

AZ ALLOMETRIÁS NÖVEKEDÉS ELVÉNEK ALKALMAZÁSÁRÓL MENNYISÉGI JELLEGEK PHAEN-ANALÍZISÉBEN*

FÁBIÁN GYULA

Egy korábbi összefoglaló dolgozatban a mennyiségi jellegek öröklés-elméletéről számba vettem azokat a szempontokat, amelyek alapján ma külön mennyiségi jelleg örökléséről beszélünk és felvázoltam az ide vezető utat. (FÁBIÁN 1955).

Amikor a mennyiségi jellegek problémakörét több oldalról próbáljuk megközelíteni, egyik legfontosabb útja ennek a növekedés és az ezzel járó forma és funkció-változások biológiai alaptörvényeinek megértése. A növekedés biológiája a kiindulási alapja a mennyiségi jellegek tanulmányozásának.

Ehhez a problémához egyik legnagyobb segítséget nyújtja a lineáris méretek növekedésének tanulmányozása az állat összsúlya viszonyában. Bár már a múlt században láttak összefüggéseket ebben a viszonyban, mégis inkább azt mondhatjuk, hogy SCHMALHAUSEN, BRODY és HUXLEY voltak azok, akik változatos állatanyagon bebizonyították, hogy a lineáris növekedés és összsúly közötti összefüggést egy természetes növekedési perióduson belül a parabola egyenlete fejezi ki legjobban: $y = b \cdot x^a$. Erről az összefüggésről terjedt el HUXLEY és TEISSIER nyomán az „allometriás növekedés” kifejezés (BRODY 1945).

Az allometriás növekedés elve, az, hogy egy állat testformái sok irányú növekedés folytán alakulnak ki és az egyes szervek növekedési sebességei eltérők, de külön-külön az állat összsúlyához viszonyítva a növekedés a parabola egyenletével fejezhető ki legjobban, hangsúlyozva azt, hogy ez az összefüggés csak természetes életszakaszokon belül érvényes. A kor előrehaladtával az új élet-tani szakaszokban a növekedési sebességek ugrásszerűen változhatnak, ezután a szerv növekedése az új szakaszban megint egy ideig egyenletes sebességgel megy végbe. Mindez sok irányban, de összerendezett módon folyik le és végeredményben a kifejlett alakhoz vezet.

Magának a parabola egyenletnek értelmét és használhatóságát akkor értjük meg, ha egyenletünket logaritmált formájában írjuk fel: $\log y = \log b + a \cdot \log x$. Az egyenlet logaritmált formájában azt jelenti, ha a lineáris

* Az MTA Biológiai Csoportjának 1957. november 26-án tartott felolvasó ülésén elhangzott előadás.

méret logaritmusait a testsúly logaritmusával szemben egy koordináta-rendszerbe felírjuk, egyenes irányt fogunk kapni, amely az y tengelyt $\log b$ távolságban metszi és irányjelzője: a , vagy α . Ez az allometria exponens tulajdonképpen a lineáris méret növekedési sebességét jelzi a testsúlyhoz viszonyítva. Teljesen hasonló értelmű adat, mint a súlynövekedés az idő viszonyában, a sebességi állandó. Számszerű értékének megállapítása is teljesen hasonló módon történik: 1. leolvasható grafikus módszerrel a meghúzott egyenes alapján, 2. kiszámítható, mint a lineárisra transzformált adatsor regressziós koefficiense.

A vizsgálatok anyaga és módszere

A vizsgálatok során egy saját nyúlkeresztezési kísérlet növekedési adatait dolgoztam fel (I. rész.) továbbá leköszölt szarvasmarha növekedési adatokat, amelyeket szintén az allometriás növekedés elvének megfelelően átszámítottam és feldolgoztam (II. rész).

A nyúlkeresztezési kísérlet céljáról és anyagáról már több közleménnyel kapcsolatban történt említés (FÁBIÁN 1952, 1954, FÁBIÁN—SZÉKY 1954, SZÉKY 1955). Nagy háziállatra vonatkozólag két adatgyűjtés volt az, amelyek alapján célszerűnek látszott az ilyen irányú vizsgálatok megkezdése. GUBA közölte kutatóintézeti munkája során gyűjtött legújabb adatait és WELLMANN 1943-ban lezárt adatait a magyar tarka szarvasmarha üszőborjak növekedéséről 18 hónapos korig (GUBA 1952).

1. táblázat

„Magyar vadas” fajta házinyúl növekedési adatai
Fábián mérései szerint

Életkor napok	Súly g log g	Fülméret mm log mm	Lábméret mm log mm
születés	49,06	—	—
	1,690 7275	—	—
30	349,21	63,53	66,05
	2,543 0867	1,802 9789	1,819 8728
60	751,35	86,32	87,59
	2,875 8423	1,936 1114	1,942 4545
90	1214,37	97,69	100,25
	3,084 3618	1,989 8501	2,000 0844
120	1333,75	102,56	105,44
	3,124 0907	2,010 9780	2,022 0054
150	1478,12	104,87	107,00
	3,169 7038	2,020 6513	2,029 3838
180	1575,00	105,50	108,00
	3,197 2806	2,023 2525	2,033 4238
210	1805,00	106,10	108,00
	3,256 4772	2,025 7154	2,033 4238
240	1873,33	106,00	108,00
	3,272 6073	2,025 3059	2,033 4238
felőtt	2774,54	106,06	108,37
	3,443 1847	2,025 5516	2,034 9091

2. táblázat

Magyarországi vad üreginyúl növekedési adatai
Fábián mérései szerint

Életkor napok	Súly g log g	Fülméret mm log mm	Lábméret mm log mm
születés	47,45	—	—
	1,676 2362	—	—
30	222,77	43,84	54,44
	2,347 8567	1,641 8705	1,735 9181
60	424,13	55,07	67,33
	2,627 4990	1,740 9151	1,828 2086
90	679,40	61,95	74,85
	2,832 1255	1,792 0413	1,874 1918
120	1004,00	66,70	81,90
	3,001 7337	1,824 1258	1,913 2839
150	1145,5	67,85	83,35
	3,058 9951	1,831 5499	1,920 9056
180	—	68,40	84,50
	—	1,835 0561	1,926 8567
210	—	—	—
	—	—	—
240	—	—	—
	—	—	—
felőtt	1673,3	70,36	89,27
	3,223 5738	1,847 3258	1,950 7055

3. táblázat

Házinyúl anyától származó F_1 hibridek növekedési adatai
Fábián mérései szerint

Életkor napok	Súly g log g	Fülméret mm log mm	Lábméret mm log mm
születés	50,23	—	—
	1,700 9632	—	—
30	280,70	58,54	63,49
	2,448 2424	1,767 4527	1,802 7053
60	532,26	71,95	76,58
	2,726 1238	1,857 0308	1,884 1154
90	694,11	79,31	85,03
	2,841 4283	1,899 3279	1,929 5722
120	774,10	81,50	88,80
	2,888 7971	1,911 1576	1,948 4130
150	933,60	82,18	90,68
	2,970 1608	1,914 7661	1,957 5115
180	1009,95	83,04	92,48
	3,004 3214	1,919 2873	1,966 0478
210	1077,38	84,27	93,90
	3,032 3770	1,925 6730	1,972 6656
240	1095,88	85,60	95,10
	3,039 7709	1,932 4738	1,978 1805
felőtt	2042,00	87,047	95,10
	3,310 0557	1,939 7538	1,978 1805

Hasonló pontos és jól értékelhető adatok NÉMETH mérései a jersey és magyar tarka \times jersey F_1 hibrideken, HORN keresztezési kísérletéből Gödöllőn, azonban ezek a mérési adatok eddig csak 6 hónapos korig álltak rendelkezésre (NÉMETH 1957).

4. táblázat

Vad üreginyúl anyától származó F_1 hibridek növekedési adatai
Fábián mérései szerint

Életkor napok	Súly $\log \frac{g}{g}$	Fülméret $\frac{mm}{\log mm}$	Lábméret $\frac{mm}{\log mm}$
születés	49,50	—	—
	1,694 6052	—	—
30	314,80	53,38	59,19
	2,498 0347	1,727 3786	1,772 2483
60	610,00	68,70	75,67
	2,785 3298	1,836 9567	1,878 9237
90	844,68	76,15	85,59
	2,926 6922	1,881 6699	1,932 4230
120	936,87	79,50	89,87
	2,971 6793	1,900 3671	1,953 6147
150	1022,93	80,03	90,97
	3,009 8332	1,903 2528	1,958 8982
180	1050,66	81,46	92,96
	3,021 4787	1,910 9444	1,968 2961
210	1195,35	84,20	—
	3,077 5133	1,925 3121	—
240	1266,78	84,50	93,14
	3,102 7081	1,926 8567	1,969 1362
felőtt	1930,53	86,00	93,30
	3,285 6698	1,934 4985	1,969 8816

Az eljárásom a következő volt. Mind a nyúl, mind a szarvasmarha adatokat 30 napos mérések szerint osztottam be. Az adatokat logaritmáltam és a súly logaritmusait mindig az abszcisszára felmérve, a megfelelő ordinátákra felvittem a vizsgált testméret logaritmusait (10-es alapú logaritmus). A felrajzolt pontsoron összekötöttem a szemmel láthatóan egy egyenesbe eső adatokat, feltételezve az allometria elv alapján, hogy ezek egy-egy természetes növekedési szakaszt fognak meghatározni. Mivel mindig a 30 napos időközökből vett adatokat használtam, ez az ábrázolási mód a méret és testsúly összefüggésein kívül arról is felvilágosítást ad, hogy az irányváltozások, azaz a testsúlyhoz viszonyított növekedési sebességváltozások kb. milyen életkorban következnek be.

Az összeköthető pontsorok regressziós koefficiense megfelelő módszerrel kiszámítva (JUVANCZ 1955) megadja az illető szakasz növekedési sebességét, vagy úgy is mondhatjuk, allometriás növekedési koefficiensét a testsúlyhoz viszonyítva. — A nyulak esetében kapott eredményeket ábrázoló rajzokon,

az egyenletes növekedési szakaszok közötti átmenetet a regressziós egyenesek metszéspontjai jelzik. — Az allometria elv szerint feldolgozott szarvasmarha adatokat bemutató ábrákon az átmeneteket kihagyással jeleztem. Ez nem azt akarja jelenteni, hogy nincs növekedés, ellenkezőleg itt egy gyors változás, sokszor lépcsős ugrásszerű változás van, amit újra egy egyenletes periódus követ.

Az eredmények megbeszélése

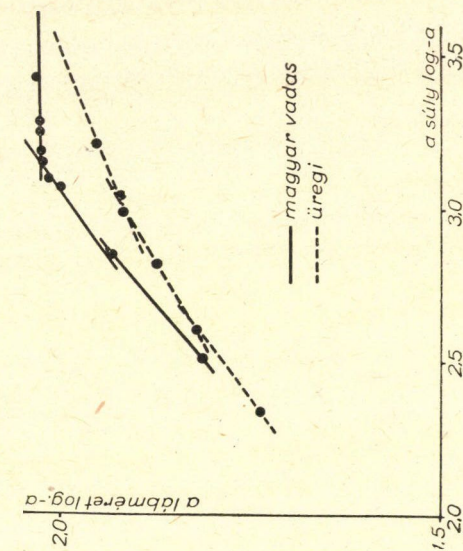
I.

Az 1., 2., 3. és 4. sz. rajz a házinyúl, a vad üreginyúl és ezek hibridjeinek két jellegre kiértékelt allometriás növekedési adatait ábrázolják, az 1—4. táblázat számadatai alapján.

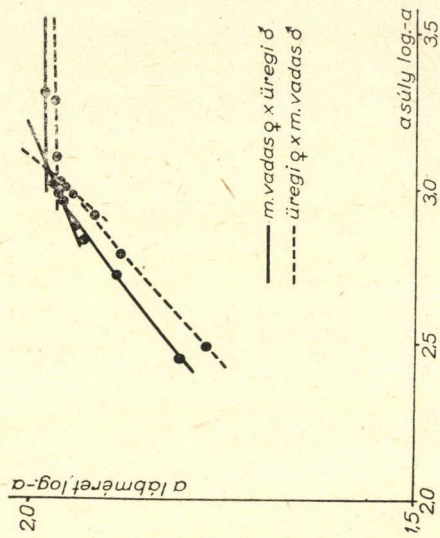
Amint a rajzokról látható, a lineáris méret és testsúly viszonyában három jól elkülöníthető növekedési szakasz állapítható meg. A rajzokról le lehet olvasni a vad és a háziasított forma eltérő növekedési viszonyait. A vad üreginyúl kisebb abszolút méretekkel és hamarabb fejezi be a növekedését. A vad üreginyúlnál a harmadik, a felnőtt életszakasz már a 120 napos korban megkezdődik, sokkal kisebb testsúly elérése után. A házinyúlnál ez csak nagyobb testsúly mellett a 180. nap körül kezdődik, és ilyenkor már lineáris méretnövekedés alig van, csak a testsúly gyarapszik tovább. — Látható, hogy elvi különbség nincs a vad üreginyúl és a nem hosszú idő óta domesztikált házinyúl növekedése között, csak mennyiségi eltolódás. A két méret növekedésének azonos szakaszai kölcsönösen arra mutatnak, hogy valóban három fő növekedési szakaszból lehet szó (1, 2. ábra).

Az első generációbeli hibrideiknél a különböző fajta anyáktól származó hibrideket külön ábrázoltam. A legszembetűnőbb a reciprok hibridek növekedésének eltérése fiatal korban. A fiatal állatokon érvényesül legerősebben az anyai utóhatás. Az anyai szervezet, mint első környezeti tényező kihat a növekedésre, a lineáris méretek és testsúly viszonyában is. Csak később a közös környezetben tudnak a hibridek az öröklöttségüknek megfelelő intermedier állásba egymáshoz közel kerülni (3, 4. ábra). Az egyes szakaszokhoz tartozó allometriás növekedési koefficiens értékek az 5. sz. táblázatban vannak összefoglalva.

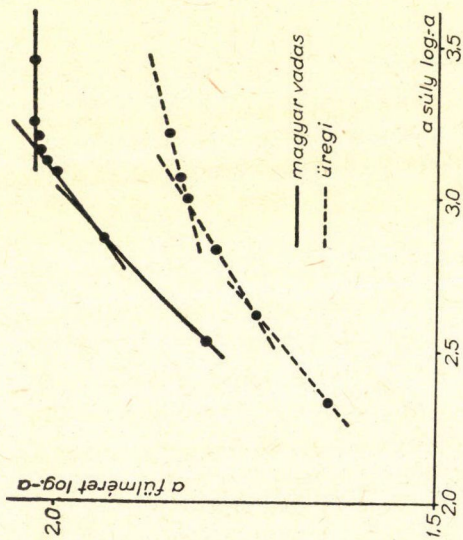
Az 5. sz. táblázatban összefoglalt lineáris méretek alapján megállapított, szakaszos növekedés helyességét alátámasztják Schmalhausen számításai, KOPĚC házinyúl súlynövekedési adataiból. (SCHMALHAUSEN 1928.) SCHMALHAUSEN, KOPĚC mérései alapján, a súlynövekedést dolgozta fel az idő függvényében és a növekedési sebességállandókat közel egyformának találta az első 60 napban, majd a 60—210. napig tartó időközben, végül megállapította, hogy a 210. naptól a felnőtt korig már alig van számottevő növekedés. — Hímek



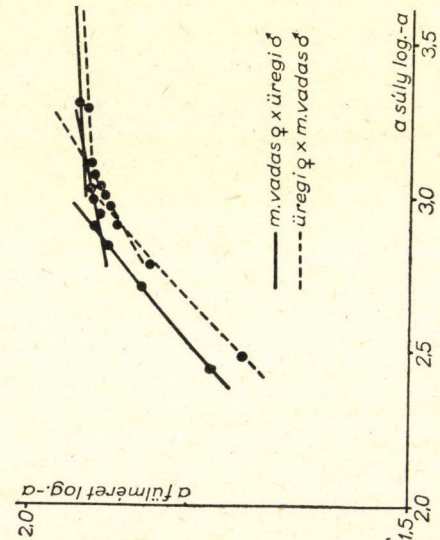
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

5. táblázat

Két testméret allometrikus növekedési koefficiensei a nyúlánál

Életszakaszok	Fülméret - testsúly viszonyban			
	Magyar vadas házinyúl	Vad üreginyúl	Házinyúl ♀ F ₁ hibridje	Üreginyúl ♀ F ₁ hibridje
1/a	—	—	—	—
1/b	0,4	0,35	0,33	0,36
2	0,029	0,22	0,11	0,26
3	0,00	0,098	0,027	0,039
	Hátsó tarsus - testsúly viszonyában			
1/a	—	—	—	—
1/b	0,37	0,33	0,33	0,37
2	0,30	0,23	0,17	0,32
3	0,003	0,17	0,00	0,0027

és nőstények között alig lehet valami lényeges eltérést találni. Itt sem dolgoztam fel külön a hímeket és külön a nőstényeket. Egyébként az is adataimban szereplő vad- és háziállatok között sokkal nagyobbak a különbségek, mintsem hogy a hímek és nőstények adatainak összevonása zavarná az általános kiértékelést.

A tenyésztési adatok is három főbb életszakasz mellett szólnak (ANCHI 1957). Az első fő növekedési fázis a gyors növekedés szakasza, a második szakasz a tenyésztők előtt ismert kritikus növendékkor, a harmadik szakaszban már nemi érésen átment egyedek vannak. Ez a tenyészérett kor. Az első szakasz még a szopós kor és választott kor szerint két részre bontható. Három fő növekedési szakaszosság van az egérnél, patkánynál, tengeri malacnál is, de ezeknél a nemi érés az első és második szakasz határánál már bekövetkezik. (SCHMALHAUSEN 1928.)

Az allometriás növekedés elveinek megfelelő ábrázolás feltárta a reciprok hibridek eltéréseinek igazi természetét is. Ha adult korban vizsgáltuk volna az F₁ reciprok hibrideket, csak nagy anyagon lett volna statisztikailag kimutatható az anyai utóhatás. Így viszont fel lehetett ismerni azt a tényt, hogy az anyai utóhatást az öröklésben nem állapotnak, hanem inkább időben lezajló folyamatnak kell tekintenünk. Egyébként a hibridek növekedési adatain is a három szakasz látszik, azzal az eltéréssel, hogy az első szakasz 90, sőt 120 napig is kihúzódik. Erre a tényre még később vissza fogunk térni.

II.

Az 5—11. sz. rajz a szarvasmarha több lineáris méretre kidolgozott allometriás növekedési adatait ábrázolja a 6—9. táblázatban megadott értékek alapján.

6. táblázat

Magyar tarka
üszőborjak és növendékek súly- és testméret adatai 18 hónapos korig

Wellmann adatai szerint

Életkor hónap	Súly kg log kg	Marmagasság cm log cm	Törzshosszúság cm log cm	Szárkörméret cm log cm
születés	42	79	74	11,5
	1,623 2493	1,897 6271	1,869 2317	1,060 6978
1	70	84	82	12,4
	1,845 0980	1,924 2793	1,913 8139	1,093 4217
2	100	89	90	13,2
	2,000 0000	1,949 3900	1,954 2425	1,120 5739
3	130	94	96	13,9
	2,113 9434	1,973 1279	1,982 2712	1,143 0148
4	155	98	103	14,5
	2,190 3317	1,991 2261	2,012 8372	1,161 3680
5	180	102	110	15,1
	2,255 2725	2,008 6002	2,041 3927	1,178 9769
6	203	105	116	15,7
	2,307 4960	2,021 1893	2,064 4580	1,195 8997
7	223	108	121	16,2
	2,348 3049	2,033 4238	2,082 7854	1,209 5150
8	243	111	124	16,6
	2,385 6063	2,045 3230	2,093 4217	1,220 1081
9	262	113	127	17,0
	2,418 3013	2,053 0784	2,103 8037	1,230 4489
10	281	115	130	17,4
	2,448 7063	2,060 6978	2,113 9434	1,240 5492
11	300	117	134	17,7
	2,477 1213	2,068 1859	2,127 1048	1,247 9733
12	318	119	137	18,0
	2,502 4271	2,075 5470	2,136 7206	1,255 2725
15	370	123	144	18,6
	2,568 2017	2,089 9051	2,158 3625	1,269 5129
18	415	126	149	19,1
	2,618 0481	2,100 3705	2,173 1863	1,281 0334

A magyar tarka üszők adatainak feldolgozása

Kiindulási alapként a régebbi Wellmann-féle adatokat tekintve a következők állapíthatók meg.

A marmagasság növekedése a testsúly viszonyában 18 hónap alatt 4 egyenletes növekedési periódusra bontható (5. ábra, 6—7. táblázat, 2—3. oszlop adatai szerint). Az első szakasz a születéstől 70—100 kg közötti határig tart, és a két pont által megadott allometriás növekedési koefficiens: $a = 0,1203$. Ugyanekkor a mai nevelési eljárás mellett a magyar tarka üszőborjak Guba adatai szerint 1 kg-mal nagyobb súllyal születnek, de kisebb marmagassággal. Az első növekedési szakasz végén, amely itt is a 70 és 100 kg között állapítható meg, már utoléri a régi magyar tarka méreteket, amit a magasabb allometriás növekedési koefficiens érték is mutat: $a = 0,1587$.

7. táblázat

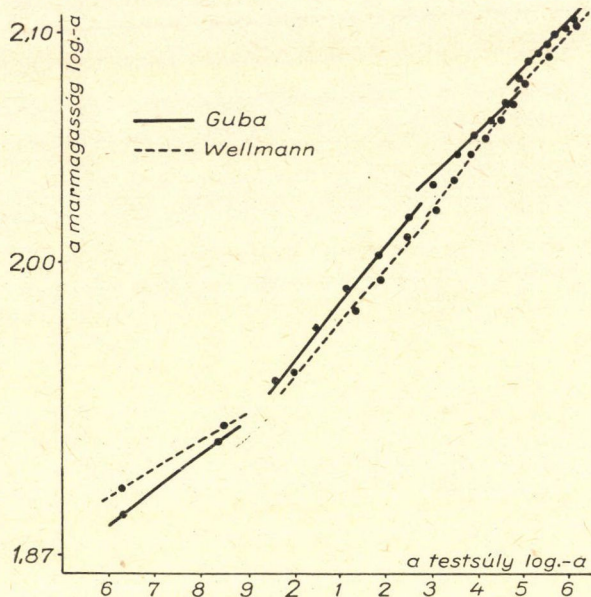
*Magyar tarka
üszőborjak és növendékek súly- és testméret adatai 18 hónapos korig*

ÁKI adatai szerint

Életkor hónap	Súly kg log kg	Marmagasság cm log cm	Törzshosszúság cm log cm	Szárkörméret cm log cm	Mellkasmélység cm log cm
1	43	77	70	11,8	16,5
szül.	1,633 46	1,886 49	1,845 09	1,071 88	1,454 84
1	69	83	79	12,2	32,5
	1,838 84	1,919 07	1,897 62	1,086 35	1,511 88
2	92	88	87	13,0	36,0
	1,963 78	1,944 48	1,939 51	1,113 94	1,556 30
3	114	93	94	13,5	39,0
	2,056 90	1,968 48	1,973 12	1,130 33	1,591 06
4	135	97	99	14,0	41,5
	2,130 33	1,986 77	1,995 63	1,146 12	1,618 04
5	156	100	104	14,5	43,5
	2,193 12	2,000 00	2,017 03	1,161 36	1,638 48
6	178	104	109	15,0	46,0
	2,254 20	2,017 03	2,037 42	1,176 09	1,662 75
7	201	108	114	15,5	48,0
	2,303 19	2,033 42	2,056 90	1,190 33	1,681 24
8	226	111	119	16,0	50,0
	2,354 10	2,045 32	2,075 54	1,204 12	1,698 97
9	249	113	122	16,5	51,5
	2,396 19	2,053 07	2,086 35	1,217 48	1,711 80
10	273	115	125	17,0	53,0
	2,436 16	2,060 69	2,096 91	1,230 44	1,724 27
11	295	117	128	17,4	54,0
	2,469 82	2,068 18	2,107 21	1,240 54	1,732 39
12	315	120	131	17,8	56,0
	2,498 31	2,079 18	2,117 27	1,250 42	1,748 18
13	328	122	133	18,0	57,0
	2,515 87	2,086 35	2,123 85	1,255 27	1,755 87
14	343	123	135	18,2	58,0
	2,535 29	2,089 90	2,130 33	1,260 07	1,763 42
15	359	124	137	18,5	59,0
	2,555 09	2,093 42	2,136 72	1,267 17	1,770 85
16	373	125	139	18,8	60,0
	2,571 70	2,096 91	2,143 01	1,274 15	1,778 15
17	391	126	141	19,1	61,0
	2,592 17	2,100 37	2,149 21	1,281 03	1,785 32
18	409	127	142	19,4	62,0
	2,611 72	2,103 80	2,152 28	1,287 80	1,792 39

A második növekedési szakasz a 180—200 kg közötti határig tart. Ebben a szakaszban a növekedés üteme rendkívül egyenletes. Az értékek nagy pontossággal illeszkednek a számított egyeneshez. — Az allometriás növekedési koeficiens Wellmann-féle adatokból: $a = 0,2265$. A mai nevelési eljárás mellett ezen második életszakaszban a növekedés üteme szintén rendkívül egyenletes, de élénkebb: $a = 0,2510$.

A marmagasság harmadik növekedési periódusa a 300—320 kg közötti súlyhatárnál zárul le. Itt a régi felnevelési eljárás mellett az allometriás koeffi-



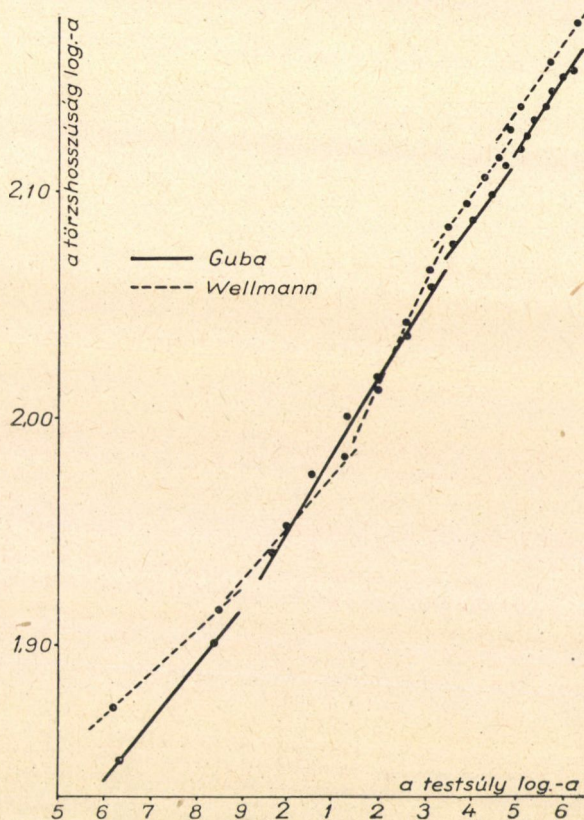
5. ábra

ciens : $a = 0,2786$. A mai felnevelési eljárás mellett ebben a szakaszban a marmagasság növekedési üteme lassul a súlyhoz viszonyítva : $a = 0,1896$. Így a szakasz végén a két méret együtt-állásban van.

A negyedik szakaszban azután mind a régi, mind az új felnevelési eljárás mellett a marmagasság egyforma egyenletes sebességgel nő tovább. WELLMANN adatai szerint : $a = 0,2148$, GUBA adatai szerint : $a = 0,2143$. A növekedési sebesség szempontjából tehát nincs különbség, csupán abszolút méretekben egy csekély többlet a mai felnevelési eljárás mellett. Ennek oka a harmadik és negyedik szakasz közötti átmeneti rövid időszakban a lépcsős ugrás. — Régen tehát az üszűborjak a testsúlyhoz viszonyítva valamivel nagyobb marmagassággal születtek. Ennek ellenére a mai borjúfelnevelési rendszer mellett 12 hónapos korukra elérik, majd kissé túl is haladják a régi méretet.

A törzshosszúság növekedése a testsúlyhoz viszonyítva (6. ábra, 6–7. táblázat, 2–4. oszlop) szintén a négy növekedési szakaszra való oszthatóságot látszik igazolni, bár a WELLMANN-féle adatok szerint a második szakasz két sebességi periódusra osztható.

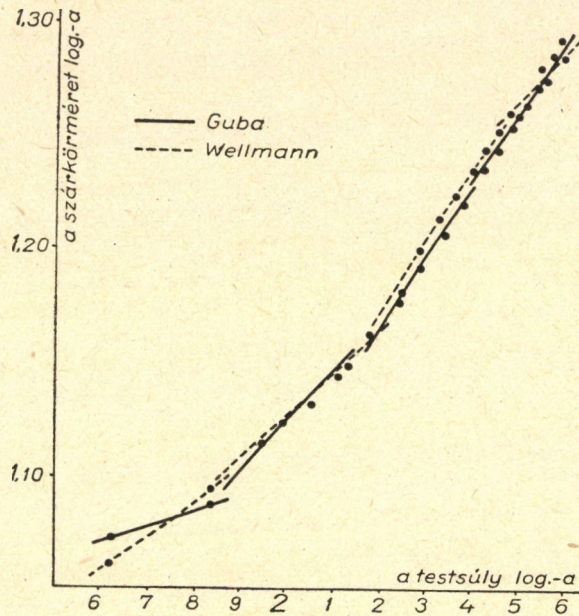
Az első szakasz itt is az élesen elkülönülő és a 70–100 kg közötti határon vált át a második szakaszba. WELLMANN adataiból a törzshosszúság első szakaszának allometriás koefficiense : $a = 0,2009$, GUBA adatai szerint : $a = 0,2557$. A születéskor a törzshosszúság régi adatok szerint a testsúlyhoz viszonyítva nagyobb.



6. ábra

A második növekedési periódus befejeződése a törzhosszúság esetében a 220 kg testsúly elérésekor észlelhető. WELLMANN adatai szerint ez a szakasz két egyenletes sebességű részből tevődik össze: $a_1 = 0,2527$, $a_2 = 0,4265$. Ez utóbbi érték mutatja azt a növekedési sebesség gyorsulást, amin a törzhosszúság tekintetében észlelt lényeges eltérés múlik a régi és új felnevelési eljárásokat összehasonlítva. GUBA adatait kiszámítva ugyanis az új felnevelési eljárás szerinti második szakasz a törzhosszúság növekedésében teljesen egyenletes, sebességváltozás nélküli, szinte a 18 hónapos korig. A második szakasz $a = 0,3387$, a harmadik szakasz: $a = 0,2954$, a negyedik szakasz: $a = 0,3092$. Míg ugyanekkor a régi felnevelési eljárás szerint a harmadik szakasz: $a = 0,3148$, a negyedik szakasz: $a = 0,3114$ és az abszolút értékben is a törzhosszúság nagyobb, a harmadik és negyedik szakaszba való átmenet lépcsős ugrása miatt. — Az adatok szerint tehát a régebbi felnevelési eljárás mellett az üszörborjak a testsúlyhoz viszonyítva nagyobb törzhosszúsággal születtek, s felnőtt korban is viszonylag hosszabb törzsű tehenek voltak.

A szárkörméret esetében is a 18 hónapos korig 4 fázis ismerhető fel (7. sz. ábra, 6—7. táblázat, 2., 5. oszlop). Ezek Wellmann adataiból számítva, az



7. ábra

első szakasz: $a = 0,1478$, a második: $a = 0,1813$, harmadik: $a = 0,3012$, negyedik: $a = 0,2089$. Ugyanez Guba adataiból számítva a következőképpen alakul: első szakasz: $a = 0,0706$, második: $a = 0,1975$, harmadik: $a = 2666$,

8. táblázat

Jersey

fajtatiszta üszők súly- és testméret adatai 6 hónapos korig

Németh adatai szerint

Életkor hónap	Súly kg log kg	Marmagasság cm log cm	Mellkasmélység cm log cm	Törzshosszúság cm log cm	Szárkörméret cm log cm
szül.	23,8	64,0	26,8	58,5	9,3
1	1,376 577	1,806 1800	1,428 1348	1,767 1559	0,968 4829
	44,3	71,0	32,0	68,0	10,0
2	1,646 4037	1,851 2583	1,505 1500	1,832 5089	1,000
	66,0	75,0	35,0	76,3	10,7
3	1,819 5439	1,875 0613	1,544 0680	1,882 5245	1,029 3838
	89,7	84,2	40,0	87,8	11,0
4	1,952 7924	1,925 3121	1,602 0600	1,943 4945	1,041 3927
	106,3	87,2	41,5	94,0	12,0
5	2,026 5333	1,940 5165	1,618 0481	1,973 1279	1,079 1812
	128,0	91,5	44,0	99,3	12,3
6	2,107 2100	1,961 4211	1,643 4527	1,996 9492	1,089 9051
	149,0	95,7	46,0	102,3	13,2
	2,173 1863	1,980 9119	1,662 7578	2,009 8756	1,120 5739

9. táblázat

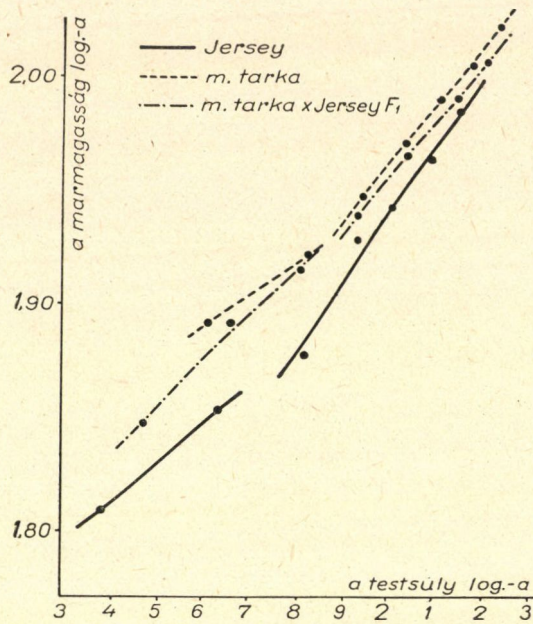
Jersey × *magyar tarka*
keresztezésbeli üszők súly- és testmérték adatai 6 hónapos korig
Németh adatai szerint

Életkor hónap	Súly kg log cm	Marmagasság cm log cm	Mellkasmélység cm log cm	Törzshosszúság cm log cm	Szárkörméret cm log cm
szül.	29,5	70,0	26,6	61,4	10,4
1	1,469 8220 47,4	1,845 0980 76,2	1,424 8816 30,3	1,788 1684 70,3	1,017 0333 11,0
2	1,675 7783 65,8	1,881 9550 81,6	1,481 4426 34,1	1,846 9553 78,3	1,041 3927 11,5
3	1,818 2259 88,2	1,911 6902 86,5	1,532 7544 37,9	1,893 7618 85,6	1,060 6978 12,1
4	1,945 4686 113,5	1,937 0161 91,8	1,578 6392 40,7	1,932 4738 92,0	1,082 7854 13,0
5	2,054 9959 143,8	1,962 8427 97,1	1,609 5944 43,8	1,963 7878 97,8	1,113 9434 13,5
6	2,157 7589 166,5	1,987 2192 100,8	1,641 4741 46,5	1,990 3389 104,3	1,130 3338 14,3
	2,221 4142	2,003 4605	1,667 4530	2,018 2843	1,155 3360

negyedik : $a = 0,3169$. Az első növekedési szakasról a másodikra való váltás itt is a 70 kg körüli súlyhatár elérésekor történik, a másodikról a harmadikra váltás mind a régi, mind az új felnevelési eljárás esetén a 155 kg súlyhatárnál van, azután alig észlelhető eltérésekkel egyenletes a növekedés, csak a régi nevelési eljárás mellett 320 kg körüli súlyhatárnál lesz újra kisebb a szárkörméret viszonylagos növekedési sebessége a súlyhoz viszonyítva. Hasonló, talán kedvezőtlennek tekinthető a viszony a születéskor is, ha az első szakasz első pontját tekintjük.

A fajtatiszta jersey, a mai felnevelési eljárás szerinti magyar tarka és e kettő F_1 hibridjeinek összehasonlítása 6 hónapos korig

A marmagasság és testsúly összefüggésében (8. sz. ábra, 7—8. és 9. táblázat 2. és 3. oszlop) a helyzet a következőképpen alakul. A fajtatiszta jersey első fázisról a második fázisra való átváltása, mint az ismert gyors fejlődése alapján várható is volt, már az 50 kg körüli testsúlynál bekövetkezik. Az allometriás növekedési koefficiensek : első szakasz : $a = 0,1670$, második : $a = 0,2901$. Ugyanekkor a magyar tarka anyától származó F_1 hibridek ugyanúgy a 70 és 100 kg közötti súlyhatárnál állnak át nagyobb növekedési sebességre a marmagasság tekintetében, mint a magyar tarka Guba szerint megadott mai országos felvétel, és a további növekedési sebesség is teljesen a magyar tarkával azonos. Sőt még az abszolút méretek is a második szakaszban az átlagos magyar tarkához állnak közelebb, túl az intermedier helyzeten, valószínűleg az anyai utóhatás következtében. Abszolút értékekben természetesen mind a magyar tarka, mind a hibridek nagyobbak a jersey-nél, de növekedési sebes-

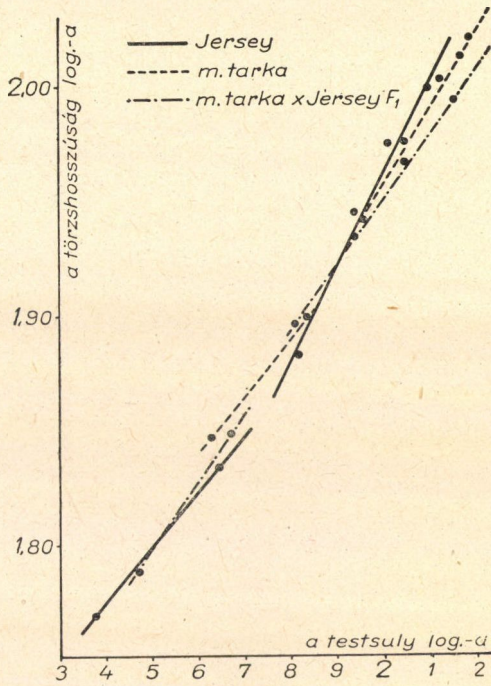


8. ábra

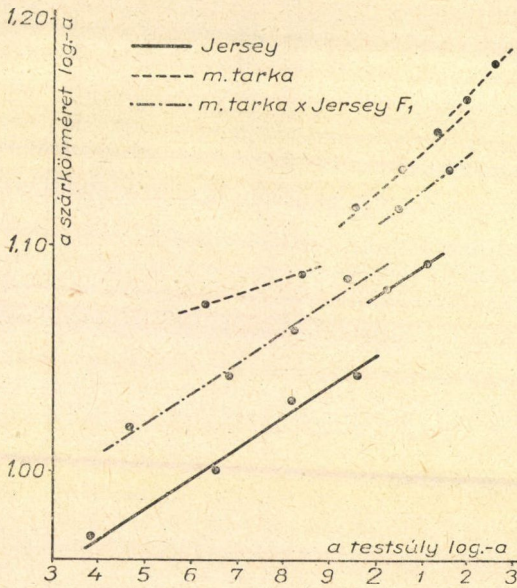
ség tekintetében a jersey nagyobb a második növekedési fázisban. A kiszámított értékek az F_1 hibridre, első szakasz : $a = 0,1876$ második : $a = 0,2351$.

A törzshosszúság és súly allometriás összefüggésében (9. sz. ábra, 7. táblázat 2. és 4. oszlop, 8—9. táblázat, 2. és 5. oszlop) a három fajta összehasonlításában a következő helyzet alakult ki. A gyors növekedésű jersey-nél az első és második egyenletes növekedési szakasz közötti váltás megint az 50 kg körüli súlyhatárnál vehető. A második szakasz növekedési sebessége a súlyhoz viszonyítva a jersey-nél a legnagyobb, de abszolút értékben 5 hónapos korára csak odáig jut, ahol a magyar tarka a 4. hónapban volt. Az allometriás koeficiensek az első növekedési szakaszban : $a = 0,2423$, a második szakaszban : $a = 0,3991$. (Itt az irányt a 2—5 hónapos pontok adják meg, és a 6. hónapos érték már valószínűleg egy új szakasz kezdetét jelenti és nem illik a 4 ponton áthúzható irányba). A hibridek itt is inkább a magyar tarka szülők viszonyait mutatják a törzshosszúság súlyhoz viszonyított növekedési sebessége tekintetében, de abszolút értékben intermedierek. A számított allometriás koeficiensek az első szakaszban : $a = 0,2855$, második szakaszban : $a = 0,2830$. Az első és második szakasz közötti átmenet a hibrideknél a 60 kg körüli súlyhatárnál lehet a törzshosszúság esetében, tehát ebben is intermedier.

A három fajta összehasonlítása érdekes a szárkörméret allometriás összefüggéseiben is (10. sz. ábra, 7. táblázat, 2., 5. oszlop, 8—9. táblázat, 2. és 6. oszlop). Abszolút értékekben a várható fokozat van : egészen kis szárkör-

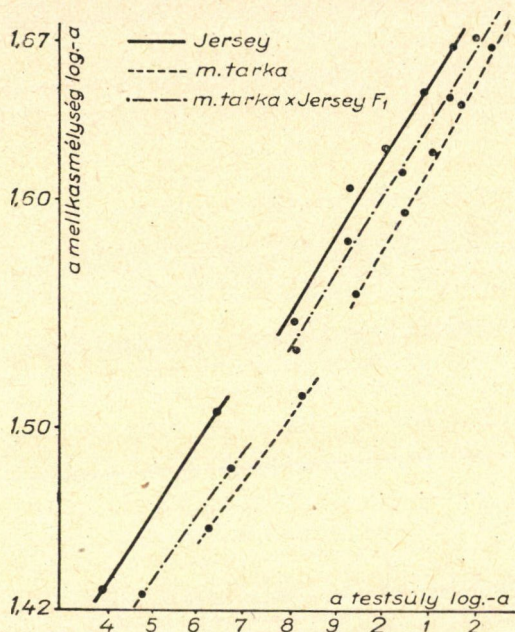


9. ábra



10. ábra

méretű jersey — átmeneti hibrid — legnagyobb méretű magyar tarka. A szárkörméretnél sajátságos és talán nem véletlenszerű az, hogy az új egyenletes növekedési szakaszba való átváltás a finomabb testű hibrid és jersey fajtánál is csak a 90 kg súlyhatárnál áll be. Úgy látszik, ameddig az igénybevétel nem indokolja, a szárkörméret súlyhoz viszonyított növekedési sebessége nem változik. A jersey értékszámai: első szakasz: $a = 0,1304$, második szakasz:



11. ábra

$a = 0,1338$. A hibrid: első szakasz: $a = 0,1348$, második szakasz: $a = 0,1595$. Az allometriás koefficiensekben kevés különbség van, az átmeneti szakaszban van egy gyors gyarapodás, aztán újra hasonló sebességgel folyik a súlyhoz viszonyított növekedés, de egy szinttel magasabban. Az allometriás növekedés ilyen lépcsős jellege nem szokatlan, más biológiai objektumokat tekintve (BERTALANFFY 1951).

Említésre méltó a három fajta összehasonlítása a mellkasmélység — súly összefüggés szempontjából (11. ábra, 7. táblázat, 2. és 6. oszlop, 8. és 9. táblázat 2. és 4. oszlop.). Itt a három jellemző testsúly különbség ellenére a 6. hónapban a jersey és a magyar tarka \times jersey F_1 hibridek abszolút értékben is elérik a magyar tarka mellkasmélységét. Itt az allometriás koefficiensek közel egyformák, mind a két szakaszban a három fajtánál. Ez a helyzet úgy alakulhatott ki, hogy a mellkasmélység növekedése gyorsabb a jersey—hibrid irányban, de a testsúly fordítva a magyar tarka irányban nő. Amikor tehát a mellkasmélység és súly viszonyában számítjuk a növekedési sebességet, ez

éppen úgy kompenzálódik, hogy az értékek közel kerülnek mind a három fajtánál. Jersey (1) — F_1 hibrid (2) — magyar tarka (3) első szakasz : $a_1, a_2, a_3 = 0,2852, 0,27, 0,2776$. Második szakasz : $a_1 a_2 a_3 = 0,3271, 0,3241, 0,3617$.

Az eddig feldolgozott méretadatokon kívül természetesen még más méretadatok allometriás összefüggéseit is lehet keresni, de nem lehet minden esetben várni az egyszerű parabola egyenlet szerinti összefüggést és a szakaszosságot, ahol a méret sok növekedési irány összegeződéséből alakul ki.

Az eredmények megbeszélése

A szarvasmarhára vonatkozó első allometriás mérések BRODY és munkatársai és Schmalhausen nevéhez fűződnek (BRODY 1945, SCHMALHAUSEN 1928). A jersey és holsteini fajtákon, az amerikai Missouri és Nebraska kísérleti állomásokon végeztek nagy anyagon méréseket. Az összefüggések nagy vonalakban megfeleltek a teoretikus $y = b \cdot x^a$ egyenletnek. A szakaszokat, amennyire a rendelkezésre álló irodalomból megállapítható, fenti szerzők nem elemezték és egyeztették a különböző méretek között.

Felmerülhet az a kérdés, hogy az itt közölt, allometriás ábrázolással megállapított növekedési szakaszok mennyiben felelnek meg a módszerrel kapcsolatban említett különböző szempontoknak, amelyek még jobban alátámasztják egy természetes egyenletes növekedési periódus kijelölését.

A szarvasmarha méretek esetében megnyugtató volt a régi (WELLMANN) és az új (GUBA) adatok értelemszerű megegyezése a szakaszosság tekintetében. Ha abszolút méretekben van is különbség, a természetes növekedési periódusok azonosak voltak. Ezt a rajzokról azonnal látni. Így a szakaszok kijelölése indokolt és semmi esetre sem tekinthető véletlenszerűnek.

Az allometriás növekedési adatok megfeleltek a várható eredménynek a hibridek esetében, vagyis az intermedier helyzetnek és az esetleges kialakulható anyai utóhatásnak. A gyors növekedésű fajtával való összehasonlításban is az allometriás növekedési adatok híven kifejezik a várt eredményt.

A feldolgozás alapján egyes lépésekben feltárva láthatjuk, hogyan jut el a magyar tarka fajta a mai felnevelési eljárás mellett mind súlyban, mind méretekben a kívánt értékekig annak ellenére, hogy a felnevelés már nem olyan nagy tejadagokkal történik, mint ahogy azt GUBA tanulmányában kifejtette.

További tanulmányt igényel az egyes így kijelölhető szakaszok teljes fiziológiai jellemzése és az új növekedési szakaszba való átváltás endogén és exogén okainak kiderítése. Ez túlmegy a jelenlegi tanulmány keretein. Az mindenesetre megállapítható, hogy az eddigi adatok a súly és néhány főbb méret allometriás összefüggése alapján nem állnak ellentétben az állattenyésztési gyakorlat tapasztalataival a szarvasmarha fázisos fejlődésében (KRAV-

CSENKO hiv. WELLMANN-CZAKÓ 1956). A hímvárú magyar tarkára vonatkozó, rendelkezésre álló adatok feldolgozása most van folyamatban, a szakaszosság tekintetében ez is megerősíti az eddig észlelteket.

Az eredmények általános biológiai szempontból való értékelése

A két külön részben tárgyalt emlős állat allometriás vizsgálatban több közös vonás van.

Ahhoz az általános megállapításhoz, hogy a postembrionális növekedés szakaszosan történik, az ismert régi és újabb adatokat megismételni szükségtelen. Felmerült azonban egy újabb szempont, ami még nem eléggé kidolgozott.

A vizsgálatok során azt tapasztaltam, hogy az életszakaszok megállapítása és a különböző csoportok fázisainak egyeztetése súlyhatárok szerint pontosabb, megfelelőbb eredményekhez vezet, mint ha életkor szerint állapítanánk meg a valószínű szakaszhatárokat.

Így pl. a nyúl-adatok esetében a magyar vadas fajta házinyúl anya F_1 hibridjei csak a 120. napra érték el azt a súlyhatárt, amit az anyai fajta már a 60. napra elért. Súlyhatárok szerint megvonva a szakaszokat, az egyes pontok kísérleti és egyéb hibákból eredő eltérése kisebb az allometriás növekedési sebességet jelző egyenes irányvonalától, mint ha az életkort véve tekintetbe próbáljuk a különböző eredetű csoportok között az életszakaszokat megállapítani. Ugyanez tapasztalható a magyar tarka régi és új felnevelési eljárás szerint kidolgozott adatain és a magyar tarka anyai hibrideken. Kivételt képez a nyúlnál a gyors növekedésű vad üreginyúl, és a szarvasmarhánál a gyors növekedésű jersey fajta.

Ennek a megfigyelésnek ellenőrzésére JUVAN CZ tanácsára és CSUKÁS ANDRÁSNÉ (MTA Matematikai Intézete) szíves segítségével, megvizsgáltuk a házinyúl és a szarvasmarha adatok regressziós számításainak szórás értékeit, milyenek ha súly szerint és milyenek, ha kor szerint vonjuk meg a szakaszhatárokat. A legtöbb esetben a súly szerinti szakasz-beosztás alapján meghúzott regressziók szórása volt kisebb, ellenkező eset nem volt, legfeljebb nem eldöntött.

A súly szerinti természetes szakasz-beosztásnak egy gyakorlati és egy elméleti alátámasztása is van még a statisztikai ellenőrzésen kívül.

Ismeretes az, hogy újabban a tenyésztésbevételt vagy leválasztást az állattenyésztésben nem annyira egy konvencionális életkor szerint állapítják meg, hanem inkább egy ténylegesen elért súlyt vesznek tekintetbe (ANGHI 1952). — Amennyiben szűkös táplálás volt kezdetben pl. a szarvasmarhánál 6 hónapos korig, majd egyéves kor után szabványos táplálás, ha kivárják a szűkösen táplált kísérleti állatnál, míg a megállapított vágási súlyt eléri, a vágáskori testméretekben nincs érdemleges különbség. (WINCHESTER et al. 1957.) Ez az adat is a testsúly és méret szoros összefüggésére utal.

A gondolat tulajdonképpen az allometriás növekedés elvének törzsfejlődéstani vonatkozásaiban is megtalálható. Ki lehet mutatni ugyanis, hogy több evolúciós sorban, ahol a döntő evolúciós lépés a testtömeg megnagyobbodása volt, elkerülhetetlenül bizonyos lineáris méretekben is változás következett be (BERTALANFFY 1951).

Lehet, hogy a szakaszos fejlődéssel és növekedéssel kapcsolatos régebbi szemléletünket, mely a szakaszokat inkább az idő tényezővel hozza kapcsolatba, át kell állítanunk, és a szakaszos lineáris méretnövekedést inkább az adott pillanatban meglévő összes testtömeghez kell viszonyítanunk. Mintegy a rendelkezésre összegyűlt mennyiség váltja ki, egy más (gyorsabb, vagy lassabb) lineáris növekedési sebesség beállását.

Az örökölhetőségi (h^2) számítások és az allometriás növekedési mérések kiegészíthetik egymást. Ahol egy kontinuuosan variálható bélyeg esetén a varianci analíziskor a környezeti rész variálása nagy, és alacsony az örökölhetőségi szám, ott lehet allometriás növekedési adatokkal a postembrionális fejlődés menetét részleteiben feltárni és a megfelelő szakaszban irányító ráhatást alkalmazni.

Összefoglalás

Az eddig kidolgozott példák alapján a mennyiségi jellegek örökléselmélete szempontjából hasznosítható tételek:

1. Az allometriás növekedés elveinek alkalmazásával megállapíthatunk:
 - a) fajták közti különbségeket,
 - b) azonos fajtán belül, de időben eltolódott elváltozásokat,
 - c) fajták és hibridjeik eltéréseit,
 - d) anyai utóhatást a hibrideken,
 - e) szakaszos növekedést.
2. Az allometriás növekedés elveinek alkalmazása segítséget nyújt:
 - a) az irányított felnevelésben,
 - b) az örökölhetőségi számításokban,
 - c) kiindulásul szolgáló mennyiségi jellegek örökletességének megváltoztatására irányuló célkitűzésekben.

IRODALOM

1. ANGI, Cs.: Állattenyésztés I (2) p. 201—213. 1952.
2. ANGI, Cs.: Nyúltenyésztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 1957.
3. BERTALANFFY, L.: Theoretische Biologie. A. Francke, Bern. 1951.
4. BRODY, S.: Bioenergetics and growth. With special reference to the efficiency complex in domestic animals. Reinhold Publishing Corporation. 1945.
5. FÁBIÁN, Gy.: MTA Biol. és Agrártud. Oszt. Közl. III. (3—4) p. 533—553. 1952.
6. FÁBIÁN, Gy.: Állattani Közlemények. 44. (3—4) p. 161—169. 1954.
7. FÁBIÁN, Gy.—SZÉKY P.: Acta Biologica. 5. (1—2) p. 119—130. 1954.

8. FÁBIÁN, GY.: A kvantitatív jellegek öröklélméletéről. *Annal. Biol. Tihany.* 23. p. 3—20. 1954.
9. GUBA, S.: Az üszőborjak testsúlyának és testméreteinek alakulása. *Állattenyésztés.* 1 (4). p. 309—313. 1952.
10. JUVAN CZ, I.: A matematikai statisztika alkalmazása. *Klinikai laboratóriumi diagnosztika.* Művelt Nép Kiadó, Bpest p. 948—1009. 1955.
11. NÉMETH, Z.: Jersey \times magyar tarka és borzderes borjak fejlődésének vizsgálata (6 hónapos korig) (Diplomamunka). *Agrártud. Egyetem Állattenyésztési Kar. Gödöllő,* 1957.
12. SCHMALHAUSEN, I.: Das Wachstumsgesetz und die Methode der Bestimmung der Wachstumskonstante. *Arch. f. Entw.* 113. p. 462—519. 1928.
13. SZÉKY, P.: *Agrártud. Egyetem Állattenyésztési Karának Közleményei.* No. 9. p. 17—26. 1955.
14. WELLMANN, O.—CZAKÓ J.: A borjú felnevelése. *Mezőgazdasági Kiadó.* Bpest. 1956.
15. WINCHESTER, C. F.—HINER, R. L.—SCARBOUGH, V. C.: Some effects on cattle of protein and energy restriction. *J. Anim. Sci. Ithaca.* 16 (2) p. 426—436. 1957.