

A KELTETŐTOJÁSOK SÚLYA ÉS AZ *IN OVO* SZÉNHIDRÁT-KIEGÉSZÍTÉS HATÁSA A BROJLEREK TELJESÍTMÉNYÉRE

HALAS VERONIKA – ÁPRILY SZILVIA – KIRNER ILDIKÓ – MIKLÓS FRUZZSINA –
GONODAI VIVIEN – NAGY JÓZSEF – TOSSENBARGER JÁNOS – TISCHLER ANNAMÁRIA
– SZELI NÓRA – KACSALA LÁSZLÓ – ÁCS VIRÁG

ÖSSZEFOGLALÁS

Az *in ovo* szénhidrát-kiegészítéssel foglalkozó kutatások eredményei azt mutatják, hogy a késői embrionális fejlődési időszakban a madárembrió számára biztosított szénhidrátok csökkentik a kelés utáni elhullást és hozzájárulnak a nagyobb növekedési teljesítményhez is. Kísérletünkben azt vizsgáltuk, hogy a keltetőtojások berakáskori súlya befolyásolja-e az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés hatását a brojlerek növekedési teljesítményére. Vizsgálatunkba 1200 db ROSS 308 húshibrid keltetőtojást vontunk be. A tojásokból két csoportot alakítottunk ki, kis súlyúnak tekintettük az 53-58 g közötti, nagy súlyúnak az 58 g feletti keltetőtojásokat. A tojásokat véletlenszerűen további 3 csoportba soroltuk, 2x3-as faktoriális elrendezést kialakítva. A tojások harmadánál nem alkalmaztunk beavatkozást, a tojások 1/3-ánál fiziológiás sóoldatot, további 1/3-nál szénhidrátoldatot fecskendeztünk a keltetés 17. napján. A kikelt madarakat 36 óra várakozás után telepítettük és a technológia szerint takarmányoztuk. A madarak súlyát és takarmányfogyasztását a hizlalás 10., 21. és 35. napján mértük. Eredményeink alapján elmondható, hogy amennyiben az első takarmányhoz jutás a kelés után 36 órával megvalósul, akkor az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés előnyt jelent a hizlalás során, azonban a beavatkozás a kelési %-ot csökkentheti.

SUMMARY

Halas, V. – Áprily, Sz. – Kirner, I. – Miklós, F. – Gonodai, V. – Nagy, J. – Tossenberger, J. – Tischler, A. – Szeli, N. – Kacsala, L. – Ács, V.: EFFECT OF HATCHING EGG WEIGHT AND *IN OVO* CARBOHYDRATE SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE OF BROILER CHICKEN

Increasing number of papers on *in ovo* carbohydrate supplementation has been published over the last 10 years. Those researches have shown that special nutrients primarily carbohydrates and some amino acids provided to avian embryo during the late embryonic development reduces post-emergence mortality and support for higher growth performance. In the present experiment, we examined whether the hatching eggs weight has impact on the effect of *in ovo* carbohydrate supplementation on the growth performance of broilers. For that purpose, 1200 hatching eggs of ROSS 308 broiler hybrid were used in our study. Regarding egg weight, the eggs below 58 g (53-58 g) and above 58 g were considered lower weight and heavy eggs, respectively. Eggs were randomly assigned to an additional 3 groups to form a 2x3 factorial arrangement. In one third of the eggs no intervention was applied one third of the eggs were injected with physiological saline, and one third of the eggs were injected with carbohydrate solution on the 17th day of hatching. The day-old-chicks were housed 36 hours post-hatch and fed according to the technological guideline. The individual live weight and feed intake per pen were measured on days 10, 21, and 35 of the experiment. Based on our results, we can state that the *in ovo* technique was successfully adapted and applied in our study. The hatching weight was significantly higher of chickens from heavier eggs. Chickens weight 36 hours post-hatch, but not the hatching weight was affected by the *in ovo* treatment. *In ovo* carbohydrate treatment group had higher body weight at day 21 and 35 then counter pairs had no intervention. In conclusion, when access to the first feed occurred 36 hours post-hatch, *in ovo* carbohydrate supplementation is an advantage during fattening, however, the hatchability might be compromised by the intervention. Egg weight is determinant for hatching weight and growth performance during fattening, but the effect of *in ovo* carbohydrate supplementation is independent of the weight of hatching eggs.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A brojlerhizlalás során az egyik legkritikusabb pontnak tekinthető, hogy a naposcsibék sokszor hosszú szállítást követően kerülnek csak telepítésre. A sziktömlő a kelés után még egy darabig táplálóanyagot biztosít a madarak számára, azonban ez csupán 24-36 órára elegendő. A naposkori hosszabb idejű késleltetett takarmányhoz jutás nem csak a madarak élősúlyára, de a szervek, főként az immunrendszer egyes szerveinek (Fabricius-tömlő, lép) méretére és a tápcsatorna fejlődésére is hatással van (*Panda és mtsai*, 2015). Ennek következtében a telepítésig eltelt idő hossza negatívan hathat a későbbi növekedési teljesítményre is.

De Jong és mtsai (2017) közel 50 brojlervizsgálat adatait dolgozták fel egy meta-análízisben azzal a céllal, hogy számszerűsítsék a kelés utáni éhezési időszak hossza és a hizlalási teljesítmény közti összefüggést. A vizsgálat eredménye azt mutatta, hogy már az átlagosan 24 órás (~12-36 órás) takarmányfelvétel késleltetése is csökkenti a brojlerek 42 naposan mért élősúlyát mintegy 2,6%-kal ($p \leq 0,05$). Az első takarmányhoz jutás kitolódása hatványozottan csökkenti a madarak vágósúlyát, 48 (~36-60) vagy 72 (~36-60) órás késleltetés esetén az első heti növekedési teljesítmény 17-27%-kal maradt el, míg a 42. napi élősúly 5-8%-kal azokhoz a madarakhoz képes, amik azonnal takarmányhoz jutottak a kelést követően (*De Jong és mtsai*, 2017). A teljesítmény elmaradása mellett azonban további veszteséggel lehet számolni, mivel az elhullás is jelentősen, másfél, kétszeresére nőtt ezeknél a madaraknál. A késleltetett takarmányhoz jutás miatti lemaradás kompenzálására több megoldás is létezik, ezeket összefoglalóan korai takarmányozási módszereknek hívjuk. A korai takarmányozás egyik formája a szállítóládában biztosított takarmány vagy speciális takarmány-kiegészítő (*Edens és mtsai*, 1998; *Batal és Parsons*, 2002). Egy nemrégiben kidolgozott, új technológia az utókeltetés (bújtató) kihagyása és az előkeltetett tojások speciális istállóban való elhelyezése, ahol a kelést követően a csibék azonnal takarmányhoz jutnak (*Ven és mtsai*, 2013). A korai takarmányozás további innovatív megoldása a madárembrió külső forrásból származó táplálóanyag ellátása, ezt a módszert hívjuk *in ovo* takarmányozásnak. Az *in ovo* technikát a vakcinázási programok fejlesztése során alkalmazták először az 1980-as években (*Sharma és Burmaster*, 1982), az *in ovo* táplálóanyag ellátás módszerét a 2000-es évek elején dolgozta ki *Uni és Ferket* (2004). A kutatócsoport számos vizsgálatban igazolta, hogy a szénhidrát-kiegészítés pozitív hatású brojlercsirkék esetében (*Uni és Ferket*, 2004; *Tako és mtsai*, 2004, *Uni és mtsai*, 2005). Az *in ovo* szénhidrát-kiegészítést a keltetés végén, általában a 17-19. napon alkalmazzák. Az injektlás nem rontja a kelési eredményeket, a befúladt embriók száma nem nő. A napos madarak élősúlya sok esetben nagyobb és a későbbi növekedési teljesítmény is jobb, mint a kontroll (nem, vagy csak fiziológiás sóoldattal injektlált) csoportban. Az ide vonatkozó vizsgálatok nem terjedtek ki arra, hogy vajon a keltetőtojások mérete, súlya befolyásolja-e az *in ovo* kezelés hatékonyságát, miközben egy közelmúltban megjelent meta-análízis eredményei ezt sejtetik (*Retes és mtsai*, 2018). Ezért kísérletünkben azt vizsgáltuk, hogy a keltetőtojások berakáskori súlya és az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés hatással van-e a brojlerek növekedési teljesítményére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a hatályos állatvédelmi előírások figyelembevételével, a Somogy Megyei Kormányhivatal Agrárügyi és Környezetvédelmi Főosztály Élelmiszerláncbiztonsági és Állategészségügyi Osztály engedélye alapján (engedélyszám: SO/31/00690-7/2020 (KA-3007) a Magyar- Agrár és Élettudományi Egyetem Élettani és Takarmányozástani Intézet Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszékén végeztük. A vizsgálatba 1200 db ROSS 308 húshibrid keltetőtojást vontunk be. A tojásokat a keltetőgépbe rakás időontjáig 20 °C alatti hőmérsékleten, kartondobozban 4-6 napig tároltuk, így a tárolás rövideje miatt forgatásra és párásításra nem volt szükség. Az elő- és utókeltelést a technológiai leírás szerint végeztük (Aviagen, 2019) PL Maschine PLM 1350 típusú, 600W fűtőteltjesítményre képes 1350 férőhelyes keltető- és bújtatógépben.

A kísérletbe vont tojásokból két csoportot alakítottunk ki: kis súlyúnak tekintettük az 53-58 g közötti, nagy súlyúnak az 58 g feletti keltetőtojásokat. Az *in ovo* beavatkozást a keltetés 17. napján végeztük, a kis és nagy keltetőtojásokat véletlenszerűen 3 csoportba soroltuk, 2x3-as faktoriális elrendezést kialakítva. A 3 csoport kezelése az alábbi volt: nem kezelt csoport (NK), pozitív kontroll csoport, ahol a tojásokba 0,5 ml 0,9%-os steril NaCl oldatot injektáltunk (ioSó), valamint egy szénhidrát oldattal kezelt csoport, ahol a tojásokba 0,5 ml szénhidrát oldatot (ioCH) juttattunk (10% szacharóz, 10% maltóz, 5% dextrán 0,9%-os steril NaCl oldatban oldva). Az *in ovo* kezeléseknél használt oldatokat az amnionba fecskendeztük az embrió megsértése nélkül *Uni* és *Ferket* (2004) módszere alapján. A tű mérete 21G volt, a műveletet a tojások kézi lámpázóval történő átvilágítása mellett, sterilkamrában végeztük. A beavatkozás előkészítése során a tojáshéj felületét alkoholos vattával áttöröltük, precíziós fúróberendezés segítségével a tojáson 0,2 mm átmérőjű lyukat fúrtunk. Az oldat injektálását követően a furatot műanyag ragasztószalaggal (Cellux) befedtük, majd a tojásokat az utókeltetőbe helyeztük. Az elő- és utókeltetőgép tálcáit a kezeléseknél megfelelően jelöltük. A kikelt naposokat ivaronként szétválasztottuk (szexálás a tollnövekedés intenzitása alapján történt), szárnyjelölővel láttuk el, súlyukat grammnyi pontossággal mértük. A madarakat 36 órával a keltetőből való leszedést követően mélyalmos fülkékbe telepítettük, random módon elhelyezve (18 madár/fülke, 9 fülke/kezelés). A jércék és kakasok száma fülkénként közel azonos volt (± 9 jérce/fülke, ± 9 kakas/fülke). A kísérleti terem hőmérsékletét és relatív páratartalmát a tenyésztő cég (Aviagen, 2019) ajánlásának megfelelően állítottuk be.

A kísérleti állatokat a teljesítményvizsgálat során önetetőkből *ad libitum* takarmányoztuk (1 önetető/fülke). Ivóvíz az önitatókból szükség szerint állt rendelkezésre. A nevelési szakaszban kukorica-szója alapú, 3 fázisos takarmányozást alkalmaztunk: inditótáp (dercés) 1-10. életnap, nevelőtáp (granulált) 11-21. életnap, befejezőtáp (granulált) 22-35. életnap között. A keverékek táplálóanyag-tartalma megfelelt a tenyésztő cég ajánlásának (Aviagen, 2019; 1. táblázat). A madarak egyedi élőtmegét a kelés napján, 36 órával a kelést követően, takarmányváltáskor, valamint a kísérlet végén mértük grammnyi pontossággal. Az elhullott madarak szárnyjelölő számát, tömegét, az elhullás idejét és okát az elhullási naplóban feljegyeztük. A brojlerek takarmányfelvételét fülkénként mértük az élőtmeg mérések közötti intervallumokban. A kísérleti időszakban az állatok általános egészségi állapotát folyamatosan ellenőriztük.

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

1. táblázat

Kísérlet során etetett takarmányok összetétele és táplálóanyag-tartalma (g/kg)

Összetétel (1)	Indító (1-10. nap) (2)	Nevelő (11-21. nap) (3)	Befejező (22-35. nap) (4)
Kukorica (5)	551	577	601
Kukorica glutén (60%) (6)	32	32	32
Extr. szójadara (44,2 %) (7)	262	230	175
Extr. napraforgó dara (8)	53,5	53,5	75,0
Napraforgó olaj (9)	44,7	55,0	67,0
MCP (10)	18,7	17,5	15,0
Takarmánymész (11)	15,0	13,5	12,2
NaCl	2,7	2,7	2,7
L-Lizin HCl (12)	5,2	4,6	4,3
DL-Metionin (13)	4,5	3,9	3,2
L-Treonin (14)	2,6	2,3	1,8
Ásványi anyag és vitamin premix (15)	5,0	5,0	5,0
Összesen (16)	1000,0	1000,0	1000,0
Táplálóanyag-tartalom (g/kg) (17)			
AMEn (MJ/kg)	12,7	13,1	13,4
Nyersfehérje (18)	230,1	210,2	200,1
Nyerszsír (19)	73,7	86,8	92,9
Nyersrost (20)	29,1	28,6	27,8
Lizin (21)	14,1	12,1	11,2
M+C	10,2	9,0	8,5
Treonin (22)	9,4	8,2	7,8
Triptofán (23)	2,8	2,7	2,5
Ca	10,0	9,0	8,5
P _{összes} (24)	7,4	6,8	6,5
P _{nem-fitin} (25)	5,0	4,5	4,2
Na	1,6	1,6	1,6

Table 1. Diet composition and nutrient content of experimental feeds (g/kg)

composition (1); starter (day 1-10) (2); grower (day 11-21) (3); finisher (day 22-35) (4); corn (5); corn gluten (6); soybean meal (CP 44.2%) (7); sunflower meal (8); sunflower oil (9); mono-calcium phosphate (10); limestone (11); L-Lysine HCl (12); DL-Methionine (13); L-Threonine (14); Mineral and vitamin premix (15); total (16); nutrient content (17); crude protein (18); crude fat (19); crude fibre (20); Lysine (21); Threonine (22); Tryptophan (23); P_{total} (24); P_{non-phytic} (25)

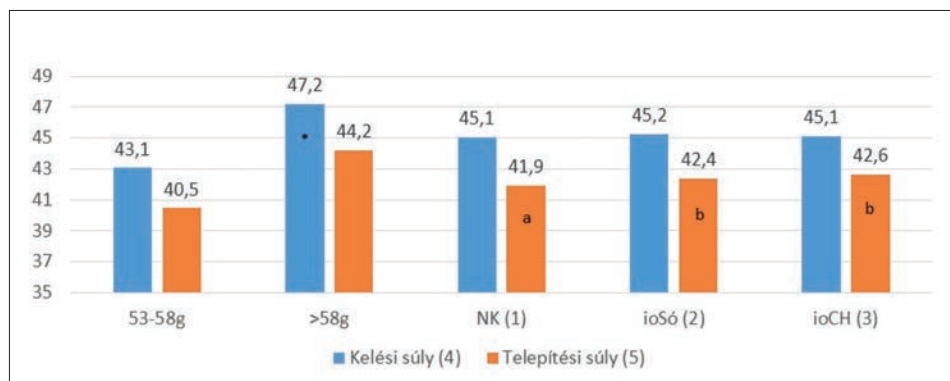
A statisztikai értékelés során Kolmogorov-Szmirnov próbával ellenőriztük az analízisváltozók (élő súlyok, takarmányfelvétel, súlygyarapodás) normalitását. A kétszeres szórástávolságon túl 38 egyed élő súlyát jegyeztük fel, így ezeket kiugró értékeknek tekintettük és kihagytuk az értékelésből. A tojássúly, valamint a kísérleti kezelések hatását kéttényezős variancia-analízissel értékeltük, szignifikáns kezeléshatás esetén a kezelések közötti eltérések statisztikai megbízhatóságát Tukey-teszttel ellenőriztük (SAS, 2014).

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az eddigi kutatási eredmények azt mutatják, hogy a késői madárembrió számára biztosított speciális táplálóanyagok, elsősorban szénhidrátok, illetve egyes aminosavak csökkentik a kelés utáni elhullást és hozzájárulnak egy nagyobb növekedési teljesítményhez is. Az ígéretes kutatási eredmények ellenére az *in ovo* takarmányozás még nem terjedt el széles körben a gyakorlatban, de Braziliában és az USA-ban már vannak olyan keltetők, ahol alkalmazzák a módszert (*El-Sabrou*t és *mtsai*, 2019). Ennek valószínűleg fő oka az, hogy a kelési % gyakran csökken a beavatkozás hatására.

Az általunk végzett vizsgálatban fő célunk a módszer adaptálása és tesztelése volt. Eredményeink szerint a szénhidrát-kiegészítés pozitív hatású volt a brojlercsirkék élő súlyára az 5 hetes hizlalás teljes időszakában ($p < 0,05$), azonban a kelési arányt a beavatkozás rontotta. Az 1200 berakott tojásból a 10. napon végzett lámpázás alkalmával 89 tojást (7,46%) ki kellett venni a vizsgálatból, mivel 60 db terméketlen, 29 tojás pedig véres volt. A 17. napon végzett lámpázás során további kiesés nem volt. A nem kezelt (NK) csoport esetében a keltethetőség (berakott tojásra) 86,5 és 89,0% volt a kis és nagy tojások esetében, az *in ovo* sóoldatos kezelése esetén 92 és 83%, míg az ioCH csoportnál 75,0 és 78,5%. Az eredmények statisztikai megbízhatóságát nem tudtuk értékelni, mivel kevés tálcáfél állt rendelkezésre ahhoz, hogy kezelésként elegendő kísérleti egységet alakítsunk ki, de a 10% körüli különbség mindenképpen figyelemre méltó. Más szerzők is tapasztalták, hogy a keltethetőséget a szénhidrátoldat bejuttatása csökkentheti (*Pedrozo és mtsai*, 2006; *Leitao és mtsai*, 2008; *Zhai és mtsai*, 2011a), azonban a kelési % nem minden vizsgálatban romlott (*lpek és mtsai*, 2004; *Tako és mtsai*, 2004; *Uni és Ferket*, 2004; *Uni és mtsai*, 2005; *Zhai és mtsai*, 2011b; 2011c; *Shafey és mtsai*, 2012; *Asa és mtsai*, 2022). A madarak élő súlyát a kezelések statisztikailag igazolható mértékben befolyásolták. A keléskori súlyban nem volt különbség, azonban a telepítési súly az *in ovo* szénhidrát kezelésben részesített csoport esetében szignifikánsan nagyobb volt a nem kezelt madarakhoz képest (1. ábra). Az idevonatkozó kutatási eredmények egy része azt mutatja, hogy az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés növeli a napos csibék súlyát (*Uni és Ferket*, 2004; *Zhai és mtsai*, 2011b; 2011c; *Shafey és mtsai*, 2012; *Salmanzadeh és mtsai*, 2012), más eredmények azonban nem erősítik ezt meg (*lpek és mtsai*, 2004; *Leitao és mtsai*, 2008). A pozitív eredményeket a madarak jobb energiaellátásával hozzák összefüggésbe. A kelést követő időszakban ugyanis, míg a napos madarak nem jutnak táplálékhoz és a szűkös glikogén készletek is elfogynak, az energiatermelés egy alternatív útja az izomszövet fehérjéjének bontásából származó glükoplasztikus aminosavak felhasználása. Ez azonban jelentős súlyvesztéssel jár,

1. ábra A tojássúly (53-58 g vs >58 g) és az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés hatása napos csibék élősúlyára keléskor és telepítéskor (g)



NK: negatív kontroll; ioSó: *in ovo* fiziológias sóoldattal kezelt; ioCH: *in ovo* szénhidrát-kiegészítés; * a tojássúly szignifikáns hatása, $p < 0,05$; ^{a,b} a különböző betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan különböznek, $p < 0,05$

Figure 1. The effect of egg weight and *in ovo* carbohydrate supplementation on body weight of chicken at hatch and housing (g)

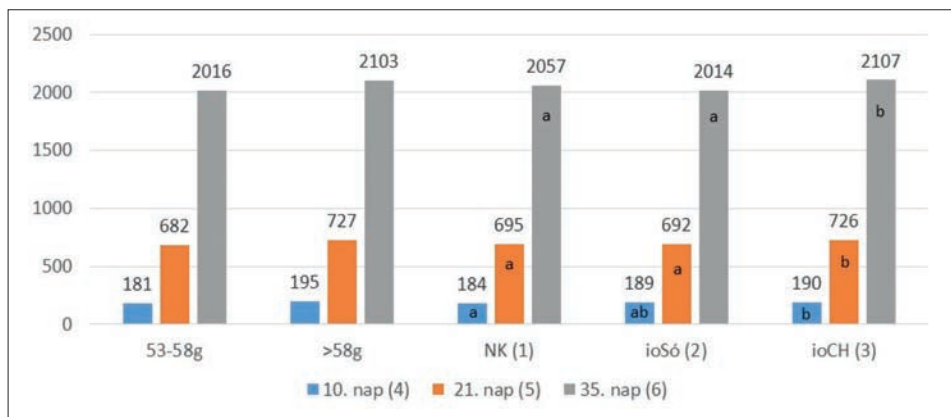
NK: negative control (1); ioSó: *in ovo* physiological saline supplementation (2); ioCH: *in ovo* carbohydrate supplementation (3); weight at hatch (4); weight at housing (5); * effect of egg weight significantly differ, $p < 0.05$; ^{a,b} means with different letters significantly differ, $p < 0.05$

hiszen az izomszövet bontása nem csak a testfehérje, hanem az általa kötött víz mennyiségének elvesztését is jelenti. Amennyiben az embrió a kelést megelőzően szénhidrátpótlásban részesül, úgy a glikogéntartalékok feltöltésével jelentősen csökkenthető a szervezet fehérje „tartalékától” való függés és ezt az alternatív energianyerési utat nem kell kihasználni a szervezetnek.

Maga az *in ovo* kezelés, azaz a fiziológias sóoldat tojásba való injektálása is növelte a telepítési súlyt, a madarak a 36 óra takarmányfelvétel késleltetés után statisztikailag igazolhatóan nagyobb súlyúak voltak, mint a nem kezelt csoport egyedei ($p < 0,05$) annak ellenére, hogy a kelési súlyban nem volt különbség ($p > 0,05$). Ez valószínűleg azzal függ össze, hogy a fiziológias sóoldattal való kezelés jobb hidratáltságot eredményezett, így a madarak keltetőben való felszáradása és a telepítés 36 órás késleltetése következtében a nem kezelt madarakhoz képest nagyobb mértékű volt a test víztartalma. A korai szénhidrát kiegészítés a 10., 21. és a 35. életnapon 4,0, 4,4 és 2,5%-kal nagyobb élősúlyt eredményezett, a nem kezelt csoporthoz képest (2. ábra). Az *in ovo* fiziológias sóoldattal kezelt tojásokból kikelt csibék teljesítménye nem különbözött sem a szénhidráttal kezelt, sem pedig az *in ovo* kezelésben nem részesült csoportban mért súlyokhoz képest. Az eredmény megerősíti, hogy a kezdeti nagyobb élősúly a hizlalás teljes idejében előnyt jelenthet a madarak számára.

A keltetőtojás súlya mindvégig befolyásolta a madarak élősúlyát, az 58 grammnál kisebb súlyú tojásokból kelt madarak a hizlalás teljes idejében elmaradtak az 58 grammnál nagyobb súlyú tojásból kelt társaikhoz képest. Interakciót csak a telepítési súly esetén tapasztaltunk a kísérleti kezelések és a tojás súly között.

2. ábra A tojássúly (53-58 g vs >58 g) és az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés hatása a brojlerok élősúlyára a hizlalás során (g)



NK: negatív kontroll; ioSó: *in ovo* fiziológiás sóoldattal kezelt; ioCH: *in ovo* szénhidrát-kiegészítés; $p < 0,05$; ^{a,b} a különböző betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan különböznek, $p < 0,05$

Figure 2. The effect of egg weight and *in ovo* carbohydrate supplementation on body weight of broilers during the fattening (g)

NK: negative control (1); ioSó: *in ovo* physiological saline supplementation (2); ioCH: *in ovo* carbohydrate supplementation (3); day 10 (4); day 21 (5); day 35 (6); ^{a,b} means with different letters significantly differ, $p < 0,05$

A szénhidrát-kiegészítés elsősorban a nagy súlyú tojások esetében okozott nagyobb telepítési súlyt, az 58 g alatti tojásokból kelt madarak esetében a különbség csekély mértékű volt. Duman és Sekeroglu (2017) vizsgálataiban a keltetőtojások súlya a kelési súlyt és az 1. élethétben mért élősúlyt szignifikánsan befolyásolta, azonban ez a későbbiekben már nem volt kimutatható. Petek és mtsai (2003) valamint Nazligül és mtsai (2005) fürjeknél igazolták, hogy a tojássúly és a hizlaláskori élősúly pozitív korrelációban áll. Tahir és mtsai (2011) több genotípus adatait feldolgozva arra a következtetésre jutottak, hogy a keltetőtojások illetve a napos csibe súlyának különbsége 7-10-szeres különbséget jelent a vágási súly tekintetében. Eredményeink ezt az arányt jelentősen túlszárnyalták, a mi vizsgálatunkban a 4 g kelési súlyban mért különbség 100 grammra növekedett a 35. életnapon.

Az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés kedvező hatása a fejlődő madárembrió táplálóanyag felhasználásának változásával magyarázható. A kelés első hetében intenzív szénhidrát felhasználás történik, a második héten elsősorban a fehérjét, a harmadikon pedig főleg a zsírt használja fel az embrió. A szik szénhidrátkészlete az első héten szinte teljesen kiürül, így a kelés második felében a májban és az izmokban raktározódó glikogén nem a szik tartalékaiból, hanem glükoneogenezisből származik (Halas, 2019). A kelés utolsó szakasza a tojásból való kibújás, ehhez a madárnak jelentős izommunkát kell végezni. A kopogtatásban szerepet játszó izmok kizárólag nagy glikolitikus kapacitással rendelkező izmok, olyanok, melyek glükózellátása bőséges. A májban és az izmokban felhalmozott glikogén döntően a tojáshéj feltörésekor használandó fel. A glikogénkészletek teljes kimerülése a kelést

követően azért kritikus, mert, ha a napos madarak nem jutnak táplálékhoz, akkor a szervezetük csak a sziktömlőben tartalékolt zsírsavakat tudja energianyérésre használni. Ismert, hogy a szik 25-35%-a az embrió fejlődése során felhasználatlan marad, a sziktömlő kibújás előtt a csibe testébe záródik és tartalék tápanyagot szolgáltat a kikelés és az első takarmányhoz jutás közötti időszakban. A zsírsavak oxidációja azonban csak akkor maradéktalan, ha megfelelő glükóz mennyiség is rendelkezésre áll, mivel a zsírsavak lebontása ketonanyagok felszaporodásával jár együtt. Az *in ovo* szénhidrát-kiegészítéssel a szervezet glükózkészleteit töltjük fel, ezzel segítve a kelés utáni energiaháztartás optimális működését.

Az embrió glikogénkészleteinek feltöltöttsége meghatározó a kelés utáni időszakban mindaddig, amíg a madár takarmányhoz jut. Az izmokban és a májban tárolt glikogén gyorsan felhasználható energiaforrást jelent, amire nagy szüksége van a napos baromfinak, mert az általános gyakorlat szerint a kelést követően a szállítás miatt sokszor 36-72 óra elteltével jutnak csak táplálékhoz (Kornasio és mtsai, 2011). Mivel a kelés során az izmokban tárolt glikogén javarészt felhasználódik az izommunkához szükséges ATP szintézisben, ezért abban az időszakban, mikor nem jutnak táplálékhoz, a madarak túlélését szinte kizárólag a máj glikogén (és a sziktömlő zsírsav) tartalékai segítik. Glükózt glikogénből és zsírból tud előállítani a szervezet. Amennyiben szükség van rá, az izomfehérje bontásából rendelkezésre álló aminosavak is részt vesznek a glükoneogenezisben, sőt baromfinál a glikolízis mellett ez az egyetlen glükózforrás azelőtt, hogy a madár takarmányt venne fel (Viera és Moran, 1999a, b). A fentiekből következik, hogy a madárembrió fejlődése és táplálóanyag felhasználása során a szénhidrátkészletek kimerülése jelenti a legnagyobb kihívást. Limitált glikogénraktárak esetén a késői embrió az izmokból mobilizál glükoplasztikus aminosavakat a glükoneogenezishez, így jelentősen visszaesik a növekedés üteme és kisebb súlyú, esetleg gyengébb madár kel ki a tojásból. Kísérleti adatok igazolják, hogy szénhidrátot (maltóz, szacharóz, dextrin, hidroximetil-butirát) tartalmazó oldat tojásba való injektálása javítja a napos madarak súlyát és mellizom arányát (Uni és Ferket, 2004; Uni és mtsai, 2005; Foye és mtsai, 2006). A szénhidrát-kiegészítés többféle módon is támogatja az embrió fejlődését. Egyrészt pótolja a máj glikogént, így keléskor nagyobb lesz a napos madarak hepatikus szénhidrát tartaléka (Uni és mtsai, 2005), másrészt támogatja a bélhám, a bélbolyhok morfológiai fejlődését és érését (Tako és mtsai, 2004). Ez azt jelenti, hogy a jobb energiaellátás következtében növekszik a bélhám felszívó felülete, sőt Smirnov és mtsai (2006) vizsgálataiban a mucin szintézist szabályozó gén expressziója is erősebb volt keléskor, ha *in ovo* szénhidrát-kezelést alkalmaztak. A kezdeti előnyt a madarak a hizlalás alatt is megtartják (Uni és Ferket, 2004; Uni és mtsai, 2005). Ez annak köszönhető, hogy növekszik az izomszövetben a mioblasztok száma, aminek következtében intenzívebb a mellizomzat kezdeti fejlődése és később a vágáskori mellhús arány is. Az *in ovo* takarmányozásnak akkor van különösen nagy jelentősége az izomsejtek számának növekedése szempontjából, ha a madarak a kelést követő 36 órában nem jutnak táplálékhoz (Kornasio és mtsai, 2011).

A kísérleti kezelések hatását a madarak átlagos napi súlygyarapodására, takarmány fogyasztására és a fajlagos takarmányértékesítésre a 2. táblázat mutatja be. A nagyobb tojásból kelt madarak súlygyarapodása a kísérlet teljes ideje alatt megmutatkozott. Az indító szakaszban 1,1 g, a nevelő és befejező szakaszban

2,8-2,9 g volt a napi súlygyarapodásban a nagy tojásból (58 g<) kelt madarak előnye az 58 g alatti súlyú tojásból kelt társaikhoz képest. Az első 10 napban a keltetés alatti kezelések hatását nem tudtuk statisztikailag igazolni, azonban a nevelő és befejező szakaszokban igen. A hizlalás során az átlagos napi súlygyarapodásban a két *in ovo* kezelésben részesült csoport között szignifikáns különbség volt, a sóoldattal kezelt madarak növekedési intenzitása elmaradt a szénhidráttal kezelt csoporttól (nevelő szakaszban 6,3%, a befejező szakaszban 4,5% különbség; $p < 0,05$). A nem kezelt csoport madarai az *in ovo* kezeltéktől statisztikailag nem különböztek.

A kis és nagyobb súlyú keltetőtojásoknak élősúlyokban és a napi súlygyarapodásban érvényesült különbsége a takarmányfelvételben is megmutatkozik. Az 58 g feletti súlyú tojásokból kelt madarak 2,0-4,6%-kal több takarmányt fogyasztottak (indító: 4,6%, nevelő: 2,0%, befejező: 3,9%), mint a kis súlyú tojásokból kelt társaik ($p < 0,05$). Az indító szakaszban statisztikailag igazolható különbséget tudtunk kimutatni a nem kezelt és a sóoldattal kezelt csoport takarmányfelvételében, de a későbbiekben a kezelések hatása már nem volt igazolható.

2. táblázat

A tojássúly és az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés hatása a brojlerek növekedési teljesítményére a hizlalás különböző szakaszaiban

	Tojássúly (TS) (1)		Kezelés (K) (2)				p-érték (3)		
	53-58g	58g<	NK (7)	ioSó (8)	ioCH (9)	RMSE	TS	K	TS x K
átlagos napi súlygyarapodás (g/nap) (4)									
1-10. nap	14,00x	15,11y	14,18	14,67	14,83	3,85	<0,001	0,11	0,49
11-21. nap	45,54x	48,29y	46,49ab	45,69a	48,55b	10,6	0,002	0,004	0,77
22-35. nap	94,14x	97,05y	95,47ab	93,55a	97,77b	13,77	0,002	0,001	0,21
átlagos napi takarmány felvétel (g/nap) (5)									
1-10. nap	19,5x	20,3y	19,2a	20,4b	20,2ab	1,4	0,02	0,02	0,98
11-21. nap	66,3	67,6	67,9	66,0	67,0	5,6	0,38	0,61	0,86
22-35. nap	138,1x	143,4y	139,6	139,7	144,2	8,6	0,02	0,11	0,52
takarmányértékesítés (kg/kg) (6)									
1-10. nap	1,60	1,56	1,56	1,60	1,57	0,12	0,24	0,53	0,32
11-21. nap	1,68	1,60	1,68	1,66	1,59	0,06	0,38	0,61	0,86
22-35. nap	1,72	1,70	1,70	1,73	1,70	0,06	0,44	0,31	0,93

NK: negatív kontroll; ioSó: *in ovo* fiziológiás sóoldattal kezelt; ioCH: *in ovo* szénhidrát kiegészítés; x,y a tojássúly szignifikáns hatása, $p < 0,05$; a,b a különböző betűkkel jelölt átlagok szignifikánsan különböznek, $p < 0,05$

Table 2. The effect of egg weight and *in ovo* carbohydrate supplementation on the growth performance of broilers in different periods of fattening

egg weight (1); treatment (2); p-value (3); average daily gain (g/day) (4); average daily feed intake (g/day) (5); feed conversion ratio (kg/kg) (6); NK: negative control (7); ioSó: *in ovo* physiological saline supplementation (8); ioCH: *in ovo* carbohydrate supplementation (9); x,y significant effect of egg weight, $p < 0,05$; a,b means with different letters significantly differ, $p < 0,05$

A szénhidrát kiegészítésben részesült madarak takarmányfelvétele nem különbözött a nem kezelt csoporttól, a takarmányértékesítést a kísérleti kezelések nem befolyásolták ($p > 0,05$). A takarmányértékesítést sem a keltetőtojások súlya, sem a kezelések nem befolyásolták. A fajlagos takarmányfelhasználás az indító, a nevelő és a befejező szakaszokban átlagosan 1,58 kg/kg, 1,64 kg/kg és 1,71 kg/kg volt, ami a Ross 308 hibridre jellemző, kiváló takarmányértékesítő képességet mutatja.

Számos vizsgálat megerősíti, hogy *in ovo* glükóz-kiegészítés következtében a naposcsibék súlya és súlygyarapodása szignifikánsan nagyobb a kontrollmadarakhoz képest és a kezelés a takarmányértékesítésre is hatással lehet (Uni és Ferket, 2004; Uni és mtsai, 2005; Foye és mtsai, 2006; Salmanzadeh és mtsai, 2012). Ezt az eredményt adataink a madarak gyarapodása és élősúlya vonatkozásában igazolták. Az idevonatkozó vizsgálatok alapján a pozitív hatás többek között a bélben végbemenő strukturális változásoknak köszönhető. Speciális szénhidrátkeverék (maltóz, szacharóz és dextrin)-oldat a keltetés 18. napján, amnionba történő adagolásával intenzívebbé vált a bélbolyhok növekedése Tako és mtsai (2004) vizsgálatával. Ugyanezen kísérletben az injektlást követő 3. napon (keléskor) a napos madarak vékonybelének szövettani vizsgálata igazolta, hogy a bélbolyhok hossza, szélessége, és felszíne szignifikánsan nagyobb volt a kontrollcsoportban mérhető értékekhez képest. Ezek a különbségek a kelést követő 3. napon még kifejezettebbé váltak. A keltetés során alkalmazott szénhidrát-kiegészítés következtében a kezelt madarak testtömege a 10. életnapon nagyobb volt, mint a kontroll madaraké. Egy másik vizsgálatban a szerzők a szénhidrát-kiegészítés génexpresszióra gyakorolt hatásáról számolnak be. Bhanja és mtsai (2014) a keltetés 14. napján a sziktlömlőbe injektláltak szénhidrátoldatot (100 mg/ml glükóz oldat). Ennek hatására a kelés napján, valamint az 1. életnapon a növekedést befolyásoló hormonok vagy hormonszerű anyagok termeléséért felelős gének fokozottabb expresszióját mérték (növekedési hormon, cGH – chicken growth hormone; inzulin típusú növekedési faktor, IGF II – insuline-like growth factor), valamint egyes, immunfunkciókban szerepet játszó gének működésében is találtak különbséget (interleukinek: IL-6 és IL-10) a nem kezelt csoporthoz képest. Ribóz esetében a celluláris immunválaszban szerepet játszó interleukinek és interferon gamma (IL-2, IL-12, IFN- γ) termelődést szabályozó gének fokozottabb expressziója volt megfigyelhető (Bhanja és mtsai, 2014).

A kísérleti adataink elemzése során a tojássúly x kezelés interakció a telepítési súlyt kivéve egyik vizsgált paraméter esetében sem volt szignifikáns, vagyis elmondható, hogy a kis és nagyobb súlyú tojásoknál a kezelések azonos módon befolyásolták az eredményeket.

A 35 napos hizlalás során a kelést követő takarmányfelvétel késleltetése nem okozott jelentős elhullást a madarak között. A mortalitás átlagosan 2,2% volt, ami a csoportok tekintetében nem különbözött. Bár az elhullásban nem volt szignifikáns különbség, azonban a csoportok homogenitásában igen. A tojások méretétől függetlenül a nem kezelt csoportban a morbiditás, mely a készeres szórásértéken kívül eső egyedek arányával fejeztünk ki, statisztikailag igazolhatóan magasabb volt, mint a két *in ovo* kezelésben (3. ábra). Ez az adat felhívja a figyelmet arra, hogy a korai táplálóanyag-kiegészítésnek fontos szerepe lehet a homogénebb állomány kialakításában, ami a madarak vágóhídi értékesítése során is előnyt jelent. Az állomány nagyobb szórását általában a gyengébb egész-

3. ábra A tojássúly és az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés hatása az elhullott vagy az élő súly tekintetében a kétszeres szórásértéken kívül eső madarak arányára a 35 napos vizsgálat alatt

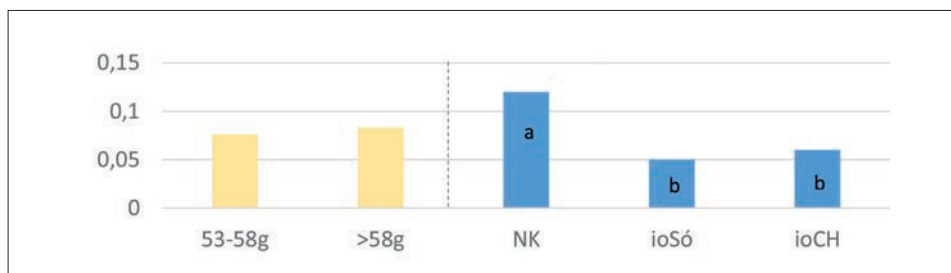


Figure 3. The effect of egg weight and *in ovo* carbohydrate supplementation on rate of culling during the 35 days trial, including mortality and rate of birds excluded because being out of the range of 2 times standard deviation

ségi állapottal hozzák összefüggésbe, így az uniformitás növelése a gyakorlati tapasztalatok szerint profít növekedéssel jár együtt (Madsen és Peterson, 2010; Hughes és mtsai, 2017).

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elérhető publikációk alapján az *in ovo* táplálóanyag-ellátás ígéretes technológiának tűnik a hústípusú baromfi vitalitásának és teljesítményének optimalizálására. A módszer előnye, hogy a kezelés során természetes táplálóanyagokat juttatunk a madárembrió számára a késői embriófejlődési fázisban, ami hosszú távú előnyt jelent a nevelés során is, miközben a módszer állategészségügyi és élelmiszerbiztonsági kockázatot nem jelent. A tojások *in ovo* vakcinázása a gyakorlatban is alkalmazott, az *in ovo* táplálóanyag-ellátás szabadalommal védett technológia. Az utóbbi azonban még nem terjedt el széles körben és számos kérdés tisztázásra vár. Az *in ovo* technikát sikeresen alkalmaztuk a vizsgálataink során. Eredményeink alapján elmondható, hogy ha az első takarmányhoz jutás a kelés után 36 órával megvalósul, akkor az *in ovo* szénhidrát-kiegészítés bár ronthatja a kelési eredményeket, de előnyt jelent a hizlalás során. A nagyobb keltetőtojásokból nagyobb súlyú csibék kelnek, az *in ovo* szénhidrátkezelés hatása azonban független a tojások és a madarak kelési súlyától.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a GINOP-2.3.4-15-2016-00005 azonosítószámú „Klimatikus változásokhoz adaptált növénytermesztési és állattenyésztési technológiák fejlesztése a fenntartható mezőgazdaság és a minőségi élelmiszer-előállítás megvalósítása érdekében, intenzív termelési környezetben.” című pályázat keretében valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- Asa, M. N. – Chamani, M. – Mousavi, S. N. – Sadghi, A-A. – Foroudi, A. (2022): The effect of the *in ovo* injection of some carbohydrates and antioxidants on incubating parameters, blood and immunological parameters, intestinal morphometry and post-hatching production performance in broiler chickens. *Ital. J. Anim. Sci.*, 21. 749-763.
- Aviagen (2019): Ross Broiler Management Handbook
- Batal, A. - Parsons, C. (2002): Effect of fasting versus feeding oasis after hatching on nutrient utilization in chicks. *Poult. Sci.*, 81. 853–859.
- Bhanja, S. K. - Sudhagar, M. - Goel, A. - Pandey, N. - Mehra, M. - Agarwal, S. K. (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.
- De Jong, I. C. - van Riel, J. - Bracke, M. B. 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*, <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0189350>
- Duman, S. - Sekeroglu, A. (2017): Effect of egg weights on hatching results, broiler performance and some stress parameters. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, 19. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0372>
- Edens, F. E. - Doeder, R. E. - Cain, L. D. - Giesen, A. F. (1998): Pre-feeding of a navel hydrated nutritional supplement (oasis) improve early performance in turkey poults. *Poult. Sci.*, 77. 141.
- El-Sabrou, K. – Ahmad, S. - El-Deek, A. (2019): The *in ovo* feeding technique as a recent aspect of poultry farming. *J. Anim. Health Prod.*, 7. 126-130.
- Foye, O. T. - Uni, Z. - Ferket, P. R. (2006): Effect of *in ovo* feeding egg white protein, β -hydroxy- β -methylbutyrate, and carbohydrates on glycogen status and neonatal growth of turkeys. *Poult. Sci.*, 85. 1185-1192.
- Halas, V. (2019): *In ovo* és *in utero* takarmányozás. In: Babinszky, L. – Halas, V. (Szerk.) *Innovatív takarmányozás*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 507-522.
- Hughes, R. J. - Heberle, N. – Barekatin, R. – Edwards, N. – Hynd, P. I. (2017): Flock uniformity - is it important and how is it assessed? *Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium*, 28. 93-96.
- Ipek, A. - Sahan, U. - Yilmaz, B. (2004): The effect of *in ovo* ascorbic acid and glucose injection in broiler breeder eggs on hatchability and chick weight. *Arch. Geflügelkd.*, 68. 132–135.
- Kornasio, R.O. - Halevy, O. – Kedar, M. – Uni, Z. (2011): Effect of *in ovo* feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth, and body weight. *Poult. Sci.*, 90. 1467-1477.
- Leitão, R. A. - Leandro, N. S. M. – Café, M. B. – Stringhini, J. H. – Pedroso, A. A. - Chaves, L.d. S. (2008): Inoculação de glicose em ovos embri onados de frango de corte: Parâmetros de incubação e desempenho inicial. *Cienc. Anim. Bras.*, 9. 847–855.
- Masden, T. G. – Petron, J. R. (2010): Importance of flock uniformity - how can we improve it in broilers? *Pluimvee Poultry Bulletin* 2010 No. June. 10-12.
- Nazlıgöl, A. – Türkyılmaz, M. K. – Bardakçioğlu, H. E. (2005): Effects of hatching egg weight on hatching chick weight, posthatching growth performance and livability in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 31. 33-40.
- Panda, A. K. - Bhanja, S. K. - Shyam-Sunder, G. (2015): Early post hatch nutrition on immune system development and function in broiler chickens. *World's Poult. Sci. J.*, 71. 285-296.
- Pedroso, A. A. - Chave, L. S. - Lopes K. L. A. M. - Leandro, N. S. M. - Café, M. B. - Stringhini, J. H. (2006): Inoculação de nutrientes em ovos de matrizes pesadas. *Rev. Bras. Zootec.*, 35. 2018-2026.
- Petek, M. – Baspina, r H. – Ogan, M. (2003): Effects of egg weight and length of storage on hatchability and subsequent growth performance of quail. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 33. 242-247.

- Retes, P. L. - Clemente, A. H. S. - Neves, D. G. - Esposito, M. - Makiyama, L. - Alvarenga, R. R. - Pereira, L. J. - Zangeronimo, M. G. (2018): In ovo feeding of carbohydrates for broilers-a systematic review. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 102. 361-369.
- Ricks, C. A. - Avakian, A. - Bryan, T. - Gildersleeve, R. - Haddad, E. - Ilich, R. - King, S. - Murray, L. - Phelps, P. - Poston, R. - Whitfill, C. - Williams, C. (1999): In ovo vaccination technology. *Adv. Vet. Med.*, 41. 495-515.
- Salmanzadeh, M. - Ebrahimnezhad, Y. - Shahryar, H. A. - Beheshti, R. (2012): The effects of in ovo injection of glucose and magnesium in broiler breeder eggs on hatching traits, performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chickens. *Arch. Geflügelkd.*, 76. 277-284.
- SAS (2014) SAS user's guide: Statistics, Version 9.4. edn. Cary, N.C. USA, SAS Inst. Inc
- Shafey, T. M. - Alodan, M. A. - Al-Ruqaie, I. M. - Abouheif, M. A. (2012): In ovo feeding of carbohydrates and incubated at a high incubation temperature on hatchability and glycogen status of chicks. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 42. 210-220.
- Sharma, J. M. - Burmester, B. R. (1982) Resistance of Marek's disease at hatching in chickens vaccinated as embryos with the turkey herpesvirus. *Avian Dis.*, 26. 134-144.
- 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. *Poult. Sci.*, 85. 669-673.
- Tahir, M. H. - Cervantes, H. - Farmer, C.W. - Shim, M. Y. - Pesti, G. M. (2011): Broiler performance, hatching egg, and age relationships of progeny from standard and dwarf broiler dams. *Poult. Sci.* 90. 1364-1370.
- Tako, E. - Ferket, P. R. - Uni, Z. (2004): Effects of in ovo feeding of carbohydrates and β -hydroxy β -methylbutyrate on the development of chicken intestine. *Poult. Sci.*, 83. 2023-2028.
- Uni, Z. - Smirnov, A. - Sklan, D. (2003): Pre- and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine: effect of delayed access to feed. *Poult. Sci.*, 82. 320-327.
- Uni, Z. - Ferket, R. P. (2004): Methods for early nutrition and their potential. *World's Poult. Sci.*, 60. 101-111.
- Uni, Z. - Ferket, P. R. - Tako, E. - Kedar, O. (2005): In ovo feeding improves energy status of late-term chicken embryos. *Poult. Sci.*, 84. 764-770.
- Uni, Z. - Tako, E. - Gal-Garber, O. - Sklan, D. (2005): Morphological, molecular, and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo. *Poult. Sci.*, 82. 1747-1754.
- Ven, L. J. F. - Wagenberg, A. V. - Decuyper, E. - Kemp, B. - Brand, H. (2013): Perinatal broiler physiology between hatching and chick collection in 2 hatching systems. *Poult. Sci.*, 92. 1050-1061.
- Vieira, S. L. - Moran, E. T. (1999a): Effect of egg origin and chick post-hatch nutrition on broiler live performance and meat yields. *World's Poult. Sci. J.*, 56. 125-142.
- Vieira, S. L. - Moran, E. T. (1999b): Effects of delayed placement and used litter on broiler yields. *J. Appl. Poult. Res.*, 8. 75-81.
- Zhai W. - Rowe D. E. - Peebles E. D. (2011a): Effects of commercial in ovo injection of carbohydrates on broiler embryogenesis. *Poult. Sci.*, 90. 1295-1301.
- Zhai, W. - Bennett, L. W. - Gerard, P. D. - Pulikanti, R. - Peebles, E. D. (2011b): Effects of in ovo injection of carbohydrates on somatic characteristics and liver nutrient profiles of broiler embryos and hatchlings. *Poult. Sci.*, 90. 2681-2688.
- Zhai, W. - Gerard, P. D. - Pulikanti, R. - Peebles, E. (2011c): Effects of in ovo injection of carbohydrates on embryonic metabolism, hatchability, and subsequent somatic characteristics of broiler hatchlings. *Poult. Sci.*, 90. 2134-2143.

Érkezett: 2022. március

Szerzők címe: Halas V. – Gonodai V. – Tossenberger J. – Tischler A. – Szeli N. – Kacsala L. – Ács V.

MATE, Kaposvári Campus, Élettani és Takarmányozástani Intézet
Gazdasági Állatok Takarmányozása Tanszék

Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Science, Institute of
Animal Science, Department of Farm Animal Nutrition, Kaposvár Campus
H-7400 Kaposvár, Guba S. út 40.
halas.veronika@uni-mate.hu

Áprily Sz. – Kirner I. – Miklós F.

MATE, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Intézet Precíziós Állattenyésztési
és Állattenyésztési Biotechnika Tanszék

Hungarian University of Agriculture and Life Science, Institute of Animal
Science, Department of Precision Livestock Farming and Animal Biotechnics,
Kaposvári Campus
H-7400 Kaposvár, Guba S. út 40.

Nagy J.

AVI-VET Kft.

AVI-VET Ltd.

H-7400 Kaposvár, Beszédes József út 42.