



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Kaposvári Campus
Takarmányozási és Takarmánybiztonsági Mérnöki Szak

**Korai takarmányozással biztosított metionin ellátás hatása a
brojlerek teljesítményére és egyes immunparamétereire**

Témavezető:	Dr. Halas Veronika Katalin Egyetemi docens, Tanszékvezető
Társ-témavezető:	Dr. Ács Virág Tudományos munkatárs
Készítette:	Csötönyi Orsolya Neptun kód: QXFL15 Nappali tagozat
Intézet:	Élettani és Takarmányozástani Intézet
Tanszék:	Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszék

Kaposvár

2022

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1 <i>In ovo</i> eljárás a kezdetektől napjainkig	5
2.2 <i>In ovo</i> takarmányozás	6
2.2.1 Szénhidrát kiegészítés	7
2.2.2 Aminosav kiegészítés	8
2.2.3 Vitamin és antioxidáns kiegészítés	12
2.3 Korai takarmányozás gél állagú takarmánykiegészítővel.....	12
2.4 A korai takarmányozás jelentősége	13
2.5 Irodalmi adatokból levonható következtetések	15
3. Célkitűzés	16
4. Anyagok és módszerek.....	17
4.1 Kezelések, keltetés	17
4.2 <i>In ovo</i> beavatkozás.....	21
4.3 Telepítés, a madarak elhelyezése és az alkalmazott állatkísérleti módszerek.....	22
4.4 A takarmányok kémiai analízise	23
4.5 A kísérleti adatok statisztikai analízise.....	27
5. Eredmények és értékelésük	28
6. Összefoglalás	42
7. Köszönetnyilvánítás	43
8. Irodalomjegyzék	44
9. Nyilatkozatok.....	48

1. Bevezetés

Magyarország állattenyésztésében a baromfihús előállításnak van a legnagyobb részaránya. A szektor versenyképessége érdekében a termelés eredményességének és hatékonyságának növelése alapvető fontosságú. Lényeges az egészséges és biztonságos élelmiszerelőállítás a világviszonylatban egyre növekvő népesség szempontjából is, ami egyértelműen növeli a baromfi iránti keresletet is. Számos szerző szerint az úgynevezett korai takarmányozási módszerekkel nagymértékben csökkenteni lehet az ágazatban felhasznált antibiotikumok és egyéb gyógyszerkészítmények mennyiségét (Jha és mtsai., 2019, Siwek és mtsai, 2018). A naposmadarak életképességének növelése érdekében többféle korai takarmányozási módszer került kidolgozásra. Ezek egyik „klasszikus” formája a szállító dobozban biztosított speciális, hidrogél takarmány-kiegészítő (Edens és mtsai, 1998; Batal és Parsons 2002). További, innovatív megoldás a madárembrió külső forrásból származó táplálóanyag ellátása, ezt a módszert hívjuk *in ovo* takarmányozásnak

A baromfi életének legkritikusabb pontja a tojásból való kikelés. Az említett korai takarmányozási módszerekkel segíthetünk a naposmadaraknak ezt a kritikus pontot minél könnyebben átvészelni, hiszen a jobb indulás általában a nevelés teljes időszakában előnyt jelent. Az *in ovo* eljárás során egy kis lyukat ejtünk a tojás héján és légkamráján és ezen át juttatjuk be az amnionba a kiválasztott, oldatba vitt táplálóanyagot. A kelés utolsó napjaiban az amnion folyadékot az embrió elfogyasztja, így a bejuttatott táplálóanyag biztosan az embrió szervezetébe épül. A szénhidrátok, aminosavak, vitaminok és antioxidánsok, probiotikumok a jelenlegi kutatási eredmények alapján egyaránt képesek *in ovo* módszerrel a tojásba juttatva a madarak fejlődését támogatni.

A gyakorlatban a legelterjedtebben alkalmazott korai takarmányozási módszer – mely egyúttal költséghatékony is - a gél állagú takarmánykiegészítő, amely a takarmányhoz jutás előtti időszakban alkalmazandó. A naposmadarak a szállítóládában vagy fogadáskor jutnak hozzá. A hidrogél fogyasztása magas víztartalmának köszönhetően megakadályozza a szállításkor, fogadáskor fellépő dehidratációt. Különböző takarmányadalékokkal, pl. pre- vagy probiotikummal dúsítva azonban nem csak a naposmadarak hidratáltságát növelhetjük, de támogathatjuk a bélflórájuk kedvező irányba alakulását (Siwek és mtsai, 2018). A tápcsatorna minél korábbi eubiotikus állapota elősegítheti a bélrendszer egészséges felszívó felületének kialakulását, ezáltal megkönnyítve a szilárd takarmány emésztését (Jha és mtsai, 2019).

A baromfitakarmányozás tekintetében a metionin - mint limitáló aminosav - kivételesen fontos, hiszen a gyors növekedésű hibridek metionin igénye magasabb a nagyobb vágási kihozatal, alacsonyabb abdominális zsír és kedvezőbb takarményértékesítő képesség miatt (Lemme és mtsai, 2005, Bunchasak, 2009, Ratriyanto és mtsai, 2018, Chen és mtsai, 2013, Yodseranee és Bunchasak, 2012). Főként a teljesítmény növelésének érdekében számos kutatásban (Ratriyanto és mtsai, 2018, Chen és mtsai, 2013, Yodseranee és Bunchasak, 2012) olvashatunk a metionin felhasználásáról a baromfitakarmányozásban. A fehérjeszintézis során a metionin lánckezdő aminosav, így hiánya alapvetően gátolja fehérjebeépülést. Kén tartalmú aminosav lévén a tollasodás mértékét is befolyásolja. A metionin a védekező funkciókban is fontos szerepet tölt be, hiányában a limfociták proliferációja gátolt (Klein és Pearce, 2019), részt vesz továbbá az antioxidáns státusz normál fenttartásában szerepet játszó enzimek szintézisében (Martínez és mtsai, 2017). A gél állagú takarmánykiegészítők aminosavakkal való dúsítása a gyakorlatban még nem elterjedt módszer. Kísérletünkben a korai metionin kiegészítést *in ovo*, illetve hidrogéllal biztosítottuk a madaraknak, azzal a céllal, hogy megvizsgáljuk milyen hatással vannak a madarak életképességére, növekedési teljesítményére, valamint egyes immunparamétereire.

2. Szakirodalmi áttekintés

Az 1950-es évek óta egyes hibridek genetikai fejlődése óriási, a felnevelés ideje napjaink modern húshibridjei esetében 40%-kal csökkent, a vágási súlyuk pedig a duplájára nőtt (Givisiez, 2020). Keléskori testsúlyukat ötvenszeresére növelhetik 35 nap alatt, ami azonban csak akkor lehetséges, ha a takarmánnyal felvett emészthető táplálóanyagok kielégítik a madarak szervezetének igényeit. A kelés utáni néhány napnak döntő fontossága van a csontozat és a tápcsatorna fejlődésében, beleértve a bélhám strukturális és funkcionális változásait, valamint a mikrobióta fejlődését. A keltetői gyakorlatnak és a madarak gyakran hosszú ideig tartó szállításának köszönhetően a naposcsibék a telepítése 2-4. életnapon történik, aminek következtében nőhet az elhullás és kisebb élősúly jellemezheti őket a nevelés teljes idejében (de Jong és mtsai, 2017). A hosszú ideig tartó koplálás következtében a *postnatalis* (kelés utáni) időszakban a madarak fejlődése a kívánatosnál gyengébb, ellenálló képességük romlik, a fajlagos mutatókat pedig gyengén teljesítik. Az életkilátásaik azonban növelhetők, ha a kikelt madarak korai takarmányozással már a keltetőben takarmányhoz jutnak, illetve az embriót különböző táplálóanyagokhoz juttatjuk még a tojásban való fejlődés során. A két eljárás együtt is alkalmazható (Dublecz és mtsai, 2008).

2.1 *In ovo* eljárás a kezdetektől napjainkig

Az *in ovo* eljárás több évtizedes múltra tekint vissza. Kezdetben, a nyolcvanas években a Marek-féle betegség elterjedésének megakadályozásánál bizonyult eredményesnek az *in ovo* vakcinázás (Sharma és Burmester, 1982). Az immunizálásra használt oldat (folyadék, antigén, adjuváns) típusa, koncentrációja és a bejuttatás helye azonban jelentősen függ az embrió korától és genotípusától is. A különböző *in ovo* eljárások között találunk olyanokat is, melyek a légkamrába, az *allantoisba*, a tojás szikbe, vagy az embrió testébe juttatják az adott folyadékot. Ezen belül megkülönböztethetünk *subcutan* (bőr alatti), intramuszkuláris (vázizom) és *intra abdominalis* (hasfal) *in ovo* eljárásokat is, amennyiben az injekció közvetlenül az embrió testébe kerül (Avakian, 2006). Az *in ovo* eljárás történhet a fejlődés korai szakaszában (1-17. nap) illetve a késői embrió fejlődés során (17-21. nap). Uni és mtsai (2005) szerint a legoptimálisabb időszak késői fejlődési szakasz, hiszen az embrió ekkor fogyasztja el az amnion folyadékot, ezáltal az alkalmazott vakcina akár 90%-os védettséget biztosít (Wakenell és mtsai., 2002). Laboratóriumi körülmények között a módszer kis létszámban

működőképesnek bizonyult, így több vállalat kísérletet tett rá, hogy tömegesen képes legyen a tojások *in ovo* oltására az állatvédelmi előírások betartásával (Williams, 2007). Ezek a gépek ma már rutinszerűen végzik a vakcinázást.

Az *in ovo* vakcinázás gyakorlata lehetőséget adott egy új terület - az *in ovo* takarmányozás - kibontakozásához.

2.2 *In ovo* takarmányozás

Az *in ovo* táplálás lehetőségét és eredményességét 2003-ban publikálták (Uni és Ferket, 2003). Az első vizsgálatokban, nagy mennyiségben (0.4 – 1.2 ml) juttattak különböző szénhidrát oldatokat az amnionba az embrió megsértése nélkül, hiszen a kelés előtti napokban az embrió ezt a folyadékot fogyasztja „táplálékként”. A módszertől azt várták, hogy képes lesz javítani a korai fejlődést, a hizlalási teljesítményt, elsősorban a mellizom arányát és minőségét, valamint a takarmányértékesítést. A későbbi vizsgálatokban igazolták, hogy az embrionális korban biztosított speciális táplálóanyagok növelhetik a bélhám felületét és segíthetik annak fejlődését, ezáltal támogatva az embriók egészségét. Az idevonatkozó kutatásokban (Uni és mtsai, 2005, Foye és mtsai, 2006, Givisiez és mtsai, 2020) *in ovo* takarmányozás számos előnyét igazolták úgy, mint a keltetés utáni mortalitás és morbiditás csökkenése, a felvett tápanyagok nagyobb mértékű hasznosulása már korai életkorban, hatékonyabb immunválasz, a vázrendszer fejlődési rendellenességeinek megelőzése és csökkentése, valamint fokozott izomfejlődés és nagyobb mellizom arány. A modell vizsgálatok során az *in ovo* táplált madarak kelési súlya 1-7 százalékkal nőtt a kontroll csoport súlyával szemben és ezt az előnyt legalább 35 napig megtartották (Uni és Smith, 2017). A táplálóanyagok széles palettája alkalmazható *in ovo* táplálás során, aminosav, szénhidrátok, vitaminok, zsírsavak, valamint ezek származékai. A korlátozó tényezők a beadott mennyiség, a fejlődési szakasz, a tű mérete és pozíciója, valamint a beadott készítmény ozmolaritása és koncentrációja lehetnek (Retes és mtsai, 2018). Az *in ovo* takarmányozás alkalmazása különösen hasznos lehet baromfi esetében a nagyüzemi, ipari körülmények között történő termelés folyamán, amikor a napos madár többnyire a szállítási folyamatok miatt akár 36-72 órán át nem jut táplálékhoz a kelést követő időszakban. Ez idő alatt testtömege csökken, a belek és izmok fejlődése visszaesik. Ez a súlyvesztés a későbbiekben csak nehezen hozható be, amely a termelésre is negatív hatást gyakorolhat. Ezen túlmenően a mai brojlervonalak intenzív szelekciója a nagyobb növekedési sebességre és mellizom arány növelésére irányult, emiatt megnövekszik az embriók energia- és

fehérjeigénye, amely szükségletet a tojásban alapvetően meglévő tápanyag mennyisége nem képes fedezni, így ez limitáló tényező lehet az embriók maximális növekedésére és fejlődésére nézve (Uni és Smith, 2017).

2.2.1 Szénhidrát kiegészítés

A glikogénkészletek feltöltöttsége meghatározó a kelés során és az azt követő időszakban, főként akkor, ha hosszú ideig nem jut a madár takarmányhoz. Az *in ovo* biztosított táplálálóanyagok közül a szénhidrátok energiaforrásként alkalmazhatóak. Egyes anyagok, mint például a β -hidroxi- β -metil-butirát (HMB) alkalmazása is pozitív eredményeket hozott, igazolást nyert, hogy hatással van az izomsejtek fejlődésére, ezáltal növeli a húskihozataalt (Tako és mtsai, 2004).

A májban és izmokban lévő glikogénkészletek energiát szolgáltatnak a napos madár túléléséhez. Ha a glikogén raktárak kiürülnek, akkor a madár a glükoneogenezishez az izmokból fog glükoplasztikus aminosavakat mobilizálni. Ez a növekedés ütemének visszaesését eredményezi, azaz kisebb súlyú madár fog kikelni és gyakran ezek életképessége is gyengébb. Ha az energia raktárak már a kelés során kimerülnek, akkor nőhet a kelésgyenge, befulladás aránya. A mobilizáció elsősorban a mellizomban tárolt fehérjéket érinti, így a hosszan tartó energiahányos állapot a mellizom arányát is csökkenti a napos madarakban. Ennek különböző szénhidrátok, mint maltóz, szacharóz, dextrin, hidroximetil-butirát oldat formájában való *in ovo* bejuttatása a keléskori súlyra és az izomarányra is kedvező hatással lehet. Ezt az előnyt a hízalás során is megtartják a madarak, intenzívebb kezdeti mellizomzat fejlődés lesz jellemző rájuk és magasabb vágáskori mellhúsarány (Uni és Ferket, 2003; Uni és mtsai, 2005; Foye és mtsai, 2006). Az izomsejtek fejlődésének szempontjából az *in ovo* takarmányozásnak abban az esetben van különösen nagy és pozitív szerepe, ha a kikelt madarak 36 órán át nem jutnak takarmányhoz a kelést követően (Kornasio és mtsai, 2011).

Salmanzadeh és mtsai. (2019) kutatásában 0,5 ml ioncserélt vízben oldott glükózt 15%, illetve 20% koncentrációban injektáltak a tojásokba. A kikelt madarakra jelentősen magasabb testtömeg volt jellemző a kontroll csoporthoz viszonyítva, azonban a keltethetőségre a kezelés negatív hatással volt, glükóz 15% esetében 10%-kal, glükóz 20% esetében 15%-kal alacsonyabb volt a keltethetőség mértéke a nem kezelt kontrollcsoportéhoz képest (Salmanzadeh és mtsai, 2019).

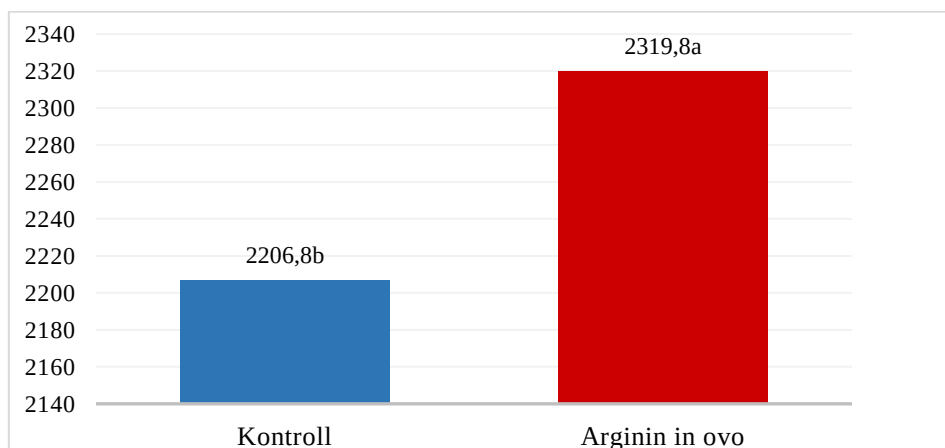
2.2.2 Aminosav kiegészítés

A tojások aminosav kiegészítése a szénhidrát injektáláshoz hasonlóan növeli a keléskori súlyt. Ohta és mtsai (1999) szerint kiegészítés történhet tojásfehérjével is. A speciális aminosavak vagy tojásfehérje *in ovo* módon történő bejuttatása a tojásokba az izom, a belső szervek és a tápcsatorna fehérjeszintéziséhez rendelkezésre álló táplálóanyag-forrást növeli. Már a kelés második hetében intenzív a tojásfehérje-felhasználás, ezért a fehérje, illetve aminosav kiegészítést már a korai embrionális időszakban célszerű biztosítani, ami a 7. vagy 14. nap lehet, szemben a szénhidrátkiegészítéssel, amit leginkább az embrionális kor végén alkalmaznak, a kelés 17-19. napján. A tojások túl korai injektálása a keltethetőség romlásához vezethet, azonban amennyiben megfelelő időpontban és technológiával történik, akkor nem eredményez csökkenést a kelési százalékokban (Foye és mtsai 2006).

Az aminosavak közül az arginin *in ovo* etetése különös figyelmet érdemel. Ez az aminosav számos metabolikus folyamatban vesz részt, amelyek több olyan biológiailag aktív vegyületet termelnek, amik hozzájárulnak az embrió maximális fejlődési potenciáljának eléréséhez. Gao és mtsai, (2018) bizonyították az arginin pozitív hatását, a keltetés 17,5. napján a tojásba injektálva. Az aminosav pozitív hatást gyakorolt a kelést követő első hétben a csibék gyomor- és bélrendszerének fejlődésére és a bélbolyhok morfológiai alakulására. A vizsgálatokban az *in ovo* arginin kedvező hatása a hízalás végéig bizonyítható volt (1. ábra).

1. ábra

In ovo arginin kiegészítés hatása a brojlercsirkék élősúlyára grammban, a 42. életnapon (Gao és mtsai., 2018)



Bhanja és mtsai. (2014) egy vizsgálatukban magasabb mértékű génexpressziót mértek a humorális immunitáshoz köthető IL-6-ot és a TNF- α -t kódoló gének esetében olyan csibéknél, amelyek *in ovo* módon lizinnel, treoninnal vagy metioninnal és cisztinnel voltak táplálva. Ezen kívül a treonin *in-ovo* beadása fokozta a sejtes immunitásban szerepet játszó gének, az IL-2 és az IL-12 expresszióját.

A karnitin szerepének élettani előnyei ellenére a vele végzett kísérletek nem hoztak sem negatív sem pozitív változást az embrió növekedésében és a kelés utáni teljesítményben sem (Zhai és mtsai, 2008).

A metioninnal végzett vizsgálatokban megállapították, hogy az *in ovo* kiegészítés javíthatja a madarak immunparamétereit (Bhanja és mtsai., 2014) és a tápcsatorna fejlődését (Nazem és mtsai., 2017; Elwan és mtsai., 2019), illetve befolyásolhatja a szervezet antioxidáns státuszát (Elwan és mtsai., 2019).

Az aminosavakkal való kezelés igen eltérő eredményeket hozhat, számos különböző tényező befolyásolja a hatásokat, amelyeket pontosan egyelőre nem ismerünk. Az 1. táblázat néhány aminosavval elvégzett kutatást és azok eltérő eredményeit mutatja be.

Az eredményekből jól látható, hogy az *in ovo* kezelés időpontja meglehetősen változatos képet mutat, hiszen az optimális bejuttatási idő függ az adott anyag koncentrációjától, mennyiségétől, a madár genotípusától és a fejlettségi állapottól. Általánosan megállapítható, hogy a bemutatott aminosavak (főként treonin és metionin) kedvező hatással vannak az emésztőrendszer alakulására, ezáltal a jobb fejlődésre és nagyobb élősúlyra.

1. táblázat

Néhány *in ovo* aminosav kiegészítés hatását értékelő kísérlet eredményeinek áttekintése

Szerző	Aminosav	<i>In ovo</i> kezelés ideje	<i>In ovo</i> kezelés helye	Eredmény
Kadam és mtsai, 2008	treonin	14. nap	sziktömlő	30 mg <i>in ovo</i> treonin kiegészítés a 28. életnapon nagyobb élősúlyt eredményezett, de a hízalás teljes idejében nem volt szignifikáns hatású. Javult a madarak humorális immunválasz készsége.
Kermanshahi és mtsai, 2015	treonin	11. nap	léggamra/ léggamra alá (feltehetőleg az amnionba)	Magas szintű mucin2 génexpresszió a <i>jejunumban</i> a léggamrába treoninnal kezelt egyedeknél.
Tahmasebi és Toghiani, 2015	treonin arginin Thr + Arg	14. nap	amnion	A treonin növelte a takarmányfogyasztást és az élőtömeget az indító, a nevelő és a befejező szakaszban is. A kontrollhoz képest az <i>in ovo</i> arginin + treonin kiegészítés növelte a <i>jejunum</i> tömegét a 42. életnapon, az arginin kezelés esetén volt a legnagyobb a bélboholy magasság és a kripta mélység a <i>duodenumban</i> , a <i>jejunumban</i> az aminosav kiegészítés csökkentette a bélboholy magasságot.
Bhanja és mtsai, 2014	lizin, treonin, arginin, metionin+ ciszтин (M+C)	14. nap	amnion	A metionin+ cisztin növelte a sejtközetített immunválaszban résztvevő IL-2 és a humorális immunválaszban résztvevő IL-4, IL-6 és TNF- α termelését felelős gének expresszióját.
Filho és mtsai, 2019	treonin	17,5. nap	amnion	A treonin megnövelte a végsúlyt és a súlygyarapodást az 1. és 21. életnap között. Csökkent takarmányértékesítés az 1. és 21. nap között.

1. táblázat (folytatás)

Néhány *in ovo* aminosav kiegészítés hatását bemutató kísérlet eredményeinek áttekintése

Szerző	Aminosav	<i>In ovo</i> kezelés ideje	<i>In ovo</i> kezelés helye	Eredmény
Elwan és mtsai, 2019	L-metionin+ L-cisztin	17,5. nap	nem ismert	29%-os növekedés a bélbolyhokban. Az embrionális fejlődés, az IGF-I és TLR4 génexpresszió, az antioxidáns állapot és a <i>jejunum</i> hisztomorfometriája javult a naposcsibéknél, amelyek a keltetés alatt hőstressznek voltak kitéve.
Coskun és mtsai, 2018	lizin, metionin, lizin+metionin	16. nap	amnion	Nem volt hatással a madarak relatív súlyára, életképességére, súlygyarapodására, vakbél mikrobiotára és csípőbélben a bolyhok hosszára és vastagságára. A lizin növelte a keltethetőséget a kontrollhoz és az <i>in ovo</i> metionin csoporthoz képest. Az emésztőrendszer súlya nőtt a lizinnel kezelt csoportban a kontrollhoz képest.
Nazem és mtsai, 2017	metionin (20 mg, 30 mg, 40 mg, 50 mg)	4. nap	sziktömlő	A metionin sziktömlőbe juttatása javíthatja a bél hisztomorfometriai paramétereit, és a 40 mg-os metionin injekció okozta a legnagyobb mértékű pozitív változást.
Coskun és mtsai. 2014	DL-metionin	16. nap	amnion	A kontroll csoporthoz képest a kezelt csoport keltethetősége 7%-kal volt alacsonyabb, testtömege vágáskor 3,8%-kal volt magasabb.

2.2.3 Vitamin és antioxidáns kiegészítés

Vitaminokkal és aktív vegyületekkel végzett és azok hatásait vizsgáló kísérletekkel kapcsolatban egyelőre kevés megbízható információ áll rendelkezésre. Olyan adatok azonban találhatóak, amelyek szerint E-, A-, D₃-vitaminnal történt kiegészítés javította a madarak kelési eredményeit és növekedési teljesítményét is, valamint az immunvédelmet is támogatta, kedvezőbb immunválasz készséget hozott létre. (Al-Zuhairy és Alasadi, 2013)

A kelés második felében az embrió hőtermelése jelentősen megnő az intenzívebbé váló anyagcsere következtében. Ez kihívást jelent a tojásban lévő embrió antioxidáns védelme számára, de antioxidánsok tojásba injektálásával hozzásegíthetjük a hatékony immunvédelemhez szükséges vitamintartalékok képzéséhez. A C-vitamin az aktívabb gázcseréhez is hozzájárulhat a kelés utolsó szakaszában (Sgavioli és mtsai, 2013).

Vitaminok *in ovo* biztosítása támogathatja a brojlerek növekedését és javíthatja a fertőzésekkel, betegségekkel szembeni védelmüket. A tenyésztójások esetében a vitaminok injektálásának pozitív hatásait már több tanulmány bizonyította (Bhanja és mtsai, 2007; Nowaczewski és mtsai, 2012; Selim és mtsai, 2012; Goel és mtsai, 2013; Salary és mtsai, 2014; Yair és mtsai 2015; Sgavioli és mtsai, 2016). A tanulmányokban legjellemzőbben felhasznált vitaminok A, B₁, B₂, B₆, C, E és D₃ voltak. Ezen kutatások fő megállapítása szerint a korai vitamin ellátás kedvezően hatott az elősúlyra, mind keléskor és az élet folyamán is, a csontozat jobb fejlődése, fejlettebb nyirokszervek és jobb általános immunvédelem volt tapasztalható (Johnson, 2018).

2.3 Korai takarmányozás gél állagú takarmánykiegészítőkkel

A gél állagú takarmánykiegészítők piaci forgalomban lévő termékek, melyekről azonban csak viszonylag kevés elérhető és kutatási eredményekkel igazolt eredmény lelhető fel az irodalomban.

Hawra és mtsai (2021) kutatásuk során a gél állagú takarmánykiegészítők (Gel 95[®], Safmannan[®]) hatását vizsgálták az elősúly és az 5. hétre elért testsúlygyarapodás szempontjából. A madarak takarmányfelvétele és takarmányértékesítése jelentősen elmaradt a kísérlet második hetében a kontroll csoport esetében, amely a kelés után 12 óráig nem jutott takarmányhoz, minden másik kísérleti csoporthoz képest, amelyek a kelés után azonnal a gélhez jutottak, csoportonként eltérő mennyiségben. A csoportok egyike, amelyben minden

naposmadár 0,5 grammot kapott az említett takarmánykiegészítők keverékéből, szignifikánsan jobb eredményt ért el ($p < 0,05$) a kontroll csoporthoz viszonyítva a kísérlet ötödik hetére az élősúly és súlygyarapodás tekintetében. Érdeemes megemlíteni, hogy abban a csoportban, amelyben madaranként 1g gél állagú takarmánykiegészítőt biztosítottak, nem volt akkora a teljes súlygyarapodás mértéke a kísérlet végén, mint azon csoport esetében, ahol a madarak 0,5 gramm gélhez jutottak. A Safmannan® takarmánykiegészítő probiotikumot is tartalmazott, melynek hatására, korai fejlődési szakaszban a belekben nőtt a jótékony baktériumok és mikroorganizmusok száma. Ez a testtömegre, a súlygyarapodás ütemére, és a takarmányértékesítésre is pozitív hatással volt (Hawra és mtsai., 2021).

Dibner és mtsai (1998) egy „Oasis®” elnevezésű takarmánykiegészítőt alkalmaztak a korai fejlődési időszakban. Ez az anyag 70% vizet, 10% fehérjét, 20% szénhidrátot, és kevesebb, mint 1% zsírt tartalmazott. A naposmadarak a kelés napján, valamint az első és második vizsgálati napon jutottak hozzá a takarmánykiegészítőhöz. A kísérlet során kifejezetten az immunrendszerre és ellenállóképességre vonatkozó hatásokat vizsgálták. A kutatásból kiderül, hogy a korai takarmányozási módszer hatékonyabban működő immunrendszert eredményezett a brojlercsirkék esetében a kontroll csoporthoz képest. Azon csoportoknál, amelyek közvetlenül a kelés után hozzájutottak a takarmánykiegészítőhöz magasabb élősúlyt mértek a hízalás során, az IgA korábban kezdett termelődni a madarak szervezetében, valamint magasabb fokú ellenállás jött létre a fertőzésekkel szemben (Dibner és mtsai., 1998).

2.4 A korai takarmányozás jelentősége

A kelést követően az enterális táplálkozás megkezdésével nagy jelentősége van a táplálóanyagok értékesülése szempontjából, hogy az állat tápcsatornája addigra milyen fokú fejlettséggel rendelkezik. Minél korábban történik meg a táplálékfelvétel, az annál pozitívabb hatást gyakorol a tápcsatorna maturációjára,érésére, amely a felszívódás hatékonyságában figyelhető meg. Számos esetben kipróbálásra kerül a probiotikumok tenyésztőzésba történő injektálása az aminosavak, cukrok, illetve vitaminok mellett. Egy, a Mississippi Állami Egyetem Baromfitudományi tanszékén végzett kísérlet során bebizonyosodott, hogy az *Enterococcus faecium* törzs 1,4x10⁷ kolóniaképző egységének beoltása tenyésztőjásokba a kelés 18. napján, a kelést követő első héten 50 százalékkal csökkentette a mortalitást a naposmadaraknál. A kutatócsoport azt is igazolta, hogy az *Enterococcus faecium in ovo* módon

történő bejuttatása 12 órás naposcsirkéknél jelentősen megnövelte az egyes gyomor- és bélrendszeri szegmensek relatív tömegét és növelte a madarak teljesítményét legalább a fejlődés első 21 napján (Castañeda és mtsai 2018). A 2. táblázat a kísérlet eredményeit mutatja be, a probiotikum kiegészítés hatásának alakulását a zúzógyomor és az egyes bélszakaszok súlyára.

2. táblázat

In ovo probiotikum kiegészítés hatása a zúzógyomor és egyes bélszakaszok súlyára grammban

	Kontroll csoport	<i>In ovo</i> probiotikum	P-érték
Zúzógyomor	5,79b	8,87a	0,0001
Patkóbél	0,96b	1,85a	0,0001
Éhbél	1,27b	2,66a	0,0001
Csipőbél	0,9b	2,08a	0,0001
Vakbél	0,61a	0,85b	0,0001

Az elvégzett vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy az *in ovo* takarmányozás az enterális nyálkahártya védő funkcióját is fokozhatja. A naposmadarak rendkívül érzékenyek a kórokozók kolonizációjára. Az enteriális nyálkahártyán, a bélnyálkahártya *mucin* rétegén található szimbiotikus mikroflóra ebben az időben még fejletlen, így minimális a védekezőképességet támogató, a kórokozókat visszaszorító képessége. A bélhám nyálkarétege, mint elsődleges védelmi vonal, gátja az enterális fertőzéseknek. Smirnov és mtsai. (2006) megfigyelték, hogy szénhidrátok *in ovo* táplálása megnövelte a bélbolyhok felületét a kelés idején, kb. 27%-kal, valamint 21%-kal a kelést követően 3 nappal. Ezen kívül a *mucint* tartalmazó kehelysejtek aránya 50 %-kal magasabb volt a kontroll csoporthoz viszonyítva az *in ovo* táplálás utáni 36. órában, ami a *mucin* mRNS fokozott expresszióját bizonyítja. Egy másik kutatás alapján (Bohorquez és mtsai, 2010) bebizonyosodott, hogy egyes kofaktorokkal és szénhidrátokkal történő *in ovo* táplálás jelentősen felgyorsítja a bélbolyhok érését, a nyálka szekrécióját és a kedvező mikroflóra kolonizációját napospulykák esetében. Ezáltal az *in ovo*

táplálás javíthatja és erősítheti a kolonizációs rezisztenciát az enteriális kórokozókkal szemben naposcsibék és napospulykák esetében.

Az *in ovo* táplálás továbbfejlesztését Pineda és munkatársai (2012) ismertették, akik nanotechnológiával kombinálták a módszert. Antimikrobiális hatású, ezüst nanorészecskéket használtak az eljárás során, amit *in ovo* módon juttattak be a tojásba. Ez fokozta a brojlerok növekedési teljesítményét, valamint pozitív hatást gyakorolt a tápcsatorna mikrobiotára és a madarak immunállapotára (Pineda és mtsai, 2012).

2.5 Irodalmi adatokból levonható következtetések

Az *in ovo* takarmányozással kapcsolatban az utóbbi 10-15 évben számos kutatás folyt, amelyek célja többek között annak meghatározása volt, hogy a technológiát hogyan is érdemes pontosan alkalmazni. A kísérletek legtöbb esetben kontroll csoportok alkalmazásával kerülnek beállításra, *in ovo* beavatkozás nélkül, illetve fiziológiás sóoldattal injektált kontrollt használva. Az *in ovo* kezelés esetében továbbra is kérdéses, hogy a szűrés mélysége az oldat mennyiségének nagysága és koncentrációja pontosan milyen hatással van a keltethetőségre.

A magas víztartalmú gél állagú takarmánykiegészítők etetésével pozitív eredmény érhető el, mind a dehidratáció megelőzésével, kiszáradás veszélyének elkerülésével. További előnyt jelent a testsúlygyarapodásra és takarmányértékesítésre gyakorolt pozitív hatás, amennyiben a takarmánygél probiotikummal dúsított változatban kerül etetésre.

Kevés olyan kutatás és irodalmi forrás lelhető fel, amely kifejezetten metionin kiegészítéssel foglalkozik a korai takarmányozás témájában. A kutatások nem minden szempontból hoznak egyértelmű eredményeket a teljesítményre gyakorolt hatás szempontjából.

Összefoglalva, számos különböző táplálóanyaggal végzett *in ovo* táplálás ígéretes módszernek tűnik a súly, az egészség és az életképesség növelésében a naposmadarak esetében. Fontos azonban azt is megemlíteni, hogy az *in ovo* takarmányozás nem minden esetben jár pozitív eredménnyel, egyes kezelések esetében (pl.: karnitin vagy a glükóz különböző koncentrációban való alkalmazása) vagy nem volt hatás, vagy kifejezetten negatív eredményekről számoltak be úgy, mint a kelési százalék romlása. Ezek a kutatások éppoly fontosak, mint a pozitív eredménnyel végződők, hiszen ez is hozzásegít minket ahhoz, hogy pontosan megismerhessük az eljárás elvégzésének helyes módját.

3. Célkitűzés

Kísérletünk célja annak vizsgálata, hogy a különböző korai takarmányozási technológiákkal biztosított metionin ellátás milyen hatással van a brojlerok élősúlyára, gyarapodására, takarmányfogyasztására és takarmányértékesítésére, valamint a vér immunsejtjeire.

4. Anyagok és módszerek

A vizsgálatokat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élettani és Takarmányozástani Intézet Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszéken (ÉTI GÁT) végeztük 2021. január 25. és március 24. között. Állatkísérleti engedély száma: SO/31/00444-5/2021.

4.1 Kezelések, keltetés

A kísérletet 1120 db Ross 308 genotípusú keltetőtojással indítottuk. A tojásokat 7 kezelés egyikébe soroltuk (**A-G**), melyeket a következőképpen alakítottuk ki (3. táblázat): az első 2 csoportot (**A** és **B**) pozitív kontrollnak tekintettük, a kelést követően azonnal telepítésre kerültek, így késleltetés nélkül takarmányhoz jutottak. Az **A** kezelés esetében nem volt *in ovo* manipuláció, míg a **B** csoportban a tojásokba *in ovo* fiziológiás sóoldatot fecskendeztünk a bújtatóba való átrakás előtt, annak érdekében, hogy a szúrásból adódó esetleges stresszhatást modellezzük. A fennmaradó 5 csoport a kelést követően csak 48 óra múlva került telepítésre, így a takarmányhoz jutásuk is késleltetett volt, 48 órával a kelés után jutottak először szilárd takarmányhoz. **C**, **F** és **G** kezelésben lévő tojások esetében nem, a **D** és **E** csoportban lévő tojásoknál *in ovo* beavatkozást végeztünk. Az *in ovo* kezelésben nem részesült csoportok közül az **F** és **G** kezelés madarai a szállítóládában gél állagú takarmánykiegészítőt kaptak. Az **F** csoport madarai egy kereskedelmi forgalomban kapható gél állagú takarmánykiegészítőt (Hydrogel[®], Bonafarm-Bábolna Takarmány), a **G** csoport madarai 0,5 % metioninnal dúsított hidrogélt kaptak (1. kép).

3. táblázat

Kísérleti kezelések

Kezelés kód	Takarmány hozzáférés	Korai takarmányozás	Metionin kiegészítés
A (kontroll1)	Telepítés után azonnal	-	-
B (kontroll2)		<i>in ovo</i> , sóoldat	-
C	Késleltetett (48 óra)	-	-
D		<i>in ovo</i> , sóoldat	-
E		<i>in ovo</i> , metionin	+
F		hidrogél	-
G		hidrogél, metionin	+

1. kép

A kísérletben használt hidrogél metionin kiegészítés nélkül (**F**) és metionin kiegészítéssel (**G**)



A tojásokat a MATE Élettani és Takarmányozástani Intézet Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszék Baromfikeltető állomásán az Aviagen (2019) ajánlásának megfelelően keltették. A tojásokat a keltetőgépbe kerülésig 20°C alatti hőmérsékleten kartondobozban tárolták, az idő rövideje miatt forgatás és párasítás nélkül. A sérült tojásokat a keltetés megkezdése előtt ellenőrizték, majd a keltetés 10. és 18. napján lámpázással vizsgáltuk a terméketlen vagy befulladás tojásokat (2. kép). A keltetőgépbe a tojásokat véletlenszerűen helyezték el. A keltetőtálcaikat megfigyeltük, és a 7 kísérleti kezelést a 18 tálcafélen véletlenszerűen osztottuk el a 4. táblázatban leírtaknak megfelelően.

2. kép

A tojások lámpázása



4. táblázat

A tálcák elhelyezése a keltetőgépben

Elülső tálcafél Hátulsó tálcafél

Kezelés	Kezelés	tojás db	tojás db
B	A	59	58
D	C	58	59
F	E	65	70
A	G	60	65
C	B	59	59
E	D	70	59
G	F	65	65
B	A	62	62
D	C	63	62

A keltetést az ÉTI GÁT saját keltetőjében végeztük PLM B1350 típusú, 600W fűtőteljesítményre képes 1350 férőhelyes elő- és utókeltető géppel. Az 5. és 6. táblázat a keltetési feladatok ütemezését, valamint a keltetői protokollt mutatja be.

5. táblázat

A keltetési feladatok ütemezése

Nap	Feladatok	Részletek
	1200 db keltetőtojás fogadása	A tojások tárolása a keltetés megkezdéséig
0.	Indítás	Gép felfűtése a tojásokkal
10.	Lámpázás	Termékeny/Terméketlen/Korai elhalt embriók vizsgálata
17.	Lámpázás, <i>in ovo</i> kezelés, bűjtatóba helyezés	Elhalt embriók vizsgálata, <i>in-ovo</i> injekálás. Keltetőgépből bűjtatóba átrakás (pára és hőmérséklet ennek megfelelően beállítása)
22.	Leszedés, egyedi tömegmérés, szárnyszámozás, szexálás	Gyors tollasodású: jérce lassú tollasodású: kakas

6. táblázat

A keltetési technológia

A keltetés napjai		Hőmérséklet		Forgatás	Szellőzőnyílás %	CO ₂ konc. tf%	
Előkeltetés							
Kelt. nap	°C			KÉTÓRÁNKÉNT			
1	37,9					0 <td>0,60</td>	0,60
2	37,9					0 <td>0,60</td>	0,60
3	37,9					0 <td>0,60</td>	0,60
4	37,9					0 <td>0,60</td>	0,60
5	37,9					0 <td>0,60</td>	0,60
6	37,9					0 <td>0,60</td>	0,60
7	37,8					0 <td>0,60</td>	0,60
8	37,8					0 <td>0,60</td>	0,60
9	37,6					0 <td>0,60</td>	0,60
10 Lámpázás	37,6					0 <td>0,60</td>	0,60
11	37,5					5 <td>0,35</td>	0,35
12	37,5					5 <td>0,35</td>	0,35
13	37,4					10 <td>0,35</td>	0,35
14	37,3					10 <td>0,35</td>	0,35
15	37,3					15 <td>0,35</td>	0,35
16	37,2					20 <td>0,35</td>	0,35
17 Lámpázás, In ovo kezelés, Átrakás	37,1				25	0,35	
Bújtatás				NINCS FORGATÁS, TÁLCÁK VÍZSZINTESEN	Bújtatás		
18	10.29	csüt	37,0/36,7		30	0,35/0,60	
19	10.30	pén	36,7		30	0,60	
20	11.31	szo	36,5		40	0,60	
21	11.01	vas	36,2		50-100	0,60	
22	11.02	hét	36,2/35,8		50-100	0,35	

4.2 In ovo beavatkozás

Az *in ovo* beavatkozást Uni és Ferket (2003) által leírt szabadalom alapján végeztük a keltetés 18. napján. A tojások felszínét a kezelés előtt alkoholos vattával letisztítottuk, majd a tojáshéjat precíziós mikrofűrő segítségével a légkamra közepén óvatosan megfűrtük. Az oldatokat lámpázás mellett az *in ovo* kezelésekből résztvevő tojások amnion folyadékába fecskendeztük az embrió megsértése nélkül. Az alkalmazott tű mérete 21G volt. Az oldatok összetétele a **B** és **D** kezelés esetében 0,5 ml 0,9%-os NaCl oldat, az **E** kezelés esetében 0,5 ml, 0,5%-os metionin

tartalmú fiziológias sóoldat volt. A beavatkozás végén a szúrás helyét steril rugalmas tapasszal befedtük, majd a tojásokat a keltetési protokollnak megfelelően a bújtatógépbe (utókeltetőbe) helyeztük.

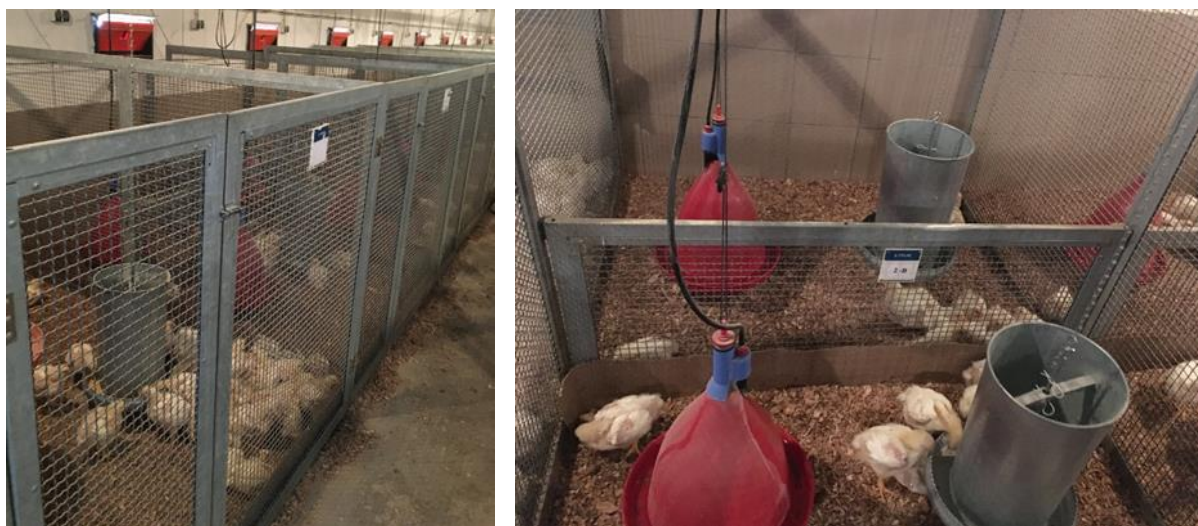
4.3 Telepítés, a madarak elhelyezése és az alkalmazott állatkísérleti módszerek

A naposmadarak a kikelést követően ivaronként szétválasztásra kerültek a tollasodás mértéke alapján, majd szárnyszámot kaptak az egyéni azonosítás érdekében. Ezt követően súlyukat grammnyi pontossággal mértük és rögzítettük.

A madarakat mélyalmos fülkébe telepítettük, egy fülkében 16 madárral, kezelésenként 8 fülkével, véletlenszerű elrendezés alapján (3. és 4. kép). A fülkékben az ivaronkénti egyedszám közel azonos volt, (8 ± 1 jérce/fülke, 8 ± 1 kakas/fülke). A kísérleti terem hőmérséklete és relatív páratartalma a tenyésztő cég (Aviagen, 2019) ajánlásának megfelelően került beállításra.

3. kép, 4. kép

A kísérleti állatok elhelyezése és takarmányozása



A madarak takarmányozása önetetőkből történt, ad libitum módon. Az ivóvíz önetetőkből állt rendelkezésre. A nevelési szakaszban kukorica-szója alapú, 3 fázisos takarmányozást alkalmaztunk. A madarak kereskedelmi forgalomban kapható brojler tápot fogyasztottak, 1-10.

életnap között dercés indítótápot, 11-21. életnap között granulált nevelőtápot, 22-35. életnap között granulált befejezőtápot.

4.4 A takarmányok kémiai analízise

A kísérleti takarmányok táplálóanyag- (szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, energia, Ca, P) tartalma az AOAC (1989) ajánlásának megfelelően került meghatározásra. A kémiai vizsgálatokat a MATE-KC Egyetemi Laborközpont Agrártudományi Laboratóriuma végezte.

Az egyes szakaszokban etetett takarmányok táplálóanyag tartalma a 7. táblázatban látható.

7. táblázat

A kísérlet során etetett takarmányok mért táplálóanyag tartalma

	Indítótáp	Nevelőtáp	Befejezőtáp
Nedvességtartalom g/kg	100	94	101
Nyersfehérje tartalom g/kg	224	182	141
Nyerszsír tartalom g/kg	32	36	32
Nyersrost tartalom g/kg	37	35	33
Nyershamu tartalom g/kg	69	60	46
Kalciumtartalom g/kg	6,0	11,6	10,8
Foszfortartalom g/kg	4,6	4,8	4,9

A madarak élősúlyát a telepítéskor, azaz a 0. életnapon és 48 órát követően, valamint az indító, nevelő és befejező szakasz végén egyedileg grammnyi pontossággal mértük. A takarmányfogyasztást ugyanezen időpontokban fülként rögzítettük. Az állatok általános egészségügyi állapota a kísérlet teljes időszaka alatt folyamatos ellenőrzés alatt volt.

5. kép

Élősúly mérése



A vizsgálatok végén kezelésenként 20 madár esetében egy napos koplaltatást követően a 36. napon próbavágást végeztünk az értékes húsrészek meghatározása céljából. A 8. táblázat összefoglalja a kísérletben végzett méréseket.

8. táblázat

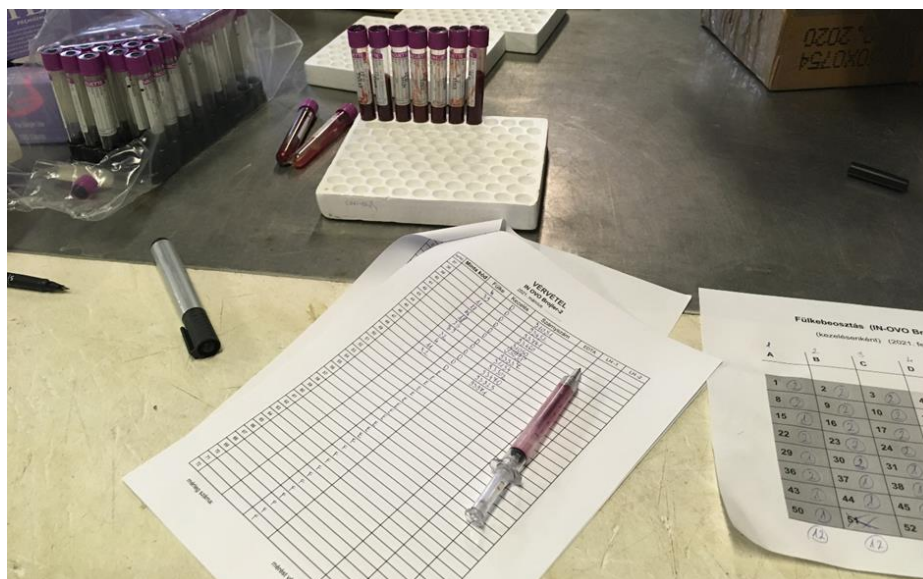
A teljesítmény mérésének egyes lépései elvégzésük napja alapján

0. nap	Telepítés	Az A, B kezelés madarainak telepítése, egyedi tömegmérés
2. nap	Telepítés	C, D, E, F, G kezelés madarainak telepítése, egyedi tömegmérés
10. nap	Mérések	Egyedi tömegmérés, takarmány visszamérés, takarmányváltás nevelőre
21. nap		Egyedi tömegmérés, takarmány visszamérés, takarmányváltás befejezőre,
22. nap	Mintavétel	Vérvétel (3 madár/fülke), mintavétel az immunológiai paraméterek vizsgálatának céljából.
35. nap	Mérés	Egyedi tömegmérés, takarmány visszamérés
36. nap	Próbavágás	140 madár próbavágása
37. nap	Mintavétel	Vérvétel (2 madár/fülke), mintavétel az immunológiai paraméterek vizsgálatának céljából. Vizsgálat vége

A madarakból a vizsgálatok 22. és 37. napján vért vettünk az egyes immunparaméterek vizsgálatának céljából. A vérvételek a *vena jugularisból* történtek, a véreket EDTA folyadékkal átitatott vérvételi csőbe gyűjtöttük, majd vérkenetet készítettünk May-Grünwald festéssel. Az elkészült vérkenetek alapján Bürker-kamrás sejtszámlálás során meghatároztuk a monociták, limfociták és trombociták relatív arányát, majd az adott életkorra jellemző leukocita számhoz tartozó referencia érték segítségével kiszámítottuk a fehérvérsejtek abszolút értékeit is.

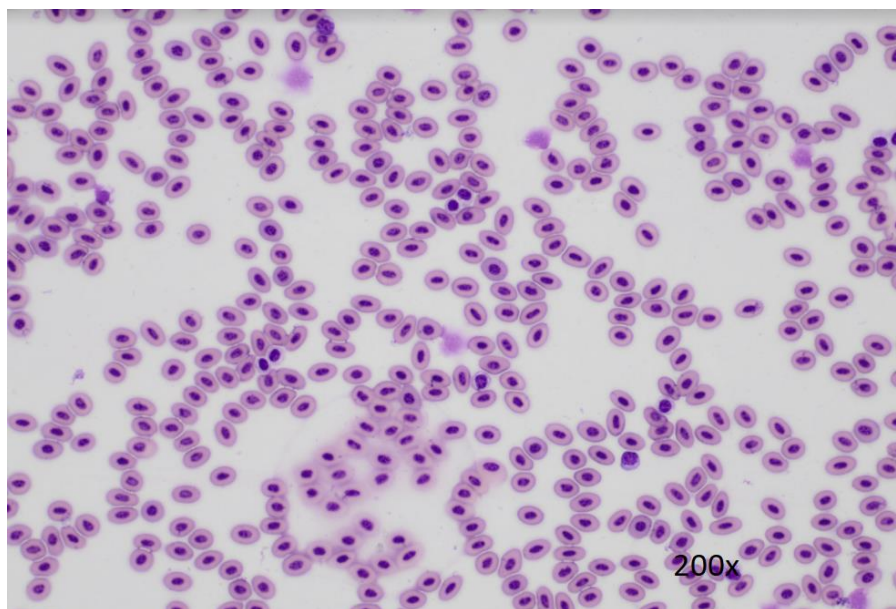
6. kép

Vérvétel adatrögzítése



7. kép

Vérsejtek mikroszkóp alatt, 200x nagyításban



4.5 A kísérleti adatok statisztikai analízise

A kísérleti adatok statisztikai értékelését egytényezős variancia-analízissel végeztük el (SAS, 2014). Szignifikáns kezeléshatás esetén a kezelések közötti eltérések statisztikai megbízhatóságát Tukey-tesztel ellenőriztük (SAS, 2014).

5. Eredmények és értékelésük

A kísérletben mért élősúlyok a 9. táblázatban láthatók. A naposcsibék kelési súlyát a kísérleti kezelések statisztikailag igazolható módon befolyásolták ($P < 0,05$). A **D** kezelésben lévő madarak kelési súlya elmaradt a többi csoporttól. A **D** csoportban lévő tojásokba *in ovo* fiziológiás sóoldatot fecskendeztünk, azonban ugyanezt a kezelést kapták a **B** csoportba sorolt tojások is, ahol a kelési súly abszolútértékben is a legnagyobb volt, nem különbözve azoktól a kezelésektől, ahol nem volt *in ovo* kezelés (**A**, **C**, **F** és **G** csoport). Az eredmények értékelésekor figyelembe kell venni, hogy a keléskori állapotban a madarak kezelésekre való besorolása csupán az *in ovo* manipulációt mutatja, a telepítés ideje nem releváns. Ennek ismeretében az *in ovo* sóoldat kelési súlyra gyakorolt negatív hatását nem tartjuk megalapozottnak a **D** kezelés eredménye alapján. Az *in ovo* metionin ellátás esetén a kelési súly 47,3 g volt, ami a gyengébb csoportokhoz képest 1,0-1,4 g különbséget jelentett, de a nagy súlyú csoportoktól nem különbözött (**E** vs. **A**, **B**, **C**, **F**, **G**; $P < 0,05$).

A kelési súly tekintetében egyes esetekben az irodalmi adatok a szénhidrát kiegészítés esetén mutatnak pozitív hatást (Uni és mtsai, 2005), az aminosavval való *in ovo* kezelés során erről nem számoltak be a kutatók (Nazem és mtsai, 2017; Coskun és mtsai, 2018).

9. táblázat

A kísérleti kezelések hatása a madarak élősúlyára

	Nem késeltetett		Késeltetett takarmány felvétel					RMSE		P-érték
	NK	IoSó	NK	IoSó	IoMet	Gél	GélMet			
	A	B	C	D	E	F	G			
0. nap (g)	46,6ac	47,5c	46,4ac	45,9a	47,3bc	47,1ac	46,3ab	3,1	0,0012	
3. nap (g)	56,7a	55,4a	42,7b	41,6b	42,9b	42,9b	42,7b	3,6	<0,0001	
10. nap (g)	229,2a	223,1a	198b	191,4b	197,7b	189,2b	191,1b	24,4	<0,0001	
21. nap (g)	750,2c	715,6c	669,2b	626,4a	670b	641,5ab	656,3ab	97,6	<0,0001	
35. nap (g)	1558,8c	1512bc	1432,3ab	1398,2a	1452,2ab	1386,7a	1417,5ab	232	<0,0001	

^{a, b, c} a különböző betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns eltérés van ($P \leq 0,05$)

¹A táblázat címsorában alkalmazott azonos színek a keléskor azonosnak tekinthető kezeléseket jelölik

²NK= Nem kezelt csoport

IoSó= *In ovo* fiziológiás sóoldattal kezelt csoport

IoMet= *In ovo* metioninnal kezelt csoport

Gél= Takarmánygél fogyasztott csoport

GélMet= Metioninnal kiegészített takarmánygél fogyasztott csoport

Az adatok világosan mutatják, hogy a napos csibék milyen jelentős növekedési intenzitással rendelkeznek és ideális állapotban, ha lehetőségük van takarmányt fogyasztani, akkor a súlygyarapodásuk az első napokban, akár az eredeti súlyuk 10%-át is elérheti. A késleltetett takarmányhoz jutás egyértelműen az élősúly csökkenését eredményezte a 3. napra, így a **C-G** csoport madarai meglehetősen hátránnyal indultak az **A** és **B** kezelésben lévő társaikhoz képest. Fontos megjegyezni, hogy gyakorlati körülmények között az azonnali telepítés csak nagyon kevés esetben kivitelezhető, így az **A** kezelésben mért teljesítmény a madarak adott takarmányon elért ideális állapotát tükrözik. A késleltetett takarmány felvétel esetén a kísérleti csoportok között nem találtunk különbséget, azaz a korai takarmányozást szolgáló kezeléseknek pozitív hatása nem volt igazolható a korai időszakban.

A késleltetve takarmányhoz jutott **C-F** csoport madarai a 10. életnapon átlagosan 16%-kal kisebb átlagsúllyal rendelkeztek, mint az azonnal telepített társaik (**A** és **B** kezelés). Az élősúlyok tekintetében érdemes kiemelni, hogy az azonnal takarmányhoz jutott két csoport még a 21. életnapon is 12%-kal magasabb élősúllyal rendelkezett a késleltetve takarmányhoz jutott csoportokhoz képest. A 35. napra az eltérés valamelyest (8-10%-ra) csökkent, de a késleltetve takarmányhoz jutott csoportok a vizsgálat egészében megtartották hátrányukat az azonnal takarmányhoz jutott két csoporthoz viszonyítva.

Az *in ovo* beavatkozás nem okozott statisztikailag igazolható különbséget az élősúlyokban amennyiben a madarak azonnal takarmányhoz jutottak, a fiziológias sóoldattal kezelt (**B**) tojásokból kelt csibék súlya azonos volt az **A** kezelésben lévő madarakéval. A **C** és **D** kezelések összehasonlításakor elmondható, hogy a sóoldattal való kezelésben részesült csoport (**D**) a 21. napon is kisebb súlyú volt, azonban feltételezésünk szerint ez a különbség elsősorban a kisebb kelési súlynak volt köszönhető és nem az *in ovo* kezelés hosszabb távú hatásának tulajdonítható. A késleltetve takarmányhoz jutott csoportokat összehasonlítva megállapítható, hogy azok között statisztikailag bizonyított különbség nem volt. A metionin kiegészítés, sem *in ovo*, sem a hidrogél kiegészítéssel nem javította a madarak élősúlyát.

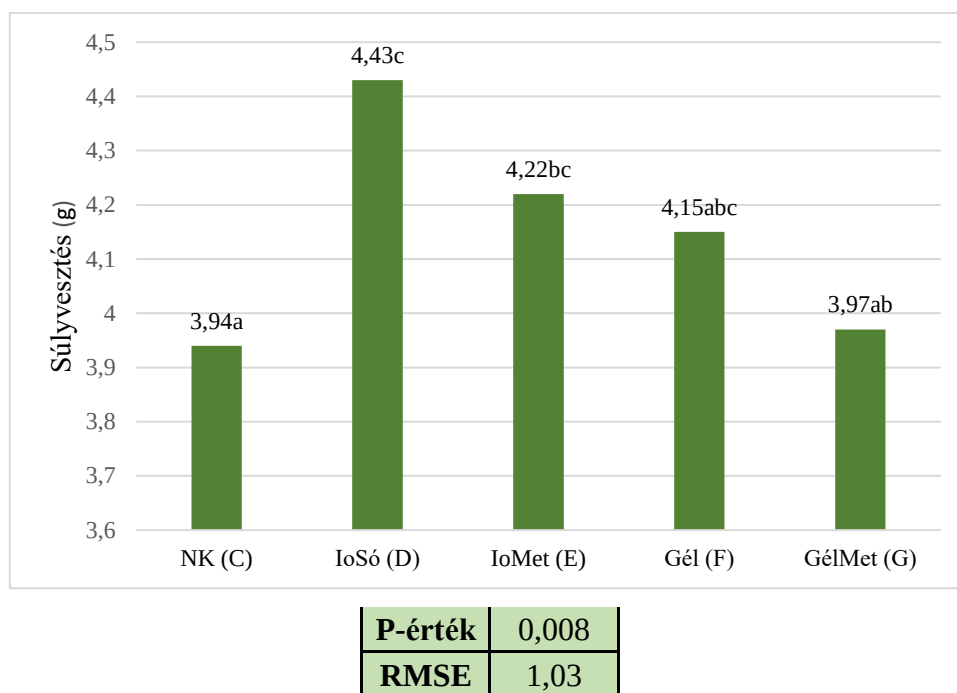
A kisszámú, *in ovo* metionin kiegészítést alkalmazó vizsgálatok eredményei is megerősítik, hogy az élősúly tekintetében nem feltétlenül várható pozitív hatás. Coskun és mtsai (2014) igen, de Bhanja és mtsai. (2014), valamint Coskun és mtsai. (2018) sem találtak a madarak növekedési teljesítményében különbséget a nem kezelt csoportokhoz képest, ha embrionális korban metionin kiegészítést biztosítottak. Nazem és mtsai. (2017) vizsgálatában annak ellenére nem volt az élősúlyban különbség, hogy az *in ovo* metionin kiegészítésben részesült madaraknál a tápcsatorna morfológiai fejlődése kifejezettebb volt.

Más aminosavak tekintetében a kedvező hatás legalábbis átmenetileg igazolható volt. Filho és mtsai (2019) kísérletükben *in ovo* treonin kiegészítést alkalmaztak, amely pozitív hatással volt a kísérlet 1. és 21. napja közötti súlygyarapodásra, ezáltal a hizlalás végén elért súlyra is. A vizsgálatok kiterjedtek a bél morfológiai értékelésére is, és az eredmények azt mutatták, hogy a treonin növelte a bélbolyhok magasságát és a felszívó felület nagyságát, valamint a *villus-kripta* arányt is. Kadam és mtsai (2008) kísérletében a 30 mg-os *in ovo* treonin kiegészítés 1,6%-kal magasabb eredményt mutatott a csibe és tojás tömegének arányában. Továbbá a kelés utáni 28. napon a csirkék 29-79 grammal nagyobb súlyt értek el, mint a treonin kiegészítésben nem részesült társaik.

Az élősúlyokban lévő különbségek az átlagos napi súlygyarapodásban is megmutatkoztak. A madarak súlyvesztése a késleltetett csoportokban szignifikánsan különbözött (2. ábra). A legkevesebb súlyt a 48 órás takarmánymegvonás után a nem kezelt (C) és a metioninnal dúsított gélt fogyasztó (G) csoport veszítette. Szignifikánsan nem különbözött tőlük az E csoport, azaz az *in ovo* metioninnal kezelt csoport sem, bár ezek a madarak a legnagyobb veszteséget mutató csoportoktól sem különböztek.

2. ábra

Súlyvesztés a 48 órás takarmánymegvonás után a késleltetve takarmányhoz jutott csoportokban



^{a, b, c} a különböző betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns eltérés van ($P \leq 0,05$)

¹NK= Nem kezelt csoport

IoSó= *In ovo* sóoldattal kezelt csoport

IoMet= *In ovo* metioninnal kezelt csoport

Gél= Takarmánygél fogyasztott csoport

GélMet= Metioninnal kiegészített takarmánygél fogyasztott csoport

A késleltetett takarmányhoz jutás jelentős lemaradást okozott az átlagos napi súlygyarapodás tekintetében is (10. táblázat). A vizsgálatban a madarak átlagos napi súlygyarapodása a teljes hizlalási időszakban (1-35. nap között) az azonnal telepített két csoport (**A**, **B**) esetében volt a legnagyobb (42,6 g/nap). Annak ellenére, hogy az élősúlyokban a **C-G** kezelések között nem volt szignifikáns különbség, az átlagos napi súlygyarapodás tekintetében az *in ovo* sóoldattal kezelt, valamint a metionint nem tartalmazó hidrogél fogyasztó madarak gyarapodása gyengébb volt, a többi kezeléshez képest. A kísérlet 3-35. napja között az átlagos napi súlygyarapodás az *in ovo* metioninnal kezelt csoportban statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt, mint a többi, késleltetve takarmányhoz jutott csoportban, sőt, elérte az **A** és **B** kezelések átlagát is ($P < 0,05$). Ez az eredmény az *in ovo* metionin kiegészítés által kiváltott jobb kompenzációs készségre utal, ami valószínűleg erőteljesebben meg tudna mutatkozni, ha a nevelési idő 35 napnál hosszabb lett volna.

Nazem és mtsai (2017) kísérletében a 40 mg-os *in ovo* metionin injektálás kedvező eredményeket hozott a bél hisztomorfometriai paramétereiben, amiből jobb emésztési készségre következtethetünk a brojlerok esetében. A tápcsatorna felszívó felülete a napi testtömeggyarapodást is jelentősen befolyásolhatja a felszívott táplálóanyagok mennyiségének változásával. Az említett kísérletben tapasztalt pozitív változások közé tartozott, hogy a metionin kiegészítés hatására az embrió testtömegének a tojás súlyához viszonyított aránya, illetve a bélbolyhok magassága megnőtt, csakúgy, mint az *enterocyták* magassága, a kehelysejtek száma és az izomréteg vastagsága a kontroll csoportokhoz viszonyítva, amelyek nem részesültek metionin kiegészítésben.

Elwan és mtsai (2019) szintén egyes bélszakaszok hisztomorfometriai javulását tapasztalták metionin *in ovo* alkalmazása után, a bélbolyhok területének 29%-os növekedését a kontroll csoporthoz viszonyítva.

Vizsgálataink során a madarakból bélmintát is vettünk, azonban ezek értékelése még a dolgozat összeállításáig nem fejeződött be.

Kísérletünkben metionin (2 mg/0,2 ml) *in ovo* alkalmazása során Coskun és mtsai (2018) nem észleltek változást a csirkék relatív élősúlyában, életképességében és súlygyarapodásában. Az általunk elvégzett kísérletben az *in ovo* metionin kiegészítés szignifikáns javulást, nagyobb súlygyarapodást eredményezett a 3.-35. nap közötti időszakot vizsgálva a többi, késleltetve takarmányhoz jutott csoport madaraihoz képest. Azonos szerzők (Coskun és mtsai.) egy 2014-ben elvégzett kutatás során azonban 3,8%-os testtömegnövekedést tapasztaltak az *in ovo* metionin kezelt csoportok esetében. A kísérlet során viszont 7%-kal alacsonyabb kelési százalékot is tapasztaltak a kontroll csoporthoz viszonyítva, azoknál, ahol a keltetés során 1 ml metionint 5 g/l NaCl oldatban juttattak az amnion folyadékba.

Az általunk elvégzett kísérlet során a takarmánykiegészítő etetése sem metionin dúsítással sem anélkül nem hozott szignifikáns változást az élősúly vagy a súlygyarapodás szempontjából, Hidrogélhez való ad libitum hozzájutás esetén. Velünk ellentétben Hawra és mtsai (2021) kísérletében a kelés után közvetlenül 0,5 gramm gél állagú takarmánykiegészítőt fogyasztott madarak szignifikánsan jobb eredményt értek el ($P < 0,05$) a takarmánykiegészítőhöz csak 12 órával kelés után hozzájutó kontrollcsoporthoz viszonyítva a kísérlet ötödik hetére az élősúly és súlygyarapodás tekintetében.

Az említett kutatások eredményei is tükrözik, hogy egységes eredmények még nem születtek a kísérletek elvégzése során, azonban az egyértelműen látható, hogy a tápcsatorna morfológiai

fejlődéséhez és egészségéhez nagymértékben hozzájárulhat a metionin kiegészítés, ami megalapozhatja a nagyobb testtömeg elérését is és jobb egészségi állapotot is.

10. táblázat

A kísérleti kezelések hatása a madarak átlagos napi súlygyarapodására a kísérlet különböző szakaszaiban

	Nem késleltetett		Késleltetett takarmány felvétel						
	NK	IoSó	NK	IoSó	IoMet	Gél	GélMet	RMSE	P-érték
	A	B	C	D	E	F	G		
0-10. nap (g)	21,4a	20,9a	18,8b	18,8b	19,4b	18,2b	18,6b	3,3	<0,0001
3-10. nap (g)	18,2a	17,5a	15,2b	14,5b	15,1b	14,2c	14,4b	2,4	<0,0001
11-21. nap (g)	47,5a	45,3ab	42,9b	39,6c	43,1b	41,3b	42,3b	7,7	<0,0001
22-35. nap (g)	57,5	57,0	55,3	55,7	56,8	54,1	55,4	12,4	0,4698
3-35. nap (g)	45,2c	44,1c	42,1b	41,1b	42,6a	40,6b	41,8b	7,0	<0,0001
1-35. nap (g)	43,4a	41,7a	39,6b	38,4c	40,2b	38,2c	39,1b	6,6	<0,0001

a, b, c a különböző betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns eltérés van ($P \leq 0,05$)

¹NK= Nem kezelt csoport

IoSó= *In ovo* sóoldattal kezelt csoport

IoMet= *In ovo* metioninnal kezelt csoport

Gél= Takarmánygél fogasztott csoport

GélMet= Metioninnal kiegészített takarmánygél fogasztott csoport

A takarmányfogasztás tekintetében megállapítható, hogy az intenzív kezdeti növekedés következtében kialakult nagyobb élősúly miatt az **A** és **B** kezelés madarai az első 10 napban többet ettek, mint a társaik (11. táblázat). A nevelő fázisban (10-21. nap) a **C** és **E** kezelés madarainak takarmányfogasztása már nem különbözött a két kontrollcsoportól. A befejező szakaszban minden csoport azonos mennyiségű takarmányt fogyasztott. Az adatok alapján úgy tűnik, hogy a hízalás végére jelentősen csökkenteni tudták a hátrányukat a madarak, így a korai nagymértékű stressz okozta teljesítménybeli lemaradást a brojlerok valószínűleg hosszabb hízalási idő alatt kompenzálni tudják.

Tahmasebi és Toghyani (2015) által elvégzett kísérletben a treonin kiegészítés növelte a takarmányfogasztást, ezáltal az élőtömeget is, mind az indító, nevelő és befejező szakaszban. A kísérlet során szintén kimutatták, hogy argininnel való kezelés esetén nagyobb bélboholy

magasságot és a kripta mélységet érték el a kontroll csoporthoz képest (Tahmasebi és Toghyani, 2015).

11. táblázat

A kísérleti kezelések hatása a madarak átlagos napi takarmányfelvételére a kísérlet különböző szakaszaiban

	Nem késleltetett		Késleltetett takarmány felvétel						
	NK	IoSó	NK	IoSó	IoMet	Gél	GélMet	RMSE	P-érték
	A	B	C	D	E	F	G		
0-48. óra (g)	7,1	4,6	-	-	-	-	-	-	-
0-10. nap (g)	27,3a	26,4a	22,7b	22,2b	22,7b	21,3b	22,3b	0,9	<0,0001
3-10. nap (g)	23,3a	22a	18,1b	17,7b	18,2b	17,2b	18b	0,8	<0,0001
11-21. nap (g)	70,6a	68,8ab	64,7ab	62,7b	63,7ab	62,2b	63b	4,5	0,0022
22-35. nap (g)	123,9a	120,2a	116,8a	155,3a	118,7a	116,9a	118,9a	9,3	0,6374
3-35. nap (g)	80,9a	78,5a	75,1a	73,5a	74,8a	73,6a	74,9a	5,0	0,0466
1-35. nap (g)	76,5a	74,1ab	70,7ab	69ab	70,3ab	69,2ab	70,5b	4,7	0,0264

^{a, b, c} a különböző betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns eltérés van ($P \leq 0,05$)

¹NK= Nem kezelt csoport

IoSó= *In ovo* sóoldattal kezelt csoport

IoMet= *In ovo* metioninnal kezelt csoport

Gél= Takarmánygél fogyasztott csoport

GélMet= Metioninnal kiegészített takarmánygél fogyasztott csoport

12. táblázat

A kísérleti kezelések hatása a madarak takarmányértékesítésére a kísérlet különböző szakaszaiban

	Nem késleltetett		Késleltetett takarmány felvétel						
	NK	IoSó	NK	IoSó	IoMet	Gél	GélMet	RMSE	P-érték
	A	B	C	D	E	F	G		
0-10. nap (g)	1,475a	1,512a	1,389b	1,352b	1,388b	1,383b	1,330b	0,1	<0,0001
3-10. nap (g)	1,479a	1,499a	1,428b	1,383b	1,412b	1,437b	1,393b	0,1	0,0212
11-21. nap (g)	1,710a	1,799a	1,760a	1,831a	1,680a	1,733a	1,681a	0,2	0,6291
22-35. nap (g)	2,424a	2,458a	2,401a	2,269a	2,494a	2,578a	2,464a	0,2	0,3460
3-35. nap (g)	2,045a	2,100a	2,045a	1,995a	2,061a	2,134a	2,049a	0,1	0,1933
1-35. nap (g)	2,042a	2,094a	2,052a	1,999a	2,066a	2,142b	2,059a	0,1	0,1896

a, b, c a különböző betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns eltérés van ($P \leq 0,05$)

¹NK= Nem kezelt csoport

IoSó= *In ovo* sóoldattal kezelt csoport

IoMet= *In ovo* metioninnal kezelt csoport

Gél= Takarmánygél fogyasztott csoport

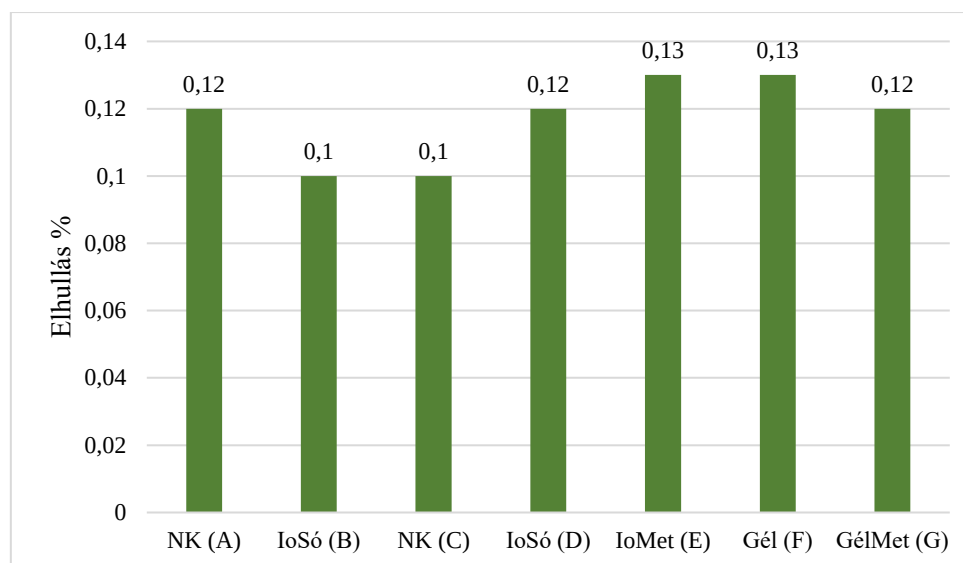
GélMet= Metioninnal kiegészített takarmánygél fogyasztott csoport

A takarmányértékesítést vizsgálva a 0-10. nap között, valamint a 3-10. nap között volt szignifikánsan kimutatható különbség (12. táblázat). A késleltetett takarmányhoz jutott csoportok (C, D, E, F, G) hatékonyabb takarmánykonverziót mutatnak. Ez a brojlerek kompenzációs képességét igazolja, amelyről több kutatásban is beszámolnak a takarmánymegvonást követően (Zubair és Leeson 1996). Radulović és mtsai (2021) szerint viszont a kompenzációs képesség nem tud érvényesülni különböző restriktív takarmányozási módok mellett, ilyen körülmények között a testzsírszázalék csökkenhet, de a kívánt testsúlyt nem éri el a brojlerek a hízalási szakasz végére.

Az elhullás szempontjából statisztikailag igazolt eltérés nem volt kimutatható (3. ábra). A csoportok alacsony elhullási százalékaikhoz azonban mindenképpen hozzájárultak a jó kísérleti körülmények, ezáltal a kontroll csoportok esetében is nagyon alacsony volt a mortalitás.

3. ábra

A kísérleti kezelések hatása az elhullásra (%)



P-érték	0,99
RMSE	0,31

¹NK= Nem kezelt csoport

IoSó= *In ovo* sóoldattal kezelt csoport

IoMet= *In ovo* metioninnal kezelt csoport

Gél= Nem kezelt, akarmánygél fogyasztott csoport

GélMet= Nem kezelt, metioninnal kiegészített takarmánygél fogyasztott csoport

A 13. táblázat a vágási teljesítmény szempontjából az értékes húsrészek (comb, mell) súlyát és arányát mutatja be a grillsúlyhoz viszonyítva. Egyértelmű, hogy az első takarmányfelvétel késleltetése csökkentette a vágósúlyt és ezzel együtt az értékes húsrészek súlyát. A késleltetett takarmányhoz jutás okozta hátrányt a nem kezelt, azonnal takarmányhoz jutott csoporthoz (A) képest nem tudták behozni a késleltetett takarmányhoz jutott csoportok, az *in ovo* sóoldattal kezelt, nem késleltetett csoport eredményeitől azonban nem mutatnak statisztikai eltérést. Az értékes húsrészek aránya a hidrogél etetéskor valamelyest nőtt, mely a combok arányát tekintve statisztikailag is igazolható volt a többi kezeléshez képest. A hidrogél fogyasztó csoportokban volt a legmagasabb a mell aránya függetlenül attól, hogy volt-e metionin kiegészítés vagy nem (33,9-34,4%). A hidrogél fogyasztó madarak esetében a mellhús aránya az azonnal takarmányhoz jutott csoporténál is nagyobb volt. A késleltetett takarmányfelvétel és a korai takarmányozás elmaradása esetén volt a mellhús kihozatal a legkisebb (30,5%).

13. táblázat

A kísérleti kezelések hatása a vágási teljesítményre (g, %)

Kezelés	Comb (g)	Comb (%)	Mell (g)	Mell (%)
Nk	305.06 ^a	27,1 ^a	366.87 ^a	32,5 ^b
IoSó	280.36 ^b	26,4 ^a	337.5 ^{ab}	31,7 ^{ab}
Nk	266.9 ^b	27,2 ^a	301.35 ^b	30,5 ^a
IoSó	262.3 ^b	26,9 ^a	301.5 ^b	30,8 ^{ab}
IoMet	261.05 ^b	26,2 ^a	321.9 ^b	32,1 ^{ab}
Gél	269.5 ^b	28,7 ^b	324 ^b	34,4 ^d
GélMet	275.2 ^b	28,8 ^b	324.7 ^b	33,9 ^{cd}
P-érték	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
RMSE	25,89	2,01	4,00	2,019

^{a, b, c} a különböző betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns eltérés van ($P \leq 0,05$)

¹NK= Nem kezelt csoport

IoSó= *In ovo* sóoldattal kezelt csoport

IoMet= *In ovo* metioninnal kezelt csoport

Gél= Takarmánygél fogyasztott csoport

GélMet= Metioninnal kiegészített takarmánygél fogyasztott csoport

A vérkenetek értékelése során mértük a heterophil granulociták, limfociták, monociták, eosinofil granulociták, valamint trombociták számát (14. és 15. táblázat). A vizsgált vérsejtek abszolút száma minden kezelés esetében az élettanilag normális értékhatáron belül mozgott (Douglas és mtsai, 2010). A bazofil granulociták esetében normál értéket azért nem lehetett meghatározni, mert morfológiailag a monocytákhoz nagyon hasonlóak, és rendkívül kis számban fordulnak elő. A heterofil granulociták a madarak esetében a fő fagocita sejtek, úgy, mint az emlősökben a neutrofil granulociták (Colin, 2015). Ezért a 21. életnapon vett mintáknál a granulociták számának csökkenése a kontrollhoz képest a késleltetett, de metionin kiegészítésben nem részesült csoport esetében (C, D) mindenképpen az általános immunvédelem gyengülését mutatja. Azok a madarak, melyek takarmányfelvétele késleltetett volt, de *in ovo* metionin ellátásban részesültek vagy hidrogél fogyasztottak, a granulociták aránya statisztikailag nem különbözött a nem késleltetett és nem kezelt csoportnál mért értéktől

(E, F, G). A hidrogélt fogyasztó csoportok azonban a gyengébb értékektől sem különböztek szignifikánsan.

Dibner és mtsai (1998) „Oasis” takarmánykiegészítő alkalmazása esetén a csirkénél hatékonyabban működött az immunrendszer, az immunszervek -thymus és bursa- nagyobb súlyát mérték. Kísérletünk esetében az immunrendszerre pozitív hatást gyakorolt a metioninnal dúsított takarmánykiegészítő. Ez a limfociták, monociták és eozinofil granulociták magasabb számában mutatkozott meg, a kontrollcsoportokhoz viszonyítva. Bhanja és mtsai (2014) kutatásában a metioninnal *in ovo* módon kiegészített csoportok esetében megnövekedett interleukin termelés volt igazolható, ami egy hasonlóan jobb immunválasz készségre enged következtetni, mint ahogy jelen kísérletben is kimutatható az *in ovo* metionin kiegészítés által kiváltott kedvezőbb immunválasz a limfociták és eozinofil granulociták magasabb számából.

A trombociták számának meghatározásához összehasonlító adat nem állt rendelkezésre, a vizsgálat során az **A** kezelés abszolút trombocita számát tekintettük kontrollnak. A metioninnal dúsított géllal takarmányozott csoport (**G**) értéke közelíti leginkább a referencia értéket (**A**), ami pozitív eredményként értékelhető. A késleltetve takarmányhoz jutott csoportok (**D, E, F, G**) esetében az alacsonyabb trombocita szám gyengébb immunkészséget jelezhet.

14. táblázat

Vérkenetvizsgálat eredményei a 22. napon a kísérleti csoportokban

	Normál érték	NK A	IoSó B	NK C	IoSó D	IoMet E	Gél F	GélMet G	P-érték	RMSE
Leukocita	25,19									
Heterofil granulocita	7,19±3.39	10,83a	9,19ab	8,16b	7,28b	9,97a	9,44ab	8,97ab	0,05	7,28
Limfocita	13,86±1.58	11,49a	13,40ab	14,04b	14,00b	11,92a	12,07a	12,27a	0,02	8,55
Monocita	1,94±1,01	2,43	2,24	2,29	2,94	2,50	2,60	2,91	0,48	3,81
Eosinofil granulocita	0,64±0,92	0,39a	0,33a	0,66ab	0,94b	0,78b	1,07	1,03b	0,06	2,17
Trombocita		14,35a	13,00a	9,94b	7,86b	9,70b	9,43b	11,25b	0,03	3,12

^{a, b, c} a különböző betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns eltérés van ($P \leq 0,05$)

¹NK= Nem kezelt csoport

IoSó= *In ovo* sóoldattal kezelt csoport

IoMet= *In ovo* metioninnal kezelt csoport

Gél= Takarmánygél fogyasztott csoport

GélMet= Metioninnal kiegészített takarmánygél fogyasztott csoport

15. táblázat

Vérkenetvizsgálat eredményei a 37. napon a kísérleti csoportokban

	Normál érték	NK A	IoSó B	NK C	IoSó D	IoMet E	Gél F	GélMet G	P-érték	RMSE
Leukocita	25,19									
Heterofil granulocita	7,19±3,39	9,02	9,51	8,65	9,72	9,26	7,33	9,13	0,07	7,94
Limfocita	13,86±1,58	12,57	12,72	12,20	12,18	12,70	13,60	12,57	0,63	8,73
Monocita	1,94±1,01	2,20ab	2,02c	3,25a	1,74ab	1,89ac	2,77ab	1,83ab	<0.001	3,26
Eosinofil granulocita	0,64±0,92	0,94	1,09	1,55	1,34	1,34	1,66	1,76	0,25	3,53
Trombocita		8,84	9,33	7,96	8,67	9,13	9,48	9,33	0,71	11,18

^{a, b, c} a különböző betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns eltérés van ($P \leq 0,05$)

¹NK= Nem kezelt csoport

IoSó= *In ovo* sóoldattal kezelt csoport

IoMet= *In ovo* metioninnal kezelt csoport

Gél= Takarmánygél fogyasztott csoport

GélMet= Metioninnal kiegészített takarmánygél fogyasztott csoport

A 37. életnapon készült vérkenet eredményeiben statisztikai eltérést kizárólag a monociták számában láthatunk, a többi leukocita számában statisztikailag nincs eltérés a kezelések között. A monociták esetében a késleltetve takarmányhoz jutott, nem kezelt csoport **(C)** kivételével minden eredmény abszolút értéke a normálisnak tekinthető értékhatáron belül helyezkedik el.

6. Összefoglalás

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a legjobb teljesítményt akkor tudják a madarak elérni, ha azonnal takarmányhoz jutnak, nincs késlekedés a kelés és takarmányfelvétel között. Ennek megvalósulása azonban szinte lehetetlen a tényleges termelési körülmények között. A takarmányhoz jutás előtt eltelt hosszú koplalási idő, jelentős súlyvesztést és stresszt is okoz a naposmadarak szervezetében, amit azonban bizonyos mértékben ellensúlyozni tudunk a korai metionin kiegészítéssel. Hivatkozva az általunk elvégzett kísérlet eredményeire, mind a gél állagú takarmánykiegészítő korai etetése, mind az *in ovo* takarmányozás pozitív eredményeket hozhat a madarak immunkompetenciájának javulása miatt. A korai takarmányozási módszerek értékelésekor, főleg jó higiéniai státusz esetén nem szabad csupán a madarak növekedési teljesítményére koncentrálni, ugyanis a védekezőképesség megerősítése révén csökkenthető lehet a baromfielőállítás gyógyszerfelhasználása.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani konzulenseimnek, a kutatásban és kivitelezésében résztvevőknek, valamint a pályázati forrásért (**EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005, EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008**). A kutatás a **GINOP-2.2.1-18-2020-00031** projekt keretében valósult meg.

8. Irodalomjegyzék

- Avakian, A. P. (2006). Understanding in ovo vaccination. *Int. Hatchery Pract*, 20, 15-17.
- Batal, A.B., & Parsons, C.M. (2002). Effect of fasting versus feeding oasis after hatching on nutrient utilization in chicks. *Poultry science*, 81 6, 853-9 .
- Al-Zuhairy, M. A., & Alasadi, Y. J. (2013). Effect of in ovo injection with Newcastle disease vaccine, multivitamins AD3E, and omega-3 on performance and immune response of broiler. *International Journal of advanced Biological Research*, 3(2), 208-211.
- Smirnov, A., Tako, E., Ferket, P. R., & Uni, Z. (2006). Mucin gene expression and mucin content in the chicken intestinal goblet cells are affected by in ovo feeding of carbohydrates. *Poultry science*, 85(4), 669–673.
- Bhanja S.K., Sudhagar M., Goel A., Pandey N., Mehra M., Agarwal S.K., Mandal A. (2014): Differential expression of growth and immunity related genes influenced by in ovo supplementation of amino acids in broiler chickens. *Czech J. Anim. Sci.*, 59: 399-408.
- Bohórquez, D. V., Bohórquez, N. E., & Ferket, P. R. (2011). Ultrastructural development of the small intestinal mucosa in the embryo and turkey poult: A light and electron microscopy study. *Poultry science*, 90(4), 842–855. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00939>
- Bunchasak C. (2009). Role of dietary methionine in poultry production. *J. Poultry Sci.*, 46: 169–179.
- Chen, Y. P., Chen, X., Zhang, H., & Zhou, Y. M. (2013). Effects of dietary concentrations of methionine on growth performance and oxidative status of broiler chickens with different hatching weight. *British poultry science*, 54(4), 531–537.
- Colin G. Scanes, in *Sturkie's Avian Physiology* (Sixth Edition), 2015
- Coskun, Isa & Akkan, Aysenur & Erener, Guray. (2018). Effects of in ovo injection of lysine and methionine into fertile broiler (parent stock) eggs on hatchability, growth performance, caecum microbiota, and ileum histomorphology. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 47.
- Coskun, Isa & Erener, Guray & Şahin, Ahmet & Karadavut, Ufuk & Altop, Aydin & Agma Okur, Aylin. (2014). Impacts of In Ovo Feeding of DL-Methionine on Hatchability and Chick Weight. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2. 47-50. 10.24925/turjaf.v2i1.47-50.64.
- de Jong, I. C., van Riel, J., Bracke, M., & van den Brand, H. (2017). A 'meta-analysis' of effects of post-hatch food and water deprivation on development, performance and welfare of chickens. *PloS one*, 12(12), e0189350.
- Dibner, Julia & Knight, Chris & Kitchell, M. & Atwell, Cindy & Downs, A. & Ivey, F.. (1998). Early Feeding and Development of the Immune System in Neonatal Poultry1. *The Journal of Applied Poultry Research*. 7. 425-436. 10.1093/japr/7.4.425.
- Douglas J., Weiss K, Waldrop J. – Schalm's Veterinary Hematology (2010) Wiley-Blackwell. 1232 p.
- Dubleczy Károly – Pál László – Wágner László – Bányai Adél – Tóth Szabolcs – Farkas Róbert: *A baromfiágazat helyzete és jövőbeni kilátásai*, 2008
- Edens, F. E., DOEDER, R., Cain, L. D., & Giesen, A. F. (1998). Pre-feeding of a navel hydrated nutritional supplement (Oasis) improves early performance in turkey poults. *Poultry Science*, 77, 141.

- Elwan, H., Elnesr, S. S., Xu, Q., Xie, C., Dong, X., & Zou, X. (2019). Effects of In Ovo Methionine-Cysteine Injection on Embryonic Development, Antioxidant Status, IGF-I and TLR4 Gene Expression, and Jejunum Histomorphometry in Newly Hatched Broiler Chicks Exposed to Heat Stress during Incubation. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9(1), 25. <https://doi.org/10.3390/ani9010025>
- Filho, A & Ferket, Peter & Malheiros, Ramon & Bruno de Oliveira, Celso Jose & Aristimunha, Patricia & Wilsmann, D & Givisiez, Patricia. (2018). Enrichment of the amnion with threonine in chicken embryos affects the small intestine development, ileal gene expression and performance of broilers between 1 and 21 days of age. *Poultry Science*. 98. 10.3382/ps/pey461.
- Gao, T., Zhao, M. M., Li, Y. J., Zhang, L., Li, J. L., Yu, L. L., & Zhou, G. H. (2018). Effects of in ovo feeding of L-arginine on the development of digestive organs, intestinal function and post-hatch performance of broiler embryos and hatchlings. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 102(1), e166-e175.
- Givisiez, P.E., Moreira Filho, A.L., Santos, M.R., Oliveira, H.B., Ferket, P.R., Oliveira, C.J., & Malheiros, R.D. (2020). Chicken embryo development: metabolic and morphological basis for in ovo feeding technology. *Poultry Science*, 99, 6774 - 6782.
- Hawra Jehad Nasser Al-Huwaizi and Ammar Hussain Areaare: (2021). The effect of fasting and early feeding after hatching with the nutritional supplement Gel 95 and the Safmannan prebiotic gel and the mixture between them on the productive performance of broiler chicks,
- Jha, R., Singh, A. K., Yadav, S., Berrocoso, J., & Mishra, B. (2019). Early Nutrition Programming (in ovo and Post-hatch Feeding) as a Strategy to Modulate Gut Health of Poultry. *Frontiers in veterinary science*, 6, 82.
- Kadam, M. M., Bhanja, S. K., Mandal, A. B., Thakur, R., Vasan, P., Bhattacharyya, A., & Tyagi, J. S. (2008). Effect of in ovo threonine supplementation on early growth, immunological responses and digestive enzyme activities in broiler chickens. *British poultry science*, 49(6), 736–741.
- Kermanshahi H, Daneshmand A, Emami NK, Tabari DG, Doosti M, Javadmanesh A, Ibrahim SA. (2015). Effect of in ovo injection of threonine on Mucin2 gene expression and digestive enzyme activity in Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Res Vet Sci*. 2015 Jun;100:257-62.
- Klein Geltink, R. I., & Pearce, E. L.: (2019). The importance of methionine metabolism. *eLife*, 8, e47221.
- Kornasio, R., O. Halevy, O. Kedar, and Z. Uni. (2011). Effect of in ovo feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth, and body weight. *Poultry Science*. 90: 1467–1477.
- Lemme A., Kozłowski K., Jankowski J., Petri A., Zdúnczki Z. (2005). Responses of 36 to 63 day old BUT Big 6 turkey toms to graded dietary methionine + cysteine levels. *J. Anim. Feed Sci.*, 14: Suppl. 1: 139–142
- Martínez, Y., Li, X., Liu, G. et al.: (2017). The role of methionine on metabolism, oxidative stress, and diseases. *Amino Acids* 49, 2091–2098
- Nazem, M. N., Sajjadian, S. M., Kheirandish, R., & Mohammadrezaei, H. (2017). Histomorphometric analysis of the small intestine of broiler chick embryos injected in ovo with methionine. *Animal Production Science*, 59(1), 133-139.
- Ohta Y, Tsushima N, Koide K, Kidd MT, Ishibashi T.: (1999). Effect of amino acid injection in broiler breeder eggs on embryonic growth and hatchability of chicks. *Poult Sci*. 1999 Nov;78(11):1493-8. doi: 10.1093/ps/78.11.1493. PMID: 10560819.

- O.T. Foye , Z. Uni , J.P. McMurtry and P.R. Ferket , (2006). The Effects of Amniotic Nutrient Administration, "In ovo Feeding" of Arginine And/or β -Hydroxy- Bet β -Methyl Butyrate (HMB) on Insulin-like Growth Factors, Energy Metabolism and Growth in Turkey Poult . *International Journal of Poultry Science*, 5: 309-317.
- Pineda L, Sawosz E, Lauridsen, Engberg, Elnif, Hotowy, Sawosz, Chwalibog A. (2012): Influence of in ovo injection and subsequent provision of silver nanoparticles on growth performance, microbial profile, and immune status of broiler chickens. *Open Access Animal Physiology*. 2012;4:1-8
- Radulović, S., Sefer, D., Jokić, Ž., Marković, R., Perić, D., & Lukić, M.. (2021). Restrictive nutrition and compensatory growth of broilers: Impact on growth production results and carcass characteristics. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* IOP Publishing Ltd., 854(1), 012076.
- Ratriyanto, Adi; Mentari, Susan Dikta (2018): Growth and feed efficiency in female broiler chickens fed diet containing adequate methionine and supplemented with betaine, *Indonesian Journal of Animal Science*, [S.l.], v. 28, n. 3, p. 233 - 240, dec. 2018
- Retes, P. L., Clemente, A., Neves, D. G., Espósito, M., Makiyama, L., Alvarenga, R. R., Pereira, L. J., & Zangeronimo, M. G. (2018). In ovo feeding of carbohydrates for broilers-a systematic review. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 102(2), 361–369.
- Salmanzadeh, M., Ebrahimnejad, Y., Shahryar, H. A., Gorbani, A., & Oskuei, H. R. (2019). The Effects of in ovo Glucose Administration on Hatching Results and Subsequent Blood Glucose Concentration in Newly-Hatched Chicks. *Journal of Applied Biological Sciences*, 5(2), 21–22.
- Sgavioli, S., F. M. Thimotheo, M. F. Praes, V. K. Silva, M. F. R. Alves, I. C. Boleli. (2013): Effect of ascorbic acid injected in pre-incubation egg on incubation and respiratory hematological parameters. *Ars Veterinaria, Jaboticabal*. 29: 118–125.
- Sharma, J.M. and Burmester, B.R. (1982) Resistance to Marek's Disease at Hatching in Chicken Vaccinated as Embryos with the Turkey's Herpesvirus. *Avian Diseases*, 26, 134-149.
- Siwek, M., Slawinska, A., Stadnicka, K. et al. (2018): Prebiotics and synbiotics – in ovo delivery for improved lifespan condition in chicken. *BMC Vet Res* 14, 402
- Tahmasebi, S., & Toghyani, M. (2016). Effect of arginine and threonine administered in ovo on digestive organ developments and subsequent growth performance of broiler chickens. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 100(5), 947-956.
- Tako E, Ferket PR, Uni Z. (2004): Effects of in ovo feeding of carbohydrates and beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on the development of chicken intestine. *Poult Sci*. 2004 Dec;83(12):2023-8. doi: 10.1093/ps/83.12.2023. PMID: 15615016.
- Uni, Z., Ferket, P. R., Tako, E., & Kedar, O. (2005). In ovo feeding improves energy status of late-term chicken embryos. *Poultry science*, 84(5), 764–770.
- Yodseranee, R., & Bunchasak, C. (2012). Effects of dietary methionine source on productive performance, blood chemical, and hematological profiles in broiler chickens under tropical conditions. *Tropical animal health and production*, 44(8), 1957–1963.
- Wakenell, P. S., Bryan, T., Schaeffer, J., Avakian, A., Williams, C., & Whitfill, C. (2002). Effect of in ovo vaccine delivery route on herpesvirus of turkeys/SB-1 efficacy and viremia. *Avian diseases*, 46(2), 274–280.
- Williams, C. (2007). In ovo vaccination for disease prevention. *Int. Poult. Prod*, 15(8), 7-9.

- Zhai, W., Neuman, S., Latour, M. A., & Hester, P. Y. (2008). The effect of in ovo injection of L-carnitine on hatchability of white leghorns. *Poultry science*, 87(3), 569–572.
- Zubair, A., & Leeson, S. (1996). Compensatory growth in the broiler chicken: A review. *World's Poultry Science Journal*, 52(2), 189-201.

Internet

- <https://agraragazat.hu/hir/repulostart-a-napos-baromfinak-megoldas-a-hydro-gel/>
- Ryan Johnson: In ovo feeding: ingesting the facts, 2018
- <https://www.thepoultrysite.com/articles/in-ovo-feeding-ingesting-the-facts>
- Uni, Z., P. R. Ferket. 2003. Enhancement of development of oviparous species by in ovo feeding. <http://www.google.com/patents/US6592878>
- Zehava Uni - Robert H. Smith: The effects of in-ovo feeding, 2017 <https://zootecnicainternational.com/featured/effects-ovo-feeding/>
- https://weblab.deusto.es/olarex/cd/UD/Incubator_HU_final/fizikai_jellemzk.html

9. Nyilatkozatok



Kaposvári Campus, Kaposvár
Cím: 7400 Kaposvár, Guba Sándor utca 40.
Tel.: +36-82/505-800
Honlap: <https://kaposvar.uni-mate.hu>

5. sz. függelék – Hallgatói és konzulensi nyilatkozat minta

NYILATKOZAT

Alulírott Csötönyi Orsolya, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Takarmányozási és takarmánybiztonsági mérnöki szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Diplomadolgozatomban egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

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

Kelt: Kaposvár, 2022. október 24.

Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakedolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakedolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: Kaposvár, 2022. október 24.

Témavezető

Társ-Témavezető

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Csötönyi Orsolya (hallgató Neptun azonosítója: QXFL15) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

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

Kelt: Kaposvár, 2022. 10. 25.



Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Csötönyi Orsolya
A Hallgató Neptun kódja: QXFL15
A dolgozat címe: Korai takarmányozással biztosított metionin ellátás hatása a brojlerok teljesítményére és egyes immunparamétereire
A megjelenés éve: 2022
A konzulens tanszék neve: Élettani és Takarmányozástani Intézet, Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: Kaposvár, 2022.10.25.



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.