

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

DR. ATKÁRI TAMÁS

Kaposvár

2025



**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
KAPOSVÁRI CAMPUS**

AGRÁR- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

A Doktori Iskola vezetője:

PROF. DR. KOVÁCS MELINDA, MHAS
egyetemi tanár

Témavezető:

PROF. DR. NAGY ISTVÁN DSc
egyetemi tanár

Társ-témavezető:

DR. GERENCSÉR ZSOLT PhD
tudományos főmunkatárs

**ALMON BELÜLI KIEGYENLÍTETTSÉG JAVÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA
HÁZINYÚLON**

Készítette:

DR. ATKÁRI TAMÁS

Kaposvár
2025

A doktori iskola

megnevezése: Agrár- és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

tudományága: Állattenyésztési tudományok

vezetője: Prof. Dr. Kovács Melinda
egyetemi tanár, az MTA r. tagja

Témavezető(k): Dr. Nagy István, DSc
egyetemi tanár
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet

Dr. Gerencsér Zsolt, PhD
tudományos főmunkatárs
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető(k) jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1	BEVEZETÉS	6
2	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
	2.1 A születési súlyt és az alom homogenitást befolyásoló genetikai és környezeti tényezők.....	9
	2.1.1 Magzatok száma és a méhen belül elfoglalt helyzetük.....	10
	2.1.2 Embriók közötti távolság a méhben.....	11
	2.1.3 Magzatok vérellátása, mint a születési súlyt befolyásoló tényező	13
	2.1.4 Előző alom választási ideje és az anyaállat szaporítási ritmusa, mint a születési súlyt befolyásoló tényezők	14
	2.1.5 Az anyanyúl táplálóanyag-ellátottsága, mint befolyásoló tényező	15
	2.1.6 Magas hőmérséklet hatása a születési súlyra.....	17
	2.1.7 Az anyanyúl testnagysága	18
	2.1.8 Anyanyulak életkora	19
	2.1.9 Alomlétszám hatása	20
	2.2 A termelési tulajdonságok alakulása a születési súlytól függően	20
	2.2.1 A születési súly és az életképesség, életben maradás közötti összefüggés.....	21
	2.2.2 A kis születési súlyú nyulak kevesebb tejhez jutnak	23
	2.2.3 A szopósnyulak hőszabályozó képessége és fészken belüli elhelyezkedésük	25
3	A születési súly hatása az elhullásra és súlygyarapodási mutatókra	28
	3.1 Születési súly, mint a vágási tulajdonságokat befolyásoló tényező.....	30
	3.2 A születési súllyal kapcsolatos irodalmi eredmények összegzése	31
	3.3 A halva születések arányának csökkentésére végzett szelekció lehetősége	31
4	A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI	34
5	ANYAG ÉS MÓDSZER.....	36
	5.1 A kísérleti állatok tartása.....	36
	5.2 Kísérleti elrendezés, dajkásítás	38
	5.3 Takarmányozás a kísérlet alatt.....	40
	5.4 Vágás és vágási tulajdonságok	42
	5.5 Gyűjtött adatok és értékelési módszerek	44
	5.6 Genetikai paraméterek becslése.....	45
6	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	47
	6.1 Heti testsúlyok alakulása a kísérleti és a kontroll csoportban	47
	6.2 A testsúlyok alakulása a kontroll és kísérleti csoporton belüli alcsoportokban ...	49

6.3	Az elhullás alakulása	52
6.4	Vágási tulajdonságok alakulása	56
6.5	Pannon Ka állomány esetében vizsgált tulajdonságok közötti kapcsolat meghatározása	57
7	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	60
7.1	Dajkásítási módszer hatása az egyes termelési tulajdonságokra	60
7.2	Halva születések arányának csökkentésére végzett szelekció lehetősége Pannon Ka állomány esetében	63
8	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	65
9	ÖSSZEFOGLALÁS	66
10	SUMMARY	69
11	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	72
12	IRODALOMJEGYZÉK	73
13	A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK	83
14	A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK	85

1 BEVEZETÉS

Európában a hazai nyúltenyésztés a vezető spanyol-francia-olasz trió mellett volumenében a negyedik legnagyobb, azonban a csekély mennyiségű (400 tonna) hazai nyúlhús fogyasztás miatt az ágazat export kitettsége hatalmas. Így az, hogy az elmúlt 10 évben a hazai termelés volumene enyhén csökkent csak, és még a 2025-ös évben is elérte a 4563 tonnát, szemben a vezető európai országokban tapasztalható 40-50 %-os termelés csökkenés mellett, bizonyítja az ágazat versenyképességét.

Jelenleg hazánkban 105.000 anyaállat termel félintenzív szaporítási ritmus mellett. A hazai termelésre az intenzív nagyüzemi körülmények jellemzőek, a termelés 30-40 nagyüzemi telepre koncentrálódik, ahol magas szintű szakmai tudás mellett versenyképesen állítjuk elő a közel 4 millió vágóállatot.

Hazánkban jelenleg 2 iparszerű vágóhíd dolgozik közel 50-50 %-ban vágva le a hazai előállítású húsnylukat, amelyekből az előállított termékek közel 90 %-ka kerül exportra, zömmel az európai piacokra.

A hazai előállítású nyúl termékeknek meg kell küzdeniük a külhoni piacokon egyrésről az ott helyben előállított nyúl termékekkel, ugyanakkor az egyéb állati húsfélékkel is, mindezek következtében a hazai termelés- és vágás versenyképességének folyamatos megtartása a hazai nyúltenyésztő ágazat jövőjének a kulcskérdése.

A nyúl termékpálya egyik legnagyobb kihívása olyan magas feldolgozottságú nyúlhús termékek előállítása, melyek versenyképes áruknak és kedvező táplálkozási hatásuknak köszönhetően sikerrel vehetik fel a versenyt a baromfi- és sertés húsból készült termékekkel. A nyúlágazat azonban versenyhátrányban van a sertés-, és különösen a baromfi ágazattal szemben, mely ágazatok az élőállat előállítás során, és különösen az automatizált vágó- és csontozó vonalak alkalmazásával sokkal kevesebb munkaerő felhasználásával tudják termékeiket előállítani.

Az alap nagyüzemi nyúl vágóvonalak esetében egy végtelenített pályán haladnak végig a nyúl testek s minden egyes műveletet kézzel végeznek. Az állatok kábítását és a vágópályára akasztását követően az elvéreztetés után emberi erővel történik a testek nyúzása, majd ezt követően a zsigerelés is kézi erővel történik. A belső szervek

eltávolítása után pedig az előhűtést követően a darabolás is teljes mértékben kézi erővel történik.

A nyúl vágástechnológia azonban sokat fejlődött az elmúlt időszakban, az új vonalak komplett műveleti sorok automatizálásával lehetőséget kínálnak az ágazat számára a hatékonyabb, kevesebb munkaerő alkalmazásával járó termék előállítására. Számos nemzetközi gyártó (Verderio, Mevirs stb.) kínál már 1000 nyúl / óra vágókapacitás feletti automata vonalakat. Ezek a cégek már automata megoldásokat kínálnak mind az élőállat kezelés, kábítás-véreztetés, nyúzás, zsigerelés, hűtés és darabolás területén. Ezek az automata berendezések előre beállított paraméterek mellett végzik a feladatukat. Az egyes nyúzást lehetővé tévő metszéseket, illetve később a testek zsigerelését és darabolását is előre beállított magasságokban fogják a berendezések elvégezni. Mindezek következtében az automatizált vonalak alapfeltétele a homogén vágóállat. Az inhomogén állományok esetében az automata vonalak nem a megfelelő anatómiai helyeken végzik a vágási-, zsigerelési és darabolási műveleteket, s emiatt az ilyen állományokból nyerhető darabolt húskészítmények mikrobiológiai-, esztétikai- és funkcionális értéke csökken.

Egy jó gyakorlattal előállított nyúl comb esetében a vágásnak a combcsont feje és az ízületi vápa között kell megtörténnie, így ad esztétikailag kedvező képet, illetve így kerülnek az értékes húsrészek leválasztásra a medencei részről. Az automata vonal az egyes vágásokat ugyanabban a magasságban végzi, így a standard beállításban szereplő nyúlnál kisebb egyed esetében medencei részek is a combhoz kerülnek, míg egy nagyobb nyúl esetében a vágás a combcsont felső harmadára esik, és értékes húsrészek maradnak a medencén, emellett a comb sem olyan esztétikus, mint a kézzel történő darabolás és csontozás esetén. Kiskereskedelmi értékesítés során előtérbe kerültek a tömegre egalizált (adott szortán belüli) standard termékek, melyek előállítása még kézi darabolás esetén is homogén, egységesen jó minőségi vágóállat állományokat igényel.

Mindezek alapján jól látható, hogy homogén állományok előállítása meghatározó jelentőséggel bír a nyúl ágazatban, és hosszú távon az egész ágazat sikerének kulcsa lehet. Az ágazat másik nagy jelentőséggel bíró termelési paramétere az önköltség, mely alapvetően meghatározza az egyes ágazati szereplők jövedelemtermelő képességét. Az alacsony önköltség elérésének egyik lehetősége az egy anyaállatra jutó szaporulat növelése. Ezek miatt a legtöbb hibrid- és fajta-előállító tenyésztőszervezet

szelekciós programjában kiemelkedő szerepet kap a szaporaság növelése. Az egyes vonalak és fajták több generáción keresztüli szelekciójával jelentős mértékben megtudták növelni az egy anyaállattól nyerhető fiókák számát.

Az alomlétszám növelésével azonban nagyobb lesz az almon belüli szórás, hiszen a méh jobb tápanyagellátottságú részén elhelyezkedő magzatok nagyobb súllyal születnek, mint a kedvezőtlenebb helyzetben beágyazódott társaik. A nagy alomszámból fakadó egyenlőtlen táplálóanyagokhoz való hozzáférés miatti alom szórtság mellett megnő a halva születési arány is. A születéskor inhomogén almokban nagyobb mortalitás figyelhető meg, hiszen az erősebb fiókák elnyomják gyengébb társaikat, a szoptatások alkalmával kisebb az esélyük elegendő mennyiségű tej felvételére. Az amúgy is gyenge kisnyulak még, ha életben is maradnak, jelentősen lemaradnak a nagyobb súllyal született társaikhoz képest, ami végeredményben a vágáskori testsúlyban is nagyfokú szórást eredményez.

A nyúltenyésztéssel iparszerűen foglalkozó gazdaságokban a fent említett elhullások, valamint az almokon és az állományon belüli inhomogenitás csökkentése érdekében az egyik legfontosabb feladat az almok egalizálása, figyelemmel az újszülött nyulak súlyára. Az alomkiegyenlítés gyakorlati körülmények között úgy történik, hogy egy anyaállathoz azonos nagyságú fiókát helyezünk, az első fialós anyák alá 8-9-et, míg a többször fialt anyanyulak alá a megszületett fiókák számától függően 10-et, esetleg 11-et. Az iparszerű nyúltermelésben ezzel az alomkiegyenlítési eljárással egyenlő esélyt tudunk biztosítani a fiókáknak arra, hogy a napi egyszeri szoptatások alkalmával tejhez jussanak, és ezáltal a túlélésük és a súlygyarapodásuk megfelelő legyen.

Azonban az egyes kicsi, közepes, vagy nagy súllyal született egyedekből összeállított almok esetében megmarad a kiindulási testsúllyal arányos vágósúly szóródás, mely az előzőekben részletezett okok miatt nehezíti az egységes nyúltermék előállítását a vágóhidakon.

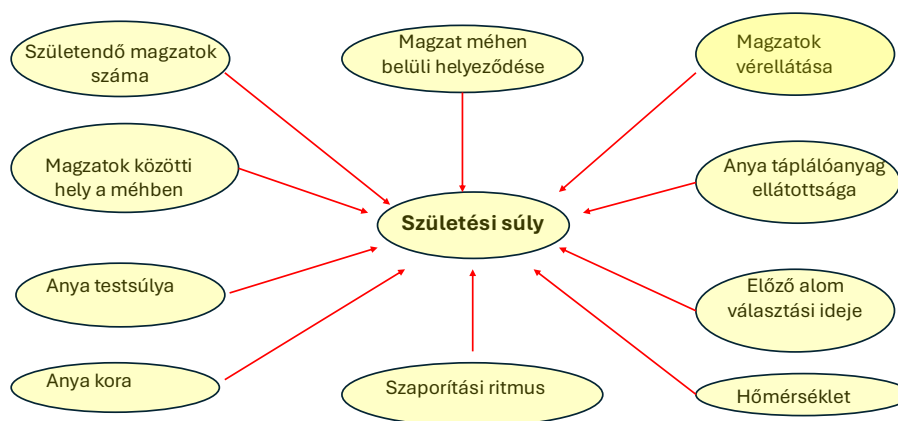
Kutatómunkám során arra kerestem a választ, hogy lehet-e szelekcióval csökkenteni a halva születések arányát, illetve lehetséges-e a megszületett eltérő súlyú fiókákból megfelelő alomkiegyenlítési módszerrel homogén testsúlyú vágónyulakat nevelni, illetve az egyes egalizációs módszer befolyásolja-e az előnevelés alatti elhullások mértékét.

2 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Alapvetően a homogén vágóállat előállítás alapját a hasonló súllyal megszületett állományok képeznék, azonban a nyúl biológiájából adódóan több olyan tényező van, mely a kívánt homogenitás ellen hat. Ehhez kell még hozzávennünk, hogy a tenyésztő szervezetek több generáció óta folytatott, az alomlétszám növelése célzó szelekciós munkája következtében indirekt módon megnőtt az almon belüli szórás.

2.1 A születési súlyt és az alom homogenitást befolyásoló genetikai és környezeti tényezők

A születési súlyt, illetve az almon belüli és almok közötti kiegyenlítettséget több tényező is befolyásolja. Ilyenek a genetikai, valamint a belső és külső környezeti tényezők, mint az anyaállat életkora, fialások sorszáma, a levált petesejtek, illetve a beágyazódott embriók száma, a beágyazódott embriók közötti távolság, a beágyazódott magzat méhen belüli helyeződése, a placenta vérrellátása, takarmányozás, hőmérséklet stb. (Matics Zs., 2019) A felsorolt tényezőkről ad összefoglaló képet az 1. ábra.

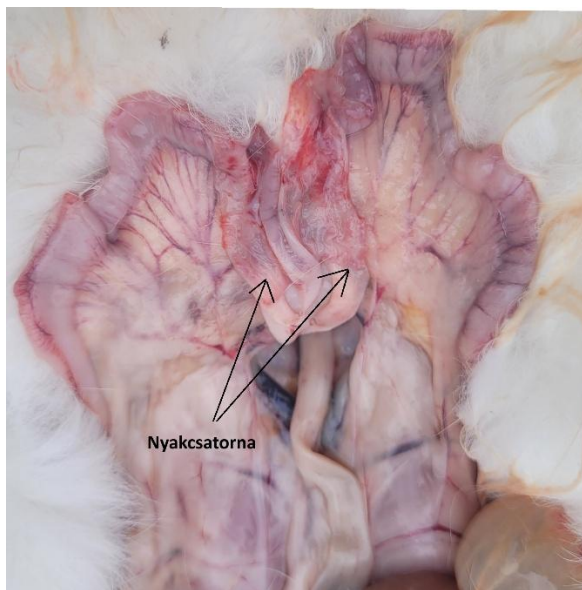


1. ábra: A születési súlyt befolyásoló tényezők

2.1.1 Magzatok száma és a méhen belül elfoglalt helyzetük

A fejezetben részletesen elemzett közleményekben találtak szoros összefüggést és bizonyították, hogy egyértelmű kapcsolat van a megszületett fiókák súlya és a méhen belül elfoglalt helyzetük között. Az emlősállatok többségének egy méhteste van, mely a nyakcsatornán keresztül áll kapcsolatban a hüvellyel, az embrió/magzat vagy embriók/magzatok az egy méhtestből elágazó két méhszarvban helyezkednek el és fejlődnek. A házinyúl azonban, a legtöbb emlőstől eltérően, két teljesen különálló méhvel/méhszarvval rendelkezik, melyek külön nyakcsatornán keresztül állnak összeköttetésben a hüvellyel. A két különálló méh között nincsen átjárás, vagyis az egyes petefészekből az ovulációt követően levált petesejtek, majd a megtermékenyülést követően embrióvá differenciálódott magzatoknak csak a származási oldali méh áll rendelkezésére a beágyazódáshoz (Weisbroth és mtsai., 1974.)

Az uterus duplexet a két nyakcsatornával az alábbi kép mutatja



1. kép Nyúl méh anatómiai képe

A beágyazódást követően a magzatok növekedési ütemét döntően befolyásolja, hogy az adott méhben mennyi a beágyazódott embriók száma, illetve lényeges befolyásoló tényező a magzatok méhen belüli elhelyeződése. Duncan (1969) igazolta, hogy a 28 napos embriók súlya függ azok méhen belüli helyeződésétől. Azt figyelte meg, hogy a legnagyobb magzatok a méh petefészekhez közeli részén foglaltak helyet, majd

egyre kisebb magzatokat mért a cervix felé haladva, azonban a méh méhnyakhoz legközelebbi részén átlagos súlyú magzatokat talált.

Lebas (1982) kísérleteiben figyelte meg azt, hogy ha egy méhben csak két embrió indult fejlődésnek, akkor azok azonos nagyságúak lettek, azonban, ha a beágyazódott és fejlődésnek indult magzatok száma 4, 5 vagy 6, akkor az előzőekben részletezett Duncan (1969) megfigyeléseiben leírt szabályszerűségek érvényesültek.

Fenti törvényszerűséget Pálos és mtsai (1996) is vizsgálták, s azt figyelték meg, hogy méhenként legalább 6 beágyazódott magzat esetében a legkisebb magzat a cervixtól számolt harmadik egyed volt. Vizsgálatunk szerint abban az esetben, ha az ellenoldali méhszarvban az átlagosnál kevesebb beágyazódott embrió volt, a vizsgált méhben nagyobbak lettek a magzatok, viszont az átlagosnál több beágyazódott embriót tartalmazó ellenoldali méh kedvezőtlenül befolyásolta a vizsgált méhben fejlődő egyedek súlyát. A fenti összefüggést igazolták Bautista és mtsai (2015) és Argenete és mtsai (2003) kutatási eredményei is.

Egyoldali petefészek eltávolítást követően vizsgálták a megszületett egyedek súlyát (Poigner és mtsai, 2000a), akik tendenciájában a fenti kutatók eredményeinek megfelelő következtetésre jutottak. A méhen belüli elhelyezkedés hatását úgy vizsgálták, hogy a fialáshoz közeledve oxytocin injekciót adtak a vizsgált anyaállatoknak, majd az ezt követően megindult asszisztált fialás alkalmával, a méhen belüli helyeződésüknek megfelelő sorrendben születtek meg a kisnyulak, és így a cervixtól elfoglalt helyüknek megfelelő sorrendben tudták a fiókák súlyát lemérni.

2.1.2 Embriók közötti távolság a méhben

A megtermékenyült petesejtek a petevezetőből levándorolnak a méhbe, majd az azonos oldali méh falába ágyazódnak és megkezdődik a placenták kialakulása, mely szoros kapcsolatot biztosít a magzatok és az anyai szervezet között. Attól függően, hogy hány véreren keresztül kapcsolódik az anyai placenta alapvetően befolyásolja a megszületett utódok nagyságát, hiszen a vérerek biztosítják a magzatok tápanyagokkal való ellátottságát (Duncan és Lewis 1969).

A vérérrel való kapcsolatok száma mellett az egyes magzatok méhen belüli egymástól való távolsága is alapvetően befolyásolja a születendő magzatok súlyát. A magzatok közötti megfelelő távolság elég helyet biztosít egyrészt ahhoz, hogy a magzatok túléljenek, ne nyomják el egymást, másrészt pedig megfelelően tudjanak fejlődni a

méhben belül. Ha a magzatok közötti távolság nem elegendő, akkor vagy az egyik, vagy mindkét magzat károsodik és elpusztul. A beágyazódott magzatok közötti minimálisan szükséges távolság Hafez (1964) szerint 2 mm. Természetesen a beágyazódást követő 8 napon belül a méh, mind a magzatok növekedésnek indulnak, ezért a minimálisan szükséges két magzat közötti távolság is nő (Nishimura, 2001).

Más kutatók vizsgálták a beágyazódást követő 18. napon a két életképes magzat között szükséges minimális távolságot. Argente és mtsai (2008) munkájukban 3,6 cm-nek találták a minimálisan szükséges távolságot két élő magzat között, azonban rámutattak arra, hogy ez a minimálisan szükséges távolság más a cervikális szakaszon, a méh középső részén és a méh petevezetői régiójában, sorrendben 5,8 cm, 3,5 cm és 3,9 cm. Elpusztult magzatok között kisebb távolságokat mértek. Abban az esetben, ha két magzat közötti távolság 3 cm volt, akkor a túlélési esélyt 90, 70 és 40%-nak találták aszerint, hogy a magzat a méh cervikális, középső, vagy petevezető felőli régiójában voltak (Argente és mtsai, 2006).

Több kutató végzett vizsgálatokat a méh befogadó kapacitásának meghatározására. Blasco és mtsai (1994) úgy határozták meg a méh befogadóképességét, hogy eltávolították a kísérleti állatok egyik petefészket. Az unilaterálisan ovariectomizált (ULO) állatokban az ellenoldali petefészek petesejt termelése duplája lesz. Mivel az adott oldali petefészekből származó magzatok a nyúl méh anatómiája miatt nem tudnak átjutni a másik méhszarvba, ezért csak az adott oldali méh befogadóképessége szab határt a fejlődő magzatok számának. Az ilyen módon előkészített anyanyulaktól megszületett fiókák számából tudtak következtetni a méh befogadóképességére.

A nagyobb méh befogadóképességgel rendelkező anyanyulak esetében népesebb alpok születtek az unilaterális méhből (Argente és mtsai, 2003). A kutatók az állományt több generáción keresztül a méh befogadóképességre szelektálták, oly módon, hogy az egyik oldali petefészket eltávolították. Így a megmaradt oldali petefészekben kompenzatorikusan több tüsző érett egyszerre. A szelektált állományokban 44% és 41%-kal hosszabbnak találták a méheket a kontroll állományhoz viszonyítva. Mivel az unilaterálisan ovariectomizált méhekben több magzat volt, ezért - a nem szelektált állományhoz képest - a magzatok közötti átlagos távolság is lecsökkent (3,6 cm és 4,4 cm).

2.1.3 Magzatok vérellátása, mint a születési súlyt befolyásoló tényező

Az ovulációt követően a megtermékenyülés a petevezetőben történik, ahonnan az osztódásban lévő embriók tovább haladnak a kiindulási petefészeknek megfelelő 3. oldali méhszarvba, majd beágyazódva kezdetét veszi a gyors differenciálódás és a nagyarányú mennyiségi növekedés. Az ehhez szükséges összes táplálóanyagot a magzatok a méhlepényen keresztül veszik fel, így annak vérellátása kiemeleten fontos jelentőséggel bír (Holdas és mtsai 1978).

Duncan és Lewis (1969) igazolták, hogy pozitív összefüggés van az anyai placenta vérellátottsága és a magzatok 27-29 napos tömege között, vagyis jobb vérellátottság mellett nagyobb testtömegeket kaptak. Duncan (1969) azt is igazolta, hogy a legjobb az anyai placenták vérellátása a méh petevezetőhöz közeli részén, ezért ott találhatóak a legnagyobb magzatok, majd a méhnyak felé haladva romlik a vérellátottság, és ennek következtében kisebb a magzatok és a fiókák testtömege. Szintén szoros, pozitív összefüggést találtak Johnson és mtsai (1985) is a placenta vérellátottsága és a magzatok tömege között.

Argenete és mtsai (2003) szintén igazolták a 25 napos magzatok tömege és az anyai placenták vérellátottsága közötti pozitív összefüggést. Kísérletükben igazolták, hogy a 25 napos magzatok testtömege attól függött, hogy a placenták hány véreren keresztül kapcsolódtak az anya szervezetéhez. A legnagyobb magzatok 4 vérérrel kapcsolódtak az anyai szervezethez, majd a vérellátást biztosító erek számának csökkenésével a 25 napos magzatok tömege jelentősen csökkent (1 ér = 20,5 g; 2 ér = 20,8 g; 3 ér = 21,3 g; 4 ér = 22,3 g).

Mocé és mtsai (2004) hasonló összefüggést találtak a tápláló erek száma és a magzatok tömege között (<3 ér = 32,3 g; 3 ér = 34,6 g; 4 ér = 35,5 g; >4 ér = 36,6 g). Ugyanakkor Argente és mtsai (2006) a fent leírt összefüggésen túl szoros pozitív korrelációt kaptak a magzatok túlélési esélye és az anyai placenta vérellátottsága között. Vizsgálataikban igazolták, hogy azon magzatok, melyek kevesebb, mint 3 éren keresztül kapcsolódtak az anyai szervezethez, 18 napos korig az elhullás 29,4 %-os volt, míg a 3, vagy annál több véreren keresztül kapcsolódó magzatok esetében csak 10,3% és 5,2 % elhullási arányt figyeltek meg.

2.1.4 Előző alom választási ideje és az anyaállat szaporítási ritmusa, mint a születési súlyt befolyásoló tényezők

A nyúltenyésztésben általános félintenzív szaporítási ritmus esetén az anyaállatokat a fialást követő 11-18. napon termékenyítik újra, míg a választásra a fialást követő 35-37. napon kerül sor, vagyis az anyaállatok a teljes 42-48 napos ciklus 40-60%-ában egyszerre vemhesek és közben nevelik az előző alomban született fiókákat is (Holdas és mtsai 1978).

Az anyaállat táplálóanyag felvevő képessége azonban limitált, ezért versenyhelyzet alakul ki a táplálóanyagokért az anya és a magzatok között (Parigi-Bini és mtsai, 1992), ami befolyásolja a megszületendő nyulak súlyát és életben maradási esélyét. A megszületett fiókák nem tudják kihasználni teljes mértékben a genetikailag kódolt növekedési képességüket a szűkösen rendelkezésre álló tej mennyisége miatt.

Fortun és mtsai (1993) kísérleteikben az anyaállatokat közvetlenül a fialást követően termékenyítették, azonban az anyaállatok egyik felétől rögtön elvették a fiókákat, így ezeknek az anyaállatoknak csak a vehem nevelése volt a feladatuk, míg az anyaállatok másik része alatt otthagyták a fiókákat, így ezek az állatok a vehemnevelés teljes ideje alatt szoptattak is. A kísérletben a 28 napos magzatok súlyának alakulását vizsgálták. Az eredmények szerint több, mint 20 %-os különbséget kaptak a 28 napos magzatok súlyában (32,2 g; 40,2 g) a csak vemhet nevelő csoport javára. Nem meglepő ez a nagyarányú különbség, hiszen a tejtermelés jelentős táplálóanyag és energiaráfordítást igényel az anyanyúl részéről, ezzel csökkentve a vehem nevelésére használható forrásokat.

Gondret és Fortun-Lamothe (1996) egy másik kísérletben igazolták az előző eredményeket, bár az alacsony egyedszám miatt a 9 %-os különbség nem volt szignifikáns.

Fortun-Lamothe és mtsai (1999) a korábbi munkát folytatva 3 kísérleti csoportot alakítottak ki. Az első csoportban az anyaállatok csak a vemhet nevelték, amíg a másik két csoportban az anyanyulak 4 vagy 10 fiókát is szoptattak. A csak vemhet nevelő csoportban 40,0 g volt a 28 napos magzatok súlya, a 4 fiókát szoptató csoportban 37,6 g, míg a 10 szoptást nevelő anyáknál már csak 33,6g. Jól mutatja

ez a kísérleti eredmény a táplálóanyagokért folytatott versenyt a vehemnevelés és a tejtermelés között.

A nagyüzemi nyúltelepeken általánosnak mondható a 35-37 napos választási kor. Xiccato és mtsai (2004) tanulmányukban olyan kísérletet állítottak be, melyben arra a kérdésre keresték a választ, hogy a korai választás miatti energia- és táplálóanyag többletnek van-e hatása a megszületett fiókák súlyára. Három vizsgálati csoportot állítottak be a kisnyulak 32, 26 és 21 napos kori elválasztásával, és eredményként 49,9 g; 49,3 g és 56,0 g születési átlagsúlyokat kaptak. A különbség azonban nem volt statisztikailag igazolható, mivel az alomlétszám is különbözött (7,5; 8,1; 8,4 fióka/alom).

Rebollar és mtsai (2009) összehasonították a megszületett fiókák súlyát félintenzív- és intenzív szaporítási ritmus mellett termelő anyaállatok esetében. A félintenzív szaporítási ritmusnál a fialást követő 11 napon termékenyítették az anyanyulakat és 35 napos korban történt a fiókák elválasztása. Az intenzív szaporítási ritmusú csoportban a fialást követően 4 nappal termékenyítettek és a választás 25 napos korban történt. A megszületett nyulak súlyában (58,8 g; 56,4 g) nem kaptak statisztikailag igazolható különbséget, aminek oka valószínűen a félintenzív szaporítási ritmusban termelő csoport nagyobb alomlétszáma (8,9; 8,23) és az eltérő választási kor lehetett.

2.1.5 Az anyanyúl táplálóanyag-ellátottsága, mint befolyásoló tényező

Megfelelő takarmányozási technológia esetében a nyúl képes kielégíteni táplálóanyagok iránti biológia igényét, azonban a vemhes állatnak nem csupán a saját létfenntartás táplálóanyag igényét, hanem a vehem építés egyre fokozódó tápanyagigényét is ki kell elégítenie.

Lebas (1975a) bemutatta, hogy a vehem építés első trimeszterjében jelentősen megnő az anyanyulak takarmányfelvétele, majd a harmadik trimeszterben fokozatosan csökkenni kezd a növekvő vehem nagyságával fordított arányban, míg a fialás körüli időben szinte nem is vesznek fel takarmányt (Reyne és mtsai, 1977).

Ha figyelembe vesszük, hogy a magzatok gyors növekedési üteme (Hudson és Hull, 1975) éppen a harmadik trimeszterre esik, a vehemnővekedés ebben az időszakban drasztikus táplálóanyag többletet igényelne. Ezt a megnövekedett

igényt azonban az anyanyúl erre az időszakra jellemző takarmányfelvétel csökkenés miatt takarmányból már nem tudja biztosítani, ezért ebben az időszakban csak a korábban felhalmozott saját energiatartalékaiból képes fedezni a megnövekedett igényt (Pascual és mtsai, 2013).

Különösen az egyszerre vemhes és az előző almot is szoptató anyaállatoknak negatív az energiamérlege, hiszen a koncentrált nyúltej termelés energia és táplálóanyag igénye a fialást követő 21. napon éri el a maximumát (Szendrő Zs. 2023).

Több kutatási eredmény igazolta, hogy a vehemépítés alatti takarmánykorlátozás kedvezőtlenül hat a megszületett fiókák súlyára.

Hafez és mtsai (1967) kísérletükben vizsgálták a megszületett fiókák súlyát abban az esetben, ha az anyaállatok napi takarmányfelvételét 280, 140 vagy 57 grammra korlátozták. A megszületett fiókák súlya sorrendben 54 g, 55 g és 36 g volt, vagyis a legdrasztikusabb takarmányfelvétel korlátozás miatt jelentősen csökkent a megszületett fiókák súlya.

Fortun és mtsai (1994) a fialást követően elvették a fiókákat az anyaállatoktól és azonnal termékenyítették őket. A termékenyített állatokból két csoportot alakítottak ki, az egyiket *ad libitum* takarmányozták, a másik csoportot pedig az életfenntartó adag 75%-nak megfelelő korlátozott takarmány adagokkal etették. A kísérleti csoportban csökkent a magzatok 28 napos és megszületéskori súlya. A 28 napos magzatoknál 24 %-kal, az újszülötteknél 20%-os elmaradást tapasztaltak a korlátozott csoportban. Hasonló eredményekről számoltak be Goliomytis és mtsai (2015), akik az *ad libitum* csoporthoz képest a vemhesség 7. és 26. napja között az életfenntartó szint 75 %-ának megfelelő takarmánymennyiséget adtak az anyanyulaknak.

Dalle Zotte és mtsai (2005) és Gidenne és mtsai (2009) a vemhesség első felében az *ad libitum* mennyiség 2/3-ának megfelelő korlátozott takarmányozást követően *ad libitum* etették a vemhes nyulakat. A kísérleti csoportban a születési súlyok tekintetében kedvező eredményeket kaptak, hiszen az anyaállatok korlátozott takarmányozását akkor fejezték be, és tértek át a korlátozás nélküli takarmányozásra, amikor a magzatépítés táplálóanyag igénye drasztikus

emelkedést mutatott. Manal és mtsai (2010) kísérlete is igazolta a korábban publikált kutatási eredményeket.

Mivel a táplálóanyagok korlátozása különösen a harmadik trimeszterben kedvezőtlenül befolyásolta a születési súlyt, többen próbáltak olyan takarmányozási módszert kidolgozni, amivel kedvezően befolyásolható a megszületett fiókák súlya.

Xiccato és mtsai (1995) megfigyelték, hogy ha az anyanyulak keveréktakarmányában az energiát felemelték 11,93 MJ DE szintről 12,16 MJ DE szintre, akkor az pozitívan befolyásolta a születési súly alakulását. Az emelt emészthető energia tartalmú keveréktakarmányt 360 g/kg árpa és 25 g/kg állati zsír bekeverésével alakították ki, vagyis emelt keményítő és zsír segítségével tudták beállítani a keveréktakarmány magas energia szintjét.

Más kutatók azonban nem kaptak egyértelmű összefüggést a keveréktakarmányok emelt emészthető energia szintje és a születési súly között (Fortun-Lamothe és Lebas 1996, Fortun-Lamothe, 1998).

2.1.6 Magas hőmérséklet hatása a születési súlyra

Mind a magas, mind az alacsony hőmérséklet megzavarja az állat homeosztázisát. Azonban míg a hideggel szemben a nyúl vastag bundájának köszönhetően védettnek mondható, addig a magas hőterhelésnek a nyulak csak részben képesek ellenállni, hiszen a felesleges hő elvezetésére csak a korlátozott hatékonyságú lihegés és a fül, mint „hűtő berendezés” áll a nyulak rendelkezésére.

Lublin és mtsai (1995) igazolták, hogy a magas hőmérséklet két oldalról állítja kihívás elé a nyulakat, egyrészt az optimálisnak tekinthető 14-20 °C feletti hőmérséklet közvetlenül befolyásolja az állatok élettani funkcióit, másrészt Szendrő és mtsai (1999) igazolták a meleg hőmérséklet takarmányfelvételre gyakorolt kedvezőtlen hatását.

Lublin és Wolferson (1996) megvizsgálták a méh perfúzióját 26 °C és 36 °C mellett, és azt az eredményt kapták, hogy a meleg közel 20 %-kal csökkentette a méhen átváramló vér mennyiségét.

Egyiptomi kutatók behatóan vizsgálták a hőstressz nyulakra gyakorolt élettani hatásait. Habeeb és mtsai (1999) megállapították, hogy a nyári időszakban alacsonyabbak a születési súlyok, mint a téli, mérsékelt hőmérsékleten (60 g és 64 g, illetve 48 g és 56 g).

Más kutatók megvizsgálták a születési súlyok alakulását mérsékelt melegben és kifejezetten hőstresszes körülmények között is. Abdel-Monem és mtsai (2008) statisztikailag igazolható különbséget kaptak a születési súlyban (52,7 g és 41,5 g) mérsékelt meleg és hőstresszes körülmények között tartott vemhes anyanyulak fiókái között. Abdel-Samee (1995, 1997) hasonló körülmények között tartott anyanyulak fiókáinak születési súlyában szintén jelentős különbséget kaptak (62,9 g és 45,7 g).

Marco-Jiménez és mtsai (2017) hőstresszes (25-36 °C) körülmények között vemhes nyulak csoportjában 8 %-kal kisebb születési súlyt mértek (61,4 g és 56,6 g), mint az optimális hőmérsékleti tartományon (14-20 °C) tartott anyanyulaknál.

2.1.7 Az anyanyúl testnagysága

A nagyobb testmérettel rendelkező anyaállatok méhe is nagyobb, így nagyobb helyet és több táplálóanyagot képes biztosítani a fejlődő magzatok részére. Ezzel szemben a kisebb testmérettel rendelkező anyaállat mind a rendelkezésre álló hely nagysága, mind a táplálóanyagokkal való szűkösebb ellátottság miatt kisebb méretű magzatokat fognak nevelni.

Az anyai testnagyságnak a megszületendő magzati súlyra gyakorolt hatását Venge (1953) látványos kísérleteiben igazolta. Törpe (1,7 kg) és nagytestű (4,75 kg) fajtájú anyaállatokat állított kísérletbe. A magzatok saját anyjuk méhében (törpe vagy nagytestű) növekedtek, vagy embriótranszferrel, a törpe fajta magzatait nagytestű anyákba, illetve a nagytestű anyák magzatait törpe állatokba ültette be, így vizsgálva az „anyai hatást”. A kísérlet eredményei szerint a saját anyában nevelkedett fiókák születési súlya a nagytestűeknél 70 g, a törpe anyáknál pedig 41 g volt. Abban az esetben, ha a törpe anyák magzatait nagytestű anyák hordták ki, az újszülöttek 65 gramm súlyúak voltak, vagyis 59%-kal nagyobbak lettek, mint ha törpe anya hordta őket ki őket. Abban az esetben pedig, amikor törpe anyák hordták ki a nagytestű anyáktól származó magzatokat 27 %-kal kisebbek lettek, átlagosan 51 g-os fiókák születtek. Venge (1953) ezzel a kísérlettel egyértelműen

bizonyította az anyai hatást, vagyis, hogy az anyaállat testmérete egyértelmű befolyással van a megszületett fiókák súlyára.

Később más kutatók is bizonyították az anyai hatást. Jimoh és Ewuola (2017) kísérletükben fauve de bourgogne, csincsilla, újjélandi fehér, valamint brit tarka nyulakkal végzett megfigyelésük alkalmával megállapították, hogy nagyobb anyaállattól nagyobb súlyú nyulak születtek. Vicente és mtsai (1995) összehasonlították két anyai vonalban és egy befejező nagytestű vonalban a megszületett fiókák súlyát, a nagyobb testsúlyú anyaállatok újszülöttei nagyobbak lettek. A két anyai vonalban 61,8 g és 57,1 g, a nagytestű vonalban 63,4 g volt a születési súly.

2.1.8 Anyanyulak életkora

Az általánosan alkalmazott 18-20 hetes kori tenyésztésbevitellel számolva az anyanyulak még nem érik el teljesen a kifejelettkori testtömeget, ezért az első vehem kihordásakor a felvett táplálóanyagot nem csupán életfenntartásra és a vehem építésére, hanem saját testsúlyuk növelésére is használják (Holdas és mtsai 1978). Félintenzív szaporítási ritmus mellett az állatokat 11-18 nappal az első fialást követően újra vemhesítik, emiatt a még mindig növekedésben lévő anyaállatot megterheli a következő vehem nevelése és az előző alom szoptatásának energia igénye is, ezért az első fialást követő időszakban kifejezetten negatív az energiamérlegük, kénytelenek mobilizálni tartalékaikat. Mindezen okok miatt a vehem nevelésre fordítható táplálóanyagok csak korlátozottan állnak a magzatok rendelkezésére.

Parigi-Bini és Xiccato (1993) ennek megfelelően közel 10 %-os különbséget figyeltek meg az első és második alkalommal fialt anyáktól született fiókák súlyában (56,2 g és 62,8 g). Vasquez és mtsai (1997) hasonló megfigyelést tettek, 6%-os különbséget jegyeztek fel az első alkalommal fialt anyaállatok fiókáinak súlyában. A születési súlyban trendszerű változást figyeltek meg Zerrouki és mtsai (2005, 2007) és Apori és mtsai (2014). Megállapították, hogy a 4-6. fialásig folyamatosan emelkedő születéskori súlyokra számíthatunk. Hasonló eredményre jutottak Sivakumar és mtsai (2013).

2.1.9 Alomlétszám hatása

A modern anyai vonalaknál és az intenzív húsfajtáknál kiemelt szelekciós cél a megszületett fiókák számának növelése. A nagyobb almok esetében azonban szűkös a méhben a magzatok részére rendelkezésre álló hely és a táplálóanyag ellátottságuk. Már Hammond (1930) leírta, hogy negatív összefüggés mutatható ki az alomlétszám és az egyedi születési súly között, vagyis, hogy nagyobb alomlétszám esetében kisebb fiókák születnek, míg a kevésbé népes almok esetében nagyobb egyedi születési súlyok várhatók. Üregi nyulakkal végzett kísérleteikben von Holst és mtsai (2002) hasonló összefüggést figyeltek meg.

Ugyanakkor Lenoir és mtsai (2012) vizsgálata szerint a népesebb almokban nagyobb a születési súly szórása, vagyis az alomlétszám növekedésével az almok egyértelműen heterogénebbek lettek. Poigner és mtsai (2000a), valamint Vicente és mtsai (1995) hasonló összefüggést találtak azzal a kitételrel, hogy a legnépesebb almok esetében már nem kaptak nagyobb szórást.

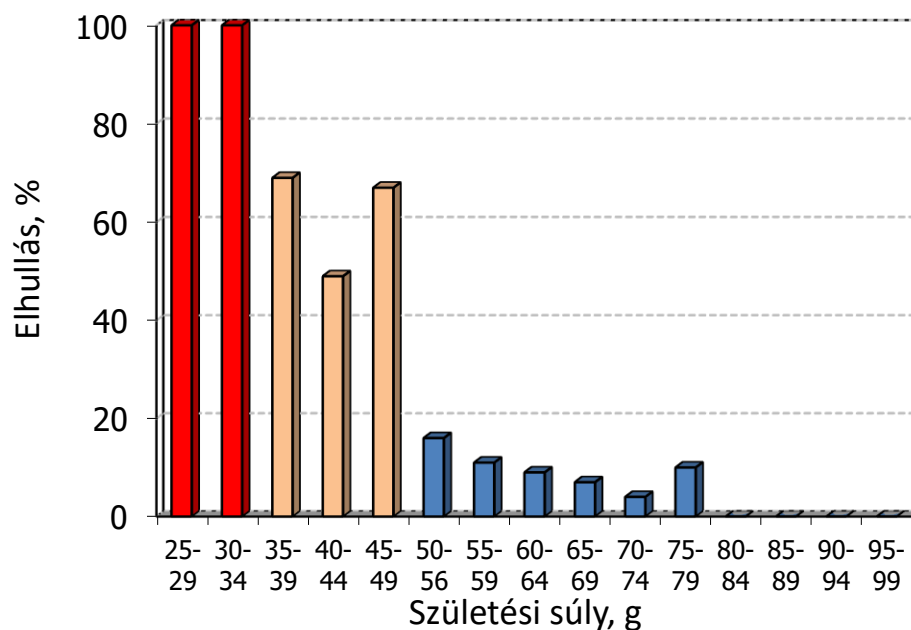
2.2 A termelési tulajdonságok alakulása a születési súlytól függően

A házinyúl születési súlyát, illetve az almon belüli szórás mértékét számos genetikai és környezeti tényező befolyásolja. A korszerű, alomlétszámra szelektált állományokban megnő a születési súly szórása, vagyis heterogénebb almokat fialnak az anyanyulak. A megszületett fiókák túlélése szempontjából kiemelkedően fontos, hogy milyen eséllyel tudnak hozzájutni elegendő tápláló tejhez, hiszen az anyanyulak általában naponta csak egyszer szoptatnak. Emiatt a szopás lehetőségéből kimaradó kisnyulaknak csak másnap lesz lehetőségük újra táplálkozni. A megszületett fiókák teljesen szőrtelenek, ezért még egy megfelelően, szőrrel bélelt fiaztató láda esetében is jelentősége van annak, hogy az egyes szopósnyulak a fészekben hol helyezkednek el, hány társukkal érintkeznek, melegítik egymást, így csökkentve a hőveszteséget és növelve a túlélési esélyüket. Azonban mind a tejhez való hozzájutás, mind a fészekben a jó pozíció elfoglalásáért folyó versengésben az erősebb, jobban fejlett kisnyulak előnyt élveznek, hiszen erejüknel fogva jobb pozíciót lesznek képesek kiharcolni maguknak, ahogyan ezt a következő alfejezetben részletezem.

2.2.1 A születési súly és az életképesség, életben maradás közötti összefüggés

A kis születési súllyal született állatok életképessége rosszabb, mint az átlagos és nagy súllyal született társaiké, hiszen a tejért és a jó fészekhelyekért folyó versenyben a kicsi, gyenge állatok hátrányos helyzetben vannak (Rödel és mtsai 2008).

Szendrő és Barna (1984) alomkiegyenlítés nélkül vizsgálták a szopósnyulak túlélési esélyét. Eredményeik szerint a 35 g alatti súllyal született összes fióka elpusztult, a 35 és 50 g közötti súllyal született egyedek több mint fele nem érte meg az egy hetes életkort (2. ábra). Megfigyeléseik szerint 40-50 g közé tehető az a születési súlyhatár, amely felett már jónak mondható a nyulak túlélési esélye.



2. ábra: A születési súly hatása szopósnyulak elhullására, alomkiegyenlítés nélkül (Szendrő és Barna, 1984)

Szendrő és mtsai (2006) vizsgálatai is alátámasztották a kis súllyal született nyulak gyenge túlélési esélyét. A kis súllyal született (35-45 g) fiókák 0 és 21, valamint 21 és 105 napos kor közötti túlélési aránya sokkal rosszabb volt, mint a közepes (53-58 g) vagy nagy súllyal (65-70 g) született állatoké.

Gyakorlati körülmények között a heterogén almokban született nyulak túlélési esélyének növelése érdekében a nagyüzemi nyúltelepeken mind számban (első fialós anyák alá 8-9-es almokat alakítanak ki, a többször fialt anyák alá 10-11 kisnyulat raknak), mind nagyságban (azonos nagyságú fiókákat helyeznek egy alomba) alomkiegyenlítést végeznek. Megfelelően kivitelezett alomkiegyenlítés esetén a hasonló erősségű állatok azonos esélyekkel indulnak a tejért és a fészekben a jó helyekért folyó harcba, és így a nagyobb állatok nem rontják a kisebbek túlélési esélyét (Szendrő Zs. 2001).

Metzger és mtsai (2011) vizsgálatai szerint a szopós nyulak eltérő arányú elhullása a születési súlyuk szerint még megfelelő alomkiegyenlítést követően is megfigyelhető. A kis súlyú (35-50 g) nyulak közül 17 %, a közepesekből (58-62 g) 4,8 % hullott el, míg a nagyok (70-88 g) közül egy sem pusztult el. Alomkiegyenlítés nélkül viszont a 40-49 g születési súlyú állatok közül 17,4 %-os, az 50-59 g születési súlyú állatok közül 7,5 % és a 60-69 g születési súlyú állatok között pedig 5,3 %-os kiesést figyeltek meg a születést követő egy héten.

Természetesen a kiesések mértékét befolyásolta, hogy milyen alomméretű csoportban nevelkedtek az állatok. A 10-es létszámú almokban nevelkedett kis súlyú nyulak kiesése 24% volt, addig a 6-os almokban csak 6 % volt az elhullási arány.

Az alomkiegyenlítés munkaigényes, gyakorlatot igénylő feladat, mely nagy odafigyelést igényel a fészkeket összeválogató személyzettől.

Lehetséges azonban az almon belüli szórás csökkentésére szelektálni a nyulakat (Bodin és mtsai, 2010). Szerzők kétirányú szelekciót folytattak, az egyik csoportot alomsúly homogenításra szelektálták, míg a másikat az alomsúly minél nagyobb szóródására. A homogenításra szelektált csoportban már a negyedik generációban statisztikailag igazoltan a szopósnyulak elhullásában csökkenését figyeltek meg (17,7%), összehasonlítva a heterogenitás növelésére szelektált állománnyal (32,7%). A következő generációkban a két csoport közötti különbség tovább nőtt.

Sertéseknél is megfigyelték (Fix és mtsai. 2010), hogy nagy heterogenitást mutató almokban az 1 kg alatti születési súlyú malacok túlélési esélye csökkent. A malacok szopóskori elhullását vizsgálva a szopósnyulakéhoz hasonló tendencia figyelhető meg, vagyis a kicsi, 0,8 kg élősúly alatt született malacok esetében 50 % feletti kiesés

figyeltek meg, szemben az 1,8 kg, vagy afeletti születési súlyú egyedek, ahol a kiesés 10 % alá csökkent.

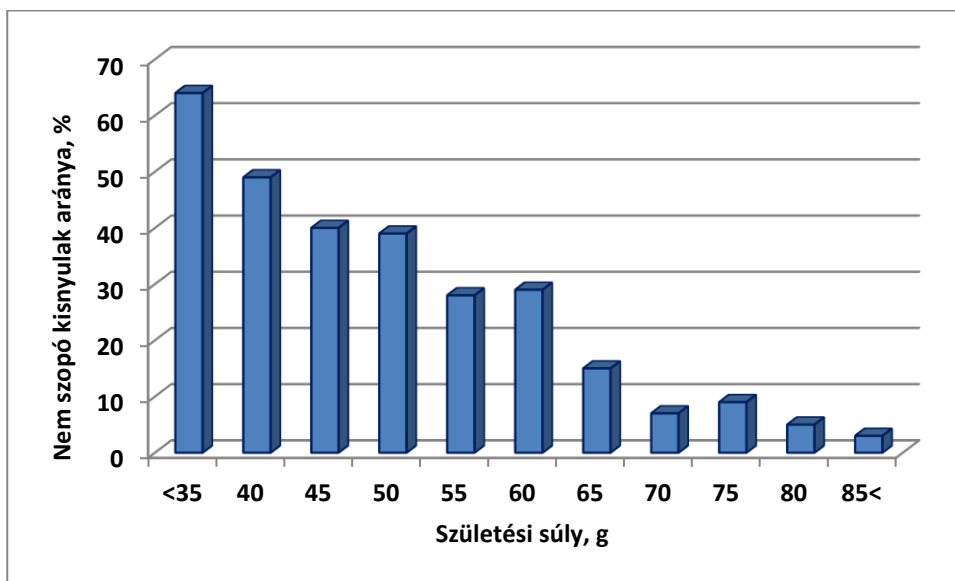
Más vizsgálatok (Quiniou és mtsai. 2002) szerint az 1 kg alatti malacok 11 %-a már holtan születik, s további 17 % egy napon belül elpusztul. Az 1 kg feletti születési súlyú egyedeknél a halva születési és az elhullási arány csak 4 és 3 % volt. A sertések esetében az újszülött állatok colostrumhoz való jutása a túlélés alapfeltétele, hiszen az újszülött állatok, szemben a nyúllal, amelynél már a placentán keresztül megkapják a preformált anyai ellenanyagokat, a malacok csak az élet első 24 órájában képesek a colostrum által biztosított ellenanyagok felvételére. A kis születési súlyú egyedek kevés colostrumhoz jutnak, így a fejletlen immunrendszerük nem kapja meg a megfelelő anyai ellenanyagokat. A kevesebb tej hátrányos a kevés tartalékkal és fejletlen hőszabályozó képességgel született kicsi malacok esetében, melyek így könnyebben kihűlnek, lelassulnak, s így az anyaállat is könnyebben összenyomhatja őket.

2.2.2 A kis születési súlyú nyulak kevesebb tejhez jutnak

A megszületett fiókák számára az életük első három hetében a tej jelenti az egyetlen táplálóanyagot, mely elengedhetetlen az állatok életben maradásához. Nyulak esetében azonban a napi szoptatások száma az üregi nyulaknál is csupán egy (Hudson és mtsai 1982), ritkábban kettő, míg nagyüzemi gyakorlati körülmények pedig eleve napi egyszeri irányított szoptatást végeznek a termelők. A fialás napján a fiókák megszületését követően az anyaállat elfogyasztja magzatburkokat (González-Mariscal és mtsai. 1996, 1998, 2007, 2016), megtisztítja őket, majd rögtön a megszületésük után szopni is kezdenek. A szopás egyrészt elengedhetetlen a fiókáknak, hiszen így jutnak az éltető táplálóanyag forráshoz, másrészt a szopás megemeli az anyaállat oxytocin szintjét (Bisset és mtsai. 1970), mely a méh simaizmainak összehúzása révén segíti a további fiókák gyors megszületését.

Argente és mtsai (1999) vizsgálták a fialást követő súlymérésekkel, hogy mely állatok fogyasztottak tejet és melyek nem. A 3. ábrán látható, hogy minél kisebb volt a születési súly, annál kisebb volt a fialás utáni első alkalommal tejet már fogyasztó fiókák aránya. Míg 40 g alatti nyulak esetében a nem szopó nyulak aránya 50 %-ot is meghaladta, az 50 g-os nyulak esetében már 30 % alatt volt, addig 65g feletti súlykategóriákban már 10 % alá csökkent a fialás után nem szopó fiókák aránya. A

kutatók megállapították, hogy a születési súlytól függő túlélési arányt rontotta, ha az újszülött nyulak kihagyták az első szopási lehetőséget. A megszületést követően tejet nem fogyasztó csoportban megfigyelték, hogy a születési súly 1 g-os növekedésével 10 %-kal nőtt az esély arra, hogy a nyulak megérjék a választási kort. Mivel a fenti összefüggés telítődési görbét írt le, mely 55 g-os születési súlynál kulminált, ezért az e feletti megszületési súlyokra már nem volt érvényes a fenti megállapítás.



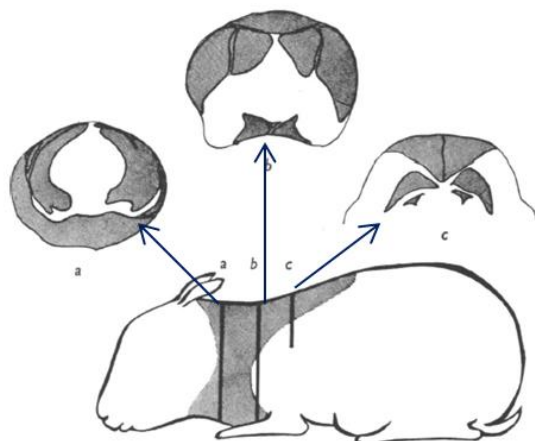
3. ábra: Az újszülöttek mérését megelőzően nem szopó kisnyulak aránya a születési súlytól függően (Argente és mtsai, 1999)

Német kutatók pozitív korrelációt kaptak a születési súly és a tejfogyasztás között ($r=0,43$). Poigner és mtsai. (2000a) megvizsgálták a kis, a közepes és a nagy születési súlyú fiókák tejfogyasztását a születés utáni 3., 5., és 7. napon, és megállapították, hogy a kisebb nyulak kevesebb tejet tudtak szopni, és az életkor előrehaladtával a különbség még nőtt is a kicsi és nagy súllyal született nyulak csoportjai között. Ennek valószínűsíthetően az az oka, hogy a jobb tejtermelő képességű csecsekhez az erősebb állatok fértek hozzá, a gyengébb kisnyulaknak pedig a gyengébb tejtermelő csecsek jutottak.

2.2.3 A szopósnyulak hőszabályozó képessége és fészken belüli elhelyezkedésük

A megszületett nyulak esetében a hőszabályozás kritikus kérdés, hiszen a fiókák csupaszon jönnek a világra, és csak az életük első hetére nő ki a jó hőszigetelő szőrzetük, ami megvédi őket a kihűléstől.

A szopósnyulak kétféleképpen képesek megvédeni magukat a kihűléstől. Az egyik egy veleszületett képesség, a barna zsírszövet, mely a hagyományos zsírszövettel ellentétben hőtermelésre szolgál. A barna zsírszövet már a magzati életben elkezd fejlődni, és a megszületés környékén éri el a maximális mennyiségét, majd a megszületést követően hideg környezetben a mennyisége csökken, mert a szopósnyulak hőtermelési céllal használják fel. Különösen gyors a barna zsírszövet mennyiségének csökkenése abban az esetben, ha a szopós állatok a születést követően nem, vagy nem megfelelő mennyiségben jutottak anyatejhez (Hull és Segal 1965). Dawkins és Hull (1964) megfigyelték, hogy a lapocka és nyaki részen több barna zsírszövet halmozódik fel azokban az állatokban, melyek nagyobb súllyal jönnek a világra. A nagyobb fiókák nagyobb tartalék barna zsírszöve miatt jobban védettek az élet első hetében a kihűléssel szemben, ezért túlélési esélyük is jobb, mint a gyengébben fejlett társaiké (4. ábra).



4. ábra: Az újszülött nyulak lapocka és nyaki részén található barna zsírszövet (Dawkins és Hull, 1964)

Gyakorlati körülmények között az istállók hőmérséklete télen 14-17 °C-ra van beállítva, mely ideális a szőrrel vastagon fedett anyaállat számára, azonban közel

sem optimális a csupasz újszülöttek számára. Ezek az újszülött nyulak az istállók szokásos hőmérsékleti viszonyai között gyorsan kihűlnének.

A fiókák kihűléssel szemben való védelmének másik eleme az anyanyúl gondoskodása, hiszen a csupasz újszülöttek kihűlésének megakadályozásához elengedhetetlen a jól elkészített, szőrrel vastagon bélelt, kiváló hőszigetelő képességű fészek.

Az üregi nyulak esetében egy hormonálisan szabályozott folyamat eredményeképpen az anyanyulak már a fialást megelőzően száraz fűvel és testükről letépett szőrrel bélelik ki, majd fialás után az almot szőrrel takarják be, és ezzel védik kicsinyeiket a kihűléstől (Szendrő és mtsai 1988.)

Mexikói kutatók megvizsgálták, hogy a születési súly szerint milyen pozícióban helyezkednek el a szopósnyulak a fészekben, és ez a fészekben való elhelyezkedés milyen előnnyel, vagy hátránnyal jár (Bautista és mtsai 2003).

Eredményeik arra mutatnak rá, hogy a hőszabályozás szempontjából a központi helyek előnyt jelentenek, mivel az itt levő fiókák több társukkal kerülnek kapcsolatba, egymást melegítik. Ezzel szemben a fészek szélén levő egyedek csak egy oldalról érintkeznek más fiókákkal. A vizsgálatokat úgy végezték, hogy egy kör alakú dobozba helyezett fiókákat folyamatos videofelvételen figyelték meg, és ezeket kielemezve foglalták össze következtetéseiket. A kisebb és gyengébb kisnyulak kiszorultak a fészek szélére, míg a nagyobb és erősebbek a fészek közepén helyezkedtek el. Megvizsgálták az állatok aktivitását is. A szopósnyulak a megfigyelés alatt 94%-ban pihentek, aludtak. A kisebbek aktívabban mozogtak, hiszen a fészekben jobb, melegebb központi helyre szerettek volna jutni. A kutatók egyértelmű összefüggést állapítottak meg a testhőmérséklet csökkenés és az elhullási arány között. A fészekben központi helyen, a jobb pozícióban lévő nagyobb testsúlyú nyulak testhőmérséklete magasabb volt.

Szendrő és mtsai (2019) kis, közepes, és nagy súllyal született kisnyulak testhőmérsékletét vizsgálták attól függően, hogy az adott állat hány fiókával érintkezett a fészekben. Szignifikánsan alacsonyabbnak találták azon fiókák testhőmérsékletét, melyek csak egy-két alomtárssal érintkeztek. Hőkamerás mérésekkel igazolták, hogy 0,5, illetve 0,75 °C-kal alacsonyabbnak találták a kis súllyal született egyedek testhőmérsékletét, a közepes és nagy súllyal született

társaikéhoz viszonyítva. Igazolták, hogy abban az esetben, ha a kis súllyal született fióka egy vagy két alomtestvérnél többel érintkezik, akkor megnő a test hőmérséklete.

Bautista és mtsai (2003) által a kisnyulaknál megfigyelt nagyobb mozgási aktivitás tehát annak érdekében történik, hogy jobb pozícióba kerüljenek a fészekben, hiszen, ha több társsal érintkeznek, többen melegítik és emiatt megnő a testhőmérsékletük. Hudson és mtsai. 1993 igazolták, hogy a fészkek közepén elhelyezkedő fiókák azok, amelyek már megszületéskor nagyobbak voltak. A magasabb testhőmérsékletük miatt a tejet is jobban értékesítik, hiszen az elfogyasztott tej kisebb részét kell a testhőmérséklet fenntartására fordítaniuk, emiatt nagyobb részét tudják növekedésre felhasználni. A fészkek közepén lévő nyulak két napos korban mért kortikoszteroid szintje is alacsonyabb volt, vagyis kevésbé voltak a hideg stressznek kitéve, mint a fészkek szélére került, amúgy is kis súllyal született alomtársaik.

A fejletlen hőszigetelő képességgel született csupasz fiókák számára elengedhetetlen a jó minőségű szőrrel bélelt és emiatt jól szigetelő fészkek, hiszen így az elfogyasztott tej minél nagyobb arányát tudják növekedésre fordítani. Hudson és mtsai (1993) arra keresték a választ, hogy a szopós nyulak hogyan reagálnak a magas és az alacsony hőmérsékletre. A kutatók azt figyelték meg, hogy 37, 40 és 42 °C-os hőmérséklet esetén a kisnyulak kimásztak a szőrtakaró alól, és a fészkek tetején elnyúlt testhelyzetet vettek fel és nem érintkeztek társaikkal. Ha a hőmérséklet alacsony volt (30, 25, 20 °C), a szétszóródott fiókák bemásztak a fészkek szőrrel takart részébe, ott összebújtak, összegömbölyödtek azért, hogy minél kevesebb hőt veszítsenek.

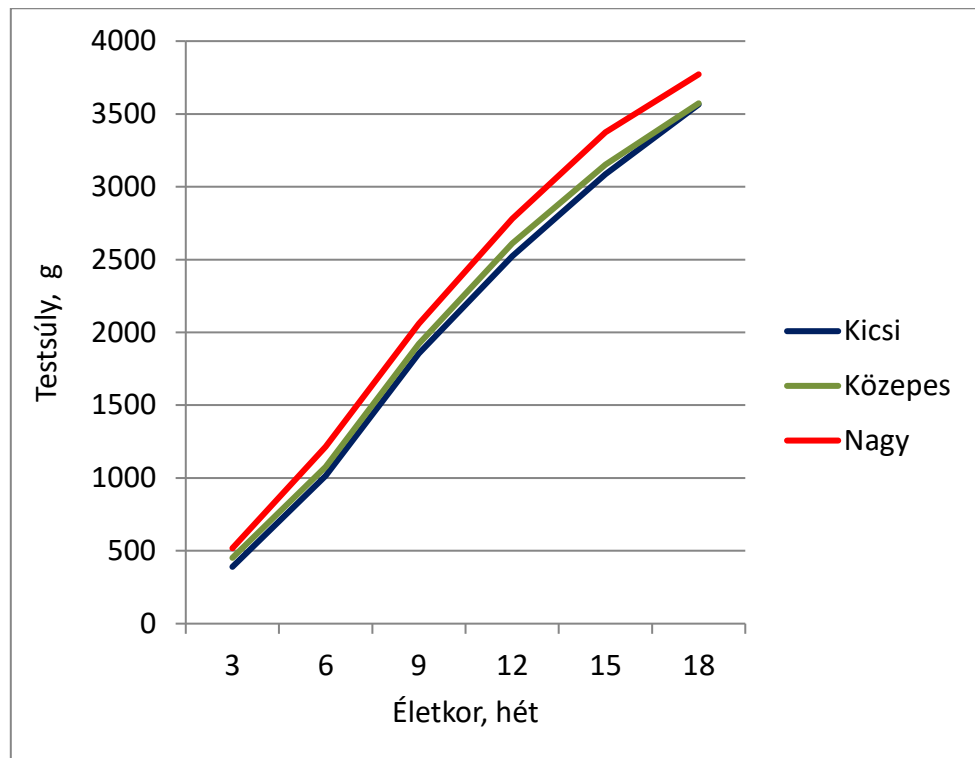
Szendrő és mtsai (1996) arra kerestek választ, hogy az anyanyulak fészkepítő képessége hogyan befolyásolja a szopós nyulak túlélését. A fészkek osztályozására 0-tól 5-ig terjedő skálát használtak, amelynél a 0 a legrosszabb, szőrrel egyáltalán nem bélelt fészkeket jelentette, míg az 5-ös az ideálisan kialakított, szőrrel vastagon takart, jó hőszigetelő fészkeket jelentette. A legnagyobb arányú 37 % és 30% elhullást a 0 és az 1 osztályzatot kapó fészkek esetében kapták, míg az 2-5 osztályú fészkekben az elhullás folyamatos csökkenő tendenciát mutatott (24,19, 20 és 17%). A megfelelő fészkek kialakítása különösen a kisebb, kevesebb barna zsírszövettel a világra jött, a fészekben amúgy is rosszabb pozícióba kerülő állatok

esetében kiemelten fontos. Ha az anyanyúl nem készít megfelelő fészket, akkor a telepi személyzet feladata, hogy kialakítsák más anyaállattól származó szőrrel az ideális fészkeket.

3 A születési súly hatása az elhullásra és súlygyarapodási mutatókra

A nagyobb születési súllyal világra jött fiókák egyértelmű előnnyel indulnak a gyengébben fejlett társaikhoz képest. Az előző pontokban leírtak szerint kedvezőbb helyzetet foglalnak el a fészken belül, több barna zsírszövettel születnek és ezen kedvező hatásoknak köszönhetően több tejet képesek felvenni és kedvezőbben is tudják azt hasznosítani a gyengébben fejlett társaikhoz képest. A szoptatási időszakban el tudják nyomni gyengébb társaikat, s így választásig a születéskor meglévő különbségek még növekedhetnek. Gyakorlati körülmények között így egalizáció nélkül „szétnőtt”, inhomogén almokat kapunk.

Szendró és mtsai (2006) nagy (65-70 g), közepes (53-58 g) és kis (35-40 g) súllyal született nyulak súlygyarapodását és más termelési tulajdonságainak alakulását vizsgálták tenyésztésbevételi életkorig. Eredményeik szerint már 3 hetes korra szignifikáns különbség alakult ki a csoportok testsúlya között (sorrendben: 518 g, 452 g és 390 g). Elválasztás után is megmaradtak a különbségek, azonban statisztikailag már csak egy-egy esetben kaptak igazolható különbséget. 12 hetes korban mért testsúly már a születési súlyoknak megfelelően alakult (sorrendben: 2,52 kg, 2,61 kg és 2,78 kg), azonban a későbbiekben már csak a nagy súllyal született csoport javára kaptak szignifikáns különbséget (5. ábra). Megvizsgálták a takarmányfogyasztás és a takarmányértékesülés alakulását is. A legnagyobb takarmányfogyasztást a nagy súllyal született csoportban kapták, viszont takarmányértékesítésben nem kaptak statisztikailag igazolható különbséget.



5. ábra: A szopós és növendéknyulak növekedése a születési súlytól függően (Szendrő és mtsai, 2006)

Szendrő és mtsai (1996) úgy alakítottak ki 35-70 g közötti újszülött nyulakból 6-os, 8-as és 10-es almokat, hogy az almokba arányosan kerültek kis, közepes és nagy fiókák. A nagy, a közepes és a kis születési súlyú csoportok 12 hetes súlyai az alábbiak szerint alakultak: 2,89 kg, 2,62 kg és 2,44 kg. Az eltérő létszámra egalizált almokban pedig, ha 10 nyulat neveltek az anyák, akkor 2,51 kg, ha nyolcat, akkor 2,64 kg és ha hatot, akkor 2,81 kg átlagsúlyt kaptak. A két tényező hatását együtt vizsgálva, a 10-es alomban nevelt kis nyulak és a 6-os alomban nevelt nagy nyulak 12 hetes súlya 2,30 kg 3,02 kg volt, ami jelentős eltérés.

Egy másik kísérletben Szendrő és mtsai (2006) úgy alakítottak ki 6, 8 és 10, 39 g és 70 g közötti egyedből álló almokat, hogy abban azonos arányban kerültek 39-49 g, 50-59 g és 60-70 g súlyú újszülöttek. A második kísérletben is 6-os, 8-as és 10-es almokat hoztak létre, de csak kicsi, közepes, vagy nagy egyedek kerültek egy-egy alomba. A kutatók megfigyelték, hogy a súlykategóriák között kisebb volt a különbség, ha olyan almokban nőttek fel, ahol súlykategória szerint egalizálták a nyulakat. Az első kísérleti elrendezésben 386 g, 356 g és 310 g, míg a másodikban 368 g, 336 g és 318 g volt a nyulak átlagos 3 hetes súlya. A 10 hetes

súly pedig az első esetben 2404 g, 2250 g és 2050 g, a másodikban 2385 g, 2275 g és 2209 g volt.

Szendrő és mtsai (1996) megfigyelték az elhullás alakulását is. A 6, a 8 és a 10-es létszámra egalizált almokban születéstől 3 hetes korig 6,8 %, 10,2 % és 20 % nyúl hullott el, míg 12 hetes korig 12,8 %, 15,1 % és 17,3 % volt a mortalitás. A kicsi, a közepes és a nagy súlyú nyulakból kialakított almokból a kiesés 20 %, 12,7 % és 7,4 % volt.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az almokon belül verseny folyik a tejért és a fészken belüli kedvező pozícióért. A nem egalizált almokban a kisebb és gyengébb újszülöttek komoly hátránnyal indulnak a nagyobb és erősebb társaikkal szemben, és a szoptatási időszak alatti lemaradás a hízalási időszak végéig megmarad. Az almon belüli szétnövés csökkentésére megfelelő módszer a nagyüzemi körülmények között alkalmazott alomlétszámra és testsúlyra történő kiegyenlítés, mely egyenlőbb esélyeket és homogénebb almokat eredményez. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy abban az esetben, ha a nagyobb nyulakat 10-es, a közepes nyulakat 8-as és a kis nyulakat pedig 6-os almokban nevelték, szinte teljesen eltűnt a különbség a 10 és 12 hetes testkorban.

3.1 Születési súly, mint a vágási tulajdonságokat befolyásoló tényező

Metzger és mtsai (2011) kísérletében a nagy súllyal született fiókák karkasz súlya vágási életkorban nagyobb volt, mint a kisebbeké, ugyanakkor születéskor kisebb nyulak jobb vágási kihozatalt értek el (57,3 % és 58,0 %). Abban az esetben, ha a vágott test egyes testtájainak az arányait vizsgálták, csak a hátulsó rész arányában kaptak különbséget, a nagy súllyal született nyulak javára (39,0%, 38,5% és 38,1 %). A hús-csont arány a nagy súllyal született csoportban kedvezőbb volt (5,56), mint a közepes (5,35) és a kis súllyal született csoportban (4,96). A kutatók megjegyzik, hogy a vese körüli zsírdepó aránya kis súllyal született csoportokban volt a legnagyobb (2,1 %), míg a nagy súlyú csoportban a legkisebb (1,64%). Hasonló tendenciát figyeltek meg a hosszú hátizom lipid tartalmában is, mely szintén a kis súllyal beállított csoportban volt a legnagyobb. Ennek oka valószínűleg az, hogy a kis súllyal született nyulak között vannak olyanok, amelyek képesek kompenzációs növekedésre, amely a zsírdepók mennyiségében is megnyilvánul.

3.2 A születési súllyal kapcsolatos irodalmi eredmények összegzése

A felsorolt irodalmi adatok bizonyítják, hogy sok tényező (pl. embriók/magzatok száma, a méhen belüli elhelyezkedésük, a közöttük levő távolság stb.) befolyásolja a születési súlyt, a születési súly almon belüli szóródását, a homogenitást). Ha minden anyanyúl a saját nyulait neveli fel, a születéskor meglévő különbségek a szoptatási időszakban nőni fognak, mert a születési súly előnyt, illetve hátrányt jelent pl. a tejhez való hozzájutásban vagy a fészken belüli elhelyezkedésben. Ismereteink szerint a születésig kialakuló különbségek csak szelekcióval csökkenthetők, ugyanakkor a szoptatási időszak alatt kialakuló különbségek különböző dajkásítási módszerekkel csökkenthetők. A vágóhidak érdeke, hogy minél egyöntetűbb vágónyúl állomány kerüljön vágásra, mert belőlük egyrészt egységesebb árualap készíthető, másrészt az automatizált vágásnak ez az egyik alapfeltétele.

3.3 A halva születések arányának csökkentésére végzett szelekció lehetősége

Cartuche és mtsai (2014) szerint, gazdaságossági szempontból, a nyúltenyésztés során az élve született fiókák számának alakulása az egyik leglényegesebb tényező. Hasonló következtetésre jutottak más multipara állatfajták vizsgálat során Hosuska és mtsai (2010), valamint Amer és mtsai (2014).

Azonban alapvető tény, hogy a szaporasággal összefüggő tulajdonságok öröklődhetősége alacsony 0,01-0,1. Az ilyen gyengén öröklődő tulajdonságokra végzett szelekció nagyon lassú, esetenként eredménytelen.

Alapvető tény, hogy a születési alomnagyságot az ovulációs ráta, és a vemhesség alatti kiesések mértéke alakítja majd ki. Az ovulációs ráta meghatározható laparoszkópiás módszerrel, ahol az adott oldali petefészken lévő sárgatestek alapján könnyen megállapítható mennyi volt az ovulált tüszők száma. Korszerű nagy termelő képességű anyaállatok esetében 14-16 között van (Laborda és mtsai. 2011; Ragab és mtsai. 2012) az ovulációs ráta.

A vemhességi időszak veszteségeit alapvetően két időszakra lehet szétbontani. Az egyik a vemhesség korai szakaszára eső, a beágyazódás előtti (0-7 nap) kiesések, majd

pedig az ezt követő magzati (7-30 nap) korban való kiesések. A beágyazódás előtti kieséseket a sárgatestek számából levonva a 7 naposan beágyazódott magzatok számát kapjuk. Ha a vizsgálatot laparoszkópiás módszerrel végeztük, a későbbiek során meg tudjuk határozni a magzati (7-30 napos) kieséseket is (Santacreu et al., 1990).

Nagyjából az ovuláció során kiszabadult petesejtek 70 %-a éli túl a perinatalis szakaszt, vagyis az ovulált, majd termékenyült petesejtek 30 %-a vész kárba az embrionális fejlődés során (Adams 1960; García és Baselga 2002; Laborda és mtsai. 2012). A vemhesség alatti kiesések harmada esik a beágyazódás előtti időszakra, míg a beágyazódás és a szülés közötti időszakra esik a veszteségek kétharmada. Mindezek miatt a prenatalis időszak veszteségei nagyban meg fogják határozni a születési alomlétszámot.

Az élve született fiókák számára vonatkozó genetikai paraméterbecslést Khalil és Al Saef (2008), Badawy és mtsai (2019), valamint Baselga és mtsai (2021) kutatásaikban csupán 0,1, vagy még ettől az értéktől is kisebbnek kapták. A kapott értéket pedig jelentősen befolyásolja, hogy az adott fialásokat külön-külön tulajdonságként kezeli, mint (Baselga 1992, Piles és mtsai. 2006), vagy pedig az egyes fialásokat egy ugyanazon tulajdonság ismételt mérésének tekintik (Nagy és mtsai 2011).

Nagy és mtsai (2013), valamint Nagy és mtsai. (2014) kutatásai pedig arra mutattak rá, hogy abban az esetben, ha a dominanciahatásokat is figyelembe vesszük, akkor azok jelentősen megváltoztathatják az adott tulajdonság öröklődhetőségét.

A halva született nyulak számának öröklődhetőségi értéke még a többi szaporasági tulajdonság hasonló h^2 értékéhez viszonyítva is alacsonyabb volt a magyar nyúlfajták esetében (Nagy és mtsai. 2013, Nagy és mtsai. 2014). Ezzel szemben a spanyol hibrid vonalak esetében Badawy és mtsai (2019) az élve született fiókák öröklődhetőségét (0,07) jelentősen meghaladó h^2 értékekről (0,14) számoltak be. Mivel az öröklődhetőség alapvetően meghatározza egy tulajdonságra végzett szelekció eredményességét, ha az nagyon alacsony, az adott irányú szelekció nem bizonyul eredményesnek. Így csupán az alacsony öröklődhetőségi értékkel rendelkező halva születések számának csökkentésére való szelekció végzése nem kecsegtet nagy eredményességgel.

Sokkal gyorsabb genetikai előrehaladás valószínűsíthető egy olyan tulajdonságra végzett szelekcióval, mely alapvetően jobb öröklődhetőséggel rendelkezik, és kellően

magas korrelációval rendelkezik a javítani szándékozott tulajdonsággal összefüggésben.

Gyovai és mtsai (2012) vizsgálták a Pannon fehér fajtában a 21 napos alomsúly öröklődhetőségi értékét az első, valamint a negyedik fialások közötti almok esetében vizsgálva 0,1-0,17 értéket kaptak. Ayat és mtsai (1995), valamint Al-Saef és mtsai (2008) Újzélandi fehér, valamint szaúdi vonalakban vizsgálták a fenti tulajdonságot, s vizsgálataikban szintén hasonló (0,1-0,17) értékeket kaptak.

4 A DISSZERTÁCIÓ CÉLKITŰZÉSEI

A vágóállat homogenitás javítása céljából egy új alomkiegyenlítési módszer vizsgálata

A nagy alomlétszámra szelektált korszerű hibrid anyanyulak utódai súlyában már megszületéskor nagy szóródás tapasztalható, mely alapvetően befolyásolja az egyedek túlélési esélyét. A nagy és erős újszülöttek több táplálóanyaghoz jutnak, elnyomják a gyengébbeket, amelyeknek így kisebb a túlélési esélyük, és gyengébb a súlygyarapodásuk. A heterogén almokból heterogén vágó alapanyag jön létre, ami miatt a vágás nem automatizálható, az egyes húsrészek eltérő mérete miatt pedig nem alkalmasak a manapság elvárt egalizált termékek előállítására. Munkám során arra a kérdésre kerestem a választ, ha a kisebb újszülöttekből kevesebbet teszünk egy anya alá, akkor az így jobb táplálóanyag ellátottság miatt képesek-e nagyobb növekedést elérni, szemben a nagy egyedi súllyal született és népesebb álmokba helyezett társaikkal, amelyek a szűkösebb tápanyagforrás miatti kisebb súlygyarapodást érnek el. Emellett meghatározzuk, hogy az eltérő dajkásítási metódus hat-e a vágott testsúlyok és a vágási kitermelés arányára. Végző cél egy homogénebb vágóállat állomány kialakítása.

Hogyan alakul a szopósnyulak elhullása és miként csökkenthető a kis súllyal született nyulak mortalitása az új alomkiegyenlítési módszerrel?

Nagyüzemi gyakorlati körülmények között a megszületett almokat dajkásítják és egalizálják, vagyis mind egyedi súlyban, mind alom nagyságban homogén almokat alakítanak ki, hogy megnöveljék az egyedek túlélési esélyeit. Kísérletünkben arra kerestük a választ, hogyan alakul a választás előtti és utáni elhullás, és különösen az első heti mortalitás, attól függően, hogy a különböző súllyal született nyulakat milyen létszámú almokban nevelik. Alkalmas-e az új alomkiegyenlítési módszer az elhullás csökkentésére.

Halva születések arányának csökkentése szelekciós módszerrel Pannon Ka állományban

A népesebb almokat fialó állományokban az elhúzódó fialásból kifolyólag a halva születések aránya is magasabb, azonban a halva született fiókák nagy veszteséget jelentenek a nyúltenyésztők számára, hiszen az anyaállat a magzat nevelése során rengeteg olyan értékes táplálóanyagot felhasznál, ami a holt magzatok esetén teljesen

veszendőbe megy. Alapvető tény, hogy a szaporasággal összefüggő tulajdonságokra való direkt szelekció azok alacsony öröklődhetőségi értéke miatt lassú. Vizsgálatunk során a cél egy olyan könnyen és pontosan mérhető tulajdonság meghatározása, mely jól és kedvező irányban korrelál a halva születés arányával, s így jó alapot szolgáltat a tenyésztő centrumoknak a halva születések arányának csökkentésére irányuló szelekciójukhoz.

5 ANYAG ÉS MÓDSZER

5.1 A kísérleti állatok tartása

A kísérleteket az Olivia Kft. Oligen farm törzstelepén végeztem 2019 és 2020 között

(2 kép).



2. kép: Oligen farm

Az állatok 10 cm szendvicspaneles klimatizált épületekben voltak elhelyezve. Az istálló egy 60 m x 30 m alapterületű, 10 cm szendvicspanel héjazattal és vasbeton gerendázattal készült, 3 teremből álló komplexum. Egy terem (előfűtő kamra) szolgált a levegő előtemperálására mind a téli, mind a nyári időszakban. Ehhez kapcsolódóan az istálló hossz tengelyében kettéválasztva került kialakításra a két termelő terem. Az istálló klimatizált, a fűtésről az előfűtő kamra alatti padlófűtés és az egyes termekben elhelyezett hőlégbefűvők, míg az istálló hűtéséről 8db, egyenként 35.000 m³/óra kapacitású vizes Humibat hűtőpanelek (Meneghin) gondoskodnak. Az istálló szellőztetési rendszere longitudinális, külön-külön Fancor klímavezérlő végzi az istállón belül az egyes termek szellőztetését. A légcseréről termelő termenként azok végfali részén elhelyezett 3 db 20.000 m³ és 2 db 40.000 m³ lég szállító kapacitással rendelkező frekvenciaváltós ventilátor gondoskodik. Az istálló trágyázása napi rendszerességgel hosszanti szánkós rendszerben működik. Az istállóban termenként az 5 trágyaakna felett került elhelyezésre az anyaállatok és szaporulatuk elhelyezésére a Landkaninchen (LK) tartástechnológia, mely méretezését az alábbi 1. számú táblázat mutatja.

1. táblázat: A kísérletben használt tartástechnológia jellemző méretei

LK anya modul fialástól 28 napig			Hízaló modul 28 naptól választásig		
Terület cm2	Szélesség	Hosszúság	Felület cm2	Szélesség	Felület cm2
Szállító rész			0		0
Alap szint	53,1	81	4301	53,1	81
Fészekrács 1			0	15	22
Fészekrács 2			0	38,1	22
Emelet felület	53,1	42	2230	53,1	42
Total			6531		7700
Fészek	53,1	22	1168		0
Magasság					
Minimum magasság cm			60		40
Felület					
Alap szint	53	27	1434	53	33
Emelt felület	53	42	2230	53	42
Szénarács	10	15	-150	10	11
Total			3514		3873
A teljes felület %-ban minimum magasság			54%		50%

Az anyaállatok az LK anya modulokban (3. kép) fialtak, és a fiókák a fialtató fészket használták 28 napos korukig. A mobil fészek kivételével 2 mobil rácspadozat lecsukásával alakítottuk ki a hízaló modult, melyben a kísérleti állatokat tartottuk a választási kor eléréséig.



3. kép: LK anya modul

Választáskor az állatokat hagyományos hizlító technológiában (435mm X 234 mm) Meneghin Rendita series 8 1,5P) helyeztük el (4. kép). 4 ketrechez egy etető tartozott, melybe naponta kimérve adtuk a takarmányt. Egy ketrecbe két nyulat helyeztünk. Mind az anyaállatok az előnevelési fázisban, mind a hízó állatok mindkét fázisban ad libitum kapták a takarmányt és az ivóvizet.



4. kép: Hagyományos hizlító modulok

A fialás időszakában az állatoknak 18 °C-os kívánt hőmérsékletet állítottunk be, majd ezt heti 1 °C-os csökkentés mellett 15 °C-ra csökkentettük, ami a hizlási időszak végéig nem változott. Bár az istálló a német állatjóléti (Bundesministerium der Justiz 2021) elvárásoknak megfelelően ablakkal ellátott, de világítási program az anyanyulak számára a fialási héten 12 óra világos (5:30-tól, 17:30-ig), amit a termékenyítés hetében felemeltük 16 órára, majd ezt követően heti 2 órával csökkentve a napi megvilágítás idejét, csökkentettük vissza az alap 12 órára.

5.2 Kísérleti elrendezés, dajkásítás

A kísérletet két ismétlésben végeztük el. Ismétlésenként öt-öt Pannon fehér anyaállatot állítottunk be. Az anyák kiválasztásánál szempont volt, hogy már többször (min. 3, max. 8) fialtak, és jó nevelőképességüket már bizonyították. Csak olyan anyaállat kerülhetett be, aki legalább 10 fiókát fialt és 10 csecsbimbóval

rendelkezett. Fialáskor az anyanyulaktól elvettük kicsinyeiket és a dajkaságba adott újszülött nyulakat súly alapján 3 kategóriába (5. kép) soroltuk:

Kicsi: 35-55 g; Közepes: 60-70 g; Nagy: 75-100 g,



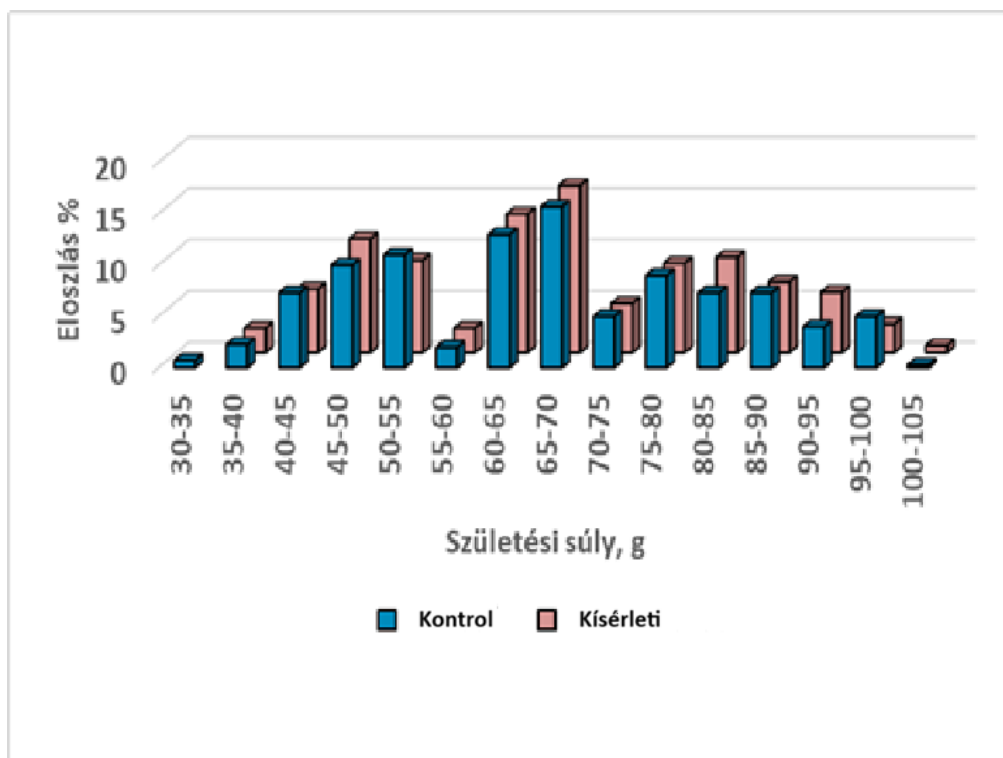
5. kép: Kicsi-, közepes- és nagy súllyal született fiókák

A kisnyulakat egyedi szopós krotáliával jelöltük és feljegyeztük a súlyukat.

A fiókák születési súlya és az anyák alá kerülő kisnyulak száma (alomnagyság) szerint kialakítottunk a kontroll- és a kísérleti csoportot. A kontroll csoportba az anyák alá 10 kicsi (S10, n=100), 10 közepes (M10C, n=100), vagy 10 nagy súllyal (10L, n=100) született fiókát tettünk.

A kísérleti csoportot a következőképpen alakítottuk ki: egy-egy alomba 9 kicsi súllyal született (S9, n=90), 10 közepes súlyú (M10E, n=100), vagy 11 nagy súllyal született fiókát (L11, n=110) helyeztünk.

A kísérlet kialakítása során a születéskori egyedi súlyok eloszlását a 6. ábra mutatja.



6. ábra: Kísérlet beállításakor az egyedi súlyok eloszlása

A kísérleti csoportok kialakítását követően a fészkeket már nem egalizáltuk, vagyis a kiesett fiókákat nem pótoltuk vissza. Az irányított szoptatási időszak 18 napos korig tartott, eddig az időpontig az anyaállatokat minden reggel 8 órakor engedték a fészkekbe. Az 5-10 perces szoptatási időszak letelte után az anyákat kiengedtem a fészkekből és a fészekajtót bezártam. A 18 napos kor után szabad szoptatást történt, vagyis a fészekajtó mindig nyitva volt. Minden hétfőn egyedileg lemértem a nyulakat egy Bizerba HW-E1650W mérleggel, és folyamatosan feljegyeztem az elhullásokat.

5.3 Takarmányozás a kísérlet alatt

A kísérletben fázisos takarmányozást alkalmaztunk. Az anyanyulak a fialást követő 21 napos korig fogyasztották a szoptató takarmánykeveréket, majd a 22. naptól a 70. napig kapták a választó takarmánykeveréket és 72 napos kortól vágásig hizláló takarmányt. Az állatok *ad libitum* fogyaszthatták a takarmányt és az ivóvizet. A vágás előtti 10 órában az állatok már nem kaptak takarmányt.

A használt takarmánykeverékek összetételét (1000 kg-ra vetítve) és a fő kémiai paramétereit a 2. táblázat mutatja. A nyulak takarmányozásához a formulákat Mrecept programmal készítettem. Gyártás során a nyulak takarmányában a szokványos alapanyagokat használtuk. A formulák összeállítása során az egyes alapanyagok beltartalmi paramétereit alapján kalkuláltam a keveréktakarmányok beltartalmi értékeit. Az emészthető energia számításánál pedig az egyes alapanyagok kémiai összetétele alapján számított emészthető energia tartalmával kalkuláltam.

2. táblázat: A kísérlet során használt keveréktakarmányok összetétele és kémiai jellemzői

	Szojtató keverék	Választó keverék	Hizlaló keverék
Felhasznált alapanyagok	Mennyiség kg	Mennyiség kg	Mennyiség kg
Cukorrépa préselvény	60	200	78
Lucerna	92	180	136
Extrahált napraforgódara 35%	113	180	85
Takarmányliszt	200	120	150
Takarmány korpa	250	172,6	300
Árpa	0	75	120
Sun Pro 20	100	50	100
DDGS	100	0	0
Hidegen sajtolt napraforgódara	51	0	0
Alapanyagok összesen:	966	977,6	969
Kiegészítők			
Lizin	3	1,5	2
Takarmány mész	20,2	11	21
Só	3	3	3
Előkeverék	7,8	6,9	5
Összes kiegészítő alapanyag:	34	22,4	31
Felhasznált alapanyagok és kiegészítők összesen kg	1 000	1 000	1 000
Beltartalmi értékek takarmány kg-onként			
Szárazanyag %	89,12	89,58	88,91
Nyers fehérje %	18,11	18,01	17,11
Nyer zsír %	3,74	2,53	3,09
Nyers rost	15,27	17,77	15,96
Keményítő	12,58	9,64	12,22
Emészthető energia, MJ/kg	11,02	10,36	10,41
Lizin %	0,9	0,8	0,86
Metionin + Cystin %	0,7	0,68	0,64
Ca %	1,15	1	1,21
P %	0,7	0,57	0,69
ADL %	4,85	4,87	4,94
NDF %	33,63	35,98	35,36
ADF %	18,75	21,28	19,71

5.4 Vágás és vágási tulajdonságok

Az állatok vágása az Olivia Kft. lajosmizsei vágóhídján történt (6. kép). Az állatokat a vágóhídra standard műanyag szállítóketrecekben szállítottuk. A rakodás és szállítás időtartama egy óra volt. Az állatokat a vágóhídra érkezésük után két órát pihentettük.



6. kép: Vágóhídi szállító ládák

A vágást megelőzően a nyulakat egyedileg lemértük, majd bevizeztük a bundájukat, hogy a kábításhoz megfelelő vezető közeget biztosítsunk. Az elektromos kábítást követően az állatokat két hátsó lábukkal felfelé felhelyeztük a vágópályára (7. kép), ahol a nyaki ütőér elmetésését követően történt az elvéreztetés.



7. kép: Vágópálya

A véreztetetés után történt az állatok nyúzása (8. kép), a szőrös bőrt kézi előnyúzást követően egy gumifogaskerekes gép húzta le az állatokról.



8. kép: Nyúzás

A zsigerelő részen egy gombos végű késsel megnyitották az állatok hasfalát, majd eltávolították az emésztőtraktust, a húgyhólyaggal és a nemi szervekkel együtt. Ezt követően vették ki a tüdőt, a szívvel együtt. A vágópálya következő részén történik általában a vesék eltávolítása és a fejek lemetszése, azonban mivel a kísérletben fejfel és vesékkel együtt mért karkasz súlyokkal számoltunk (összes értékes húsrész meghatározása miatt), ezért a kísérleti állatok vágásakor ezen részek a karkaszon maradtak. A vágópálya végén egy automata fűrész levágta a hátulsó lábakat a lábvég ízületnél, és a vágott test egy saválló asztalra került, ahol a karkaszt és az egyéb testrészeket lemértük.

5.5 Gyűjtött adatok és értékelési módszerek

A statisztikai elemzéshez az SAS szoftvercsomag online verzióját használtam. A hetente mért testsúlyokat általánosított linear mix (GLMM) modellel elemeztem, figyelembe véve az ismételt méréseket. A nyulakat és az anyanyulakat véletlen hatásként határoztam meg, ahol a nyulak szintjeit az anyák szintjeibe ágyaztam (nested modell). Az egyes csoportok közötti különbségeket heti bontásban SLICE utasítással határoztam meg. A vágósúly és a vágási tulajdonságokat egytényezős varianciaanalízissel értékeltem, míg az elhullási adatokat, valamint a 12 hetes súlyok gyakorisági eloszlásának homogenitását a kísérleti és kontroll csoportok közötti kinegyzet próbával vizsgáltam.

A kísérlet során a vizsgált és számított paraméterek a következők voltak:

- indulási súly egyedileg mérve,
- hetente megmértük az állatok egyedi súlyát,
- heti súlygyarapodást kalkuláltunk a következők szerint: aktuális heti súlyból kivontuk az előző heti súlyt és a kapott értéket elosztva héttel kaptuk meg az átlagos napi súlygyarapodást
- naponta feljegyeztük a kiesett állatok számát,
- heti szinten meghatároztuk a fogyott takarmány mennyiségét
- vágás előtt lemértük az állatok egyedi súlyait,
- vágás és zsigerelést követően lemértük az egyedi karkasz súlyt

- kiszámítottuk a vágási kihozatalt (karkasz súlya/testsúly x 100)

5.6 Genetikai paraméterek becslése

A vizsgálatomat a Pannon Tenyésztési Program, Pannon Ka fajtájának adatállományán végeztem. Az elemzés elkészítése során az 1996 március és 2021 április közti időszak 17720 fialás adatait dolgoztuk fel. Az adatbázisból az alábbi tulajdonságokat vettük figyelembe:

- élve született fiókák száma,
- holtan született fiókák száma,
- összes született fiókák száma,
- 21 napos alomtömeg.

Az adatelemzéshez SAS 9.4 szoftvercsomagot, a genetikai paraméterek becsléséhez pedig a Pest (Groeneveld, 1990) és VCE6 (Groeneveld és mtsai, 2008) programot használtuk. A genetikai paraméterek becslése során becsültük a vizsgált tulajdonságok öröklődhetőségi értékét, a tulajdonságok közötti genetikai korrelációkat, valamint ezek megbízhatóságát jelző standard hibákat.

Az alkalmazott egyedmodell szerkezete az alábbi volt:

$$y = Xb + Za + Wpe + e$$

ahol y = megfigyelések vektora, b = környezeti tényezők vektora, a = additív genetikai hatások vektora, pe = tartós környezeti hatások vektora, e = reziduális hatások vektora, X , Z és W , sorrendben a környezeti tényezők, az additív genetikai hatások és a tartós környezeti hatások előfordulási mátrixa.

Az értékelés során figyelembe vett környezeti hatások a fialások év-hónap, a fialási sorszám voltak. Az egyes fialások alkalmával született almok számának kiegyenlítetlensége a fialási sorszámok összevonását tette szükségessé (1: 1; 2: 2; 3: 3-10; 4: >10).

Az ismételt fialások jelentették a közös környezeti hatást (variancia komponens), további random hatásként szerepelt a modellben az egyedekre vonatkozó additív

genetikai hatás (variancia komponens), ahol az additív genetikai hatás a pedigrében szereplő valamennyi egyed tenyésztékét adja meg. A reziduális hatások az alkalmazott egyedmodell által becsült fenotípusos értékek és a mért fenotípusos értékek közti különbségként értelmezhetők.

6 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

6.1 Heti testsúlyok alakulása a kísérleti és a kontroll csoportban

A kísérlet beállításakor nem kaptunk szignifikáns különbséget az átlagos születési súlyban a kísérleti (67,3 g) és a kontroll (66,1 g) csoport között, vagyis megfelelő volt a kísérleti csoportok kialakítása. A szórások tekintetében sem kaptunk különbséget, míg a kontroll szórása 16,6 g, addig a kísérleti csoport szórása 16,3 g volt.

Az első héten mért testsúlyban sem kaptunk szignifikáns eltérést a kísérleti (158 g) és a kontroll (162 g) csoport között, s a szórások is hasonlóképpen alakultak, azonban 14 napos korban már szignifikáns eltérést kaptunk a kontroll (282 g) csoport javára, szemben a kísérleti (268 g) csoporttal. Ez a statisztikailag igazolt különbség 6 hetes kori választásig megmaradt, megőrizte előnyét a kontroll (1355 g) csoport a kísérleti (1317 g) csoporttal szemben, ami 2,8%-os eltérés volt a kontroll csoport javára.

A hizlalási periódusban a korábbi tendencia tovább folytatódott, s az egész hizlalási ciklusban megőrizte az előnyét a kontroll csoport a kísérleti csoporthoz képest. Az eredmények kiértékelése során jól látszik, hogy a 7 hetes korban mért élősúlyban a kontroll (1650 g) már 3,6%-kal nagyobbak bizonyult a kísérleti (1592 g) csoporthoz viszonyítva. 7 hetes korban volt %-os arányban legnagyobb eltérés a csoportok között, majd ez az eltérés ettől az időponttól folyamatosan csökkent. A 8 hetes korban 2,9%, 9 hetes korban 2,4%, 10 hetes korban 2,3%, 11 hetes korban 2,2 %, majd a 12 hetes korban 1,7%-os eltérésre zsugorodott az átlagos élősúlyok közötti különbség. Vagyis a hizlalási periódus alatt az első hetet kivéve szinte folyamatosan a kísérleti csoportnak volt nagyobb a súlygyarapodása, így az egész 6-12 hetes hizlalási ciklus alatt nem volt eltérés a kontroll (1606 g) és kísérleti (1618 g) csoportok súlygyarapodása között.

A 3. táblázat a heti élősúlyok és szórások alakulását mutatja a kontroll és kísérleti csoportban.

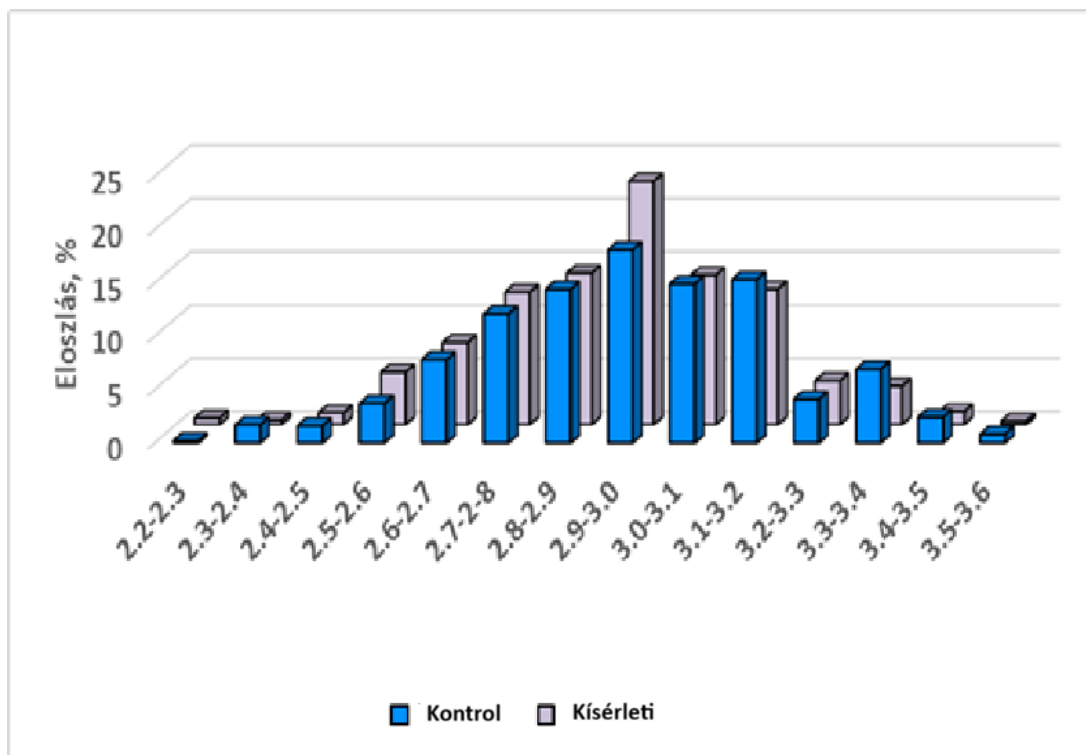
3. táblázat: Heti testsúlyok és szórások alakulása a kísérleti és kontroll csoportban

<i>Életkor, nap</i>	<i>Kontroll csoport</i>		<i>Kísérleti csoport</i>	
	<i>Átlag</i>	<i>SD</i>	<i>Átlag</i>	<i>SD</i>
n	300	-	300	-
Születés	66,1	16,6	67,3	16,3
7	162	29,6	158	26,8
14	282 ^b	41,1	268 ^a	40,9
21	428 ^b	55,1	403 ^a	59,5
28	683 ^b	82,7	655 ^a	86,8
35	1101 ^b	112	1058 ^a	125
42	1355 ^b	168	1317 ^a	173
49	1650 ^b	154	1592 ^a	153
56	1932 ^b	168	1878 ^a	158
63	2188 ^b	187	2136 ^a	166
70	2434 ^b	201	2379 ^a	179
77	2703 ^b	226	2646 ^a	212
84	2973 ^b	238	2923 ^a	219

A súlyok melletti felső indexben lévő betűk a szignifikáns eltéréseket jelzik

S habár a 12 hetes korban mért súlyok között szignifikánsan jobb volt a kontroll (2973 g) csoport a kísérleti (2923 g) csoport súlyához viszonyítva, a szórás tekintetében már a kísérleti (219) csoport mutatkozott jobbnak a kontroll (238) csoporthoz képest, vagyis a kísérleti csoport egyöntetűség tekintetében jobbnak bizonyult a kontroll csoportnál.

A 12 hetes korban mért súlyok csoportonkénti eloszlását a 7. ábra mutatja.



7. ábra: A 12 hetes testsúlyok eloszlása a kontroll (10 kicsi, 10 közepes és 10 nagy nyúl) és kísérleti csoportban (9 kicsi, 10 közepes és 11 nagy nyúl)

6.2 A testsúlyok alakulása a kontroll és kísérleti csoporton belüli alcsoportokban

A kontroll és kísérleti csoport egyes alcsoportjainak egymáshoz viszonyított heti súlyainak alakulását a 4. táblázat mutatja. Az eredmény a következő elhullást mutató táblázattal együtt magyarázatot ad arra, hogy nem lett olyan mértékű szórás eltérés a kísérleti, valamint a kontroll csoport között, mint amit az alap hipotézisünk felállításakor feltételeztünk.

A csoportok kialakításakor, az alap elrendezésnek megfelelően 3 jól elkülönült alcsoport jött létre, melyben az S9 (47,4 g) és S10 (47 g) nyulak alkották a legalacsonyabb, az M10C (65,5 g) és M10E (65,5 g) a közepes, és az L10 (85,2 g) és L11 (85,1 g) nyulak alkották a legnagyobb súlyú alcsoportot.

Egy hetes korban már látható volt néhány változás. A legkisebb kategóriába még az S10 (135g) és S9 (133 g) nyulak tartoztak, a közepes kategóriába a tőlük

szignifikánsan eltérő M10C (167 g) és M10E (166g) nyulak találhatók, azonban a L11 (169g) alcsoport súlya már nem tért el szignifikánsan sem az M10C és az M10E alcsoporttól, sem a legnagyobb súlykategóriát képviselő L10 (178 g) alcsoporttól, vagyis a közepes M10E és a nagy L11 alcsoportok testsúlya már ettől az életkortól hasonló volt.

A 21 napos korban mért súly a nyulak esetében nagyon fontos, hiszen ez az az időpont, ameddig a szopósnyulak kizárólag anyatejjel táplálkoznak és súlygyarapodásuk nagyrészt az anya tejtermelő képességétől függ, hiszen az egy szopós állatra jutó tejmenyiség határozza meg döntően a nyulak súlygyarapodását. 21 napos kor után kezdenek el szilárd takarmányt már jelentősebb mértékben fogyasztani a nyulak, és ekkor a bőségesen rendelkezésre álló szilárd takarmány már nem jelent limitáló tényezőt, és így az állatok már saját genetikai potenciáljuknak megfelelő súlygyarapodást képesek elérni.

21 napos korban az L11 (385 g) nyulak súlya már nem csak M10E alcsoporttal, hanem születéskor még a legkisebb S9 nyulakéval, sőt az S10 nyulakéval is megegyezett. Ekkor a legnagyobb súlyt az L10 (438 g) és M10C (435 g) alcsoportokban kaptuk, amelyek még a hagyományos módon voltak dajkásítva. Vagyis az új alomkiegyenlítésnek köszönhetően a kísérleti csoport három alcsoportja között ettől az életkortól nem volt szignifikáns különbség.

A 35 napos korban mért választási súlyok a következőképpen alakultak: a legkisebb súlyokat az S10 (1044 g), S9 (1043 g) és L11 (1045 g) alcsoportokban mértük, ezek az alcsoportok nem tértek el egymástól szignifikánsan. Tőlük csak az M10C (1112 g) és az L10 (1137 g) alcsoport súlya tért el.

A kísérleti csoport három alcsoportja között, a vártak megfelelően nem volt különbség, a testsúly, legalábbis az átlagok tekintetében, kiegyenlítődött. Ezzel szemben a kontroll csoport három alcsoportja között megmaradt a születéskor kialakított sorrend: 2828 g < 2974 g < 3049 g, ami azt mutatja, hogy a hagyományos dajkásításnál (kontroll csoport) testsúly kiegyenlítés kevésbé figyelhető meg.

A kontroll és a kísérleti csoport kis születési súlyú nyulainak átlagos súlya az egész időszak alatt azonosan alakult. Elvileg nem lenne mindegy, hogy az anyanyúl 9 vagy 10 kisnyulat nevel, de mint az 5. táblázat mutatja, az első héten az S10 alcsoportból almonként átlagosan két, az S9 alcsoportból egy kisnyúl pusztult el, és emiatt az

alomlétszámok kiegyenlítődték, és így mindegyik szopósnyúl hasonló mennyiségű tejhez juthatott. Ezzel szemben a nagy súllyal született nyulak súlya 21 napos kortól különbözött (ld. 5. táblázat). Mivel az L10 és az L11 alcsoportokból alig volt kiesés, a 21 napos korig szinte csak tejet fogyasztó kisnyulaknak a két alcsoportban egyedenként eltérő mennyiségű tej jutott, ami az eddig elért súlygyarapodásukat és a későbbi testsúlyuk alakulását is meghatározta.

Poigner és mtsai (2000b) vizsgálataikban kontrollként 39 és 70 g közötti születési súlyú fiókákat vegyesen helyeztek 6-os, 8-as és 10-es almokba, illetve kialakítottak csak kicsi, csak közepes, vagy csak nagy fiókákból álló egalizált fészkeket. Ebben a kísérleti elrendezésben ők egyrészt azt kapták eredményül, hogy a 10 hetes súlyok tekintetében az egalizáció minden súlykategória esetében enyhe javulást mutatott. A javulás legkifejezettebben a 39-43 grammos születési súlyú csoportban volt kimutatható, ahol szignifikáns eltérést kaptak, továbbá a súlyok szórása is szignifikánsan kisebbnek mutatkozott.

Habár Poigner és mtsai (2000b) vizsgálataiban nagyobb különbséggel alakították ki az almokat és csoportonként 2 és 4 fiókával csökkentették az alomlétszámot a standardnak tekinthető 10-es almokhoz képest, azonban a kísérleti eredményeik egyértelműen bebizonyították, hogy az alomlétszám csökkentéssel egyértelműen csökkenthető a 10 hetes súlyok szórtsága. A kis súllyal beállított csoportok függetlenül az alomlétszámtól hasonló eredményt értek el, mint a 10-es almok függetlenül azok születési súlyától.

A közepes súllyal beállított csoportok pedig a 8-as almokhoz hasonló súlyt értek el, míg a nagy súllyal beállított csoportok a 6-os almokhoz hasonló súlyokat értek el. Saját kísérletemben azonban a kevésbé drasztikus alomlétszám csökkentés mellett én csak a 11.-es, nagy súllyal beállított csoportok esetében kaptam statisztikailag igazolt kisebb vágási súlyt a 10.-es almokban nevelkedett társaikhoz képest. A legkisebb születési súlyú csoportok, mind a 10, mind a 9-es almok esetében pedig statisztikailag igazoltan hasonlóan bizonyultak a kevesebb táplálóanyaghoz jutó L11 csoport vágási átlagsúlyához képest.

Di Meo és mtsai. (2004) kísérletükben a választási súlyok alakulását vizsgálták különböző módon egalizált almok esetében. Kísérletükben kialakítottak 6-os és 8-as almokat kis súllyal született nyulakból, valamint normál súllyal született nyulakból 8-as almokat alakítottak ki. Azt kapták eredményül, hogy a kis súllyal beállított újszülött

nyulak 6-os almokban több tejet fogyasztottak és jobban nőttek, szemben a 8-as almokba helyezett újszülött nyulakkal. Habár megjegyezzük, hogy ennek ellenére a nagyobb beállításkori súly miatt a normál súlyú 8-as almokban nevelt nyulak súlya lett a legnagyobb választási korban szemben a kicsi 6-os és kicsi 8-as almokkal. Fenti kutató további eredményei alapján kijelenthető, hogy a megszületéskori súly és a kialakított alomméret hatása kiemelkedően nagy a tejtáplálási időszakban (1-35 nap), azonban a későbbiek során hasonlóan kutatásom eredményéhez már a nyulak nem képesek a kialakult hátrányt kompenzálni még optimálisnak tekinthető táplálóanyag ellátottság mellett sem.

4. táblázat: Nyulak súlya (g) a születés és a 12 hetes kor között aszerint, hogy kicsi, közepes, vagy nagy súllyal kerültek beállításra

Életkor, nap	Kontroll csoport			Kísérleti csoport			RMSE	Prob
	S10	M10C	L10	S9	M10E	L11		
n	100	100	100	90	100	110	-	-
Születés	47,0 ^a	65,5 ^b	85,2 ^c	47,4 ^a	65,5 ^b	85,1 ^c	5,57	<0,001
7	135 ^a	167 ^b	178 ^c	133 ^a	166 ^b	169 ^{bc}	22,7	<0,001
14	258 ^{ab}	290 ^d	294 ^d	249 ^a	283 ^{cd}	269 ^{bc}	38,5	<0,001
21	406 ^{ab}	435 ^c	438 ^c	405 ^{ab}	422 ^{bc}	385 ^a	55,6	<0,001
28	641 ^a	684 ^b	715 ^b	634 ^a	690 ^b	641 ^a	80,6	<0,001
35	1044 ^a	1112 ^{bc}	1137 ^c	1043 ^a	1088 ^{ab}	1045 ^a	115	<0,001
42	1290 ^a	1378 ^{bc}	1386 ^c	1302 ^a	1334 ^{abc}	1313 ^{ab}	168	<0,001
49	1596 ^{ab}	1653 ^{bc}	1691 ^c	1574 ^a	1612 ^{ab}	1588 ^a	151	<0,001
56	1874 ^{ab}	1935 ^{bc}	1975 ^c	1853 ^a	1894 ^{ab}	1884 ^{ab}	160	<0,001
63	2126 ^{ab}	2189 ^{bc}	2236 ^c	2105 ^a	2148 ^{ab}	2149 ^{ab}	174	<0,001
70	2357 ^a	2432 ^{ab}	2499 ^b	2357 ^a	2387 ^a	2390 ^a	186	<0,001
77	2617 ^a	2703 ^{ab}	2772 ^b	2623 ^a	2656 ^a	2656 ^a	215	<0,001
84	2878 ^a	2974 ^{ab}	3049 ^b	2896 ^a	2930 ^a	2937 ^a	223	<0,001

S10 = 10 kicsi, M10C és M10 E= 10 közepes, S10= 10 nagy, S11= 11 nagy súlyú fiókával beállított fészek.

Az átlagok melletti felső indexben lévő betűk a csoportok közötti szignifikáns eltérést mutatják (p < 0,05).

6.3 Az elhullás alakulása

A szopósnyulak túlélését az élet első heteiben sok egyéb tényező mellett alapvetően két tényező határozza meg. Az egyik a születési súly, a másik az anyaállat által nevelt alom nagysága (Szendrő, Zs., 2019).

A nagyobb súllyal született fiókák jobb hőszabályozó képességgel rendelkeznek a nagyobb barna zsírszövet mennyiség miatt (Dawkins és Hull 1964), illetve a nagyobb és ezáltal erősebb fiókák nagyobb eséllyel jutnak hozzá a csecsekhez, a tejhez. A nagyobb fiókák erejükénél fogva a fészekben is a kedvezőbb központi helyet foglalják

el (Bautista és mtsai 2003), így több oldalról is melegíti őket a többi fióka, míg a fészek szélére sodort kisebb állatok kevesebb felületen érintkeznek társaikkal, ezáltal is nagyobb eséllyel hűlhetnek ki és pusztulhatnak el.

A másik alapvető tényező az alomnagyság. Az anyaállat tejtermelő képessége limitált, így a népesebb almokban egy egyedre kevesebb éltető tápanyagforrás jut (Lebas 1975b, Ferguson és mtsai. 1997), szemben a kisebb számú almokban, ahol az egy szopósra jutó több tej megnöveli a túlélési esélyüket.

Az elhullások alakulását az 5. táblázat mutatja.

Az elhullások vizsgálatokor négy időszak elhullásait vizsgáltuk. A születéstől a 7 napos korig terjedő időszak a kiesések szempontjából az egyik legkritikusabb. Külön vizsgáltuk a 7 és 35 napos kor közötti kiesések alakulását, valamint a születéstől választásig terjedő, 0 és 35 nap közötti időszak alatti elhullásokat, s legvégül külön értékeltük a hízalási időszak (36-84 nap) alatti kieséseket.

Az első heti kiesések vizsgálatokor a közepes súlyú M10E (1%) és M10C (1%), valamint a nagy súlyú csoportok L10 (1 %) és L11 (0 %) alcsoportokból alig volt kiesés, míg az S9 és az S10 alcsoportokból lényegesen több (8,9% és 20%, $P>0.001$) szopósnyúl hullott el.

Meg kell megjegyezni, hogy a 0-7 napos korban elhullott egyedek boncolásakor fertőzésre visszavezethető okot nem találtam. A 8. ábra képei mutatják, hogy csak lesoványodott, tartalék zsírszövetüket felhasznált, alacsony telítettségű emésztőtraktusú nyulakat találtam, a szervek vizsgálatokor kóros elváltozást nem mutató, gyakorlatilag kihűlt és éhen pusztult állatokat találtam.



9. kép: Az elhullott szopós állatok boncolási képe Rokitansky-féle holoptikus módszerrel

7 és 35 napos életkor között négy alcsoportban alacsony mortalitást jegyeztünk fel: L11 (0,9 %), L10 (1 %), S9 (2,4 %) és S10 (2,5 %), a két nagy és a két kis születési súlyú alcsoportok között nem volt szignifikáns különbség. Ugyanakkor, érdekes módon, a két közepes súlyú alcsoportban volt a legmagasabb az elhullás: M10C (8,1 %) és M10E (9,1 %).

A fialás és elválasztás közötti időszakban a nagy súllyal született alcsoportokból (L11, 0,9% és L10 2 %) hullott el a legkevesebb nyúl. A közepes súllyal születettek közül (M10C, 9% és M10E, 10 %), valamint az S9 (11,1%) alcsoportból szignifikánsan több nyúl pusztult el, de a három alcsoport között nem volt statisztikailag kimutatható különbség. A vizsgált periódusban, a legmagasabb elhullási arányt az S10 (22%) alcsoportban kaptuk. Az eredmények mutatják, hogy ha a kis súlyú nyulakból csak eggyel kevesebbet tettünk az alomba, már szignifikáns javulást értünk el, nem hullott el több nyúl, mint a közepes súllyal születettek közül.

A hizlalási periódus alatt az alcsoportok között kisebb különbségek kialakultak, az elhullás 1,8% és 6,1% között alakult, de ezek az eltérések nem voltak szignifikánsak. Vagyis a kis születési súly miatti hátrány és a nagy születési súly miatti előny az elválasztás utáni időszak elhullásában már nem jelentkezett.

Az eredmények azt bizonyítják, hogy ha több kistestű újszülöttet (jelen esetben 10-et) tesznek egy alomba, akkor az első héten minden ötödik elpusztul, ezzel az alomlétszám lecsökken, és emiatt a szoptatási időszak hátralévő részében és elválasztás után már nem lesznek hátrányban a kis súllyal született nyulak.

Poigner és mtsai. (2000b) kutatásaikban saját vizsgálatomhoz hasonlóan azt az eredményt kapták, hogy az elhullások alakulására kifejezetten az előnevelési időszakban egyértelműen a megszületéskori súly és az egalizációs módszer gyakorol döntő befolyást. Az alacsony születési súly és a nagy alomszám miatti szűkös táplálóanyagellátottság drasztikusan csökkenti a szopós nyulak túlélési esélyeit. Kísérletükben először vegyes születési súlyú (39-70g) állatokból alakítottak ki 6-os, 8-as és 10-es almokat, majd csak kicsi, csak közepes és csak nagy súllyal született nyulakkal tették ugyanezt. Eredményeik szerint a 10-es almokban nevelkedett vegyes születési súlyú csoport elhullása jóval magasabb volt a súly szerint egalizált 10-es almokhoz képest (22,2 % és 12%), ezzel egyértelműen bizonyították a gyakorlati körülmények között is alkalmazott súly egalizáció kedvező hatását. Vizsgálataikban egyértelműen kimutatták a korai 1-3 hét kiesések esetében, hogy a legnagyobb kiesést a vegyes súlyú almokban nevelkedett, de kis súlyú egyedek esetén kapták (20,0 %), s ez részben csökkenthető volt, ha az almokban csak kicsi állatok kerültek (15,6 %).

Di Meo és mtsai (2004) úgy állítottak össze fészkeket, hogy azokba vagy csak 6 kicsi súllyal született fióka kerüljön, vagy csak 8 kicsi súllyal született fióka, illetve kialakítottak még 8 normál fiókából fészkeket. Az elhullás tekintetében azt kapták, hogy a 8 kicsi állatból kialakított almokban magasabb elhullás volt tapasztalható a másik két csoport elhullásához képest, vagyis saját eredményeimhez hasonlóan bizonyították, hogy az előnevelés korai szakaszára jutó korlátozott táplálóanyag ellátottság negatív irányba befolyásolja a kiesések mértékét, különösen az amúgy is szűkös tartalékokkal rendelkező, kis súllyal született egyedekből kialakított csoportok esetében.

Metzger és mtsai (2011) vizsgálataikban hasonlóan a mi eredményünkhöz azt találták, hogy még alomkiegyenlítés mellett is a kis súlyú (35-50 g) nyulak 17 % pusztult el, míg a kiesési ráta a közepes (58-62 g) és nagy súlyú (70-88 g) egyedekből csak 4,8 % és 0% volt. Ha viszont nem alkalmaztak súly szerinti alomkiegyenlítést és vegyes almokat neveltek az anyaállatok, akkor az elhullás még a nagy súllyal beállított egyedek esetén is 5 % feletti volt. Természetesen ők is megfigyelték az alomnagyság

elhullásokra gyakorolt hatását és a 10-es almokban nevelt kis súllyal beállított csoportok esetében a kiesés mértéke 24 % jóval magasabbnak bizonyult a 6-os almokban nevelkedett (6%) társaikhoz képest.

Szendrő (2025) és Rochambeau és mtsai (1988) kutatásai alapján az is valószínűsíthető, hogy az anyák csecsszáma is meghatározó tényező lehet az alacsony súllyal született magzatok túlélési esélyeit illetően, hiszen ezek a gyenge állatok csak akkor képesek tejhez jutni, ha az anyaállatnak legalább annyi csecsszáma van, mint ahány magzatot nevel.

5. táblázat: Az elhullási arány alakulása születéstől 12 hetes korig a kontroll és kísérleti csoportban

Kor, napok	Kontroll csoport			Kísérleti csoport			Prob
	S10	M10C	L10	S9	M10E	L11	
n (születéskor)	100	100	100	90	100	110	-
0–7	20,0 ^c	1,0 ^a	1,0 ^a	8,9 ^b	1,0 ^a	0,0 ^a	<0,001
7–35	2,5 ^{ab}	8,1 ^b	1,0 ^a	2,4 ^{ab}	9,1 ^b	0,9 ^a	0,005
0–35	22,0 ^c	9,0 ^b	2,0 ^a	11,1 ^b	10,0 ^b	0,9 ^a	<0,001
n (választáskor)	78	91	98	80	90	109	
35–84	5,1	2,2	6,1	2,5	4,4	1,8	0,518

Megjegyzés: Kontroll= csak kicsi S10, csak közepes M10C és csak nagy L10 születési súllyal született fiókák 10-esével Kísérleti csoport= 9 kicsi S9, 10 közepes M10E és 11 nagy L11 súllyal született fiókákból kialakított fészkek.

Az egyes számok felső indexében lévő betűk a szignifikáns eltéréseket mutatja (p <0,05)

6.4 Vágási tulajdonságok alakulása

A vágáskor mért testsúlyban ugyanazok a különbségek figyelhetők meg, mint a 84 napos testsúlyban (6. táblázat). A kontroll csoportban, ami a jelenleg alkalmazott alomkiegyenlítésnek felel meg, a kis újszülöttektől a nagy újszülöttek alcsoportjáig folyamatosan nőtt a testsúly (S10, M10C és L10), még akkor is, ha nem mindegyik alcsoport között volt szignifikáns az eltérés. Ezzel szemben a kísérleti csoport mindhárom alcsoportjában (S9, M10E és L11) hasonlóak voltak a testsúlyok.

A karkaszok súlyában ugyanez érvényesült (6. táblázat), az S10 alcsoportban volt a legkisebb és L10 alcsoportban a legnagyobb, a kísérleti csoporton belül pedig a három alcsoportban megegyezett.

A vágási kihozatalok alakulásában egyik csoport sem különbözött egyik másik csoporttól sem szignifikáns mértékben, a vágási kihozatalok igen szűk sávban, 58,7% és 59,5% között mozogtak. Az eredmények azt mutatják, hogy a vágási kihozatal

vizsgálva, mind a kontroll, mind a kísérleti csoport esetében hasonló eredményt kaptunk, vagyis a dajkásítás hatása a vágási kihozatalra nem jelentős. A vágott test súlya hasonlóan az elősúlyokhoz a kísérleti csoport esetében kiegyenlítettebb volt, mint a kontroll csoportban.

Metzger és mtsai (2011) kísérletükben a vágási tulajdonságok közül vizsgálták a karkasz súlyokat és azt kapták, hogy a nagy súllyal beállított fiókák karkasz súlya nagyobb volt, mint a kis súlyú egyedeké, azonban a vágási kihozatal tekintetében a kis súllyal született nyulak kihozatala (58%) bizonyult kissé jobbnak, szemben a nagy súllyal beállított nyulak 57,3%-os értékével.

6. táblázat: Vágási tulajdonságok alakulása a kísérleti és kontroll csoportban

Vágási tulajdonságok	Kontroll csoport			Kísérleti csoport			RMSE	Prob
	S10	M10C	L10	S9	M10E	L11		
n	40	79	46	37	79	52	-	-
Élősúly								
vágáskor, g	2800 ^a	2920 ^{ab}	3001 ^b	2884 ^{ab}	2841 ^a	2843 ^a	222	0,001
Vágott test súlya	1655 ^a	1689 ^a	1747 ^b	1656 ^a	1663 ^a	1662 ^a	133	<0,001
Vágási kihozatal, %	59,0	59,1	59,0	58,8	58,7	59,5	1,57	0,188

S10 = 10 kicsi, M10C és M10 E= 10 közepes, S10= 10 nagy, S11= 11 nagy súlyú fiókával beállított fészek.

A számok melletti felső indexben lévő betűk az egymástól szignifikáns mértékű eltérést mutatják (p <0,05).

6.5 Pannon Ka állomány esetében vizsgált tulajdonságok közötti kapcsolat meghatározása

Az egyes vizsgált tulajdonságok leíró statisztikai értékeit a következő 7. számú táblázatban foglaltam össze. Az egyes tulajdonságok tekintetében nagy szórásokat kaptunk a Pannon Ka fajta tekintetében, különösen nagy szórást figyeltünk meg a halva született fiókák számában, számszerűsítve a 2,11-es átlaghoz képest 3,18-as szórás kifejezetten nagynak mondható, ha pedig a minimum (1), maximum (21) értékeket is figyelembe vesszük, látható, hogy a nevezett tulajdonság igen nagy ingadozást mutat a populáció egyes egyedei között.

7. táblázat: A vizsgált tulajdonságok leíró statisztikai eredményei

Tulajdonság	N	Átlag	Std	Min	Max
Élve született fiókák száma	17720	9,14	1,71	1	15
Holtan született fiókák száma	17720	2,11	3,18	1	21
Összesen született fiókák száma	17720	9,58	3,21	1	21
21 napos alomsúly, kg	17720	2,92	0,66	0,15	5,91

N: elemszám, Átlag: a vizsgált tulajdonságok számtani átlaga, Std: a vizsgált tulajdonságok szórása,

Min: a vizsgált tulajdonságok legkisebb értéke, Max: a vizsgált tulajdonságok legnagyobb értéke

A következő 8. számú táblázatban az ismételhetőségi egyedmodell segítségével meghatároztuk az egyes tulajdonságok tekintetében az öröklődhetőségi értékeket. Minden vizsgált tulajdonság tekintetében alacsony öröklődhetőségi értéket kaptunk, különös tekintetben a szakirodalmi adatokkal egybevágóan (Moura és mtsai, 2001, Sánchez és mtsai, 2008, Bolet és mtsai, 2012, Nagy és mtsai, 2013, Nagy és mtsai, 2014) rendkívül alacsony értékeket kaptunk a szaporasággal összefüggő tulajdonságok tekintetében. Megjegyezzük, hogy az egyes öröklődhetőségi értékek meghatározásakor kapott alacsony standard hibák a becslés magas megbízhatóságáról tesznek tanúságot.

8. táblázat: A vizsgált tulajdonságok öröklődhetőségi értéke

Tulajdonság	h^2
Élve született fiókák száma	0,08±0,01
Holtan született fiókák száma	0,03±0,01
Összesen született fiókák száma	0,09±0,01
21 napos alomtömeg	0,15±0,01

A következő lépésben meghatároztuk az egyes vizsgált paraméterek tekintetében a köztük lévő korreláció nagyságát és mértékét, mely során pozitív irányú korrelációt kaptunk a holtan született fiókák száma és az élve született fiókák száma között, azonban a becsült standard hiba igen nagy volt, ami miatt a kapott korreláció nem tért el szignifikánsan a nullától. Szintén pozitív irányú, de még az előző tulajdonságnál is szorosabb korrelációt kaptunk az összes született fiókák száma és a holtan született fiókák száma között. Eredményeinket Mantovani és mtsai (2008) is megerősítették, akik szintén kedvezőtlen pozitív korrelációt becsületek az összesen született fiókák és

a holtan született fiókák között. Kedvezőnek tekinthető negatív korrelációt egyedül a 21 napos alomtömeg és a halva született nyulak számának tekintetében kaptunk.

9. táblázat: A holtan született fiókák számának genetikai korrelációs értékei a vizsgált tulajdonságokkal

Tulajdonság	Genetikai korreláció
Élve született fiókák száma	0,19±0,16
Összesen született fiókák száma	0,37±0,14
21 napos alomtömeg	-0,27±0,13

7 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

7.1 Dajkásítási módszer hatása az egyes termelési tulajdonságokra

A szopós nyulak esetében alapvetően a 21 napos korban mért súly esetében az anyai hatás kiemelkedően nagy, hiszen eddig a korig a szopós állatok csak és kizárólag anyatejjel táplálkoznak. A 21 napos kor az, ami felett a fiókák már elhagyják a fészket és elkezdik a szilárd takarmányozásra történő átállást, s ez az a kor, ami felett a szopós állatok már saját genetikailag meghatározott növekedési erélyének nem fog gátat szabni a szűkös táplálóanyag ellátottságot biztosító anyai tej (Szendrő Zs. 1993). Vizsgálatunkban így kiemelkedően fontos pont volt a 21 napos súly.

A 21 napos korban mért átlagsúlyok tekintetében jól látszik, hogy az L11 (385 g) csoport átlagsúlya volt a legkisebb, szemben az L10 (438 g) csoporttal, ami a legnagyobb 21 napos kori súlyt produkálta. Az elhullás csoportnagyságot befolyásoló hatásával e két csoportnál, szemben az S9 és S10 csoportokkal nem kellett számolnunk, mivel a nagy súllyal beállított, erős csoportokból elhanyagolható számú állat esett ki, vagyis az egy anya alá kerülő alomnagyság nem változott az 1-3 hetes időszakban. Az adatokból leolvasható, hogy a csoportnagyság növelése kedvezőtlenül befolyásolta a súlygyarapodás mértékét. A korlátozott hozzáférés a tejhez azt eredményezte, hogy az L11 csoport nyulainak 21 napos súlya a legkisebbnek bizonyult az összes csoport közül, és szignifikáns mértékben nem különbözött még az S9 és S10 csoport nyulainak átlagsúlyától sem.

Megvizsgálva az S9 (405 g) és S10 (406 g) csoport nyulainak 21 napos átlagsúlyát azonban azt kaptuk, hogy a várttal ellentétben szignifikáns mértékű eltérést nem tudtunk kimutatni e két csoport esetében. Megvizsgálva az elhullások alakulását, különös tekintettel a 0-7 napos elhullásokat vizsgálva láthatjuk, hogy az S10 csoport esetében a 20 %-os elhullás szemben az S9 csoport szintén magas, de csak 8,9 %-os elhullásával azt eredményezte, hogy az S10 csoport alomnagysága és az S9 csoport alomnagysága közel azonos szintre került, vagyis nem tudott érvényesülni az S9 csoport esetében a várt többlet táplálóanyag forrás kedvező hatása.

Az M10C (435 g) és M10E (422 g) 21 napos súlyaiban szignifikáns eltérést nem kaptunk, vagyis az azonos mennyiségű táplálóanyaghoz való hozzáférés hasonló súlygyarapodást hozott e két csoport tekintetében.

A választási (35 napos) átlagsúlyok tekintetében hasonló tendencia érvényesült: a kompenzatórikus növekedés hatása jól látható volt az L10 (1137 g) és az L11 (1045 g) csoportok szignifikánsan eltérő választási súlyaiban. A M10C- (1112 g) és M10E (1088 g) csoportok választási súlyai a vártak megfelelően szignifikáns mértékben most sem különböztek egymástól, míg az S10 (1044 g) és az S9 (1043 g) a 21 napos súlynál részletezett okokra visszavezethetően nem voltak szignifikáns mértékben eltérőek.

A vágáskor mért átlagsúlyok tekintetében a tendencia hasonlóképpen az volt, hogy az L10 (3001 g) csoport tudta tartani előnyét a hizlalási időszakban az L11 (2843 g) csoporthoz képest, vagyis jól látszik, hogy az előnevelés kezdeti tejtaplálási szakaszára eső kialakult súlybeli különbséget az állatok már nem képesek teljes mértékben kompenzálni a későbbi bőséges táplálóanyagforrást nyújtó hizlalási időszakban sem. Az S10 (2800 g) és az S9 (2884 g) vágási súlyai között szignifikáns különbség hasonlóan az M10C (2920 g), az M10E (2841 g) csoportokhoz nem volt kimutatható.

A karkasz súlyok gyakorlatilag leképezték a vágási élősúlyok alakulását azzal, hogy egyedül a legnagyobb karkasz súlyú L10 csoport különbözött szignifikáns mértékben az összes többi csoporttól, s az S9, S10, M10C, M10E és az L11 csoportok karkasz súlyai nem különböztek szignifikáns mértékben egymástól. A vágási kihozatalokra semmilyen statisztikailag igazolható hatást nem gyakorolt sem a beállításkori súly, sem a dajkásítási metódus.

Ha a kísérleti (L11, M10E, S9) és a kontroll (L10, M10C, S10) csoportok átlagsúlyait egyben vizsgáljuk, azt látjuk, hogy a kísérleti csoport átlaga már a 14 napos kortól elmarad a kontrollhoz képest, s ez a tendencia a hizlalási periódus végéig már nem változott. Ez a tendencia azonban az előzőekben részletezett okokra vezethető vissza, miszerint elmaradt az S9 csoport súlygyarapodás növekménye az S10 csoporthoz képest, míg az M10C és az M10E csoportok hasonlóan gyarapodtak, az L10 csoport pedig jóval nagyobb súlyt ért el az L11-hez képest.

Ha a kísérleti és a kontroll csoport homogenitását jellemző SD értékeit vizsgáljuk a hizlalás végén, akkor viszont jól látszik, hogy a kísérleti csoport esetében az SD érték 219 volt, szemben a kontroll csoport magasabb 238-as SD értékével. Vagyis a dajkásítási módszernek köszönhetően a kísérleti csoport nyulai egyöntetűbbek lettek a kontroll csoport nyulaihoz viszonyítva. A kísérlet tervezésekor felállított feltételezésünk igazolást nyert, miszerint a dajkásítási módszerrel egyértelműen befolyásolni lehet a vágóállat egyöntetűségét.

Az elhullási adatok értékelése során egyértelműen látszik, hogy a vizsgált tulajdonságra a legnagyobb hatást az előnevelési időszak kezdeti szakaszában, vagyis a 7 napos korig bezárólag, egyértelműen a születési súly gyakorolta. A nagy súllyal született nyulak (L11, 0%; L10, 1 %) kiesési aránya volt a legalacsonyabb, majd ezt követte a közepes súlyú nyulak csoportjai (M10E, 1 %; M10C, 1%). Legvégül a kiemelkedően nagy elhullást mutató kis súllyal született nyulak csoportjai (S9, 8,9%; S10, 20%) következtek, és ez a hatás a különböző dajkásítási módusokkal csak a kis súlyú fészkek esetében volt szignifikáns mértékben befolyásolható.

Abban az esetben, ha a teljes előnevelés alatti elhullási adatokat elemezzük, bár megfigyelhető továbbra is a születési súly nagyon erőteljes hatása, azonban a dajkásítási módszer már képes volt árnyalni a képet, vagyis a jobb táplálóanyag ellátottság lényegesen csökkentette a kiesések mértékét. A 0-7 napos időszakban kiemelkedően nagy elhullást mutató S9- és S10 csoportok az előnevelés további szakaszában a 7-35 nap között vizsgálva már csak kis mértékben és nem szignifikánsan (S9, 2,4%; S10, 2,5%) tértek el a rendkívül alacsony elhullási arányt produkáló L10 (1%) és L11 (0,9%) csoportokhoz képest. Az M10C (8,1%) és az M10E (9,1%) vizsgált időszak alatti elhullásai viszont szignifikáns mértékben magasabbak voltak az L10 és az L11 csoport elhullásainál.

Egyértelműen megállapítható tehát, hogy az előnevelés kezdeti időszakában az elhullásokra a legnagyobb hatást a megszületéskori súly gyakorolta, s ez a hatás a dajkásítási módszerrel csak és kizárólag a kis súllyal született fiókák esetében volt módosítható. Az előnevelés későbbi szakaszában megállapítható, hogy a születési súly a továbbiakban is a kieséseket meghatározó lényeges tulajdonság maradt, s a nagy súllyal született nyulak túlélési esélyeit még a hiányos tápanyagellátást biztosító dajkásítási módszer (L11) sem volt képes csökkenteni. Azonban a túlélési

esélyek a kis- és közepes súllyal beállított almok esetében lényegesen befolyásolhatóak a dajkásítási módszerrel, vagyis a bő táplálóanyag ellátottságot eredményező dajkásítási módszer képes a kiesések mértékének lényeges csökkentésére.

Az eredmények alapján mindenféleképpen javasolható a kísérlet oly módon való megismétlése, melyben a korai kiesések torzító hatásának ellensúlyozására az első két hétben kieső nyulakat hasonló nagyságú állatokkal lehetne pótolni. A kísérlet beállításakor a kicsi súllyal született nyulakból a beállított állományon felül +20 %-ban, a közepes súllyal született állatok esetében a beállított állomány 10 %-ának, míg a nagy súllyal született fiókák esetében +5 %-nak megfelelő extra mennyiségben kellene olyan almokat kialakítani, melyek a kísérleti állományból kieső állatok azonnali pótlására használhatóak lennének. A kísérlet első két hetében főleg a kis almok esetében tapasztalható nagyarányú kiesés miatt így elkerülhető lenne az a torzító hatás, ami abból ered, hogy az amúgy is kis súllyal született, gyenge szopási képességekkel rendelkező nyulak nem képesek azt a minőségű stimulációt nyújtani az anyaállat részére, ami a tejtermelés felfutásához elengedhetetlen.

A kísérleti eredmények alapján újra gondolandó lehet a kísérleti elrendezés oly módon való átalakítása is, melyben a kis almok esetében nem csak 9-es és 10-es almok lennének kialakítva, hanem 8-as almok is a nagyobb növekedési kompenzáció elérése érdekében.

Érdemes lenne a kísérletet akár különböző csecsbimbószámú anyaállattal is elvégezni.

7.2 Halva születések arányának csökkentésére végzett szelekció lehetősége Pannon Ka állomány esetében

Vizsgálatunk során megállapítást nyert, hogy a halva születések számának csökkentésére végzett direkt szelekció annak rendkívül alacsony öröklődhetőségi értéke ($0,03 \pm 0,01$) miatt nem kecsegtet nagy előrehaladással.

Az élve született fiókák számára történő szelekció pedig a közte és a halva született fiókák száma között fennálló kedvezőtlen pozitív irányú korreláció ($0,19 \pm 0,16$) miatt nem, hogy nem alkalmas a halva születések számának csökkentésére, hanem az

ezirányú szelekció kis mértékben ugyan, illetve nagy standard hibával terhelt, de még rontja is a halva született fiókák számát.

Az összes született fiókák számára történő szelekció pedig még az előző tulajdonságra történő szelekció mértékénél is nagyobb arányú és szintén kedvezőtlen irányú korrelációt ($0,37 \pm 0,14$) mutat a halva született fiókák számával, vagyis a nevezett tulajdonságra végzett szelekció komoly mértékben képes megemelni a fialások során a halva született fiókák számát.

A 21 napos súly és a halva született fiókák száma között azonban már egy kedvező irányú negatív korrelációt ($-0,27 \pm 0,13$) kaptunk, vagyis a 21 napos súlyra való szelekció alapvetően csökkenti a születéskor halva világra jött állatok számát is. A vizsgált korreláció kedvező iránya, a kapott értékhez képest kisebb standard hiba, valamint a vizsgált tulajdonságok között legmagasabbnak talált öröklődhetőségi érték ($0,15 \pm 0,01$) miatt kijelenthető, hogy ez az a tulajdonság melyre történő szelekció egyszersmind kedvező irányú szelekciót jelent a halva születések előfordulásának és arányának csökkentésére is.

8 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A gyakorlatban alkalmazott alomkiegyenlítési módszerrel (minden alomba azonos számú kis- közepes- vagy nagy újszülöttet tesznek) szemben, az új alomkiegyenlítési módszerrel, amikor a kisebb nyulakból az átlagosnál egy újszülöttel kevesebbet és a nagyokból egy újszülöttel többet tesznek egy alomba, kissé csökkenthető a vágási súlyban és a karkasz súlyában megfigyelhető heterogenitás.
2. Ha nem azonos számú kis-, közepes-, vagy nagy újszülött nyulat tesznek egy alomba, hanem a kis nyulakból kevesebbet, a nagyobbakból többet, az állatjóléti oldalról kifejezetten kedvező, mert a kis súllyal született újszülöttekből kevesebb, mint fele (20%-kal szemben 9%; $P > 0,001$) nyúl pusztul el.
3. A vizsgált Pannon Ka állományban az alomnagysággal kapcsolatos tulajdonságok (élve, holtan és összesen született fiókák száma) kis öröklődhetőséget ($< 0,1$) mutattak, míg a 21 napos alomsúly öröklődhetősége mérsékelt (0,15) volt.
4. Egyértelműen meg tudtuk határozni a Pannon Ka állomány esetében, hogy a 21 napos alomsúlyra való szelekció csökkenti a halva születések arányát. A két tulajdonság közötti kedvező irányú és mértékű korreláció és a vizsgált tulajdonság megfelelően magas öröklődhetőségi értéke miatt a 21 napos alomsúly alkalmas tulajdonságnak bizonyult az amúgy alacsony öröklődhetőségi értékű halva születések csökkentésére irányuló szelekcióra.
5. Vizsgálatunk eredményeképpen megállapítható, hogy sem a megszületéskori súly, sem a dajkásítási metódus nem gyakorolt hatást a vágási kihozatal alakulására.

9 ÖSSZEFOGLALÁS

A korszerű hibrid anyai vonalakat alomnagyságra szelektálják, azonban a nagy alomlétszám miatt a fiókák egyedi születési súlya nagyon szóródik. Emiatt „hagyományos dajkásítás” esetén, amikor minden alomba 10 kis-, 10 közepes, vagy 10 nagy újszülött nyulat tesznek, heterogén vágóállat alapanyagot kapnak. Minél kiegyenlítettlenebb a vágóhídra kerülő nyúl, annál reménytelenebb, hogy a vágás automata vágóvonalakon történjen. Ez az amúgy is nagy élőmunkaerő ráfordítást igénylő nyúl ágazat számára a többi hústermelő állatfajhoz képest további versenyhátrányt okoz. A heterogén állományok vágása során heterogén hústermékeket (karkasz, gerinc, comb stb.) kapnak, nagy nehézségekbe ütközik az üzletláncok által elvárt szortás (tömegre egalizált) termékek kialakítása.

A születési súly nagy szórásának másik hátránya, hogy a kis súlyú újszülöttek között nagyarányú az elhullás. Ez egyrészt a nyúltenyésztés jövedelmezőségét rontja, másrészt állatjóléti oldalról is kedvezőtlen képet mutat.

A fentiek miatt kutatásom során azt vizsgálom, hogy a hagyományos dajkásítással szemben, amikor minden alomba azonos számú újszülöttet tesznek, hogyan lehet egy új alomkiegyenlítési módszerrel a vágónyulak között a szóródást csökkenteni, és hogyan lehet a kis súllyal született nyulak túlélését javítani.

A kísérletet az Olivia Kft. Oligen törzstelepén két ismétlésben végeztem. 5-5 többször fiatal, egészséges anyanyulat választottunk ki. A kontroll csoporton belül 3 alcsoportot alakítottunk ki, 10 kis- (n=100), 10 közepes- (n=100), vagy 10 nagy súllyal született kisnyulat (n=100) tettünk egy-egy alomba, az elnevezésük sorrendben S10, M10C és L10 volt. A kísérleti csoportban a kis nyulakból kevesebbet, a nagyokból többet tettünk egy anyanyúlhoz, és ennek megfelelően 9 kis (n=90), 10 közepes- (n=100), vagy 11 nagy súllyal született kisnyulat (n=110) tettünk egy-egy alomba, az elnevezésük sorrendben S9, M10E és L11 volt.

Az anyanyulakat környezetgazdagított „Landkaninchen” tartástechnológiában, az elválasztott nyulakat hagyományos hizlaló ketrecben, kettesével tartottuk. Az állatok *ad libitum* kaptak a telepen általánosan etetett granulált nyúltápot és ivóvizet. Az állatokat 84 napos korban az Olivia Kft. saját vágóhídján, a szokásos rutint alkalmazva vágtuk le.

Az állatokat hetente egyedileg lemértük, az elhullást naponta feljegyeztük. A vágóhídon mértük a vágósúlyt és a karkasz súlyát, és kiszámítottuk a vágási kihozatalt.

A kontroll csoportban a három alcsoport (S10, M10C, L10) átlagos testsúly közötti sorrend (S10 < M10C < L10) sem a szoptatási, sem a választás utáni időszakban nem változott, a 84 napos kori testsúly sorrendben 2878 g, 2974 g és 3049 g volt. A kísérleti csoportban a nagy súllyal született nyulak fölénye a közepesekkel szemben már 7 napos korban megszűnt, és választáskor már mind a három

alcsoporthoz súlya megegyezett. A 84 napos kori testsúly az S9, az M10E és az L11 alcsoportban sorrendben 2896 g, 2930 g és 2937 g volt.

Az eredmények szerint hagyományos dajkásítás esetében az alcsoportok közötti különbségek megmaradtak, az új alomkiegyenlítési módszer alkalmazásakor választástól már nem volt különbség a három alcsoport átlagsúlya között, vagyis a csoport homogénebb lett.

Amíg az első héten a közepes és a nagy súllyal született nyulak közül legfeljebb egy pusztult el, addig a kis súlyúakból szignifikánsan több, a kontroll csoportból 20%, a kísérleti csoportból 8,9%. A két alcsoport közötti jelentős különbség azt mutatja, hogy ha kevesebb gyenge nyulat tesznek egy alomba, lényegesen csökkenthető az elhullás, ami a gazdasági előnyön kívül állatjóléti oldalról is kedvező. Ugyanakkor az elhullás szempontjából semmilyen hátránnyal nem járt, ha a nagy nyulakból egy egyeddel többet tettek az alomba.

A vágási tulajdonságok közül a vágáskori testsúlyban és a karkasz súlyában ugyanaz a sorrend ($S10 < M10C < L10$) alakult ki, mint a testsúlyban. Ugyanakkor a kísérleti csoportokban a három alcsoport átlagos testsúlya és karkasz súlya megegyezett. Ezek az eredmények mutatják, hogy az új alomkiegyenlítési módszer – ha nem is jelentősen – csökkentette a heterogenitást. A vágási kitermelés viszont mind a két csoportban és azokon belül mindegyik alcsoportban hasonlóan alakult.

A halva születések arányának csökkentésére végzett szelekció nagyban javíthatná a nyúltenyésztés hatékonyságát. Azonban a vizsgált tulajdonság esetében az átlaghoz viszonyított nagy szórás, s az igen széles határok között mozgó szélső értékek, valamint a tulajdonság alacsony öröklődhetősége miatt az arra való direkt szelekció hatékonysága nem megfelelő. Így vizsgálatunkban arra a kérdésre kerestük a választ, hogy található-e olyan könnyen mérhető értékmérő, mely kedvező irányú és arányú korrelációja, valamint megfelelően magas öröklődhetőségi értéke miatt alkalmas lehet a halva születések arányára irányuló együttes szelekciónak.

Vizsgálatunkban 17.720 fialási rekord elemzése során meghatároztuk 4 tulajdonság átlagát, szórását, valamint szélső értékeit. A vizsgált tulajdonságok az élve született fiókák száma, a halva született fiókák száma, összesen született fiókák száma és a 21 napos alomtömeg voltak.

A leíró statisztika után meghatároztuk az egyes tulajdonságok öröklődhetőségét. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a szaporasággal összefüggő vizsgált tulajdonságok tekintetében alacsony h^2 értékeket kaptunk, egyedül a 21 napos alomtömeg esetében volt nagyobb az öröklődhetőség értéke.

Ezután meghatároztuk a korrelációs értékeket és azok irányát. Egyedül a 21 napos alomtömeg és a halva születések aránya között kaptunk negatív korrelációt, s ez a korrelációs érték kis standard hibával párosult. A többi tulajdonság és a halva születések arányának korrelációs értékei pozitívak voltak, nagy standard hibával

terheltek, vagyis mind az élve született, mind a teljes alomlétszám növelésére végzett szelekció növelni fogja a halva születések arányát.

Elemzésünk alapján kijelenthető, hogy a 21 napos alomtömeg növelésére végzett szelekció alkalmas a halva születések arányának csökkentésére a két tulajdonság között kimutatott negatív irányú korreláció és a vizsgált tulajdonság elfogadható nagyságú öröklődhetőségi értéke miatt.

10 SUMMARY

INVESTIGATION OF NEW METHODS INCREASING LITTER HOMOGENITY

Modern hybrid maternal lines are selected for litter size, however, due to the large number of litters, the unique birth weight of the suckling rabbits is very variable. For this reason, in the case of "traditional nursing", when 10 small, 10 medium, or 10 large newborn rabbits are placed in each litter, we get heterogeneous weight at slaughter. The more unbalanced the rabbit that arrives at the slaughterhouse, the more hopeless it is for the slaughter to take place on automatic cutting lines. This creates an additional competitive disadvantage for the rabbit sector, which already requires a large amount of labor, compared to other meat-producing animal species. When heterogeneous stocks are slaughtered, heterogeneous meat products (carcass, filet, leg, etc.) are obtained, and it is very difficult to create the homogenized sort of products expected by retailers.

Another disadvantage of the large standard deviation of birth weight is that there is a high rate of mortality among low-weight newborns. On one hand, this decreases the profitability of rabbit breeding, and on the other hand, it shows an unfavorable picture from the sector from animal welfare point of view.

Due to the above-mentioned unfavorable effect of heterogeneous slaughter weight, in my research, I am investigating the effect of a new equalization technique, whether it is capable to reduce standard deviation in weight at slaughter and whether this new method is capable to reduce mortality among small kits compared to the traditional equalization technique.

The experiment was carried out in two repetitions at Olivia Kft's genetic center in Oligen farm. We selected 5-5 healthy multiparous rabbit does. Within the control group, 3 subgroups were formed, 10 small (n=100), 10 medium (n=100), or 10 large newborn rabbits (n=100) were placed in each litter, and they were named S10, M10C, and L10, respectively. In the experimental group, we placed fewer of the small rabbits and more of the large rabbits to the nest, and accordingly we placed 9 small (n=90), 10 medium (n=100), or 11 large rabbits (n=110) in one litter, and they were named S9, M10E, and L11.

The does and their offspring till the weaning were kept in enriched "Landkaninchen" technology, and the weaned rabbits were kept in a traditional fattening cage, two by two. The animals received *ad libitum* the granulated rabbit feed and drinking water that were on the farm. The animals were slaughtered at the age of 84 days at Olivia Kft.'s own slaughterhouse, using the usual routine.

The animals were weighed weekly and mortality rate was registered daily. At the slaughterhouse, we measured the weight before slaughter and after the carcasses weight was registered and we counted the yield percentage.

In the control group, the rank order between the average body weights of the three subgroups (S10, M10C, L10) did not change either in the lactation or post-weaning period ($S10 < M10C < L10$), the body weight at 84 days was 2878 g, 2974 g and 3049 g respectively.

In the experimental group, the superiority of the rabbits born with a high weight compared to the medium ones disappeared already at the age of 7 days, and at the time of weaning, the weight of all three subgroups was the same. The body weight of 84 days in subgroups S9, M10E and L11 was 2896 g, 2930 g and 2937 g, respectively.

According to the results, in the case of traditional nursing, the differences between the subgroups remained, when the new litter equalization method was applied, there was no longer any difference between the average weight of the three subgroups, i.e. the group became more homogeneous.

While at most one of the medium- and high-weight rabbits died in the first week, significantly more of the low-weight ones died, 20% of the control group and 8.9% of the experimental group. The significant difference between the two subgroups shows that if fewer weak rabbits are placed in a litter, mortality can be significantly reduced, which is beneficial from the point of view of animal welfare in addition to the economic advantage. At the same time, there was no disadvantage in terms of mortality if one more individual of the large rabbits was added to the litter.

Among the slaughtering characteristics, the body weight at the time of slaughter and the carcass weight were in the same order ($S10 < M10C < L10$) as the body weight. At the same time, the average body weight and carcass weight of the three subgroups in the experimental groups were the same. These results show that the new litter equalization method slightly reduced heterogeneity. On the other hand, yield percentage was similar in both groups and in each subgroup.

Selection to reduce the rate of stillbirths could greatly improve the efficacy of rabbit breeding. However, in the case of the investigated trait, the efficiency of direct selection is not adequate due to the large standard deviation, the wide extreme values, and the low heritability of the trait. Thus, in our investigation, we looked for the answer to the question of whether there are easily measurable traits that, due to their positive and proportional correlation, as well as sufficiently high heritability, can be suitable for co-selection aimed at the proportion of stillbirths.

In our study, we determined the mean, standard deviation, and extreme values of 4 characteristics during the analysis of 17,720 kindling records. Characteristics investigated were the number of live-born kits, the number of dead-born kits, the total number of kits born and the 21-day litter weight.

After the descriptive statistics, the heritability of the individual traits was determined. Based on the results, it can be stated that we obtained low heritability values for the tested properties related to reproduction traits, only the heritability was higher in the case of litter weight at 21 days.

Then we determined the correlation values and their directions. Only negative correlation was found between the 21-day litter weight and the proportion of stillbirths, and this correlation value was coupled with a small standard error. The correlation values of the other traits and the proportion of stillbirths were positive, loaded with a high standard error. Therefore, selection for increasing the number of live births and the total number of litters will increase the proportion of stillbirths too.

Based on our analysis, it can be stated that selection to increase litter weight at 21 days is suitable for reducing the rate of stillbirths due to the negative correlation shown between the two traits and the sufficiently high heritability value of the investigated trait.

11 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Őszinte köszönettel tartozom témavezetőmnek **Prof. Dr. Nagy István DSc.** egyetemi tanárnak, és **Dr. Gerencsér Zsolt PhD.** tudományos főmunkatársnak a kísérletek tervezése és kivitelezése során nyújtott segítségükért, kiemelten köszönet a sok iránymutatásért, kitartásért és a statisztikai értékelésekben nyújtott segítségükért, ami elengedhetetlen volt ahhoz, hogy ez a munka elkészüljön.

Hálás köszönet illeti **Prof. Dr. Szendrő Zsolt MHAS** egyetemi tanárt, az MTA r. tagját, aki végig hitt abban, hogy ez dolgozat el fog készülni, hálával tartozom a rengeteg szakmai segítségért, támogatásért.

Köszönet illeti **Hon. Prof. Meinrad Alois Odermatt** urat, az Olivia Kft tulajdonosát azért, hogy lehetővé tette az Olivia Kft. állat- és eszközállományának használatát, és ezzel lehetőséget biztosított arra, hogy ez a disszertáció elkészüljön.

Szeretném külön megköszönni **Puskás Gábornak** és az Oligén farm csapatának a sok segítséget, amit a kísérleti állomány tartása és a kutatási eredmények rögzítése során nyújtottak.

Meg szeretném köszönni **Szörös Sándor** vágóhid vezető úrnak és csapatának a kísérleti állomány vágása és az adatok regisztrációja során nyújtott segítségét.

S végül, de nem utolsósorban szeretném megköszönni feleségemnek, **dr. Regős Anikónak** és gyerekeimnek, **Atkári Annának**, **Atkári Tamásnak** és **Atkári Gergőnek**, hogy támogattak és elviselték azt a sok nem velük töltött időt, ami kellett ahhoz, hogy ez a munka elkészüljön.

12 IRODALOMJEGYZÉK

Abdel-Monem, M.U., M. Kh., Mahrose, Darwish, S.M., 2008. Responses of New Zealand White and Californian rabbit does to different dietary protein levels under Egyptian conditions. *Anim. Prod. Res. Adv.*, 4, 19–25. <https://doi.org/10.4314/apra.v4i1.36421>.

Abdel-Samee, A.M., 1995. Using some antibiotics and probiotics for alleviating heat stress on growing and doe rabbits in Egypt. *World Rabbit Sci.*, 3, 107–111. <https://doi.org/10.4995/wrs.1995.248>.

Abdel-Samee, A.M., 1997. Response of New Zealand white rabbits to thermal stress and its amelioration during winter and summer of North Sinai, Egypt. *J. Arid Environ.*, 36, 333–342. <https://doi.org/10.1006/jare.1996.0189>.

Adams, C. E., 1960. Studies on prenatal mortality in the rabbit, *Oryctolagus cuniculus*: The amount and distribution of loss before and after implantation. *J. Endocrinol.*, 19, 325–344. <https://doi.org/10.1677/joe.0.0190325>

Amer, P. R., Lundeman, C.I. Hermes, S., 2014. Economic weights for maternal traits of sows, including sow longevity. *J. Anim. Sci.*, 92, 5345–5357. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7943>

Al-Saef, A. M., Khalil, M. H., Al-Homidan, A. H., Al-Dobaib, S. N., Al-Sobayil, K. A., García, M. L., Baselga, M., 2008. Crossbreeding effects for litter and lactation traits in a Saudi project to develop new lines of rabbits suitable for hot climates. *Livest. Sci.*, 118, 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.01.025>

Apori, S.O., Hagan, J.K., Osei, D., 2014. The growth and reproductive performance of different breeds of rabbits kept under warm and humid environments in Ghana. *Online J. Anim. Feed Res.*, 4, 51–59.

Argente, M.J., Santacreu, A.M., Climent, A., Blasco, A., 1999. Phenotypic and genetic parameters of birth weight and weaning weight of rabbits born from unilaterally ovariectomized and intact does. *Livest. Prod. Sci.*, 57, 159–167. [https://doi.org/10.1016/s0301-6226\(98\)00166-3](https://doi.org/10.1016/s0301-6226(98)00166-3).

Argente, J.M., Santacreu, A.M., Climent, A., Blasco, A., 2003. Relationships between uterine and fetal traits in rabbits selected on uterine capacity. *J. Anim. Sci.*, 81, 1265–1273. <https://doi.org/10.2527/2003.8151265x>.

Argente, J.M., Santacreu, A.M., Climent, A., Blasco, A., 2006. Influence of available uterine space per fetus on fetal development and prenatal survival in rabbits selected for uterine capacity. *Livest. Sci.* 102, 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.11.022>.

Argente, J.M., Santacreu, A.M., Climent, A., Blasco, A., 2008. Effects of intrauterine crowding on available uterine space per fetus in rabbits. *Livest. Sci.*, 114, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.05.008>.

Ayyat M.S, Marai I:F:M, El-Saiyad GH.A., 1995 Genetic and non-genetic factors affecting milk production and preweaning litter traits of New Zealand White does under Egyptian condition, World Rabbit Sci., 1995, 3 (3), 119-124. <https://doi.org/10.4995/wrs.1995.250>

Badawy, A.Y., Peiró, R., Blasco, A., Santacreu, M.A. 2019. Correlated response on litter size traits and survival traits after two-stage selection for ovulation rate and litter size in rabbits. Animal, 13, 453–459. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002033>

Baselga, M., Gomez, E., Cifre, P., Camacho, J., 1992. Genetic diversity of litter size traits between parities in rabbits Proc. 5th World Rabbit Congress, Corvallis, 198-205.

Baselga, M., Nagy, I., Piles, M., Garreau, H., Buttazzoni, L., Szendrő, Zs., García, M.L., 2021. Genetic improvement in the meat rabbit, The Genetics and Genomics of the Rabbit (Ed.: Luca Fontanesi) 234-249. CABI Publishing.

Bassuny, S.A., 1999. Performance of doe rabbits and their weanlings as affected by heat stress and their alleviation by nutritional means, under Egyptian conditions. Egyptian J. Rabbit Sci. 9, 61–72.

Bautista, A., Drummond, H., Martínez-Gómez, M., Hudson, R., 2003. Thermal benefit of sibling presence in the newborn rabbit. Dev. Psychobiol., 43, 208–215. <https://doi.org/10.1002/dev.10134>.

Bautista, A., Rödel, G.H., Monclús, R., Juárez-Romero, M., Cruz-Sánchez, E., Martínez-Gómez, M., Hudson, R., 2015. Intrauterine position as a predictor of postnatal growth and survival in the rabbit. Physiol. Behav., 138, 101–106. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.10.028>.

Bisset, G.W., Clark, B.J., Grewal, R.S., Mirs, M., Tung, L.H. 1970. Blood levels of oxytocin and vasopressin during suckling in lactating rabbits. The Journal of Physiology, 206(2), 371–384. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1970.sp009039>

Blasco, A., Argente, M.J., Haley, C.S., Santacreu, M.A., 1994. Relationships between components of litter size in unilaterally ovariectomized and intact rabbit does. J. Anim. Sci., 72, 3066–3072. <https://doi.org/10.2527/1994.72123066x>.

Bodin, L., Garcia, M., Saleil, G., Bolet, G., Garreau, H., 2010. Results of 10 generations of canalising selection for rabbit birth weight. Proc. 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Leipzig, Germany. 1–4.

Bolet, G., Zerrouki, N., Gacern, M., Brun, J.M., Lebas, F. 2012. Genetic parameters and trends for litter and growth traits in a synthetic line of rabbits created in Algeria. Proc. 10th World Rabbit Congress, Sharm El-Sheik, Egypt, 195-199.

Bundesministerium der Justiz (2021). Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 1a der Verordnung vom 29. Januar 2021 (BGBl. I S. 146) geändert worden ist. *Abschnitt 6: Anforderungen an das Halten von Kaninchen.*

Cartuche, L., Pascual, M., Gómez, E. A., Blasco, A., 2014. Economic weights in rabbit meat production, *World Rabbit Sci.*, 22, 165-177. <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1747>

Dalle Zotte, A., Rémignon, H., Ouhayoun, J., 2005. Effect of feed rationing during postweaning growth on meat quality, muscle energy metabolism and fibre properties of biceps femoris muscle in the rabbit. *Meat Sci.*, 70, 301–306. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.01.016>.

Dawkins, R.J., Hull, D., 1964. Brown adipose tissue and response of new-born rabbits to cold. *J. Physiol.*, 172, 216–238. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1964.sp007414>.

Di Meo, C., Gazaneo, P.M., Racca, C., Bovera, F., Piccolo, G., Nizza, A., 2004. Effect of birth weight and litter size on productive performance of rabbits. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 17, 1158–1161. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.1158>

Duncan, L.B.S., 1969. The partition of uterine blood flow in the pregnant rabbit. *J. Physiol.*, 204, 421–433. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1969.sp008921>.

Duncan, L.B.S., Lewis, V.B., 1969. Maternal placental and myometrial blood flow in the pregnant rabbit. *J. Physiol.* 202, 471–481. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1969.sp008821>.

Ferguson F.A., Lukefahr S. D., McNitt. J.L., 1997. Preweaning Variables' Influence on Market Traits in Rabbits. *J. Anim. Sci.*, 75 611-621. <https://doi.org/10.2527/1990.6882222x>

Fix, J.S., Wait, C.H., Rozeboom, D.W., Usherwood, I.R., Hill, G.M., Weldon, W.C. 2010. Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine. *J. Anim. Sci.*, 88(E-Suppl. 3), 59-65.

Fortun, L., Prunier, A., Lebas, F., 1993. Effects of lactation on fetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition. *J. Anim. Sci.* 71, 1882–1886. <https://doi.org/10.2527/1993.7171882x>.

Fortun, L., Prunier, A., Étienne, M., Lebas, F., 1994. Influence of the nutritional deficit of foetal survival and growth and plasma metabolites in rabbit does. *Reprod. Nutr. Dev.* 34, 201–211. <https://doi.org/10.1051/rnd:19940303>.

Fortun-Lamothe, F., 1998. Effect of pre-mating energy intake on reproductive performance of rabbit does. *Anim. Sci.* 66, 263–269. <https://doi.org/10.1017/s1357729800009048>.

Fortun-Lamothe, L., Lebas, F., 1996. Effects of dietary energy level and source on foetal development and energy balance in concurrently pregnant and lactating primiparous rabbit does. *Anim. Sci.* 62, 615–620. <https://doi.org/10.1017/s1357729800015174>.

Fortun-Lamothe, F., Prunier, A., Bolet, G., Lebas, F., 1999. Physiological mechanisms involved in the effects of concurrent pregnancy and lactation on

- foetal growth and mortality in the rabbit. *Livest. Prod. Sci.* 60, 229–241. [https://doi.org/10.1016/s0301-6226\(99\)00096-2](https://doi.org/10.1016/s0301-6226(99)00096-2).
- García, M. L., Baselga, M., 2002. Estimation of genetic response to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population. *Livest. Prod. Sci.*, 74, 45–53. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00280-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00280-9)
- Gidenne, T., Combes, S., Feugier, A., Jehl, N., Arveux, P., Boisot, P., Briens, C., Corrent, E., Fortune, H., Montessuy, S., Verdelhan, S., 2009. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal*, 3, 509–515. <https://doi.org/10.1017/s1751731108003790>.
- Goliomytis, M., Skoupa, E.-P., Konga, A., Symeon, K.G., Charismiadou, A.M., Deligeorgis, G.S., 2015. Influence of gestational maternal feed restriction on growth performance and meat quality of rabbit offsprings. *Animal*, 10, 157–162. <https://doi.org/10.1017/s1751731115001871>.
- Gondret, F., Fortun-Lamothe, L., 1996. Effects of concurrent gestation and lactation in rabbit does on postnatal development and muscular characteristics of the young. Preliminary results. *Proc. 6th World Rabbit Congress*. Toulouse, France. 3. 167–171.
- González-Mariscal, G., 2007. Mother rabbits and their offspring: Timing is everything. *Dev. Psychobiol.*, 49, 71–77. <https://doi.org/10.1002/dev.20196>
- González-Mariscal, G., Melo, A., Jiménez, B., Beyer, C., Rosenblatt, J.S., 1996. Estradiol, progesterone, and prolactin regulate maternal nest-building in rabbits. *J. Neuroendocrinol.*, 12, 901–907. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2826.1996.tb00818.x>.
- González-Mariscal, G., Cuamatzi, E., Rosenblatt, J.S., 1998. Hormones and external factors: Are they “on/off” signals for maternal nest-building in rabbits. *Horm. Behav.*, 33, 1–8. <https://doi.org/10.1006/hbeh.1997.1425>.
- González-Mariscal, G., Caba, M., Martínez-Gómez, M., Bautista, A., Hudson, R., 2016. Mother and offspring: The rabbit as a model system in the study of mammalian maternal behavior and sibling interactions. *Horm. Behav.*, 77, 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2015.05.011>.
- Groeneveld, E., 1990. *PEST User's Manual*. Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, Federal Research Centre Agriculture, Neustadt, Germany
- Groeneveld, E., Kovac, M., Mielenz, N., 2008. *VCE User's Guide and Reference Manual Version 6.0*. Institute of Farm Animal Genetics, Neustadt, Germany.
- Gyovai, G., Nagy, I., Radnai, I., Szendrő, Zs., Szendrő, K., Matics, Zs., 2012. Genetic parameters for litter weight, average daily gain and thigh muscle volume in Pannon White rabbits, *Livest. Sci.*, 144, 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.11.006>

Habeeb, A.A. M., Aboul-Naga, A.I., Khadr, A.F., 1999. Deterioration effect of summer hot climate on bunnies of acclimatized rabbits during suckling period, 1st International Conference on Indigenous versus Acclimatized Rabbits, El-Arish, North Sinai, Egypt.

Hafez, E.S.E., 1964. Effects of over-crowding in utero on implantation and fetal development in the rabbit. *J. Expl. Zool.*, 156, 269–288. <https://doi.org/10.1002/jez.1401560304>.

Hafez, E.S.E., Lindsay, R.D., Moustafa, D.R., 1967. Effect of feed intake of pregnant rabbits on nutritional reserves of neonates. *Am. J. Vet.*, 28, 1153–1159.

Hammond, J., 1930. The effect of temperature on the survival in vitro of rabbit spermatozoa obtained from the vagina. *J. Exp. Biol.*, 7, 175–191. <https://doi.org/10.1242/jeb.7.2.175>

Holdas, S., Csíkváry L., Szikora., A., 1978. A nyúltenyésztés kézikönyve. (2. kiad.), Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Houska, L., Wolfova, M., Nagy, I., Csörnyei, Z. Komlósi, I., 2010. Economic values for traits of pigs in Hungary. *Czech J. Anim. Sci.*, 55, 139-148. <https://doi.org/10.17221/100/2009-CJAS>

Hudson, G.D., Hull, D., 1975. Growth of adipose tissue in the fetal rabbit. *Biol. Neonate* 27, 71–79. <https://doi.org/10.1159/000240761>.

Hudson, R., & Distel, H. (1982). The pattern of behaviour of rabbit pups in the nest. *Behaviour*, 79(2-4), 255–271.

Hudson, R.J., Distel, H., Heldmaier, G., 1993. Thermoregulation, huddling behavior, and maternal interactions in domestic rabbit kits during the first 3 weeks of life. *Physiology & Behavior*, 54(3), 557-563.

Hull, D., & Segall, M. M. (1965). Heat production in the new-born rabbit and the fat content of the brown adipose tissue. *The Journal of Physiology*, 181(3), 468–477. doi.org

Jimoh, A.O., Ewuola, O.E., 2017. Milk yield and kit development of four breeds of rabbit in Ibadan, Nigeria. *J. Anim. Sci. Techn.*, 59, 25–32. <https://doi.org/10.1186/s40781-017-0151-7>.

Johnson, L.R., Gilbert, M., Meschia, G., Battaglia, C.F., 1985. Cardiac output distribution and uteroplacental blood flow in the pregnant rabbit: A comparative study. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 151, 682–686. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(85\)90165-6](https://doi.org/10.1016/0002-9378(85)90165-6).

Khalil, M. H., Al-Saef, A. M. 2008. Methods, criteria, techniques and genetic responses for rabbit selection: a review, *Proc. 9th World Rabbit Congress*, Verona, Italy, 115–136.

Laborda, P., Mocé, M.L., Santacreu, M.A., Blasco, A. 2011. Selection for ovulation rate in rabbits: Genetic parameters, direct response, and correlated

response on litter size. J. Anim. Sci., 89, 2981-2987.
<https://doi.org/10.2527/jas.2011-3906>

Laborda, P., Mocé, M.L., Blasco, A., Santacreu, M.A. 2012. Selection for ovulation rate in rabbits: genetic parameters and correlated responses on survival rates. J. Anim. Sci., 90, 439-446. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4219>

Lebas, F., 1975a. Etude chez les lapines de l'influence du niveau d'alimentation durant la gestation. I. Sur les performances de reproduction. Ann. Zootech., 24, 267-279.

Lebas F., 1975b. Le lapin de chair: ses besoins nutritionnels et son alimentation pratique. ITAVI, Paris

Lebas, F., 1982. Influence de la position in utero sur le développement corporel des lapereaux. In: Proceedings of the 3^{èmes} Journ. Rech. Cunicole. Paris, France, Comm. No 16.

Lenoir, G., Garreau, H., Banville, M., 2012. Estimation of genetic parameters and trends for birth weight criteria in Hycol D line. Proc. 10th World Rabbit Congress, September 3-6, Sharm El- Sheikh. Egypt. 183-187.

Lublin, A., Wolfenson, D., 1996. Lactation and pregnancy effects on blood flow to mammary and reproductive systems in heat-stressed rabbits. Comp. Biochem. Physiol., 115A, 277-285. [https://doi.org/10.1016/s0300-9629\(96\)00060-6](https://doi.org/10.1016/s0300-9629(96)00060-6).

Lublin, A., Wolfenson, D., Berman, A., 1995. Sex differences in blood flow distribution of normothermic and heat-stressed rabbits. Am. J. Physiol., 268, R66-R71. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1995.268.1.r66>.

Manal, A.F., Tonyb, A.M., Ezzoc, H.O., 2010. Feed restriction of pregnant nulliparous rabbit does: consequences on reproductive performance and maternal behaviour. Anim. Reprod. Sci., 120, 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.03.010>.

Mantovani, R., Sartori, A., Mezzadri, M., Lenarduzzi, M. 2008. Genetics of maternal traits in a new synthetic rabbit line under selection. Proc. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy, 169-174.

Marco-Jiménez, F., García-Diego, F.J., Vicente, J.S., 2017. Effect of gestational and lactational exposure to heat stress on performance in rabbits. World Rabbit Sci., 25, 17-25. <https://doi.org/10.4995/wrs.2017.5728>.

Matics, Zs. (2019). Középpontban a nyúltenyésztés: Mitől függ a nyulak születési súlya? Magyar Mezőgazdaság, 74(2), 26-27.

Metzger, Sz., Bianchi, M., Cavani, C., Petracci, M., Szabó, A., Gyovai, M., Biró-Németh, E., Radnai, I., Szendrő, Z.S., 2011. Effect of nutritional status of rabbit kits on their productive performance, karkaszs and meat quality traits. Livest. Sci., 137, 210-218. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.11.011>.

- Mocé, L.M., Santacreu, A.M., Climent, A., Blasco, A., 2004. The effect of divergent selection for uterine capacity on fetal and placental development at term in rabbits: Maternal and embryonic genetic effects. *J. Anim. Sci.*, 82, 1046–1052. <https://doi.org/10.2527/2004.8241046x>.
- Moura, A.S.A.M.T., Costa, A.R.C., Polastre, R., 2001. Variance components and response to selection for reproductive litter and growth traits through a multi-purpose index. *World Rabbit Sci.*, 9, 77–86. <https://doi.org/10.4995/wrs.2001.449>
- Nagy, I., Radnai, I., Szendrő, K., Matics, Zs., Szendrő, Zs. 2011. Stability of estimated breeding values for average daily gain in Pannon White rabbits. *Czech J. of Anim. Sci.*, 56, 365–369. <https://doi.org/10.17221/2398-CJAS>
- Nagy, I., Gyovai, P., Radnai, I., Nagyné Kiszlinger, H., Farkas, J., Szendrő, Zs. 2013. Genetic parameters, genetic trends and inbreeding depression of growth and karkaszs traits in Pannon terminal line rabbits. *Arch. Tierz.*, 56, 191–199. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-018>
- Nagy, I., Farkas, J., Curik, I., Gorjanc, G., Gyovai, P., Szendrő, Zs. 2014. Estimation of additive and dominance variance for litter size components in rabbits. *Czech J. Anim. Sci.*, 59, 182–189. <https://doi.org/10.17221/7342-CJAS>
- Nishimura, M., 2001. Timing of implantation in New Zealand White rabbits. *Congenit. Anom.* 41, 198–203. <https://doi.org/10.1111/j.1741-4520.2001.tb00833.x>.
- Pálos, J., Zs., Szendrő, Kustos, K., 1996. The effect of number and position of embryos in the uterine horns on their weight at 30 days of pregnancy. In: *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress. Toulouse, France. 2.* 97–102.
- Parigi-Bini, R., Xiccato, G., 1993. Recherches sur l'interaction entre alimentation, reproduction et lactation la lapine, une revue. *World Rabbit Sci.*, 1, 155–161. <https://doi.org/10.4995/wrs.1993.209>.
- Parigi-Bini, R., Xiccato, G., Cinetto, M., Dalle Zotte, A., 1992. Energy and protein utilization and partition in rabbit does concurrently pregnant and lactating. *Anim. Prod.*, 55, 153–162. <https://doi.org/10.1017/s0003356100037387>.
- Pascual, J.J., Saviotto, D., Cervera, C., Baselga, M., 2013. Resources allocation in reproductive rabbit does: a review of feed and genetic strategies for suitable performance. *World Rabbit Sci.*, 21, 123–144. <https://doi.org/10.4995/wrs.2013.1236>.
- Piles, M., García, M.L., Rafel, O., Ramón, J., Baselga, M. 2006. Genetics of litter size in three maternal lines of rabbits: Repeatability versus multiple-trait models. *J. Anim. Sci.*, 84, 2309–2315. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-622>
- Poigner, J., Zs., Szendrő, Lévai, A., Biró-Németh, E., Radnai, I., 2000a. Weight of newborn rabbits in relation to their number and position in ovariectomised does. *World Rabbit Sci.*, 8 (Suppl. 1), A231–A237.

- Poigner, J., Szendrő, Z.S., Lévai, A., Radnai, I., Biró-Németh, E., 2000b. Effect of birth weight and litter size on growth and mortality in rabbits. *World Rabbit Sci.*, 8, 17–22. <https://doi.org/10.4995/wrs.2000.413>.
- Quiniou, N., Dagorn, J., Gaudré, D. 200). Variation of piglets' birth weight and consequences on performance. *J. Anim. Sci.*, 80(Suppl 2), 203-208.
- Ragab, M., Lavara, R., Vicente, J.S., Mínguez, C., Baselga, M. 2012. Effect of lactation stage on litter size components in rabbits. *Proc. 10th World Rabbit Congress*, Sharm El-Sheikh, Egypt, 373-377.
- Rebollar, G.P., Pérez-Cabal, A.M., Pereda, N., Lorenzo, L.P., Arias-Álvarez, M., García-Rebollar, P., 2009. Effects of parity order and reproductive management on the efficiency of rabbit productive systems. *Livest. Sci.*, 121, 227–233. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.06.018>.
- Reyne, Y., Prud'hon, M., Debicki, A-M., Goussopoulos, J., 1977. Caractéristiques des consommations d'aliments solide et liquide chez la Lapine gestante puis allaitante nourrie ad libitum. *Ann. Zootech.*, 27 (211), 223. <https://doi.org/10.1051/animres:19780208>.
- Rochambeau, H. de, Tudela, F., Chabert, J. 1988. Some results about number of teats in 3 strains of rabbits. *Proc. 4th World Rabbit Congress*, Budapest Hungary, 2, 261-268.
- Rödel, H. G., et al. (2008). Birth weight and genetic lineage as predictors of early body mass development and survival in the domestic rabbit. *Applied Animal Behaviour Science*, 112(1-2), 145–161.
- Santacreu, M.A., Viudes, M.P., Blasco, A. 1990. Evaluation par coelioscopie des corps jaunes et des embryons. Influence sur la taille de portée chez la lapine. *Reprod. Nutr. Dev.*, 30, 583-588. <https://doi.org/10.1051/rnd:19900503>
- Sánchez, J.P., Theilgaard, P., Mínguez, C., Baselga, M., 2008. Constitution and evaluation of a long lived productive rabbit line. *J. Anim. Sci.*, 86, 515-525. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0217>
- Sivakumar, K., Thiruvankadan, A.K., Ramesh Saravana Kumar, V., Muralidharan, J., Anandha Prakash Singh, D., Saravanan, R., Jeyakumar, M., 2013. Analysis of production and reproduction performances of Soviet Chinchilla and White Giant rabbits in tropical climatic conditions of India. *World Rabbit Sci.*, 21, 101–106. <https://doi.org/10.4995/wrs.2013.1208>.
- Szendrő, Zs., Barna, J., 1984. Some factors affecting mortality of suckling and growing rabbits. *Proc. 3rd World Rabbit Congress*. Rome, Italy. 166–173.
- Szendrő, Zs., Kustos, K., El-Din, S.S., 1988. Hair pull of rabbit does and its relationship with their rearing ability. *Proc. 4th World Rabbit Congress*. Budapest, Hungary. 173–180.

Szendrő, Zs., Pálos, J., Radnai, L., Biró-Németh, E., Romvári, R., 1996. Effect of litter size and birth weight on the mortality and weight gain of suckling and growing rabbits. Proc. 6th World Rabbit Congress. Toulouse, France. 2. 365–369.

Szendrő, Zs., Papp, Z., Kustos, K., 1999. Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. Cahiers Options Méditerranéennes 41, 11–17. <https://doi.org/10.31914/aak.2272>.

Szendrő, Zs., Gyovai, M., Maertens, L., Biróné-Németh, E., Radnai, I., Matics, Zs., Princz, Z., Gerencsér, Z.s., Horn, P., 2006. Influence of birth weight and nutrient supply before and after weaning on the performance of rabbit does to age of the first mating. Livest. Sci. 103, 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.01.006>.

Szendrő Zsolt (szerk.) (1993): *A nyúltenyésztés kézikönyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN 963-7362-94-1.

Szendrő, Zs. (2001). The foster nursing in rabbit production: A review. World Rabbit Science, 9(1), 31–36.

Szendrő, Zs., 2019. The birth weight of rabbits: Influencing factors and effect on behavioural, productive and reproductive traits – A review. Livest. Sci., 230, 103841. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103841>

Szendrő, Zs. (2023). A tejtermelés és a szopósnyulak fejlődése. In: Matics, Zs. (szerk.): 35. *Nyúltenyésztési Tudományos Nap*, Kaposvár, 2023. május 24. Kaposvár: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 15–22.

Szendrő Zs., 2025. The teat number in rabbits: the possibility and benefits of selection for this trait. Livest. Sci., 292, 105635. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105635>

Vasquez, R., Petersen, J., Mennicken, L., 1997. Der Einfluss des Alters der Häsin sowie deren Milchleistung und des Geburtsentwicklung während der Mastperiode. In: Proceedings of the 10th Symp. on Housing and Diseases of Rabbits, Furbearing animals and Pet animals. Celle, Germany. 18–23.

Venge, O., 1953. Studies of maternal influence on the growth in rabbits. Acta Agric. Scand. II 3, 243–291. <https://doi.org/10.1080/00015125309434224>.

Vicente, J.S., Garcia-Ximénez, F., Viudes-de-Castro, M.P., 1995. Maternal performance in 3 lines of rabbit (litter size, litter and individual weights). Ann. Zootech. 44, 255–261. <https://doi.org/10.1051/animres:19950305>.

von Holst, D., Hutzelmeyer, H., Kaetzke, P., Khaschei, M., Rödel, G.H., Schrutka, H., 2002. Social rank, fecundity and lifetime reproductive success in wild European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Behav. Ecol. Sociobiol. 51, 245–254.

Weisbroth, S.H., Flatt, R.E., Kraus, A.L. 1974. The Biology of the Laboratory Rabbit, Academic Press Inc., New York

Xiccato, G., Parigi-Bini, R., Dalle Zotte, A., Carazzolo, A., Cossut, E.M., 1995. Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on

performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Anim. Sci.*, 61, 387–398. <https://doi.org/10.1017/s135772980001393x>.

Xiccato, G., Trocino, A., Sartori, A., Queaque, P.I., 2004. Effect of parity order and litter weaning age on the performance and energy balance of rabbit does. *Livest. Prod. Sci.*, 85, 239–251. [https://doi.org/10.1016/s0301-6226\(03\)00125-8](https://doi.org/10.1016/s0301-6226(03)00125-8).

Zerrouki, N., Bolet, G., Berchiche, M., Lebas, F., 2005. Evaluation of breeding performance of a local Algerian rabbit population raised in the Tizi-Ouzou area (Kabylia). *World Rabbit Sci.*, 13, 29–37. <https://doi.org/10.4995/wrs.2005.531>.

Zerrouki, N., Kadi, S.A., Lebas, F., Bolet, G., 2007. Characterisation of a kabyle population of rabbits in Algeria: birth to weaning growth performance. *World Rabbit Sci.*, 15, 111–114. <https://doi.org/10.4995/wrs.2007.600>.

13 A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Idegen nyelvű folyóiratcikk

Atkári, T., Gerencsér, Zs., Nagy, I., Szendrő, Zs., 2025. A New Method of Litter Equalization in Rabbit. *Animals*, 15(11), 1644. <https://doi.org/10.3390/ani15111644>

Szendrő, Zs., Cullere, M., Atkári, T., Dalle-Zotte, A., 2019. The birth weight of rabbits: Influencing factors and effect on behavioural, productive and reproductive traits: A review. *Livest. Sci.*, 230, 103841. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103841>

Idegen nyelvű konferencia közlemény

Nagy, I., Bokor, Á., Gerencsér, Zs., Gyovai, P., Atkári, T., Garreau, H., 2025. Evaluation des possibilités de sélection pour l'homogénéité du poids au sevrage intra portée chez les lapins de la lignée Pannon. *Proc. 20^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole*, Rennes, France, 97-99.

Atkári, T., Matics, Zs., Nagy, I., Gazbar, F., Gerencsér, Zs. 2021. Analysing the possibilities of selection increasing the rabbit litters' uniformity, *Proc. 29th Animal Science Days*, Gödöllő, Hungary, 64-64.

Gerencsér, Zs., Benedek, I., Matics, Zs., Nagy, I., Atkári, T., 2021. Analysing the possibilities of selection decreasing the rabbit kits' mortality. *Proc. 29th Animal Science Days*, Gödöllő, Hungary, 63-63.

Magyar nyelvű folyóiratcikk

Szendrő Zs., Atkári T., 2020. A nyulak termelése a születési súlyuktól függően, *Baromfi Ágazat: Baromfi- és nyúltenyésztők lapja*, 20, 90-96.

Szendrő Zs., Atkári T., 2019. Mitől függ a házinyúl születési súlya?, *Baromfi Ágazat: Baromfi- és nyúltenyésztők lapja*, 19, 85-88.

Magyar nyelvű konferencia közlemény

Nagy I., Bokor Á., Gerencsér Zs., Gyovai P., Atkári T., 2024. Az alomkiegyenlítettségre végzett szelekció lehetőségének vizsgálata Pannon nyulakban. 35. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, Magyarország: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, 53-57.

Atkári T., Gerencsér Zs., Matics Zs., Nagy I., 2022. Az elhullás csökkentése érdekében végzett szelekció lehetőségeinek vizsgálata. 33. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, Magyarország: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, 37-40.

Atkári T., Gerencsér Zs., Nagy I., Matics Zs., 2021. Az alomkiegyenlítés hatása a nyulak növekedésére. 32. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, Magyarország: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, 41-47.

14 A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Idegen nyelvű folyóiratcikk

Gerencsér, Zs., Matics, Zs., Szabó Rubina, T., Kustos, K., Mikó, A. Nagy, I., Odermatt, M., Atkári, T., Szendrő, Zs., 2019. Aggressiveness, Mating Behaviour and Lifespan of Group Housed Rabbit Does. *Animals*, 9(10), 708. <https://doi.org/10.3390/ani9100708>

Idegen nyelvű konferencia közlemény

Atkári, T., Jós, D., Nagy, I., Gerencsér, Zs., 2024. Use of physically separated sunflower meal with 20% crude protein content as an alternative source of protein in the diet of growing rabbit. Proc. 13th World Rabbit Congress, Tarragona, Spain. 484-487.

Atkári, T., Jós, D., Gerencsér, Zs., Nagy, I., 2021. Using a mixture of Red clover and Bird's-foot trefoil in diets for growing rabbits. Proc. 12th World Rabbit Congress, Nantes, France, N-04.

Nagy, I., Farkas, J., Atkári, T., Kövér, Gy., 2021. Estimating lethal equivalent of the Pannon White rabbit population applying generalized linear mixed models, Proc. 12th World Rabbit Congress, Nantes, France, BG-17.

Magyar nyelvű folyóiratcikk

Atkári T., Puskás G., 2021. Az anyanyulak felnevelése csökkentett energiatartalmú takarmánnyal. Éghajlatváltozás az agráriumban: Kihívások és megoldások. MTA Pécsi Területi Bizottság, Pécs, Magyarország, 87-92.

Magyar nyelvű konferencia közlemény

Atkári T., Jós D., Nagy I., Gerencsér Zs., 2023. A szeparált 20 %-os nyersfehérje tartalmú extrahált napraforgódara, mint alternatív fehérjeforrás használata a nyulak keveréktakarmányaiban,. 34. Nyúltenyésztési Tudományos Nap Kaposvár, Magyarország: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, 41-46.

Atkári T., Jós D., Gerencsér Zs., Nagy I., 2021. Vörösherét és szarvaskerepet tartalmazó keveréktakarmány etetési kísérlete növendéknyulakkal, 32. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, Kaposvár, Magyarország : Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, 67-71.