

## A RÖVID BÖJT-ÚJRAETETÉS ÉS FÉNYPROGRAM HATÁSA AZ ANYANYULAK TERMELÉSÉRE

EIBEN Cs.<sup>1</sup>, SÁNDOR M.<sup>2</sup>, SÁNDOR F.<sup>2</sup>, MOHAUPT M.<sup>2</sup>, KUSTOS K.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Haszonállat-génmegőrzési Központ, 2100 Gödöllő, Isaszegi út 200.

<sup>2</sup>S&K-Lap Kft, 2173 Kartal, Császáz u. 135.

<sup>3</sup>Szent István Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

E-mail: eiben.csilla@hagk.hu

### ABSTRACT – Effect of short fast–re-feeding and light programme on rabbit doe reproduction

With the aim to determine whether the performance of light-stimulated rabbit does can be further improved by caloric stimulation, the production of controlled nursing Hycrole rabbits (n=588) subjected to light stimulation (F) or fast-re-feeding plus light stimulation (TF) before AI (on day 11) instead of hormonal oestrus synchronization was compared in two reproduction cycles in winter in Galgamácsa rabbit farm. Controlled nursing was done until day 14 (from 9 a.m. to 10 a.m. using metal-plate for separation). As light stimulus, on day 8 before AI the daily 9 h and 50 lux basal LED lighting was increased to 16 h and 100 lux light intensity that was gradually set back until day 5 after AI to basal lighting. The F rabbits were fed *ad libitum*. As caloric stimulus, the TF rabbits received the same diet but they had a 24 h water-only fast and 48–50 h *ad libitum* re-feeding before AI. Two-third of the F and TF rabbits were i. m. injected with GnRH analogue and the others were treated intra-vaginally with the use of GnRH analogue supplemented semen extender to induce ovulation. The nutritive plus light stimulation did not further improve doe reproduction. Sexual receptivity, pregnancy and kindling rates of the TF and F does did not differ significantly in the first cycle (TF: 44, 91 and 86%; F: 42, 90 and 85%) nor in the second reproduction cycle (TF: 44, 92 and 89%; F: 51, 91 and 88%). With caloric plus light stimulation the number of live born kits per litter hardly changed in the first cycle (TF: 9.07 and F: 9.28) but seemed to decrease (P=0.056) in the second cycle (TF: 9.69 and F: 10.2). Compared to the F rabbits (789) the productivity (number of live born kits per 100 AI) of the TF rabbits was similar in the first cycle (784) but 2.0% lower (881 vs 863) in the second cycle. In conclusion, the productivity of light-stimulated rabbits cannot be further increased with fast-re-feeding combined with light stimulation. The caloric restriction can affect hormone sensitivity. It was not studied but the effect of ovulation-inducing method should also be considered at final conclusion. The growth of current litters could be influenced by the used nutrient and light stimulation which have to be tested.

**Keywords:** sexual receptivity, feed restriction, photostimulation, prolificacy

## BEVEZETÉS

A nyúlnál a takarmányellátás és a szaporaság kapcsolata nem teljesen ismert, de még egy csekély energiaellátás-változás is nagy hatással lehet a szaporaságra (BOITI, 2004). A mesterséges termékenyítés (AI) előtti 72, 48 vagy 24 órás böjt több olyan metabolit és hormon szintére hat (pl. leptin, glükóz, NEFA, trigliceridek, inzulin, IGF-I), amelyek anyagcsere jelként vagy közvetlenül befolyásolják az ivarzást és a szaporaságot (BRECCHIA és mtsai, 2006; GARCÍA-GARCÍA és mtsai, 2011; TUVDENDORJ és mtsai, 2015; SIROTKIN és mtsai, 2014 és 2017). A 24 órás böjt idegi úton növeli az anyagcsere és a szaporaságra is ható prolaktin hormon szintjét az egerekben (KUBOTA és mtsai, 2018). Az AI előtti testsúly kihat a vemhesség alatti inzulin érzékenységre, ami a takarmány olajtartalmától is függ (MENCHETTI és mtsai, 2018).

A rövid takarmánykorlátozás hatással van az anyanyulak hormontermelésére és szaporaságára (DAOUD és mtsai, 2012; MENCHETTI és mtsai, 2015). A 48 órás böjt az anyanyulak ivari hormonális állapotától függően eltérően hat az ösztrogén és a GnRH receptorok expressziójára az agyalapi mirigy elülső lebenyében, jelezve az anyagcsere-jelek és a petefészkek szteroidok közötti bonyolult kapcsolatot (PARILLO és mtsai, 2014). A böjt hatására megváltozik az idegi-hormonális válasz a külső GnRH kezelésre (BRECCHIA és mtsai, 2006; PARILLO és mtsai, 2014)

befolyásolva a szaporaságot. Az újratápláláskor viszont fokozódhat a GnRH szekréció (PARILLO és mtsai, 2014).

A tejtermelés csökkenti az anyanyulak ivarzását (GARCÍA-DALMÁN és GONZÁLEZ-MARISCAL, 2012). Az ivarzást javító, egyik hormonkezelés nélküli stimuláció lehet a takarmányprogram (THEAU-CLÉMENT, 2007). Korábbi eredmények alapján (BRECCHIA és mtsai, 2006, DAOUD és mtsai, 2012; EIBEN és mtsai, 2008 és 2013) a rövid böjt hatása függ attól, hogy milyen szintű, meddig tart, hogyan időzítik és van-e újraetetés az AI előtt, vagy hogyan szoptatnak. A szoptatási mód, mint biostimuláció bizonyos agyi területek aktivációját váltja ki (GONZÁLEZ-MARISCAL és mtsai, 2015). Megváltoztatása hatással van a takarmányfelvételre (SCHUH és mtsai, 2005), ami kihat az ivari hormonok szintjére, ezzel a nyulak szaporaságára.

A fény idegi-hormonális úton befolyásolja a szaporaságot. A megvilágítás hatással van a szoptatási viselkedésre (MATICS és mtsai, 2013 és 2016), az anyanyulak testtömegére (SUN és mtsai, 2017). A fényprogramnak az AI előtti megváltoztatása is hatással van az ivarzásra és jó biostimulációs módszer lehet (THEAU-CLÉMENT, 2007; GERENCSÉR és mtsai, 2012; SZENDRŐ és mtsai, 2016; EIBEN és mtsai, 2016 és 2018). THEAU-CLÉMENT és mtsai (2016) kísérletében csak fénystimuláció nem volt elég. Feltehető, hogy a termékenyülésre a szabad szoptatás, a szaporítási ritmus és a takarmányváltás kölcsönösen hatott.

A sötétben termelődő, anyagcsere szabályzó melatonin hormon napi szintjének változása jelzi az évszakot és a szaporodási ciklust a fényérzékeny állatoknál (CIPOLLA-NETO és mtsai, 2014). A jó tápláltság is jel lehet a szaporodásra (SAVIETTO és mtsai, 2016). Újabb kutatások szerint az energiaellátás szabályozása a melatonin és a leptin interakciójával zajlik (BUONFIGLIO és mtsai, 2018), a leptin irányítja a melatonin hatását a szaporaságra (LV és mtsai, 2019).

Jelen kísérletünk célja a termékenyítés előtti rövid böjtnek és a fényprogramnak (AI előtt megnövelt idejű és intenzitású világítás), mint kettős biostimulációs eljárásnak a kipróbálása, amit eddig még nem vizsgáltak.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Állatok

A kísérletet Galgamácsán, az S&K-Lap Kft. LED világítású nyúltelepén, korlátozottan (naponta egyszer) szoptató, 2015. január 2-án és 23-án termékenyített (AI), Hycote anyanyulakkal végeztük. (294 és 294, összesen 588 AI). A fialás után a többször fialt és tíz kisnyúlra dajkásított anyanyulakat a kondíciójuk szerint két egyforma csoportba osztottuk.

### Szoptatási mód

Mindkét csoportban (F és TF) fémlapos elkülönítéssel a fialástól a 14. napig korlátozottan (9-10 óra között), ezután szabadon szoptattunk (*1. táblázat*).

### Takarmányprogram

A nyulak egyféle takarmányt kaptak (10,0 MJ/kg emészthető energia, 17,5% nyersfehérje, 3,80% nyerszsír, 14,9% nyersrost, 7,70% hamu). Az F csoportban mindvégig étvágy szerint (*ad libitum*) takarmányoztunk. A TF csoportban a takarmányozási biostimulációt az AI előtti 24 órás böjt és rákövetkező 48-50 órás szabad takarmányozás jelentette (*1. táblázat*).

Korábbi kísérleteinkben (EIBEN és mtsai, 2008 és 2013) az egyedi etetők kivehetők voltak (teljes böjt). Most a takarmányadagoló elzárásával és újraindításával az alábbi módon korlátoztunk. Hétfő éjjel nem volt ráetetés, kedd reggel 8 órakor kb. 380-400 g takarmány maradt a négy anyanyulat ellátó közös etetőben. A takarmányadagolót szerdán 14 órakor nyitottuk ki, amikortól *ad libitum* takarmányoztunk (AI pénteken, 10-12 óra között).

**1. táblázat:** A fényprogram (F) vagy rövid böjt és újraetetés és fényprogram (TF) biostimulációk hatásának vizsgálata a korlátozottan szoptató, 11. napon újratermékenyített nyulaknál.  
(Table 1: Effect of photostimulation (F) or short fast and re-feeding and photostimulation (TF) on controlled-nursing rabbit does inseminated on day 11 postpartum)

	Csoportok (Groups)	
	F 294	TF 294
Termékenyítés (AI)(n)		
Szoptatási mód <sup>1</sup>	korlátozott: 1-14. nap	korlátozott: 1-14. nap
Biostimuláció <sup>2</sup> takarmányprogram fényprogram <sup>3</sup>	csak fényprogram nincs (no) van (yes)	takarmány+fényprogram 24 órás böjt és 48-50 órás újraetetés van (yes)

<sup>1</sup> Nursing method: once a day nursing (9 a.m. to 10 a.m.) using a metal-plate as separation for 14 days of lactation and switch to free nursing up to weaning

<sup>2</sup> Biostimulation: only photostimulation and *ad libitum* feeding (F) or a feeding program with 24 h water-only fast and 48–50 h *ad libitum* re-feeding before AI (on day 11) plus photostimulation (TF). AI within 3 h after nursing

<sup>3</sup> Photostimulation: the same increased duration and intensity of LED lighting prior to AI.

### Fényprogram

Ivarzás szinkronizáció miatt hormonális előoltást nem végeztünk, de mindkét csoportban biostimulációs céllal megnöveltük az AI előtti 8. naptól a világítás hosszát és intenzitását. A LED világítású istállóban a szabályozható, hideg kékesfehér fényű, négydiódás LED lámpák (15 x 20 cm) adták a napi 9 órás Pot méterrel beállított 50 lux alapvilágítást.

### Napi világítási idő megnövelése

Az AI előtti 8. napon a 9 órás (8-17 óra) világítást (V) hét órával, 16 órára (6-22 óra) növeltük. Az AI utáni 3. és 4. napon két órával (14V: 6-20 óra és 12V: 8-20 óra), az AI utáni 5. napon további három órával csökkentettük a világítást, visszaállva a napi 9 órás (8-17 óra) világításra.

### Fényintenzitás megnövelése

A fényintenzitás növeléséhez a LED lámpákat 50 lux-ról 100 lux-ra állítottuk az AI előtti 8. és az AI utáni 3. nap között. Az AI utáni 4. napon a fényintenzitás 80-90 lux, ezután ismét alapszintű, 50 lux volt.

### Tenyésztés

Az AI a fialás utáni 11. napon, a szoptatás utáni három órán belül, Hycole baknyulak kevert ondójával történt (0,5 ml/anya). Az anyanyulak kétharmadánál az ovuláció kiváltásához i.m. 0,2 ml GnRH analóg kezelést (Receptal®, 0,84 µg buszerelin-acetát /anya), egyharmaduknál hüvelyi, i.vag. 0,5 ml (MRAbit®, 25 µg LHRH etilamid /anya) GnRH analóg kezelést használtunk. Jelen kísérletünkben nem volt cél a GnRH kezelés hatásának vizsgálata. Termékenyítéskor az ivarnyílás színe és duzzadsága alapján bíraltuk az ivarzást (ivarzó = piros/lila és duzzadt ivarnyílás). A vemhesülést az AI utáni 14. napon a vehem kitapintásával vizsgáltuk.

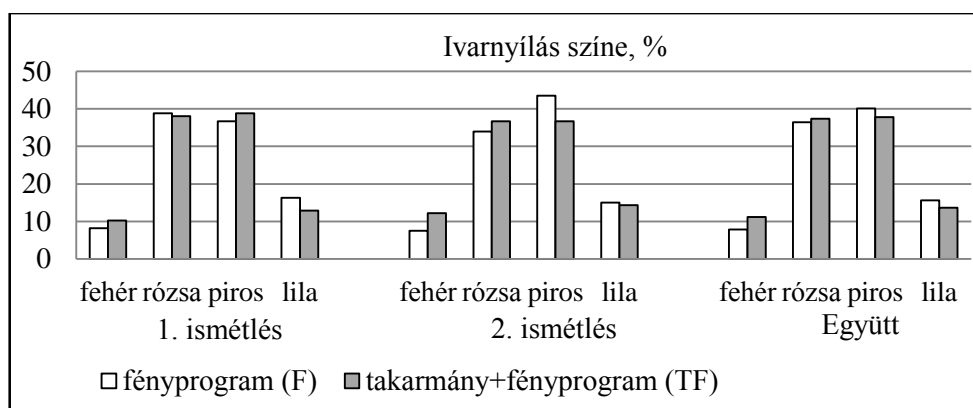
## Elhelyezés

A nyulakat légkondicionált istállóban (18-20°C), rágófával és 25 cm magasságban pihenőpolccal (40x53 cm) felszerelt, rácsos oldalfalú anyaketrecekben tartottuk. A műanyag taposórácscsal ellátott ketrec alapterülete és magassága 80x53 és 25 cm. A ketrechez tartozó fémlapos oldalfalú ellető mérete 23x53 cm.

A kezeléseknek az ivarzási, a vemhesülési és fialási arányra gyakorolt hatásának statisztikai értékelését  $\chi^2$  próbával, a születési alomlétszámra kifejtett hatását egytényezős varianciaanalízissel, a Statgraphics 6.0 (1992) programmal végeztük. A produktivitást a száz termékenyítésre jutó élve született nyulak száma alapján számítottuk ki.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A fényprogramhoz hasonlítva (F) a takarmány+fényprogrammal (TF) többnek tűnt a fehér ivarnyílású, és kisebbsnek a lila ivarnyílású nyulak aránya (1. ábra;  $P>0,05$ ). A kettős stimulációval a piros ivarnyílású nyulak aránya csak az 1. ismétléskor tűnt többnek. Mindez kedvezőtlen változás, mert a piros vagy a lila ivarnyílású nyulakat tartják ivarzóknak, noha megfigyelték, hogy nem csak a fehér, de a lila ivarnyílású nyulak is rosszabbul vemhesültek (QUINTELA és mtsai, 2001; NAJJAR és mtsai, 2013). Eredményeink összhangban vannak azzal, hogy a még nem fialt nyulak újraetetés nélküli 24 órás böjtjével a fehér ivarnyílású nyulak aránya nő, a piros ivarnyílásúaké csökken (GÓMEZ és mtsai, 2004).



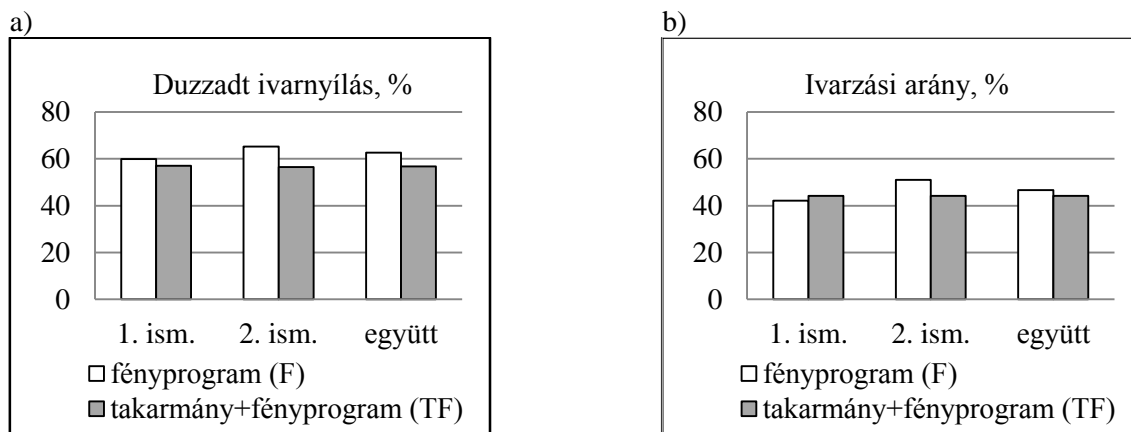
1. ábra: A fényprogram (F) vagy a takarmány és fényprogram (TF) hatása az ivarnyílás színére (Figure 1: Effect of photostimulation (F) or feeding programme and photostimulation (TF) on vulva colour (white, pink, red, violet))

A duzzadt ivarnyílás az ivarzás másik jele. A duzzadt ivarnyílású nyulak aránya a takarmány+fényprogrammal kissé csökkent (2.a. ábra;  $P>0,05$ ).

Az ivarzási arány a TF nyulaknál 2%-kal jobbnak tűnt, mint az F nyulaké, de csak az 1. ismétléskor (2.b. ábra  $P>0,05$ ). A 2. ismétléskor az F nyulak közül 7%-kal több ivarzott, de az eltérés nem szignifikáns. MANAL és mtsai (2010) velünk megegyezően bírálták az ivarzást. Ők nyáron nem fedezettett takarmánykorlátozott nyulak őszi pároztatása előtt 1 héttel étvágy szerinti takarmányozásra váltva jobb ivarzást kaptak, mint takarmányozás-változtatás nélkül.

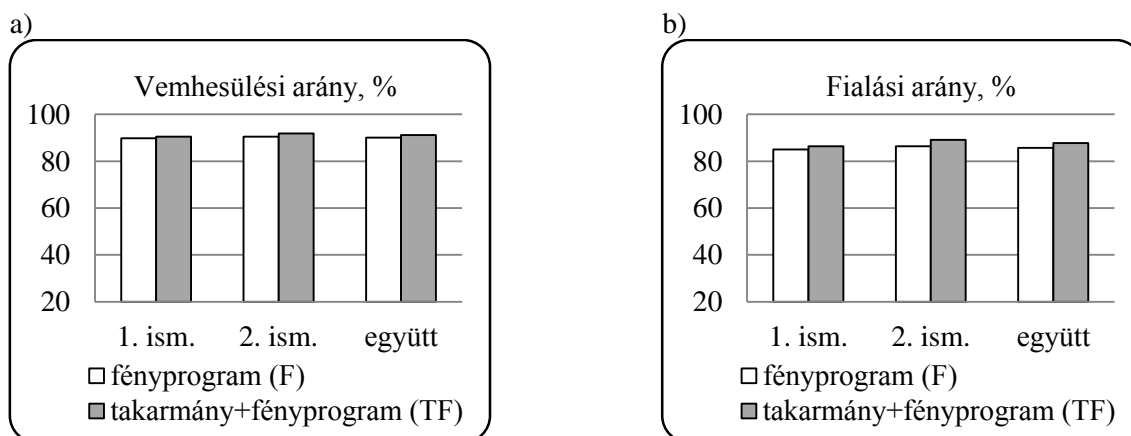
A TF nyulak 1%-kal jobban vemhesültek (91%) és 2%-kal nagyobb arányban fialtak (88%), mint az F nyulak (90 és 86%), de a különbség nem szignifikáns (3. ábra). A

takarmánykorlátozás-újrataplálással nő a jó minőségű petesejtek aránya és a termékenyülését felelős GDF-9 gén expressziója (DAOUD és mtsai, 2012), alátámasztva az eredményeinket.



**2. ábra:** A fényprogram (F) vagy a takarmány és fényprogram (TF) hatása az ivarnyílás duzzadtságára (a) és az ivarzásra (b)

(Figure 2: Effect of photostimulation (F) or feeding programme and photostimulation (TF) on vulva turgescency (a) or sexual receptivity i.e. does with pink/red and turgid vulva (b))

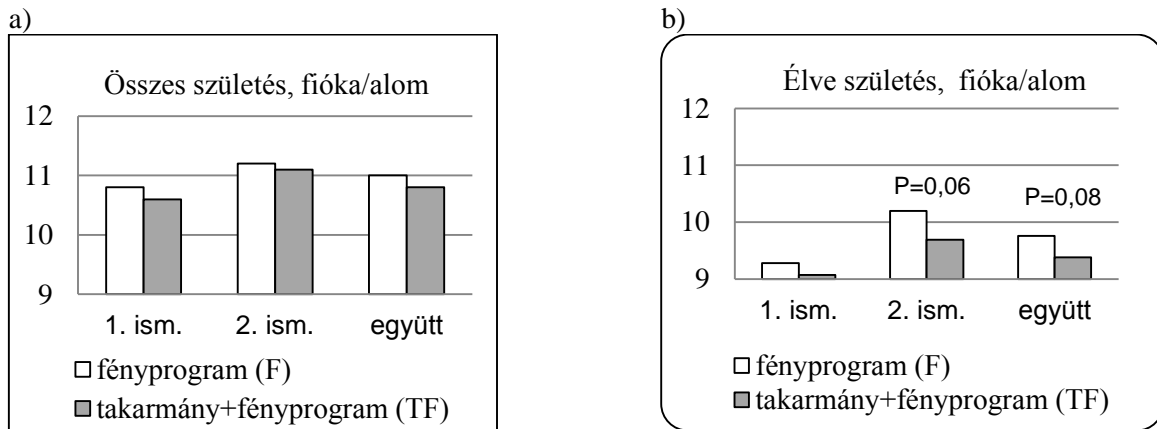


**3. ábra:** A fényprogram (F) vagy a takarmány és fényprogram (TF) hatása a vemhesülésre (a) és a fialási arányra (b)

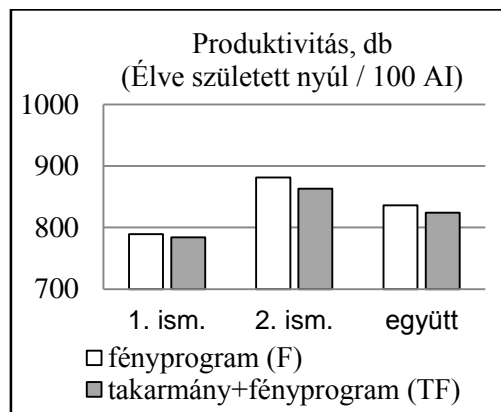
(Figure 3: Effect of photostimulation (F) or feeding programme and photostimulation (TF) on pregnancy (a) and kindling rate (b))

A születési alomlétszámra az ismétlés és a takarmány+fényprogram is hatott (4. ábra). A 2. ismétléskor népesebb almok születtek, mint az 1. ismétléskor (11,2 és 10,7;  $P < 0,05$ ). A takarmány+fényprogrammal átlagosan 0,2 kisnyúllal kisebbnek tűnt az összes születés a fényprogramhoz képest (10,8 és 11,0;  $P > 0,05$ ). A takarmány+fényprogrammal az élve születés a 2. ismétléskor 0,5 kisnyúllal kisebb volt, mint fényprogrammal (9,69 és 10,2;  $P = 0,056$ ). A kettős stimuláció gátolhatta a méhen belüli fejlődést. A takarmányozási módnak ugyanis hatása lehet az embrionális fejlődésre (LORENZO és mtsai, 2014; NATURIL-ALFONSO és mtsai, 2016 és 2017). Ennek egyik oka, hogy takarmánykorlátozáskor megváltozhat a hormonok iránti érzékenység és hatásuk (HARRATH és mtsai, 2017; SIROTKIN és mtsai, 2017).

A produktivitás (5. ábra) csak fényprogrammal 2%-kal jobb volt a 2. ismétléskor (881 nyúl), mint a takarmány+fényprogrammal (863 nyúl). A TF nyulaknál ekkor hiába volt 3%-kal jobb a fialási arány, a kisebb élve születés miatt lett kisebb a produktivitás.



4. ábra: A fényprogram (F) vagy a takarmány és fényprogram (TF) hatása az összes születési alomlétszámra (a) vagy az élő születési alomlétszámra (b)  
(Figure 4: Effect of photostimulation (F) or feeding programme and photostimulation (TF) on the number of total born kits per litter (a) or live born kits per litter (b))



5. ábra: A fényprogram (F) vagy a takarmány és fényprogram (TF) hatása a produktivitásra  
(Figure 5: Effect of photostimulation (F) or feeding programme and photostimulation (TF) on productivity (number of live born kits per 100 AI))

## KÖVETKEZTETÉSEK

A takarmány+fényprogrammal nem javítható tovább a produktivitás a fényprogramhoz képest.

A takarmánykorlátozással megváltozhat a hormonok iránti érzékenység. Ezért indokolt lehet a GnRH kezelés módjának a hatását is figyelembe venni, amit itt nem volt célunk vizsgálni.

Kísérletünkben nem vizsgáltuk a nevelt alom termelését. Azonban a megnövelt világításnak és rövid böjtnek hatása lehet a nyulak tejtermelésére befolyásolva a termelést, amit érdemes lehet megvizsgálni.

**Köszönetnyilvánítás:** A kutatást a KMR\_12-1-2012-0195 pályázat támogatta.

## IRODALOMJEGYZÉK

- BOITI C., 2004. Underlying physiological mechanisms controlling the reproductive axis of rabbit does. *Proc. 8th. World Rabbit Congress*, Puebla, Mexico, pp. 186–206
- BRECCHIA G., BONANNO A., GALEATI G., FEDERICI C., MARANESI M., GOBETTI A., ZERANI M., BOITI C., 2006. Hormonal and metabolic adaptation to fasting: effects on the hypothalamic-pituitary-ovarian axis and reproductive performance of rabbit does. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 31, 105–122.
- BUONFIGLIO D., PARTHIMOS R., DANTAS R., CERQUEIRA SILVA R., GOMES G., ANDRADE-SILVA J., RAMOS-LOBO A., AMARAL F.G., MATOS R., SINÉSIO J. JR., MOTTA-TEIXEIRA L.C., DONATO J. JR., REITER R.J., CIPOLLA-NETO J., 2018. Melatonin Absence Leads to Long-Term Leptin Resistance and Overweight in Rats. *Front. Endocrinol.*, 9:122. doi: 10.3389/fendo.2018.00122
- CIPOLLA-NETO J., AMARAL F.G., AFECHE S.C., TAN D.X., REITER R.J., 2014. Melatonin, energy metabolism, and obesity: a review. *J. Pineal Res.*, 56, 371–381.
- DAOUD N.M, MAHROUS K.F., EZZO O.H., 2012. Feed restriction as a biostimulant of the production of oocyte, their quality and GDF-9 gene expression in rabbit oocytes. *Anim. Reprod. Sci.*, 136, 121–127.
- EIBEN CS., BONANNO A., GÓDOR-SURMANN K., KUSTOS K., 2008. Effect of controlled nursing with one-day fasting on rabbit doe performance. *Livest.Sci.*118, 82–91.
- EIBEN CS., GÓDOR-SURMANN K., KUSTOS K., 2013. Effect of a transitory controlled nursing on days 9–11 or a 24-h fast on the production of free-nursing rabbits. *Livest.Sci.*155, 148–156.
- EIBEN, CS., SÁNDOR, M., SÁNDOR, F., KUSTOS, K., 2016. Effect of photostimulation, light source and season on reproductive performance of rabbit does. *Proc. 11<sup>th</sup> World Rabbit Congress*. Qingdao, China, pp. 189–192
- EIBEN CS., SÁNDOR M., SÁNDOR F. MOHAUPT M., KUSTOS K., 2018. Az anya-alom elkülönítés és fényprogram hatása az anyanyulak termelésére. *30. Nyúltenyésztési Tudományos Nap*, Kaposvár, pp. 67–73
- GARCÍA-DALMÁN C., GONZÁLEZ-MARISCAL G., 2012. Major role of suckling stimulation for inhibition of estrous behaviors in lactating rabbits: Acute and chronic effects. *Horm. Behav.* 61, 108–113.
- GARCÍA-GARCÍA R.M., REBOLLAR P.G., ARIAS-ÁLVAREZ M., SAKR O.G., BERMEJO-ÁLVAREZ P., BRECCHIA G., GUTIERREZ-ADAN A., ZERANI M., BOITI C., LORENZO P.L., 2011. Acute fasting before conception affects metabolic and endocrine status without impacting follicle and oocyte development and embryo gene expression in the rabbit. *Reprod. Fertil. Dev.*, 23, 759–68.
- GERENCSÉR ZS., MATICS, ZS. NAGY I., RADNAI I., SZENDRŐ É., SZENDRŐ ZS., 2012. Effect of lighting programme and nursing method on the production and nursing behaviour of rabbit does. *World Rabbit Sci.*, 20 (2), 103-116.
- GÓMEZ R.B., BECERRIL P.C.M., TORRES H.G., PRO M.A., RODRÍGUEZ DE LARA R., 2004. Relationship among feeding level, change of cage and fasting with vulva color and sexual receptivity in New Zealand White and Californian nulliparous does. *Proc. 8th. World Rabbit Congress*, Puebla, Mexico, pp. 270–275
- GONZÁLEZ-MARISCAL G., GARCÍA-DALMÁN C., JIMÉNEZ A., 2015. Biostimulation and nursing modify mating-induced c-FOS immunoreactivity in the female rabbit forebrain. *Brain Research*, 1608, 66–74.
- HARRATH A.H., ØSTRUP O., RAFAY J., KONIČKOVÁ (FLORONIČKOVÁ) I, LAURINČIK J., SIROTKIN A.V., 2017. Metabolic state defines the response of rabbit ovary cells to leptin. *Reproductive Biology*, 17, 19–24.
- KUBOTA T., FUKUSHIMA A., HAGIWARA H., KAMIYA Y., FURUTA M., MIYAZAKI T., FUJIOKA H., FUJIWARA S., FUNABASHI T., AKEMA T., 2018. Short-term fasting decreases excitatory synaptic inputs to ventromedial tuberoinfundibular dopaminergic neurons and attenuates their activity in male mice. *Neuroscience Letters*, 671, 70–75.
- LORENZO P.L., GARCÍA-GARCÍA R.M., ARIAS-ÁLVAREZ M., REBOLLAR P.G., 2014. Reproductive and nutritional management on ovarian response and embryo quality on rabbit does. *Reprod. Dom. Anim.*, 49 (Suppl. 4) 49–55.
- LV D., TAN T., ZHU T., WANG J., ZHANG S., ZHANG L., HU X., LIU G., XING Y., 2019. Leptin mediates the effects of melatonin on female reproduction in mammals. *J Pineal Res.* 66:e12559. <https://doi.org/10.1111/jpi.12559>

- MANAL A.F., 2010. Flushing or doe relocation as biostimulation methods for improvement of sexual behaviour and performance of multiparous rabbit does after a summer resting period. *World Rabbit Sci.*, 18 (3), 151–158.
- MATICS Zs., GERENCSÉR Zs., RADNAI I., DALLEZOLLE A., PALUMBO M., MIKÓ A., KASZA R., SZENDRŐ Zs., 2013. Effect of different lighting schedules (16L:8D or 12L:6D) on reproductive performance and nursing behaviour of rabbit does. *Livest Sci.*, 157, 545–551.
- MATICS Zs., SZENDRŐ Zs., RADNAI I., KASZA R., GERENCSÉR Zs., 2016. Effect of light intensities on reproductive performance, nursing behaviour and preference of rabbit does. *World Rabbit Sci.*, 24 (2), 139–144.
- MENCHETTI M., BRECCHIA G., CANALI C., CARDINALI R., POLISCA A., ZERANI M., BOITI C., 2015. Food restriction during pregnancy in rabbits: Effects on hormones and metabolites involved in energy homeostasis and metabolic programming. *Res. Vet. Sci.*, 98, 7–12.
- MENCHETTI M., CANALI C., CASTELLINI C., BOITI C., BRECCHIA G., 2018. The different effects of linseed and fish oil supplemented diets on insulin sensitivity of rabbit does during pregnancy. *Res. Vet. Sci.*, 118, 126–133.
- NAJJAR A., BEN AICHA E., BEN MRAD M., 2013. Receptivity of the rabbit doe: which methods that could be predictive for receptivity. *The Experiment*, 12 (3), 786–790.
- NATURIL-ALFONSO C., LAVARA R., VICENTE J.S., MARCO-JIMÉNEZ F., 2016. Effects of female dietary restriction in a rabbit growth line during rearing on reproductive performance and embryo quality. *Reprod. Dom. Anim.*, 51, 114–122.
- NATURIL-ALFONSO C., PEÑARANDA D.S., VICENTE J.S., MARCO-JIMÉNEZ F., 2017. Feed restriction regime in a rabbit line selected for growth rate alters oocyte maturation manifested by alteration in *MSY2* gene expression. *Reprod. Dom. Anim.*, 1–9.
- PARILLO F., ZERANI M., MARANESI M., DALL'AGLIO C., GALEATI G., BRECCHIA G., BOITI C., GONZÁLEZ-MARISCAL G., 2014. Ovarian hormones and fasting differentially regulate pituitary receptors for estrogen and gonadotropin-releasing hormone in rabbit female. *Microsc. Res. Tech.*, 77 (3), 201–210.
- QUINTELA L., PEÑA A., BARRIO M., VEGA M.D., DIAZ R., MASEDA F., GARCIA P., 2001. Reproductive performance of multiparous rabbit lactating does: effect of lighting programs and PMSG use. *Reprod. Nutr. Dev.*, 41, 247–257.
- SAVIETTO D., MARONO S., MARTINEZ I., MARTÍNEZ-PAREDES E., RÓDENAS L., CERVERA C., PASCUAL J.J., 2016. Patterns of body condition use and its impact on fertility. *World Rabbit Sci.*, 24 (1), 39–45.
- SCHUH D., HOY ST., SELZER D., 2005. Einfluss einer zeitweiligen Mutter-Wurf-Separierung auf das Verhalten der Häsin. *Proc. 14. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztier und Heimtiere*. Celle, Germany, pp. 47–51
- SIROTKIN A.V., CHRENEK P., KOLESAROVÁ A., PARILLO F., ZERANI M., BOITI C., 2014. Novel regulators of rabbit reproductive functions. *Anim. Reprod. Sci.*, 148, 188–96.
- SIROTKIN A.V., KONIČKOVÁ (FLORONIČKOVÁ) I., ØSTRUP (ŠVARCOVÁ) O., RAFAY J., LAURINCÍK J., HARRATH A.H., 2017. Caloric restriction and IGF-I administration promote rabbit fecundity: Possible interrelationship and mechanisms of action. *Theriogenology*, 90, 252–259.
- STATGRAPHICS © 1992. Reference Manual, Version 6.0, Manugistics Inc., Rockville, MD, USA
- SUN L., WU Z., LI F., LIU L., LI J., ZHANG D., SUN C., 2017. Effect of light intensity on ovarian gene expression, reproductive performance and body weight of rabbit does. *Anim. Reprod. Sci.*, 183, 118–125.
- SZENDRŐ Zs., GERENCSÉR Zs., MCNITT J.I., MATICS Zs., 2016. Effect of lighting on rabbits and its role in rabbit production: A review. *Livest. Sci.*, 183, 12–18.
- THEAU-CLEMENT M., 2007. Preparation of the rabbit doe to insemination: a review. *World Rabbit Sci.*, 15 (2), 61–68.
- THEAU-CLÉMENT M., GUARDIA S., DAVOUST C., GALLIOT P., SOUCHET C., BIGNON L., FORTUN-LAMOTHE L., 2016. Performance and sustainability of two alternative rabbit breeding systems. *World Rabbit Sci.*, 24 (4), 253–265.
- TUVDENDORJ D., ZHANG X., CHINKES D.L., WANG L., WU Z., RODRIGUEZ N.A., HERNDON D.N., WOLFE R.R., 2015. Triglycerides produced in the livers of fasting rabbits are predominantly stored as opposed to secreted into the plasma. *Metabolism*, 64, 580–587.