

Examination and modeling of growth of Central European red deer (*Cervus elaphus hippelaphus*) from birth until 7–8 month of age

Bokor Julianna^{1*}
Nagy János¹
Nagy István²
Szabari Miklós²
Szabó András²
Bokor Árpád²
Horn Péter²

J. Bokor^{1*}
J. Nagy¹
I. Nagy²
M. Szabari²
A. Szabó²
Á. Bokor²
P. Horn²

1. Kaposvári Egyetem Vadgazdálkodási Tájékoztató Központ, Agrár Központ H-7400 Kaposvár, Guba S. út 40.

* e-mail: bokor.julianna@sic.ke.hu

2. Kaposvári Egyetem Agrár- és Környezettudományi Kar

A közép európai gímszarvas (*Cervus elaphus hippelaphus*) borjak növekedésének modellezése születéstől 7–8 hónapos korig

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők farmon tartott gímszarvasborjak testtömegének változását vizsgálták születéstől 242 napos életkorig. A borjak testtömegét a születés napján és további 5 időpontban, 119, 154, 182, 214 és 242 napos életkorban mérték. A hím ($n = 5$) és nőstény ($n = 5$) ivarú borjak egyedenként 6 mérési adatára (60 mérési adat) 34 különböző növekedési függvényt teszteltek. A vizsgált borjak testtömegében a kor előrehaladtával az ivarok között növekvő szignifikáns különbséget tapasztaltak. Már 182 napos korban a bikaborjak a 75,8 kg, az ünőborjak 65,6 kg élőtömeget értek el, ami a közép-európai gímszarvas nagy növekedési erélyét igazolta. Az érték jelentősen meghaladja a *C. e. scoticus* és a *C. e. hispanicus* értékét. A testtömeg-adatok alapján vizsgált 34 nem lineáris modellel a SAS software Proc nlin eljárásával minden egyes borjú esetében becslést végeztek. A mérési adatokra legjobban illeszkedő 5 modellt kiválasztották, és azokat közölték. A kísérleti adatokra legjobb illeszkedést mutató függvény átlagosan 2 kg pontossággal becsli a ténylegesen mért testtömeget mindkét ivarban. A modell alkalmazása nem teszi szükségessé a születéskori testtömeg mérését, de a születés időpontjának ismerete a modell alkalmazásának nélkülözhetetlen feltétele.

SUMMARY

The weight gain and its seasonal changes were examined of red deer calves kept under farm conditions in Hungary. The calves were weighed at birth and 5 times later at the average age of 119, 154, 182, 214, and 242 days. Based on the live weight data of 5 male and 5 female calves 34 different growth models were tested, using Proc nlin procedure of SAS software. Based on the different goodness of fit criteria of the tested models the 5 best fitting equations were chosen. The live weight difference between sexes has grown significantly with age. Weight gain decreased during winter months dramatically in both sexes a typical phenomenon in deer species. The male calves reached 75.8 kg the females 65.6 kg live weight already at 182 days of age demonstrating the high growth potential of Hungarian red deer surpassing considerably the performance of *C. e. scoticus* and *C. e. hispanicus*. In the comparisons of 34 tested growth equations the best fitting model was $\{-0,95+10,27*\text{age}^{0,39}\}$. The model estimates the measured live weight with an accuracy with a mean of ± 2 kg in both sexes. In applying this model the live weight measurement at birth is not required but the exact date of birth is essential.

VADON ÉLŐ
ÁLLAT

A gímszarvas (*Cervus elaphus*) megítélése a világ több országában alapvetően megváltozott az 1970-es éveket követően, döntően az igen sikeres új-zélandi farmszerű tenyésztés eredményeinek megismerését követően.

A vadászati célú hasznosítás mellett egyre nagyobb szerepet kapott a minőségi hústermelés farmokon tartott gímszarvas-állományokkal

A hústermelés versenyképessége szempontjából lényeges a gímszarvasok növekedési jellemzőinek minél alaposabb vizsgálata

A vizsgálatot egy dél-dunántúli, nagy genetikai potenciálú állományban végezték

A születéskori testtömeget az ellést követő 24 órán belül megmérték

A vadászati célú hasznosítás mellett egyre nagyobb szerepet kapott a minőségi hústermelés a farmokon tartott gímszarvasállományokkal (10, 21). Döntő fontosságú a szarvahústermelés eredményessége és versenyképessége szempontjából farmszerű tartásban, a 7–11 hónapos korig elért testtömeg-gyarapodás (2, 20), ami jelentősen befolyásolja a fiatal tehének vemhesülési eredményeit is (1). Előbbiekből következően szükség van a gímszarvasok növekedési jellemzőinek minél alaposabb vizsgálatára, figyelembe véve az egyes populációk genetikai hátterét, a környezeti tényezőket és a többé-kevésbé jól tipizálható tartási-takarmányozási körülményeket. Az állatpopulációk növekedésének matematikai módszerek segítségével történő modellezése, leírása mind zootechnikai-biológiai, mind gazdasági szempontból lehet fontos. Nem véletlen, hogy a különböző háziasított állatfajokban, ill. fajtákban, széles körű matematikai elemzések tárgyát képezték a normál növekedési görbék. A növekedés jellemzésére számos matematikai modell alkalmazható a testtömeg és a különböző testméretek elemzésére a kor függvényében. A leggyakrabban használt modellek a következők: Brody-, Von Bertalanffy-, Richards-, Gompertz- és szigmoidgörbék. A különböző háziállatfajokra vonatkozóan még számos további növekedési görbét vizsgáltak és közölték, így többek között szarvasmarhára BEHR és mtsai (4), KAPS és mtsai (13), sertésre HUSMAN és mtsai (12), míg MOREL és mtsai (17) lóra.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A gímszarvas növekedésének modellezését illetően egy tanulmányról tudunk (7) egy mexikói farmon tartott populációra (*Cervus elaphus scoticus*) vonatkozóan. Tanulmányunk célja volt alaposan vizsgálni a gímszarvasborjak növekedését, születésüktől januárig és ezt matematikai modellek segítségével leírni. Vizsgálatunk a közép-európai gímszarvas (*Cervus elaphus hippelaphus*) növekedésének modellezését illetően hiánypótló.

Állatállomány

A vizsgálatba vont gímszarvasállomány a dél-dunántúli régióra jellemző, nagy genetikai potenciállal rendelkező (agancsképzés és testtömeg) közép-európai gímszarvas jellegzetes típusát képviseli (9, 19), és részt vesz a közép-európai gímszarvas teljes génállományának feltérképezését célul kitűző programban.

Tartási feltételek

A vizsgált állomány a régió szarvasfarmjaira jellemző, telepített gyeppel fedett legelőterületen, új-zélandi típusú kerítéssel határolt, 2 hektáros területen élt. A gyepp összetétele 50% angol perje, 25% fehérhere és 25% vöröshere volt.

Választás után a borjak kiegészítő takarmányozásban is részesültek (zab, napraforgó és ásványianyag-kiegészítés). A borjak választása után a teheneket másik legelőrészre telepítettük át. A kísérlet egész ideje alatt az állomány a kísérleti területen szabad tartásban volt. Nehézellés és ellési komplikáció nem fordult elő. A borjak a kísérlet során egészségesek voltak, semmilyen állat-egészségügyi beavatkozásra nem került sor.

A mérések kivitelezése és jellemzői

A borjak születéskori testtömegét az elléstől számított 24 órán belül mértük. A születési időpont pontos megállapítása, a születéskori testtömeg mérése a gím-

szarvasok farmszerű tartása mellett is rendkívül nehéz, ebből következően minden olyan egzakt kísérletben, ahol a születés kori testtömeg és időpont fontos, a különböző vizsgálatok során kisszámú állatot ($n = 13-18$ között) lehetett csak beállítani (2, 16, 20), és ebből következően az ivarok megoszlása is rendkívül változó volt. Saját vizsgálatunkban 10 tehéntől származó 5 bika és 5 üdőborjú testtömegadatait mérhettük születéstől (2010. május–június) 7–8 hónapos koruk betöltéséig (2011. január).

A születés kori testtömegmérést követően további 5 alkalommal (szeptember 25., október 30., november 27., december 29., január 26.) került sor mérlegelésre (TRU-TEST, MP 600). A pontos születési dátum ismeretében minden egyed kora a mérések időpontjában az adatok értékelésénél egzakt módon volt figyelembe vehető.

Az alkalmazott statisztikai eljárások, és növekedési függvények

Összesen 60 mérési (10 egyed 6 alkalommal mérve) adaton 34 különböző növekedési függvényt (7, 17) teszteltünk a gímszarvasborjak növekedésének leírására születésüktől 7–9 hónapos korukig. Ezeket a görbéket korábban más állatfajok

**Összesen 5 bika és
5 üdőborjú testtömegét
mérték 7–8 hónapos
korukig további
5 alkalommal**

1. TÁBLÁZAT. A tesztelt növekedési függvények, amelyek illeszkedtek a kísérleti adatokra

TABLE 1. List of growth curves which were fitted on the data of the examination

Sorszám	Függvény
Azok a modellek, amelyek alkalmazásához nem szükséges a születési testtömeg ismerete	
1	$b_0 \cdot \text{kor}^{b_1}$
2	$b_0 + \text{kor}^{b_1}$
3	$b_0 + b_1 \cdot \text{kor}^{b_2}$
4	$b_0 - b_1 \cdot b_2^{\text{kor}}$
5	$\log(\text{kor} - b_0)$
6	$\log(b_0 + b_1 \cdot \text{kor})$
7	$1/(1 + b_0 \cdot \text{kor})$
8	$\text{kor} / (b_0 + b_1 \cdot \text{kor})$
9	$b_0 / (1 + b_1 \cdot \text{kor})$
10	$1/(b_0 + b_1 \cdot \text{kor} + b_2 \cdot \text{kor} \cdot \text{kor})$
11	$b_0 \cdot \exp(-\exp(b_1 - b_2 \cdot \text{kor}))$
12	$b_0 / (1 + \exp(b_1 + b_2 \cdot \text{kor}))$
13	$b_0 \cdot \exp(\text{kor} - b_1)$
14	$b_0 \cdot (1 - \exp(-b_1 \cdot \text{kor}))$
15	$b_0 \cdot (1 - \exp(-b_1 \cdot \text{kor} \cdot \text{kor}))$
16 Brody (exponenciális)	$b_0 \cdot (1 - b_1 \cdot \exp(-b_2 \cdot \text{kor}))$
17 Von Bertalanffy (szigmoid)	$b_0 \cdot (1 - b_1 \cdot \exp(-b_2 \cdot \text{kor}))^3$
18 Gompertz (szigmoid)	$b_0 \cdot \exp(-b_1 \cdot \exp(-b_2 \cdot \text{kor}))$
Születés kor mért testtömeget tartalmazó modellek	
19	$(b_0 \cdot \text{kor} \cdot \text{BW} + \text{BW}^{b_1})^{b_2}$
20	$b_0 \cdot \text{kor} \cdot \text{BW} + \text{BW}^{b_1}$
21	$\text{BW} \cdot (b_0 - \exp(-b_1 \cdot \text{kor}))$
22	$\text{BW} \cdot (b_0 - \exp(b_1^{\text{kor}}))$
23	$b_0 + b_1 \cdot \text{BW} \cdot \text{kor}^{b_2}$
24	$b_0 \cdot \text{kor} + \text{BW}^{b_1}$
25	$(\text{kor}^{b_0} + \text{BW}^{b_1})^{b_2}$

BW: testtömeg születés kor; kor: nap; b0, b1, b2: becsült paraméterek

(pl.: szarvasmarha, sertés, ló) növekedésének jellemzésére alkalmazták. Azokat a függvényeket, amelyek nem illeszkedtek a mérési adatokra, nem közöljük terjedelmi korlátok miatt. A kizárt függvények esetében a program egy vagy több egyednél nem tudott paramétert becsülni (testtömeg). Ezek túlnyomó része exponenciális függvény volt, amelyek más képet mutatnak (általában az emelkedésük /növekedésük/ adott lépésköz esetén nagyobb). Az 1. táblázatban összefoglalóan mutatjuk be azokat a növekedési függvényeket, amelyek már megfelelő (elvárható) pontossággal illeszkedtek a mérési adatokra. Az ivar hatását a testtömegre születéstől a kísérlet befejezéséig egytényezős varianciaanalízissel elemeztük (PROC ANOVA) (18).

A borjakat különböző évszakokban mértük (nyár, ősz, tél), és emiatt testtömeg-gyarapodásukat (g/nap) minden évszakra vonatkozóan kiszámíthattuk. Az egyes növekedési függvényekkel minden borjú testtömegére becsléseket végeztünk (PROC NLIN) (18), és kiszámítottuk a szabadságfokot, a reziduumok szórását (RSD) és a determinációs koefficiensét (R²). Minden egyes borjú testtömegmérési adataira teszteltünk minden modellt, és azokat a függvényeket kizártuk a későbbi vizsgálatokból, amelyek nem voltak alkalmasak a testtömeg becslésére egy vagy több egyednél (nem illeszkedtek az adatokra).

Az egyes modellek szelekcióját az Akaike információs kritérium (AIC) alapján végeztük, amely általánosan elfogadott és ajánlott eljárás a legjobban illeszkedő modellek kiválasztására (12).

Az Akaike információs kritériumot (AIC) a PROC MIXED (18) eljárás használatával számítottuk ki. A reziduumok mutatták azt, hogy a becsült és a ténylegesen mért testtömeg között mekkora volt az eltérés. Az Akaike információs kritérium értékei alapján kiválasztottuk a legjobban illeszkedő öt függvényt (minél kisebb értékű az AIC, annál jobb a modell).

Az 1. táblázatban szereplő becsülő függvények paramétereinek becsült értékeit b_0 , b_1 , b_2 jelöli. E becsült paraméterek alapján lehetőségünk van a mért tulajdonság becsült értékének meghatározására. A program minden egyed minden mérésére becsült paramétert, ill. paramétereket. A determinációs együttható (R²) és az AIC alapján kiválasztott modellek esetében varianciaanalízissel (PROC ANOVA) (18) vizsgáltuk az ivarok közötti különbségek statisztikai megbízhatóságát a regressziós együtthatókra vonatkozóan (17).

A mért értékeket statisztikai módszerekkel elemezték, és különböző modelleket illesztettek a növekedési adatokra

EREDMÉNYEK

A szarvasborjak testtömegének változása az ivartól, kortól és évszaktól függően

A 2. táblázat mutatja meg a gímszarvasborjak testtömegének változását a kortól és ivartól függően, továbbá a borjak napi átlagos testtömeg-gyarapodását ivarok szerinti bontásban, születéstől a kísérlet befejezéséig a nyári, az őszi és a téli időszakokra vonatkozóan.

Születéskor nem volt szignifikáns különbség a hím- és nőivarú borjak között. 119, 154, 182, 214 és 242 napos korban a bika- és az ünbőborjak között számottevő különbség alakult ki a testtömegben. 119 napos korra az ivarok közötti különbség meghaladta a 12%-ot, és ez a különbség 14%-ig emelkedett. Az ivarok közötti különbségek a vizsgált időpontok jelentős részében szignifikánsak voltak.

A borjak napi testtömeg-gyarapodása születéstől szeptemberig a nyári időszakban kiemelkedően a legmagasabb volt. A bikák és az ünők közötti testtömeg-gyarapodásbeli különbség erősen szignifikáns volt ($p = 0,007$). A bikák megközelítőleg 60 g-mal gyarapodtak többet az ünöknél naponta. Az őszi időszakban (szeptember 25-től november 27-ig) a napi tömeggyarapodás jelentősen romlott mindkét ivarban, de a bikáké ekkor is nagyban meghaladta az ünökét. A bikaborjak abszolút tömeggyarapodás-beli fölénye viszonylagosan még növekedett is az ünökhöz képest (a különbség 54 g/nap, de az ünők átlagos gyarapodása: 222,2 g/nap).

A borjak napi testtömeg-gyarapodása születéstől szeptemberig a nyári időszakban kiemelkedően a legmagasabb volt, és a bikák megközelítőleg 60 g-mal gyarapodtak többet az ünöknél naponta

2. TÁBLÁZAT. A testtömeg és a testtömeg-gyarapodás átlag- és szórásértékei ivaronként és az ivarok közötti különbségek szignifikanciája (p-érték)

TABLE 2. Means and standard deviations for live weight and weight gain by sexes and the level of significance of the difference between sexes (p value)

	Kor (nap)	Ivar		p-érték (ivar)
		Bikák	Ünők	
Testtömeg (kg)				
Születéskor		9,39 ± 0,90	9,38 ± 0,42	1,0
Szeptember 25-én	119,6 ± 12,6	58,40 ± 4,98	51,6 ± 7,06	0,116
Október 30-án	154,6 ± 12,6	69,80 ± 5,81	60,8 ± 6,61	0,052
November 27-én	182,6 ± 12,6	75,80 ± 5,45	65,6 ± 7,57	0,040*
December 29-én	214,6 ± 12,6	77,40 ± 5,94	67,3 ± 6,80	0,037*
Január 26-án	242,6 ± 12,6	79,50 ± 5,83	68,20 ± 6,57	0,021*
Testtömeg-gyarapodás (g/nap)				
Nyár (születéstől szeptember 25-ig)		410,1 ± 27,4	352,3 ± 23,8	0,007*
Ősz (szeptember 25-től november 27-ig)		276,2 ± 34,8	222,2 ± 15,9	0,014*
Tél (november 27-től január 26-ig)		61,7 ± 48,4	43,3 ± 50,8	0,575
Összes (születéstől január 26-ig)		289,2 ± 20,6	242,1 ± 16,1	0,003*
Kor januárban (nap)		242 ± 5,03	242 ± 18,27	0,964

* Szignifikáns különbség (p < 0,05)

A téli időszakra a napi tömeggyarapodás drasztikusan visszaesett mindkét ivarban (bikaborjak: 63 g/nap, ünőborjak: 43 g/nap). A bikák tömeggyarapodása a nyári időszakhoz képest 85%-kal, míg az ünőké 88%-kal csökkent.

Tekintettel arra, hogy mind a nő-, mind a hímivarú borjak életkorában a mérés-kor nem volt szignifikáns különbség, így az eredményeket az életkortól függő hatások nem torzították.

Növekedési modellek

A módszertani fejezetben leírt modellek közül az AIC alapján legjobban illeszkedő 5 függvényt a 3. táblázatban adjuk meg. A táblázatban közöljük a reziduumok szórásértékét (RSD) – amely értékek kg-ban adják meg a gímszarvasborjak élőtmegének átlagos becslési pontosságát mindkét ivarra vonatkozóan, a determinációs koefficienseket (R^2) és a paramétereket (b_0 , b_1 , b_2). A vizsgálatban szereplő egyedekre számolt regressziós együtthatók átlagértékeit tartalmazza a 3. táblázat. Egyúttal megjelöljük a regressziós koefficienseket, amelyek esetében az adott modellben szignifikáns különbség mutatkozott az ivarok között. A kiválasztott modellek közül egyik sem mutat szignifikáns eltérést minden paraméter esetében. Ezek alapján elmondható, hogy az általunk vizsgált növekedést leíró modellek nem támasztják alá, hogy az ivarok fejlődési üteme eltérő, annak ellenére, hogy a korábbi adatok ezt mutatják.

A 3. táblázatban megadott, a mért testtömegadatokat legjobban becsülő $\{-0,95+10,27*\text{kor}^{0,39}\}$ függvényt használtuk fel az Ábra létrehozására.

Az Ábrán a gímszarvasborjak ténylegesen mért és a legjobban illeszkedő becsülő függvény alapján számított testtömegadatokat ábrázoljuk. Az 1. ábra jól tükrözi azt, hogy a mért testtömeget a becsülő függvény jól közelíti. A modell becslési pontosságát nem befolyásolja a gímszarvasborjú ivara, és a modell nem teszi szükségessé a születési testtömeg mérését, de a születés időpontjának ismerete a modell alkalmazásának nélkülözhetetlen feltétele.

A 3. táblázatban feltüntetett többi modell az ismertettnél kisebb becslési pontosságot tesz lehetővé.

Kiválasztották a mért testtömegadatokat legjobban becsülő függvényt

3. TÁBLÁZAT. Az öt legjobban illeszkedő görbe az Akaike információs kritérium értékei (AIC), a reziduumok szórásértékei (RSD), a determinációs koefficiensei (R^2), valamint becsült paraméterei (b_0 , b_1 , b_2) gímszarvas borjak testtömegére vonatkozóan

TABLE 3. The Akaike's information criterion (AIC), residual standard deviation (RSD), coefficient of determination (R^2), and the regression coefficients (b_0 , b_1 , b_2) of the five best fitting curves for live weight data of red deer calves

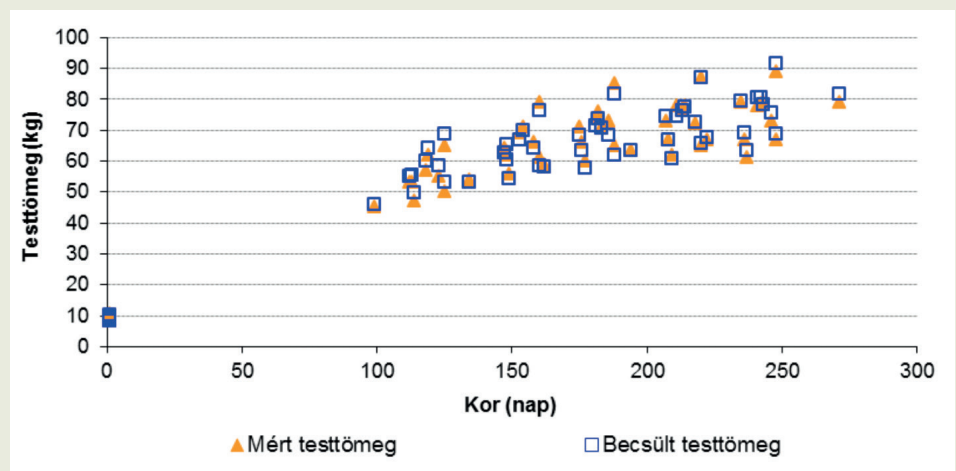
#	Becsülő függvények	AIC	RSD	R^2	b_0	b_1	b_2
3	$b_0 + b_1 * kor^{b_2}$	356,7	2,0	0,99	-0,95	10,27	0,39
1	$b_0 * kor^{b_1}$	357,1	2,2	0,99	9,13	0,39	-
23	$b_0 + b_1 * BW * kor^{b_2}$	363,2	2,0	0,99	-0,95	1,10	0,39
8	$kor / (b_0 + b_1 * kor)$	366,9	3,6	0,99	0,96	0,01*	-
2	$b_0 + kor^{b_1}$	392,6	4,5	0,96	12,43	0,77*	-

BW: testtömeg születéskor; kor: nap; b_0 , b_1 , b_2 : becsült paraméterek

* szignifikáns különbség ($p < 0,05$) az ivarok között

ÁBRA. A mért és a $\{-0,95+10,27*kor^{0,39}\}$ függvényvel becsült testtömeg adatok

FIGURE. The measured and estimated (predicted) live weight data based on the applied $\{-0,95+10,27*age^{0,39}\}$ equation



MEGVITATÁS

Az általunk vizsgált borjak (*Cervus elaphus hippelaphus*) születéskori testtömege egyezett a jelenlegi új-zélandi populációk esetében jól kontrollált körülmények között mért borjak testtömegével (1, 20). STEVENS és mtsai (20) szignifikánsan nagyobb születési testtömeget mértek új-zélandi gímszarvas tehének wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) bikától származó borjai esetében ($n = 10$, $x = 11,3$ kg). Úgy tűnik, a különböző gímszarvas-populációkban nagyok a borjak születési testtömegében a különbségek, mert CLUTTON-BROCK és mtsai (6) Rùm-szigeti szarvasoknál (*Cervus elaphus scoticus*) 6,04 kg-os, LANDETE-CASTILLEJOS és mtsai (15) spanyolországi (*Cervus elaphus hispanicus*) populációban 6,7 kg-os átlagos születési testtömeget mértek.

A kísérletünkben nevelt borjak (*Cervus elaphus hippelaphus*) testtömege már 3–4 hónapos és 7–8 hónapos korban mintegy 10%-kal meghaladta a modern új-zélandi típusú gímszarvasborjakét (20). Még nagyobb, 30%-ot meghaladó fölényt mutattak a *C. e. scoticus* mexikói típusának borjaival szemben mindkét ivarban hasonló életkorban (7). Wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) bikáktól és új-zélandi típusú gímszarvas teheneiktől származó F1 keresztezett borjak mind születéskori testtömegükben, mind növekedési kapacitásukban jelentősen – mintegy 14%-kal – felülmúlják még az általunk vizsgált Kárpát-medencei gímszarvasborjak teljesítményét is (20).

A különböző gímszarvas-típusok testtömege eltérő, azonban növekedési jellemzői hasonlóak

A mai új-zélandi farmokon tenyésztett gímszarvasok testtömegben, növekedési intenzitásban jelentősen különböznek a *C. e. scoticus* eredeti típusától, ami jellemző volt az állományokra az 1980-as évek elejéig. Az akkori új-zélandi gímszarvasok fiatalkori tömeggyarapodása több mint 30%-kal maradt el a magyar *C. e. hippelaphus*tól, amit jól mutattak a mesterséges szarvastejen nevelt borjak által kísérleti körülmények között kapott eredmények is (8, 11, 14). A Mexikóban farmon tartott *C. e. scoticus* típusú szarvasok mai teljesítménye, vagy a *C. e. hispanicus* teljesítményéhez hasonlítható, vagy leginkább a 30–35 évvel ezelőtti új-zélandi állományokéhoz. Új-Zélandon az eredeti *C. e. scoticus* típusú állomány a három évtizedes céltudatos szelekció és számottevő import-állományok keresztezése révén – ebben kiváló genetikai értéket képviselő somogyi bikák is meghatározó szerepet kaptak (10) – értékmérő tulajdonságaiban nagyon sokat javult.

Születéstől január végéig a bikaborjak szignifikánsan ($p < 0,05$) nagyobb 289 g/napos tömeggyarapodást mutattak, míg az ünők 242 g/napos gyarapodást értek el. Az eredmények a fő tendenciákat illetően összhangban vannak más szerzők által leírtakkal (3, 6, 16), annak ellenére, hogy különböző genetikai hátterű populációkról van szó.

A mérsékelt éghajlati zónában tartott gímszarvasok növekedésének szezonálisát és az azt befolyásoló élettani tényezőket számosan vizsgálták farmszerű tartásban is. A jelenség független az adott populáció genetikai hátterétől, amint azt többek között a *C. e. hispanicus*ra, a *C. e. scoticus*ra és a *C. e. hippelaphus*ra is érvényesnek találtak (5).

A vizsgálatainkban szereplő gímszarvasállomány testtömeg-gyarapodásának modellezését arra az időszakra koncentráltuk, amely időszak a farmon tartott gímszarvas-populációk esetében nagymértékben befolyásolja a szarvashústermelés gazdaságosságát (2, 20). A kiválasztott modellek közül egyik sem mutat szignifikáns eltérést minden regressziós koefficiens esetében. Ennek oka lehet az ivarok közötti kis gyarapodásbeli eltérés, amely a mérsékelt téli növekedés során még inkább csökkent.

A növekedési modellek esetében a bevezetésben hivatkoztunk DELGADILLO és mtsai (7) hasonló témakörű elemzésére, amelyben különböző növekedési görbéket vizsgáltak Mexikóban *C. e. scoticus* típusú szarvas populáción. Elemzésük során a Brody-féle exponenciális növekedési függvényt tartották a legmegfelelőbbnek. Ők az átlagos négyzetes hiba (MSE) alapján rangsoroltak, így a Von Bertalanffy-, a Richards- és a Gompertz-függvényeket kevésbé találták alkalmasnak. Saját vizsgálataink és más szerzők (7) elemzése között az a döntő különbség, hogy ők 5 alkalommal mérték a testtömeget, megközelítőleg születéskor, 3 hónapos, 8 hónapos, 13 hónapos és 22 hónapos korban. Gyakorlatilag ez a majdnem 2 évet átfogó időszak magába foglal 2 késő őszi-téli évszakot is, amikor rendkívüli mértékben – a gímszarvas biológiai adottsága miatt – visszaesik, esetleg stagnál a növekedés. Ezen túlmenően a Mexikóban vizsgált gímszarvasok minden mérés időpontjában messze elmaradtak élőtömegben az általunk vizsgált állományétól. A különbséget jól érzékelteti az állományok között az, hogy a mexikói bikaborjak 13 hónapos korban érték el a 65 kg-os élőtömeget, az ünőborjak az 55 kg-ot, ugyanakkor az általunk vizsgált gímszarvasok (*C. e. hippelaphus*) már 4,5 hónapos korban elérték ugyanezeket a paramétereket.

Az adatainkon alapuló legjobb becslést adó modell farmszerű tartásban rendkívül fontos időszakban, 7–8 hónapos korig, nagy pontossággal teszi lehetővé az élőtömeg becslését, a nagyon nehezen mérhető születéskori testtömeg mérése nélkül is. A születési dátum ismerete ennél a függvénynél is elengedhetetlen, de ennek gyakorlati megállapítása megfigyeléssel, az állomány nagyobb zavarása nélkül is kivitelezhető. Tapasztalataink szerint ez utóbbi rendkívül fontos tényező a gyakorlatban.

A kiválasztott modell 7–8 hónapos korig nagy pontossággal teszi lehetővé az élőtömeg becslését, a születéskori testtömeg mérése nélkül is

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Deer Trophy Farmnak a kísérleti feltételek biztosításáért.

IRODALOM

1. ASHER, G. W. – COX, N.: The relationship between body-mass and puberty in young red deer (*Cervus elaphus*) hinds: Evidence of early-life effects on permissive live-weight thresholds. *Anim. Repr. Sci.*, 2013. 143. 79–84.
2. ASHER, G. W. – STEVENS, D. R. et al.: Energy and protein as nutritional drivers of lactation and calf growth of farmed red deer. *Livest. Sci.*, 2011. 140. 8–15.
3. BEATSON, N. – CAMPBELL, A. – JUDSON, G.: *Deer Industry Manual New Zealand*. Herald Communications Ltd., Timaru, NZ, 2000.
4. BEHR, DE V. – HORNIK, J. L. et al.: Growth patterns of Belgian Blue replacement heifers and growing males in commercial farms. *Livest. Prod. Sci.*, 2001. 71. 121–130.
5. BOKOR J. – HORN P. – NAGY J. – NAGY I. – BENEDEK I. – TÓTH CS. – BOKOR Á.: A gímszarvas (*Cervus elaphus*) növekedése. Irodalmi áttekintés. *Állatteny. Tak.*, 2014. 63. 1–13.
6. CLUTTON-BROCK, T. H. – GUINNESS, F. E. – ALBON, S. D.: *Red deer: behavior and ecology of two sexes*. Edinburgh Univ. Press. Edinburgh 1982.
7. DELGADILLO, A. C. – LÓPEZ, R. et al.: Characterization of the growth curve of red deer (*Cervus elaphus scoticus*) in a herd in Central Mexico. In: BARTOŠ, L. – DUŠEK, A. et al. (eds.): *Advances in Deer Biology. Deer in a Changing World*. Proceedings of the 6th International Deer Biology Congress 7–11 August 2006; Prague, Czech Republic, Ethology Group, Research Institute of Animal Production, Praha10–Uhřetíněves, Czech Republic, 2006. 92–94.
8. FENNESSY, P. F. – MOORE, G. H. – MUIR, P. R.: Artificial rearing of red deer calves. *N. Z. Journal Ex. Agric.*, 1981. 9. 17–21.
9. HORN, P. – SUGÁR, L. – HORN, A.: Game management in Hungary. *The Deer Farmer*, Wellington 1985. 10. 13–17.
10. HORN P.: A gímszarvastenyésztés mint új állattenyésztési ágazat – Az első háziasztott nagytestű emlős faj ötezer év óta. (Red deer breeding as a new livestock sector – The first big domesticated mammal species since 5000 years). *Magy. Tudomány*, 2004. 71. 453–460.
11. HORN P.: Új hústermelő ágazat: gímszarvastenyésztés. Az Állattenyésztési Tudományos Napokon elhangzott előadás. *Állatteny. Tak.*, 1987. 2. 106–112.
12. HUISMAN, A. E. – VEERKAMP, R. F. – VAN ARENDONK, J. A. M.: Genetic parameters for various random regression models to describe the weight data of pigs. *J. Anim. Sci.*, 2002. 80. 575–582.
13. KAPS, M. – HERRING, W. O. – LAMBERSON, W. R.: Genetic and environmental parameters for traits derived from the Brody growth curve and their relationship with weaning weight in Angus cattle. *J. Anim. Sci.*, 2000. 78. 1436–1442.
14. KAY, R. N. B.: Body size, growth and efficiency of production. In: *Biology of deer production. The Royal Soc. of New Zealand. Bull.* 22 Wellington. 1985.
15. LANDETE-CASTILLEJOS, T. – GARCÍA, A. et al.: Age-related body weight constraints on prenatal and milk provisioning in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) affect allocation of maternal resources. *Theriogenology*, 2009. 71. 400–407.
16. LANDETE-CASTILLEJOS, T. – GARCIA, A. – GALLEGO, L.: Calf growth in captive Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*): Effect of birth date and hind milk production and composition. *J. Anim. Sci.*, 2001. 79. 1085–1092.
17. MOREL, P. C. H. – BOKOR, Á. – ROGERS, C. W. – FIRTH, E. C.: Growth curves from birth to weaning for Thoroughbred foals raised on pasture. *New Zeal. Vet. J.*, 2007. 55. 319–325.
18. SAS Institute Inc.: *SAS/STAT® 9.1 User's Guide*. Cary, NC, USA, 2004.
19. STÉGER, V. – MOLNÁR, A. – BORSY, A. – GYURJÁN, I. – SZABOLCSI, Z. – DANCOS, G. – MOLNÁR, J. – PAPP, P. – NAGY, J. – PUSKÁS, L. – BARTA, E. – ZOMBORSZKY, Z. – HORN, P. – PODANI, J. – SMESSEY, SZ. – LAKATOS, P. – OROSZ, L.: Antler development and coupled osteoporosis in skeleton of red deer *Cervus elaphus*: expression dynamics for regulatory and effector genes. *Mol. Genet. Genomics*, 2010. 284. 273–287.
20. STEVENS, D. R. – ARCHER, J. A. et al.: Hind genotype influences on lactation and calf growth in farmed red deer (*Cervus elaphus*). *Livest. Sci.*, 2014. 170. 172–180.
21. VAN DEN BERG, G. H. J. – GARRICK, D. J.: Inheritance of adult velvet antler weights and live weights in farmed red deer. *Livest. Prod. Sci.*, 1997. 49. 287–295.

Közlésre érke.: 2015. márc. 3.