalékanyaggal a kísérletet olyan körülmények között megismételni, amikor a takarmány Ca-tartalma nem elégíti ki teljes mértékben a tyúkok szükségletét.

## **5.2. A kiegészítő itatás időtartama**

A vizsgálatunk során a kísérletbe vett állomány 3 napon keresztül kapta a „Osteo Vital” készítményt. Az eredmények tükrében felmerül a kérdés, hogy a telep által választott dózis és a kezelés időtartama megfelelő-e a várt hatás kiváltásához? Egy kísérletben, melyben több héten keresztül etettek kalcium-propionát és kalcium-butirát kiegészítést a tojótyúkok tojás minőségének javítására, szignifikáns változásokat értek el a tojáshéj vastagságában 8 hetes kezelés során (Song et al., 2022). Habár a takarmányeredetű tojásmínőség változások viszonylag rövid időn belül kialakulnak, a mineralizációt érintő változások feltehetően hosszabb időt vesznek igénybe, ezért célszerű lehet a kísérletet hosszabb vizsgálati periódussal megismételni. Emellett lehetségesnek tartom, hogy a készítmény itatási periódusának sűrítése is célszerű lenne.

## **5.3. Itató víz minősége**

A folyékony adalékanyag hasznosulása rossz minőségű ivóvíz esetén számos problémába ütközhet. A víz szennyezettsége vagy magas ásványi anyag tartalma káros hatással lehet a tojótyúkok egészségére, ami csökkent termeléshez vagy egészségügyi problémákhoz vezethet. A kísérletben segítségemre volt a telepet ellátó állatorvos szakember, aki kutatott a telepen használt vízzel kapcsolatban szakállatorvosi képzése kapcsán. Vizsgálatában leírja, hogy a telepen használt fűrt kútról használt víz minőségét a bemosódó szennyvíz rontotta, ami a tojást termelő állatoknál is termelés kiesést okozhat. (Domján Gábor, 2019) Az ivóvíz összetétele, ásványianyag-tartalma, pH-ja befolyásolhatja a készítmény hatóanyagainak oldódását, felszívódó képességét és ezzel értékesülését. Ezért a kísérlet ismétlése esetén az ivóvíz kémiai vizsgálata is feltétlenül szükséges (Domján Gábor, 2019).

## 6. Összefoglalás

Dolgozatom témája egy folyékony adalékanyag hatásának vizsgálata egy Székesfehérváron működő árutojást termelő baromfi telepen. A kísérletben használt anyag a magyarországi HAJDUVET Kft. által forgalmazott „Osteo Vital” folyékony készítmény, amely főként kalcium- és magnézium vegyületeket tartalmaz, többféle vitamin és nyomelem mellett. A termelő tyúkok immunrendszerének támogatásán túl a jobb termelési mutatók elérése is cél a termék használatával. Jelen kísérletben elsődlegesen a tojáshéj minőségére gyakorolt hatásának vizsgálata állt a fókuszban. A tojáshéj minőségét számos tényező befolyásolja. A dolgozatban kifejtésre kerül a takarmányozás jelentősége, a kalcium ellátás fontossága, a genotípus, a környezeti tényezők, a különböző stressz faktorok és az ivóvíz minősége is.

A tojáshéj minősége és szilárdsága kritikus tényező a tojástermelés során. Elsődlegesen a héj védi a tojást a káros külső behatásoktól, mint például a mechanikai sérülésektől vagy a kórokozók bejutásától. Emellett a tojáshéj minősége fontos tényező a vásárlói preferenciák szempontjából, valamint kereskedelmi szempontból is, hiszen meghatározza a termék szállíthatóságát és közvetetten eltarthatóságát egyaránt. Ezért a héj megfelelő szilárdsága elengedhetetlen a hatékony és eredményes tojástermeléshez és értékesítéshez.

A kísérletben két csoport került kialakításra, azonos életkorú és közel azonos létszámú Lohmann Brown Classic egyedekkel, azonos takarmányozással és tartástechnológiával. A két csoport közötti egyetlen különbség a készítmény itatása volt. A 7-es ólban volt a kontroll csoportunk és a 11-es ólban termelő tyúkok kapták a készítményt 3 napig tartó itatásos adagolással, 5 l/istálló dózisban. A kísérlet során összesen 6 mintavételezés történt. A tojásmintákat a Magyar Agrártudományi Egyetem Gödöllői Campusán, az ÉTI Takarmánybiztonsági Tanszékén analizáltuk. A vizsgálat során elsődlegesen a héj szilárdsága, a héj vastagsága és a tojások tömege került fókuszba. Az itatástól számítva 4 héten keresztül 60-60 tojást mintáztam, mind a kontroll, mind a kezelt csoportban. Az adatok rögzítését, majd feldolgozását követően a statisztikai elemzés során nem mutatkozott szignifikáns eltérés egyetlen mért paraméter tekintetében sem. A készítmény hatása tehát ebben a kísérleti formában nem hozott jelentős változást a vizsgált tulajdonságok között. Megfontolandó a továbbiakban egy újabb kísérlet végrehajtása, amely során a paraméterek, például a dózis vagy a kezelés időtartamának módosításával történik vizsgálat. Továbbá célszerű lenne modell kísérlet formájában, kis létszámú állománnyal csökkentett takarmány-Ca-tartalom esetén vizsgálni a készítmény hatásait.



## 7. Irodalomjegyzék

- Abu-Serewa, S., Karunajeewa, H., 1985. A comparison of methods for rehabilitating aging hens. *Aust. J. Exp. Agric.* 25, 320. <https://doi.org/10.1071/EA9850320>
- Al-Batshan, H.A., Scheideler, S.E., Black, B.L., Garlich, J.D., Anderson, K.E., 1994. Duodenal Calcium Uptake, Femur Ash, and Eggshell Quality Decline with Age and Increase Following Molt. *Poult. Sci.* 73, 1590–1596. <https://doi.org/10.3382/ps.0731590>
- Amevor, F.K., Cui, Z., Ning, Z., Du, X., Jin, N., Shu, G., Deng, X., Zhu, Q., Tian, Y., Li, D., Wang, Y., Zhang, Z., Zhao, X., 2021. Synergistic effects of quercetin and vitamin E on egg production, egg quality, and immunity in aging breeder hens. *Poult. Sci.* 100, 101481. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101481>
- Arpášová, H., Halaj, M., Halaj, P., 2010. Eggshell quality and calcium utilization in feed of hens in repeated laying cycles. *Czech J. Anim. Sci.* 55, 66–74. <https://doi.org/10.17221/90/2009-CJAS>
- Balnave, D., Yoselewitz, I., 1987. The relation between sodium chloride concentration in drinking water and egg-shell damage. *Br. J. Nutr.* 58, 503–509. <https://doi.org/10.1079/BJN19870118>
- Berry, W., 2003. The physiology of induced molting. *Poult. Sci.* 82, 971–980. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.971>
- Chen, J., Balnave, D., 2001. The influence of drinking water containing sodium chloride on performance and eggshell quality of a modern, colored layer strain. *Poult. Sci.* 80, 91–94. <https://doi.org/10.1093/ps/80.1.91>
- Chukwuka, O. K., Okoli, I. C., Okeudo, N. J., Udedibie, A. B. I., Ogbuewu, I. P., Aladi, N. O., Iheshiulor O.O.M., Omede, A. A. (2011). Egg quality defects in poultry management and food safety. *Asian Journal of Agricultural Research*, 5(1), 1-16. Curtis, P.A., Gardner, F.A., Mellor, D.B., n.d. A Comparison of Selected Quality and Compositional Characteristics of Brown and White Shell Eggs. I. Shell Quality.
- Dennis, J.E., Xiao, S., Agarwal, M., Fink, D.J., Heuer, A.H., Caplan, A.I., 1996. Microstructure of matrix and mineral components of eggshells from White Leghorn chickens (*Gallus gallus*). *J. Morphol.* 228, 287–306. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4687\(199606\)228:3<287::AID-JMOR2>3.0.CO;2-#](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4687(199606)228:3<287::AID-JMOR2>3.0.CO;2-#)
- Dominguez-Vera, J.M., Garcia-Ruiz, J.M., Gautron, J., Nys, Y., 2000. The Effect of Avian Uterine Fluid on the Growth Behavior of Calcite Crystals. *Poult. Sci.* 79, 901–907. <https://doi.org/10.1093/ps/79.6.901>
- Domján Gábor, 2019. ITATÓVÍZ HIGIÉNIÁI PARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA KETRECES TARTÁSÚ TOJÓ- ÉS JÉRCEÁLLOMÁNYOKBAN Esettanulmány.
- Dorminey, R.W., Jones, J.E., Wilson, H.R., 1965. Influence of Cage Size and Frightening on Incidence of Body Checked Eggs. *Poult. Sci.* 44, 307–308. <https://doi.org/10.3382/ps.0440307>
- Galea, F., 2011. Nutrition and food management. Santiago Compost.
- Garlich, J., Brake, J., Parkhurst, C.R., Thaxton, J.P., Morgan, G.W., 1984. Physiological Profile of Caged Layers During One Production Year, Molt, and Postmolt: Egg Production, Egg Shell Quality, Liver, Femur, and Blood Parameters. *Poult. Sci.* 63, 339–343. <https://doi.org/10.3382/ps.0630339>
- Gautron, J., Hincke, M.T., Panheleux, M., Garcia-Ruiz, J.M., Boldicke, T., Nys, Y., 2001. Ovotransferrin is a Matrix Protein of the Hen Eggshell Membranes and Basal Calcified Layer. *Connect. Tissue Res.* 42, 255–267. <https://doi.org/10.3109/03008200109016840>

- Glatz, P. C. (1993). Cool drinking water for layers and broilers in summer. In Proceedings of the 9th Australian Poultry and Feed Convention, Gold Coast, Australia, 1993 (pp. 202-205).
- Hatta, H., Kapoor, M.P., Juneja, L.R., 2008. Bioactive Components in Egg Yolk, in: Mine, Y. (Ed.), *Egg Bioscience and Biotechnology*. Wiley, pp. 185–237.  
<https://doi.org/10.1002/9780470181249.ch5>
- Hatten, L.F., Ingram, D.R., Pittman, S.T., 2001. Effect of Phytase on Production Parameters and Nutrient Availability in Broilers and Laying Hens: A Review. *J. Appl. Poult. Res.* 10, 274–278. <https://doi.org/10.1093/japr/10.3.274>
- Hocking, P.M., Bain, M., Channing, C.E., Fleming, R., Wilson, S., 2003. Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *Br. Poult. Sci.* 44, 365–373.  
<https://doi.org/10.1080/0007166031000085535>
- Hurwitz S., 1990. Effect of nutrition on egg quality. 235-254 ref. 163
- Jiang S., Cui L., Shi C., Ke X., Luo J., Hou J, 2013. Effects of dietary energy and calcium levels on performance, egg shell quality and bone metabolism in hens. *Vet. J.*, 198: 252–258
- Joyner, C.J., Peddie, M.J., Taylor, T.G., 1987. The effect of age on egg production in the domestic hen. *Gen. Comp. Endocrinol.* 65, 331–336. [https://doi.org/10.1016/0016-6480\(87\)90117-1](https://doi.org/10.1016/0016-6480(87)90117-1)
- Lee, K., 1982. Effects of Forced Molt Period on Postmolt Performance of Leghorn Hens. *Poult. Sci.* 61, 1594–1598. <https://doi.org/10.3382/ps.0611594>
- Mabe, I., Rapp, C., Bain, M., Nys, Y., 2003. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. *Poult. Sci.* 82, 1903–1913.  
<https://doi.org/10.1093/ps/82.12.1903>
- Magdelaine, P., 2011. Egg and egg product production and consumption in Europe and the rest of the world, in: *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products*. Elsevier, pp. 3–16. <https://doi.org/10.1533/9780857093912.1.3>
- Nys, Y., 1986. Relationships between age, shell quality and individual rate and duration of shell formation in domestic hens. *Br. Poult. Sci.* 27, 253–259.  
<https://doi.org/10.1080/00071668608416878>
- Nys, Y., 1999. Nutritional factors affecting eggshell quality. *Czech Journal of Animal Science (Czech Republic) Volume 44 Issue 3 ISSN 1212-1819*
- Panheleux, M., Bain, M., Fernandez, M.S., Morales, I., Gautron, J., Arias, J.L., Solomon, S.E., Hincke, M., Nys, Y., 1999. Organic matrix composition and ultrastructure of eggshell: A comparative study. *Br. Poult. Sci.* 40, 240–252.  
<https://doi.org/10.1080/00071669987665>
- Pastore, S.M., Gomes, P.C., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Calderano, A.A., Vellasco, C.R., Viana, G.D.S., Almeida, R.L.D., 2012. Calcium levels and calcium: available phosphorus ratios in diets for white egg layers from 42 to 58 weeks of age. *Rev. Bras. Zootec.* 41, 2424–2432. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012001200007>
- Pllana, M., Miftari, I., Bytyqi, N., Hyseni, V., 2015. The Market of Eggs, Consumption, and Consumer Behavior: *Int. J. Sustain. Econ. Manag.* 4, 15–24.  
<https://doi.org/10.4018/IJSEM.2015040102>
- Rahman, M. A., Ray, D., Redoy, M. R., & Al-Mamun, M. (2021). Dose titration of herbs mixture powder supplementation on laying performance and egg quality in commercial layer chicken. *Livest Res Rural Dev*, 33, 1.

- Reynard, M., Savory, C.J., 1999. Stress-induced oviposition delays in laying hens: Duration and consequences for eggshell quality. *Br. Poult. Sci.* 40, 585–591. <https://doi.org/10.1080/00071669986945>
- Richter, G., Kiessling, G., Ochrimenko, W. I., & Luedke, H. (1999). Influence of particle size and calcium source on limestone solubility in vitro, performance and eggshell quality in laying hens.
- Roberts, J.R., Choct, M., 2006. Effects of commercial enzyme preparations on egg and eggshell quality in laying hens. *Br. Poult. Sci.* 47, 501–510. <https://doi.org/10.1080/00071660600834175>
- Rodrigues, E.A., Oliveira, M.C.D., Cancherini, L.C., Duarte, K.F., Santana, L.F., Junqueira, O.M., 2013. Calcium in pre-laying and laying rations on the performance and quality of laying hens' eggshell. *Acta Sci. Anim. Sci.* 35, 153–157. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i2.16555>
- Roland, D.A., Brake, J., 1982. Influence of Premolt Production on Postmolt Performance with Explanation for Improvement in Egg Production Due to Force Molting. *Poult. Sci.* 61, 2473–2481. <https://doi.org/10.3382/ps.0612473>
- Roland, D.A., Bryant, M., 1994. Influence of Calcium on Energy Consumption and Egg Weight of Commercial Leghorns. *J. Appl. Poult. Res.* 3, 184–189. <https://doi.org/10.1093/japr/3.2.184>
- Saki, A., Rahmani, A., Yousefi, A., 2019. Calcium particle size and feeding time influence egg shell quality in laying hens. *Acta Sci. Anim. Sci.* 41, 42926. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v41i1.42926>
- Song, M., Jiao, H., Zhao, J., Wang, X., Li, H., Wang, P., Ma, B., Sun, S., Lin, H., 2022. Dietary Supplementation of Calcium Propionate and Calcium Butyrate Improves Eggshell Quality of Laying Hens in the Late Phase of Production. *J. Poult. Sci.* 59, 64–74. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0200127>
- Stanciu, M.C., 2019. STUDY REGARDING THE EGG'S CONSUMPTION AND THE PERCEPTION REGARDING THE EGG'S QUALITY 19.
- Szöllősi L., Molnár S., Molnár G., Horn P., Sütő Z., 2017. A tojás mint alapvető és funkcionális élelmiszer táplálkozás-élettani jelentősége. *Táplálkozásmarketing* 4, 7–22. <https://doi.org/10.20494/TM/4/1-2/2>
- Tyler, C., Geake, F.H., 1964. The effect of water on egg shell strength including a study of the translucent areas of the shell. *Br. Poult. Sci.* 5, 277–284. <https://doi.org/10.1080/00071666408415541>
- Wolc, A., Arango, J., Settar, P., O'Sullivan, N.P., Olori, V.E., White, I.M.S., Hill, W.G., Dekkers, J.C.M., 2012. Genetic parameters of egg defects and egg quality in layer chickens. *Poult. Sci.* 91, 1292–1298. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-02130>
- Xu, C.-L., Ji, C., Ma, Q., Hao, K., Jin, Z.-Y., Li, K., 2006. Effects of a Dried *Bacillus subtilis* culture on egg quality. *Poult. Sci.* 85, 364–368. <https://doi.org/10.1093/ps/85.2.364>

## 8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. *ábra: Képek az istálló külsejéről és a ketreces technológiáról. Forrás: saját kép. 18. oldal*
  2. *ábra: Osteovital készítmény (Forrás: alphaportal2.hu) 20. oldal*
  3. *ábra: DET6500 analízátor. Forrás: saját kép. 21. oldal*
  4. *ábra: A tojások tömege (g) a mintavételi időpontokban (IT-1 hét: itatás előtt 1 héttel; IT: itatáskor; IT+1 hét: itatás után 1 héttel; IT+2 hét: itatás után 2 héttel; IT+3 hét: itatás után 3 héttel; IT+4 hét: itatás után 4 héttel). Forrás: saját ábra. 26. oldal*
  5. *ábra: Tojáshéj szilárdsága (N) a mintavételi időpontokban (IT-1 hét: itatás előtt 1 héttel; IT: itatáskor; IT+1 hét: itatás után 1 héttel; IT+2 hét: itatás után 2 héttel; IT+3 hét: itatás után 3 héttel; IT+4 hét: itatás után 4 héttel). Forrás: saját ábra. 27. oldal*
  6. *ábra A tojáshéj vastagsága (mm) a mintavételi időpontokban (IT-1 hét: itatás előtt 1 héttel; IT: itatáskor; IT+1 hét: itatás után 1 héttel; IT+2 hét: itatás után 2 héttel; IT+3 hét: itatás után 3 héttel; IT+4 hét: itatás után 4 héttel). Forrás: saját ábra. 28. oldal*
- 
1. *táblázat A 7-es, vagyis a kontroll csoport takarmányának (nedves kémiás laboratóriumi vizsgálat) beltartalmi eredménye (Forrás: Vitafort Zrt. laboratóriuma) 23. oldal*
  2. *táblázat: A II-es, vagyis a kezelt csoport takarmányának (nedves kémiás laboratóriumi vizsgálat) beltartalmi eredménye (Forrás: Vitafort Zrt. laboratóriuma) 24. oldal*
  3. *táblázat: Termelési adatok a kísérlet alatt (a mintavételeknek megfelelően, hetekre lebontott tojástermelés, ebből adódó összesített tojásszám, a termelés intenzitása a kísérlet egész időtartamára vetítve, az I. és II. osztályú tojások aránya a kísérlet egész időtartamára vetítve, az elhullások mértéke a kísérlet egész időtartamára vetítve. (Forrás: saját táblázat). 25. oldal*

## NYILATKOZAT

### diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Borsós Gábor Balázs  
A Hallgató Neptun kódja: I0GKLO  
A dolgozat címe: Folyékony takarmány adalékanyag hatása a tojáshéj minőségi mutatóira  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élettani és Takarmányozási Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Takarmánybiztonsági 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.

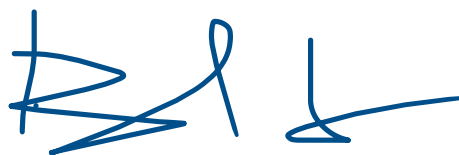
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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. április 20.



Hallgató aláírása

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /  
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

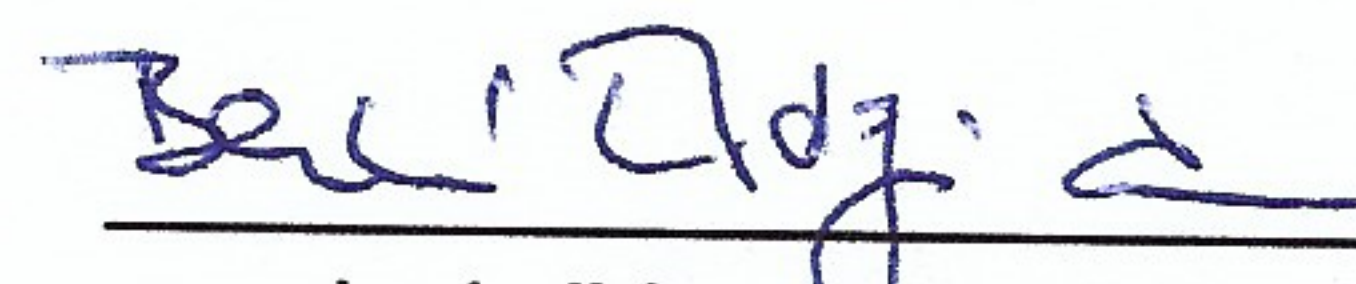
NYILATKOZAT

BORSÓS GÁBOR BALÁZS (név) (hallgató Neptun azonosítója: 10GKLO)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a  
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót<sup>1</sup> 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 javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: 2024 év 04. hó 18. nap

  
belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendó.