

## HOMOGENITA FENOTYPU VYKRMOVANÝCH PRASAT A METODIKA JEJÍHO STANOVENÍ

L. Novák, L. Zeman, P. Novák, P. Mareš

**Došlo: 17. prosince 2003**

### Abstract

NOVÁK, L., ZEMAN, L., NOVÁK, P., MAREŠ, P.: *Homogeneity of the phenotype in the fattening pigs and methodology of its assessments*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2004, LII, No. 2, pp. 53-64

New method for evaluation of the ideal growth performance in pigs has been proved in the experimental stable room of MZLU in ŠZP Žabčice. This method is based on the biological interpretation of the exponential growth function of Gompertz. This solution defines the dynamic of the animal's phenotype by the body mass at the begin of the fattening ( $G_0$ ), by the animal's race standard body mass ( $G_i$ ) which is equal to the value of the growth curve asymptote and by the value of the daily maximum body mass increase ( $dG_{max}$ ) given by the genotype of the animal. This phenotype definition yields the possibility to define the exponential growth curve of the animal from birth until to the body mass maturity by the equation in which ( $t$ ) represents the age of the animal:

$$G_t = G_i \cdot \exp(-\ln(G_i/G_0) \cdot \exp(-e \cdot dG_{max}/G_i) \cdot t) \quad [\text{kg}] \quad (1)$$

The value of the real daily body mass increase is than estimated by the best approximation of the experimental body mass values by the growth curve defined in the equation (1). The distribution of animals in three groups, according to the calculated daily maximum body mass increase: the thin growing animals, by default growing animals and the most growing animals, demonstrated the dynamic of the relation between the value of the daily maximum body mass increase ( $dG_{max}$ ) and the body mass of the animals ( $G_t$ ). In animals aged 37 days the clear correlation between the daily maximum body mass increase and the body mass reached:

$$Y = 21,486x - 14,826 \quad (R^2 = 0,69); \text{ and } Y = 28,609x^2 - 45,21x + 23,868 \quad (R^2 = 0,70).$$

In animals of the age 150 days the correlation is a little bit looser:

$$Y = 54,316x + 39,146 \quad (R^2 = 0,31); \text{ and } Y = 8,203x^2 + 35,192x + 50,241 \quad (R^2 = 0,31).$$

The presented original methodology for evaluation of the animal's individuality by means of the biological version of Gompertz exponential growth functions has been proved as a tool for direct evaluation of expression of the genotype body mass into its phenotype values, already during the experiment or the fattening process.

phenotype of the pig, maximum body mass increase, bio-version of the growth curve

Fenotyp každého organismu je projevem exprese jeho genotypu v podmínkách chovu nebo výkrmu. Mezi hmatatelné a z hlediska výkrmu užitečné, objektivně kontrolovatelné znaky fenotypu patří hmotnost zvířat a rychlost, s níž dosahují požadovanou užitkovou hmotnost.

Běžné statistické hodnocení růstu směřuje ke stanovení průměrné hmotnosti skupiny ( $G_0$ ), variabilita

hmotnosti jednotlivých zvířat je vyjádřena hodnotou směrodatné odchylky ( $\pm SD$ ) a s touto hodnotou souvisejícím koeficientem variace ( $C_v \%$ ). Jsou to údaje cenné a zajímavé, avšak neumožňují analýzu exprese genotypu jednotlivých zvířat, vyjadřované hodnotami jejich fenotypu, poněvadž aritmetický průměr ani směrodatná odchylka nereprezentují průběh individuálních růstových křivek.

K dalším metodickým nástrojům hodnocení růstu chovaných nebo vykrmovaných zvířat patří charakteristika růstu hmotnosti výpočtem polynomů různého stupně pro křivky proložené množinou naměřených hmotností jednotlivých zvířat, nebo hodnotami průměrů hmotnosti hodnocených skupin. Žádný polynom však nepokrývá průběh celé růstové křivky, nýbrž pouze její část, rovnici polynomu nelze extrapolovat daleko za obor hodnot, ze kterých byla rovnice vypočtena.

Metodiky s vysokým stupněm náročnosti matematického vyjádření průběhu hmotnostního růstu představují růstové funkce. Pro popis růstu hmotnosti moderních druhů vyšlechtěných hospodářských zvířat, čistých linií nebo jejich hybridů je v současnosti za nejvhodnější pokládána exponenciální růstová funkce, nazývaná Gompertzova. Výhodou exponenciální růstové funkce v porovnání s funkcemi polynomů různého stupně je, že exponenciální funkce daná třemi konstantami pokrývá průběh růstu zvířete od narození až do dosažení asymptoty, hodnoty ekvivalentní plemennému standardu hmotnosti hodnoceného jedince, nebo skupiny. Tyto tři konstanty lze stanovit z naměřených hmotností pokrývajících věkové rozmezí růstu zvířat, pro něž chceme stanovit růstovou křivku i polohu jejího inflexního bodu. V oblasti inflexního bodu růstová křivka přechází z autoakcelerační fáze růstu do fáze autoretar-dační a z hlediska genotypu je přitom dosahováno i nejvyšších maximálně možných hodnot denních přírůstků hmotnosti. Ovšem výpočet matematických konstant, asymptoty (A), ekvivalentní plemenné hodnotě hmotnosti, parametru měřítka (C) - integrační konstanty, a hodnoty specifického růstu (B) - matematické konstanty určující strmost růstové křivky v inflexním bodě, je sice snadno uskutečnitelný použitím komerčního balíku statistických programů SAS®/STAT, ten je však drahý, a tudíž širší chovatelské i badatelské veřejnosti téměř nedostupný.

V tomto sdělení chceme informovat o novém metodickém přístupu použití bio-verze exponenciální růstové funkce při hodnocení vývoje hmotnosti vykrmovaných prasat. Metoda je založena na biologické interpretaci konstanty specifického růstu (Novák, 2003a, 2003b) a dovoluje charakterizovat růst každého jedince na základě jeho fenotypu

určeného třemi hodnotami. Hmotností při zahájení výkrmu ( $G_0$ ), hmotností plemenného standardu (Gli) a genotypem podmíněného maximálního přírůstku ( $dG_{max}$ ).

## MATERIÁL A METODY

Pokus byl proveden na hybridních prasatech chovaných v pokusné stáji na Školním zemědělském podniku v Žabčicích. Zvířata byla krmena jedinou směsí (TESTA – složení viz tab. V.) podávanou semi ad libitum ve formě granulované (velikost granulí 6 mm). Přístup k pitné vodě měla zvířata zajištěn z automatických napáječek. Krmná směs obsahovala 88,2 % sušiny. Obsah metabolizovatelné energie (MEp) v podávané krmné směsi byl 13,02 MJ/kg. Průměrná denní spotřeba krmiva byla vyhodnocována pro celou skupinu podle protokolových záznamů. Zvířata byla pravidelně vážena 1x za 14 dní a jejich individuální hmotnosti protokolovány. V hale byla měřena teplota vzduchu automatickým registračním zařízením typu „Černá skříňka“ (L3120, fy COMET, CZ), a to v půlhodinových intervalech nepřetržitě během dne i noci.

Pro hodnocení charakteristiky fenotypu jednotlivých zvířat byla použita metoda biologické interpretace exponenciální růstové funkce (Novák, 2003a, 2003b). Principem tohoto metodického řešení je transformace matematického pojmu „koeficient specifického růstu (B)“ exponenciální růstové funkce, v souladu s matematickými pravidly na geneticky podmíněný kvantitativní znak maximálního možného přírůstku hmotnosti ( $dG_{max}$ ) vázaný na oblast inflexního bodu růstové křivky. V biologické interpretaci je bio-verze exponenciální růstové funkce charakterizována třemi přímo měřitelnými hodnotami, používanými v běžné chovatelské praxi, které současně charakterizují fenotyp daného jedince. Jsou to:

1. hmotnost na počátku řešené růstové křivky ( $G_0$ ),
2. genetická limitní hodnota hmotnosti, ekvivalentní hodnotě hmotnosti plemenného standardu (Gli) a
3. hodnota maximálního přírůstku ( $dG_{max}$ ) v inflexním bodu růstové křivky.

Přehled vzorců pro výpočet koeficientů bio-verze exponenciální růstové funkce z uvedených tří hodnot je v Tab. I.

I: Vzorce pro výpočet parametrů bio-verze exponenciální růstové křivky pro genotyp charakterizovaný fenotypovými hodnotami: výchozí hmotnosti ( $G_0$ ), genetickou limitní hmotností (Gli) a hodnotou maximálního přírůstku hmotnosti ( $dG_{max}$ ) v inflexním bodě růstové exponenciální (Gompertzovy) křivky ( $e=2,71828$ )

Exponenciální růstová funkce	$G_t = Gli \cdot \exp(-C \cdot \exp(-B \cdot t))$	[kg]
Hmotnost v inflexním bodě křivky	$G^* = Gli/e$	[kg]
Čas dosažení inflexního bodu	$t^* = \ln(C)/B$	[dny]
Koeficient specifického růstu	$B = e \cdot dG_{max}/Gli$	[den <sup>-1</sup> ]
Integrační konstanta (parametr měřítka)	$C = \ln(Gli/G_0)$	[ - ]

Vlastní výpočet provádíme v tabulkovém procesoru uspořádaném podle schématu.

tak i pro průměrné hodnoty větších skupin zvířat, jak se vyskytují ve výkrmových turnusech běžných

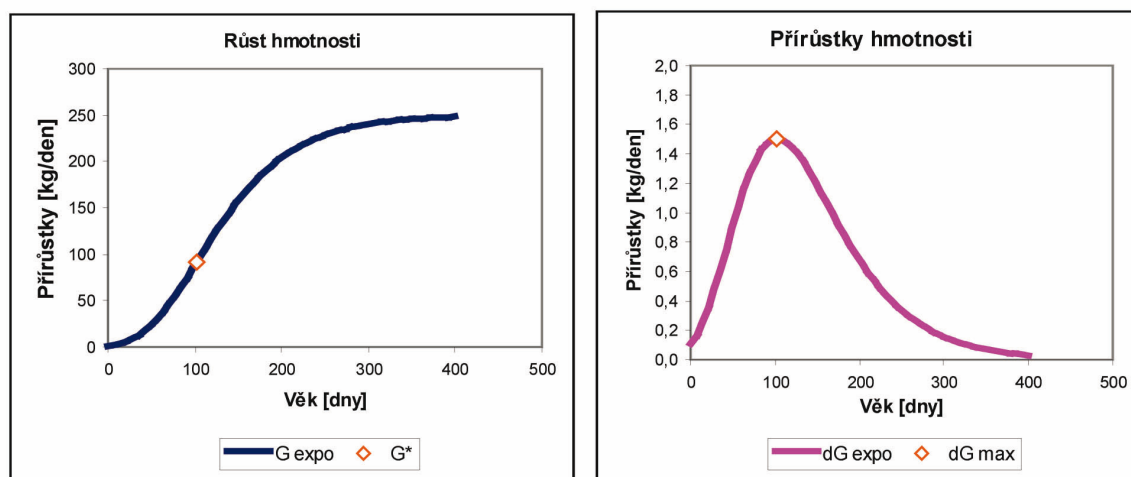
VSTUPY					Výpočet charakteristických hodnot růstové funkce				
Zvíře	G <sub>0</sub>	G <sub>li</sub>	dG <sub>max</sub>	%ΔΦ	t*, dny	G*, kg	a	B	C
č.10	1,23	250	1,125	9,32	136,6	92,3	0,06754	0,01223	5,314

Řešení

Exponenciální funkce kontrolního grafu		Výpočet hmotnosti exponenciální funkce a hodnocení shody výpočtu s hmotnostmi naměřenými v pokusu				Hmotnosti dosažené v pokusu
Věk	G měř.	Věk	G expo	dG expo	%ΔΦ	Zvíře č.
dny	kg	dny	kg	kg/den		kg

Informativní ukázka vypočtené křivky růstu hmotnosti a jí odpovídající rychlosti růstu, denní přírůstky hmotnosti, vypočtené popsáním metodickým přístupem pro růst virtuálního prasete s fenotypovou charakteristikou  $G_0 = 1,2$  kg,  $G_{li} = 250$  kg,  $dG_{max} = 1,5$  kg/den je uvedena na Obr. 1.

v chovatelské praxi. Do grafu růstové funkce pak vyneseme experimentální body naměřených živých hmotností a postupnými změnami hodnoty maximálního přírůstku ( $dG_{max}$ ) hledáme nejlepší shodu mezi průběhem vypočtené růstové křivky a množinou experimentálních hodnot. Kvantitativní hodnocení



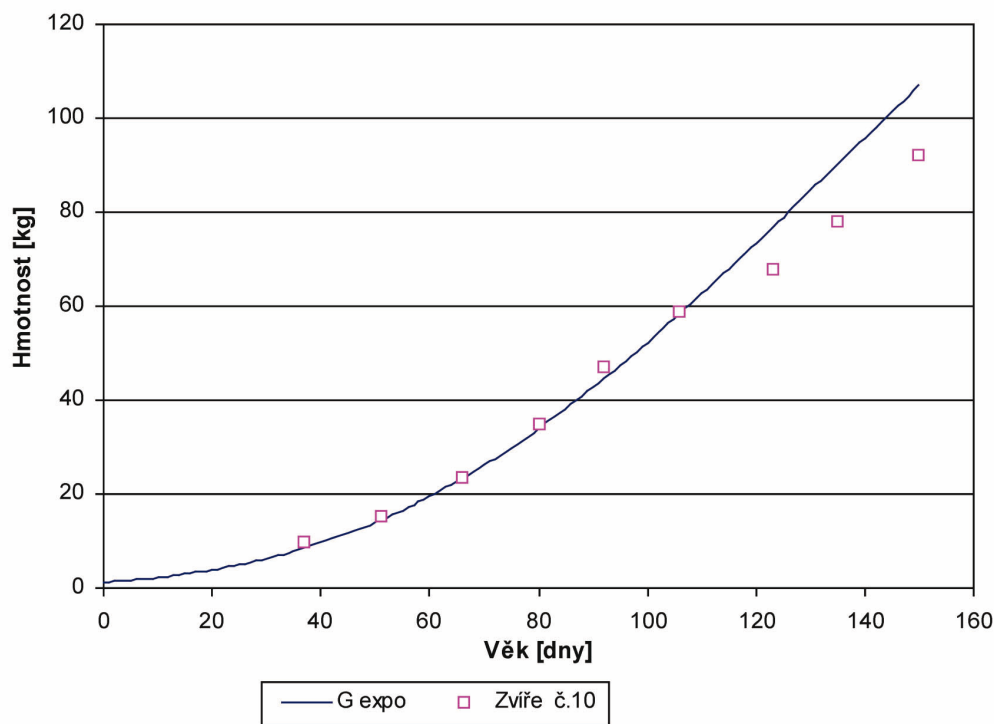
1: Růst a rychlost růstu virtuálního prasete s fenotypovou charakteristikou  $G_0 = 1,2$  kg,  $G_{li} = 250$  kg,  $dG_{max} = 1,5$  kg/den a vyznačením polohy inflexního bodu ( $G^*$  a  $dG_{max}$ )

Při hodnocení fenotypu měřeného jedince z množiny naměřených hodnot vývoje jeho živé hmotnosti jsme postupovali analogicky jako při hodnocení růstu brojlerových kuřat (Novák et al., 2001). Postup spočívá v tom, že podle výše uvedeného schématu vypočteme podle vzorců v Tab. I. koeficient specifického růstu (B) a integrační konstantu (C). Z nich po dosažení do vzorce pro exponenciální růstovou funkci se vypočte a graficky znázorní průběh růstu živé hmotnosti odpovídající výchozí trojici hodnot zvoleného startovacího fenotypu. Tyto výpočty můžeme provádět pro jedince čisté linie nebo křížence stejně

těsnosti vazby vypočtené křivky s naměřenými hmotnostmi provádíme metodou nejmenších čtverců a výsledek kontrolujeme dosažením nejmenší hodnoty směrodatné odchylky relativních podílů vypočtených a naměřených hodnot hmotností (Novák et al., 2001). Výsledek optické kontroly takového postupu řešení je uveden na Obr. 2.

## VÝSLEDKY

Během pokusu nedošlo u zvířat k vážným zdravotním potížím. Celkový přehled naměřených hodnot živé hmotnosti jednotlivých zvířat je uveden



2: *Vyvažování experimentálních a vypočtených hmotností na minimum relativních podílů mezi teoretickými a naměřenými hodnotami*

v Tab. II. Jak patrně, průměry živé hmotnosti v jednotlivých věkových etapách monotónně rostou a rozptyl individuálních hodnot vyjádřený směrodatnými odchylkami od průměru je největší v prvních fázích výkrmu. V tab. III. jsou uvedeny hodnoty individuálních fenotypů, spolu s časovými údaji polohy ( $t^*$ ) a hmotnosti ( $G^*$ ) individuálních inflexních bodů a koeficienty ( $a$ ,  $B$ ,  $C$ ) individuálních exponenciálních růstových funkcí. Stupně dosažení minimálního rozptylu experimentálních hodnot od hodnot vypočtených exponenciální funkcí vyjadřují hodnoty směrodatných odchylek rozptylu ( $\pm SD\% \Delta \Phi$ ). Rozložení naměřených hmotností zvířete č. 10 v okolí proložené exponenciální funkce je pro ilustraci uvedeno na Obr. 2.

Podle hodnot maximálních přírůstků ( $dG_{max}$ ) vypočtených z průběhu růstu hmotnosti daného jedince v inflexním bodě individuálních růstových křivek je tabulka rozdělena do tří skupin. První skupina, slabě rostoucí, s hodnotami  $dG_{max}$  v rozmezích:  $1,000 < dG_{max} < 1,099$ ; druhá skupina, standardně rostoucí, s hodnotami  $dG_{max}$  v rozmezí  $1,100 < dG_{max} < 1,199$ ; a třetí skupina, maximálně rostoucí, v rozmezí  $1,2 < dG_{max} < 1,299$ . Z tohoto

rozdělení je patrné, že nejčetnější je skupina standardně rostoucích vepřů s hodnotou v intervalu  $1,100 < dG_{max} < 1,199$ . Pro ilustraci jsou na Obr. 3. uvedeny průběhy průměrných růstových křivek všech tří skupin s vyznačením minimálních a maximálních hodnot růstu hmotnosti jednotlivých zvířat ze skupiny slabě rostoucích a maximálně rostoucích.

Je pozoruhodné, že rozřazení souboru hodnocených zvířat do těchto skupin zřetelně ukazuje, jak jsou hodnoty maximálních přírůstků v průběhu výkrmu stálé. Žádné zvíře nepřechází v průběhu výkrmu ze skupiny první do skupiny druhé, nebo ze skupiny třetí do skupiny druhé. Skupiny vytříděné podle dosažených hodnot maximálního přírůstku ( $dG_{max}$ ) se vyznačují i výrazným rozdílem v korelaci maximálního přírůstku s hmotností zvířat při zařazení do pokusu a korelaci s hmotností dosaženou ve stejně dlouhém intervalu výkrmu. Jak ukazují hodnoty a výpočty na Obr. 4., je ve věku 37 dnů závislost mezi maximálním přírůstkem hmotnosti a hmotností zvířat výrazná. Lineární i polynomičká korelace dávají hodnotu  $R^2 = 0,69$  a  $0,70$ . Ve věku 150 dnů, kdy výkrmový pokus končil, se korelace mezi maximálním přírůstkem hmotnosti a hmotností zvířete snížila na hodnotu

$R^2 = 0,31$ . Rozdíly mezi průměrnými hodnotami maximálních přírůstků skupiny zvířat slabě rostoucích a zvířat maximálně rostoucích, uvedenými v Tab. IV., jsou statisticky významné ( $P < 0,01$ ).

II: Přehled růstu experimentálních hmotností náhodně vybrané skupiny vepřků (ve), pokus Žabčice 2003

Číslo	Datum: Věk:	29.1 37	12.2 51	27.2 66	13.3 80	25.3 92	8.4 106	25.4 123	7.5 135	22.5 150
2	ve	12,3	17,4	26,7	38	52	68	89	103	119
3	ve	10,5	18,1	26,7	42	54	64	79	94	104
4	ve	12,0	20,9	31,0	44	54	66	85	99	111
5	ve	10,5	17,6	24,5	35	42	52	64	76	90
7	ve	10,3	17,1	25,0	35	44	52	68	79	91
10	ve	9,7	15,4	23,4	35	47	59	68	78	92
11	ve	10,5	20,0	31,3	44	57	68	82	99	115
13	ve	11,0	19,0	27,9	37	45	58	75	87	98
14	ve	11,4	18,4	25,7	35	40	53	68	83	100
19	ve	8,5	14,0	22,6	33	45	59	72	85	99
20	ve	7,2	10,6	18,0	28	35	46	63	75	90
30	ve	7,8	13,2	20,8	31	41	57	77	90	107
34	ve	8,7	16,1	26,8	32	44	58	75	86	101
37	ve	9,7	15,5	23,4	23	35	49	62	74	91
38	ve	7,7	12,9	20,0	29	40	57	74	83	102
41	ve	8,6	13,4	20,8	28	38	52	68	83	99
48	ve	7,9	13,9	21,7	31	44	60	79	92	109
49	ve	7,2	11,1	19,1	28	38	52	69	83	101
50	ve	8,2	15,2	24,3	34	48	59	76	88	100
57	ve	9,0	14,1	22,8	32	44	57	73	87	102
58	ve	10,5	16,4	23,6	33	46	61	80	93	107
60	ve	6,1	11,6	19,7	29	41	57	75	88	102
64	ve	13,9	21,1	31,6	41	56	52	74	87	100
65	ve	10,6	17,1	25,0	35	44	52	63	76	90
67	ve	10,5	15,2	22,5	32	43	57	76	90	108
70	ve	13,7	20,9	28,3	38	51	64	77	90	104
73	ve	12,2	20,2	30,6	40	51	60	74	86	101
74	ve	14,0	21,4	31,6	42	54	67	83	95	110
76	ve	9,6	16,7	25,0	38	53	66	81	99	113
79	ve	8,7	14,1	22,5	31	42	53	70	83	97
<b>Průměr</b>	ve	<b>9,88</b>	<b>16,28</b>	<b>24,73</b>	<b>34,4</b>	<b>45,4</b>	<b>57,6</b>	<b>73,7</b>	<b>86,8</b>	<b>101,5</b>
±SD		2,04	3,08	3,88	5,22	6,17	5,86	6,77	7,60	7,69
Cv%		20,7	19,0	15,7	15,2	13,6	10,2	9,2	8,8	7,6



III: Vypočtené individuální hodnoty fenotypu náhodně vybraných vepřů ( $G_0$ ,  $G_{li}$ ,  $dG_{max}$ ) a koeficientů exponenciální růstové funkce ( $a$ ,  $B$ ,  $C$ ), spolu s hodnotami minimálního rozptylu experimentálních hodnot okolo vypočtené exponenciální růstové křivky a hodnotami inflexního bodu ( $t^*$ ,  $G^*$ )

FENOTYP 1 = slabě rostoucí							Koeficienty		
Zvíře No	$G_0$	$G_{li}$	$dG_{max}$	$\pm SD\% \Delta \Phi$	$t^*$	$G^*$	$a$	$B$	$C$
20	1,23	250	1	4,06	153,6	92	0,06004	0,01087	5,314
49	1,23	250	1,04	5,99	147,7	92	0,06244	0,01131	5,314
41	1,23	250	1,06	4,68	144,9	92	0,06364	0,01153	5,314
37	1,23	250	1,06	15,2	144,9	92	0,06364	0,01153	5,314
38	1,23	250	1,07	4,43	143,6	92	0,06424	0,01163	5,314
Průměr		1,046	6,872	146,959	92	0,06280	0,01137	5,314	
$\pm SD$		0,028	4,713	4,022		0,001676	0,000305		
Cv %		2,7	68,6	2,7		2,7	2,7		

FENOTYP 2 = standardně rostoucí									
Zvíře No	$G_0$	$G_{li}$	$dG_{max}$	$\pm SD\% \Delta \Phi$	$t^*$	$G^*$	$a$	$B$	$C$
79	1,23	250	1,1	4,34	139,7	92	0,06604	0,01196	5,314
30	1,23	250	1,105	4,94	139	92	0,06634	0,01201	5,314
57	1,23	250	1,11	3,01	138,4	92	0,06664	0,01207	5,314
19	1,23	250	1,11	3,18	138,4	92	0,06664	0,01207	5,314
48	1,23	250	1,11	4,57	138,4	92	0,06664	0,01207	5,314
60	1,23	250	1,12	13,52	137,2	92	0,06724	0,01218	5,314
10	1,23	250	1,125	9,32	136,6	92	0,06754	0,01223	5,314
50	1,23	250	1,13	4,22	136	92	0,06784	0,01229	5,314
34	1,23	250	1,13	6,86	136	92	0,06784	0,01229	5,314
67	1,23	250	1,13	8,31	136	92	0,06784	0,01229	5,314
65	1,23	250	1,13	14,62	136	92	0,06784	0,01229	5,314
5	1,23	250	1,13	14,79	136	92	0,06784	0,01229	5,314
14	1,23	250	1,14	15,8	134,8	92	0,06844	0,0124	5,314
58	1,23	250	1,16	7,41	132,4	92	0,06964	0,01261	5,314
Průměr		1,124	8,206	136,758		0,06745	0,01222	5,314	
$\pm SD$		0,016	4,651	1,918		0,000952	0,000173		
Cv %		1,4	56,7	1,4		1,4	1,4		

FENOTYP 3 = maximálně rostoucí									
Zvíře No	$G_0$	$G_{li}$	$dG_{max}$	$\pm SD\% \Delta \Phi$	$t^*$	$G^*$	$a$	$B$	$C$
76	1,23	250	1,19	3,66	129,1	92	0,07144	0,01294	5,314
13	1,23	250	1,19	12,78	129,1	92	0,07144	0,01294	5,314
3	1,23	250	1,24	8,89	123,9	92	0,07444	0,01348	5,314
73	1,23	250	1,24	15,46	123,9	92	0,07444	0,01348	5,314
2	1,23	250	1,25	8,93	122,9	92	0,07504	0,01359	5,314
4	1,23	250	1,259	10,87	122	92	0,07558	0,01369	5,314
11	1,23	250	1,27	8,06	121	92	0,07625	0,01381	5,314
70	1,23	250	1,27	17,32	121	92	0,07625	0,01381	5,314
64	1,23	250	1,275	20,49	120,5	92	0,07655	0,01386	5,314
74	1,23	250	1,31	15,63	117,3	92	0,07865	0,01424	5,314
Průměr		1,249	12,21	123,062		0,07501	0,01358	5,314	
$\pm SD$		0,037	5,067	3,716		0,00224	0,000404		
Cv %						3,0	3,0		

Zvířata vyřazená z hodnocení

7 kyla	1,23	250	1,12	4,9	137,2	92	0,06724	0,01218	5,314
--------	------	-----	------	-----	-------	----	---------	---------	-------

## DISKUSE

Stanovení hodnoty maximálního přírůstku hmotnosti vyžaduje analýzu dat s použitím exponenciální růstové funkce. Patrně proto se taková analýza v naší literatuře vyskytuje zřídka, převážně v pracích, jejichž autoři mají přístup ke statistickému balíku SAS®/STAT, (Kratochvilová et al., 2002). Avšak ani potom autoři nevěnují pozornost maximálnímu přírůstku jednotlivých zvířat, ale zaměřují se na korelace s průměrnými celoživotními přírůstky nebo průměrnými přírůstky mezi dohodnutými věkovými intervaly růstu hmotnosti hodnocených zvířat. Výpočet přírůstku hmotnosti zvířat v inflexním bodě růstové křivky je prováděn při stanovování shody růstové křivky a experimentálních dat použitím metody nejmenších čtverců. Tato hodnocení jsou například prováděna pro exponenciální (Gompertzovu) růstovou funkci (Jakubec et al., 2003), nebo čtyřparametrovou růstovou funkci Richardsovu (Mikšík et al., 1988, Majzlík et al., 1999, Hrouz et al., 2000). Podstatný rozdíl mezi obecně přijatou faktorovou analýzou uskutečňovanou na základě průměrných přírůstků a použitím maximálního přírůstku v inflexním bodě růstové křivky je ve vztahu těchto hodnot k průběhu růstové křivky. Průměrný přírůstek má přímkový charakter s rozdílnou strmostí, avšak energetické potřeby organismu pro růst jsou uskutečňovány v souladu s parabolickým tvarem rychlosti růstu vyjádřeným rozdíly v hod-

notách denních přírůstků hmotnosti (dG). Vrchol paraboly denních přírůstků se nachází v oblasti inflexního bodu růstové křivky a po jeho překročení mají hodnoty denních přírůstků klesající tendenci, jak patrně na Obr. 1. Potřebné metabolické výkony jsou určovány velikostí denních přírůstků hmotnosti a organismus je musí uskutečnit, pokud má dosáhnout v požadovaném čase asymptoty, ekvivalentu plemenného standardu hmotnosti. Poměrně těsná korelace mezi vypočtenými hodnotami maximálních denních přírůstků (dGmax) a hmotností prasat při zahájení výkrmu (Obr. 4.), přetrvává až do ukončení výkrmu. Přitom je tato vazba, jak patrně na Obr. 3., kompatibilní s průběhem vypočtených růstových křivek. Pozorované snížení korelace při ukončení výkrmu naznačuje pravděpodobný vliv výživy i vliv prostředí vyjádřený v položkách chovatelské péče (P. Novák., 2000, 2003, L. Novák, 2003). Rozdíly maximálních denních přírůstků (dGmax) mezi skupinami fenotypu slabě rostoucích a maximálně rostoucích vepřůků uvedené v Tab. III. jsou statisticky významné. Sice v zahraniční literatuře není hodnota maximálního přírůstku hmotnosti používána jako identifikační kvantitativní parametr fenotypu, avšak podle našeho názoru metodický přístup popsany v tomto příspěvku otevírá nové možnosti při hledání odpovědi na problém přesného krmení hospodářských zvířat.

IV: Přehled statistických ukazatelů hodnot dGmax,  $\pm SD\% \Delta \Phi$ , v čase  $t^*$ , a koeficientů růstové funkce (a, B, C)

Interval: 1,000 < dGmax < 1,099 "slabě rostoucí"						
	dGmax	$\pm SD\% \Delta \Phi$	$t^*$	a	B	C
Průměr	1,046	6,872	147	0,06280	0,01137	5,314
$\pm SD$	0,028	4,713	4,02	0,00168	0,0003	
Cv %	2,7	68,6	2,7	2,7	2,7	

Interval: 1,100 < dGmax < 1,199 "standardně rostoucí"						
	dGmax	$\pm SD\% \Delta \Phi$	$t^*$	a	B	C
Průměr	1,124	8,206	136,8	0,06745	0,01222	5,314
$\pm SD$	0,016	4,651	1,92	0,000952	0,000173	
Cv %	1,4	56,7	1,4	1,4	1,4	

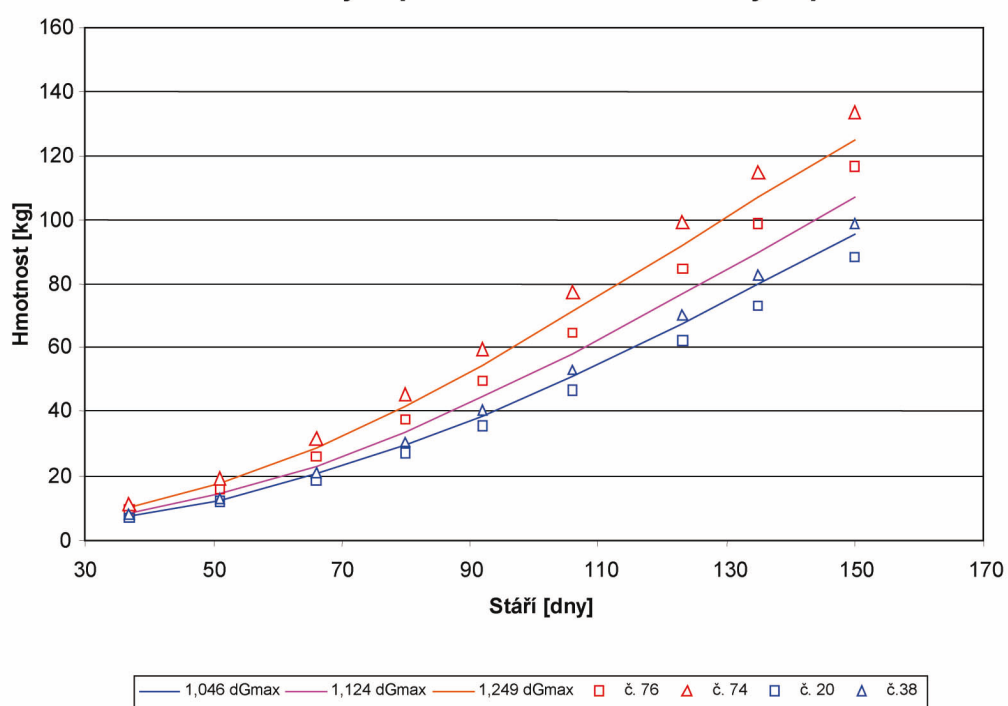
Interval: 1,200 < dGmax < 1,299 "maximálně rostoucí"						
	dGmax	$\pm SD\% \Delta \Phi$	$t^*$	a	B	C
Průměr	1,249	12,21	123,1	0,07501	0,01358	5,314
$\pm SD$	0,037	5,067	3,72	0,00224	0,00041	
Cv %	3,0	41,5	3,0	3,0	3,0	

## V: Složení směsi a obsah živin v 1 kg (88,2 % sušiny)

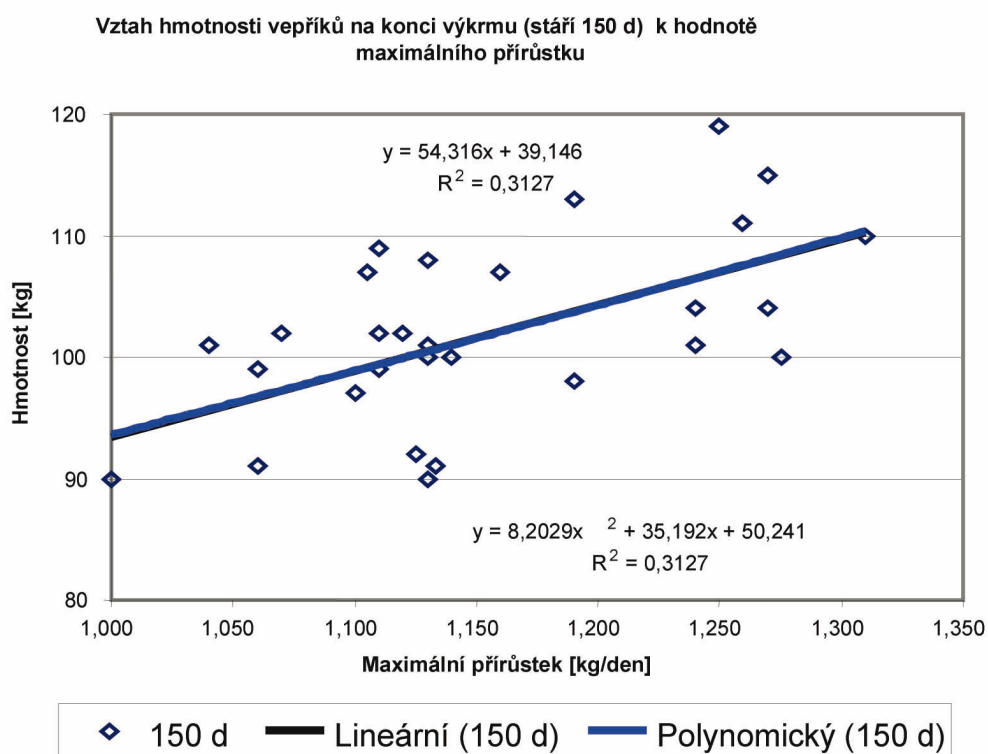
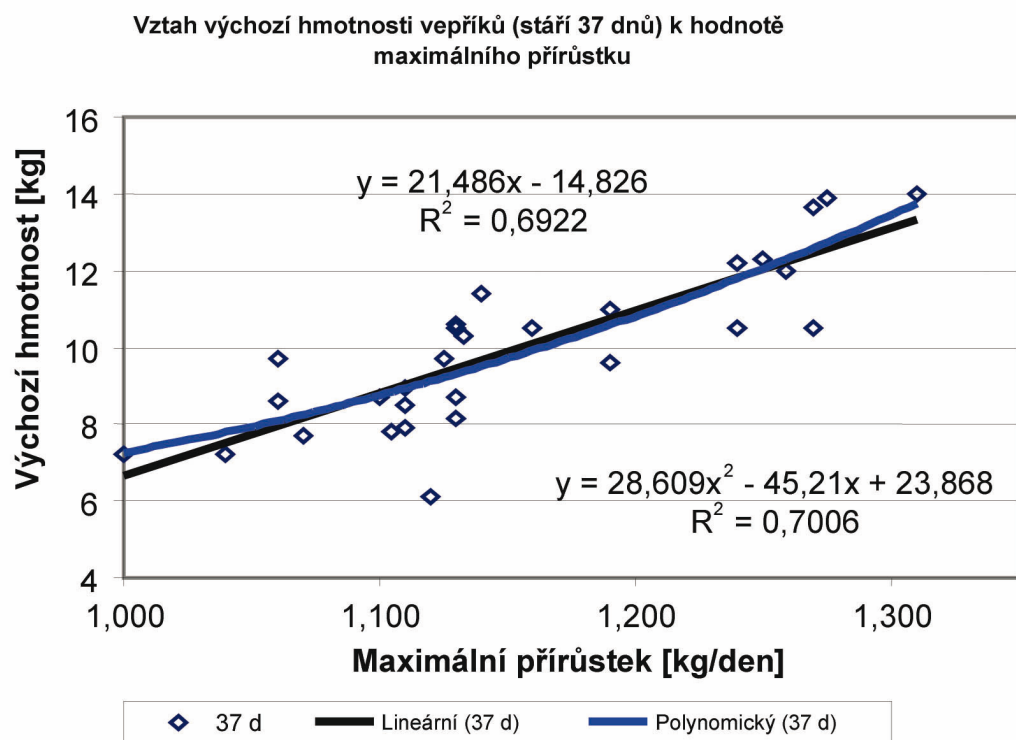
	Měrná jednotka	Obsah v %
Pšenice		36,00
Ječmen		35,00
Sojový ex.šrot		24,50
Premix TESTA M		4,50
Celkem		100
ME p	MJ / kg	13,02
N-látky	g / kg	187
Lysin	g / kg	11,1
Met	g / kg	3,3
Met + Cys	g / kg	6,7
Thr	g / kg	7,5
Ca	g / kg	10,8
P	g / kg	8,3
Na	g / kg	1,8
Mg	g / kg	0,7
NaCl	%	0,4
Cu	mg / kg	25
Mn	mg / kg	90
Zn	mg / kg	110
I	mg / kg	0,4
Co	mg / kg	0,5
Se	mg / kg	0,3
Vitamin A	tis.m.j.	12,5
Vitamin D	tis.m.j.	2,7
Vitamin E	mg / kg	50
Vitamin K	mg / kg	2,5
Vitamin B <sub>1</sub>	mg / kg	4
Vitamin B <sub>2</sub>	mg / kg	5
Vitamin B <sub>6</sub>	mg / kg	3
Vitamin B <sub>12</sub>	mg / kg	0,045
Biotin	mg / kg	0,2
Niacin	mg / kg	20
Kyselina listová	mg / kg	0,4
Kyselina pantotenová	mg / kg	25
Cholín	mg / kg	1100



### Exponenciální růstové křivky vepřků Žabčice 2003 tříděných podle dG max



3: Růst vepřků ve skupinách vyříděných podle maximálních denních přírůstků, spolu s extrémními hodnotami hmotnosti zvířat z první a třetí skupiny. „Slabý růst“ *modrá barva.* „Standardní růst“ *ružová barva.* „Silný růst“ *červená barva.*



4: Korelace mezi hodnotou maximálního přírůstku s hmotností vepřků ve věku 37 a 150 dnů

## SOUHRN

Na experimentálních datech růstu prasat v pokusné stáji MZLU v Brně na ŠZP v Žabčicích byl ověřen nový metodický postup sledování a hodnocení ideálního růstu prasat na základě hmotnostní charakteristiky růstu jednotlivých zvířat. Použitá metoda je založena na biologické interpretaci exponenciální (Gompertzovy) růstové funkce. Novým prvkem tohoto řešení je dynamika fenotypu hodnoceného zvířete vyjádřená z jeho hmotnosti na začátku výkrmu ( $G_0$ ), hodnoty hmotnosti plemenného standardu odpovídající asymptotě exponenciální růstové funkce ( $G_{li}$ ) a hodnoty maximálního denního přírůstku hmotnosti ( $dG_{max}$ ) dané genotypem zvířete. Takto definovaný fenotyp umožňuje konstrukci růstové křivky jedince od narození až do dosažení jeho hmotnostní zralosti rovnicí:

$$G_t = G_{li} \cdot \exp(-\ln(G_{li}/G_0) \cdot \exp(-(e \cdot dG_{max}/G_{li}) \cdot t)) \quad [\text{kg}]; \quad t = \text{stáří zvířete ve dnech}.$$

Proložení růstové křivky množinou naměřených hmotností získáme hodnotu maximálního denního přírůstku skutečně dosahovaného v daných podmínkách chovu. Rozdělení experimentálních zvířat podle vypočtených maximálních denních přírůstků do tří skupin na zvířata slabě rostoucí, zvířata standardně rostoucí a zvířata maximálně rostoucí ukázalo dynamiku vztahu mezi maximálním denním přírůstkem a hmotností zvířat. U zvířat starších 37 dnů existuje výrazná lineární i polynomičká korelace vztahu maximálního denního přírůstku a jejich hmotnosti ( $x = dG_{max}$ ,  $Y = G_t$ ):

$$Y = 21,486x - 14,826 \quad (R^2 = 0,69); \quad a \quad Y = 28,609x^2 - 45,21x + 23,868 \quad (R^2 = 0,70).$$

Ve stáří 150 dnů má vztah maximálního přírůstku a dosažené hmotnosti volnější vazbu:

$$Y = 54,316x + 39,146 \quad (R^2 = 0,31); \quad a \quad Y = 8,203x^2 + 35,192x + 50,241 \quad (R^2 = 0,31).$$

Použitá původní metodika vyjádření individuality zvířete biologickou verzí exponenciální (Gompertzovy) růstové funkce umožňuje hodnotit přímo v průběhu pokusu expresi hmotnostních znaků genotypu zvířete na jejich fenotypový projev.

fenotyp prasat, maximální denní přírůstek, bio-verze růstové funkce

Tato práce byla realizována s podporou výzkumných záměrů FVHE VFU Brno č. J16/98:162700004 a AF MZLU v Brně MSMT 43210001.

## LITERATURA

- HROUZ, J., GOTTHARDOVÁ, J.: Analýza růstu a její uplatnění při selekci skotu masného užitkového typu. *Czech J. Anim. Sci.*, 2000, 45, 241-248.
- JAKUBEC, V., SCHLOTE, W., RIHA, J., MAJZLÍK, I.: Comparison of growth trails of eight beef cattle breeds in the Czech Republic. *Archiv für Tierzucht – Archives of Animal Breeding*, 2003, 46: 143-153.
- KNÍŽE, B., HYÁNEK, J.: Charakteristika analýzy růstu hospodářských a laboratorních druhů zvířat. *Biologické listy*, 1981, 46, 193-201.
- KRATOCHVÍLOVÁ, M., HYÁNKOVÁ, L., KNÍŽETOVÁ, H., FIEDLER, J., URBAN, F.: Growth curve analysis in cattle from early maturity and mature body size viewpoints. *Czech J. Anim. Sci.*, 2002, 47: 125-132.
- MAJZLÍK, I., HATINA, J., FIKER, J.: Studie růstu býčků strakatých plemen pomocí Richardsovy funkce. *Sborník Vysoké školy zemědělské v Praze – Fakulta agronomická Řada B*, 1990, 52, 67-72.
- MIKŠÍK, J., PULKRÁBEK, J., TUČEK, M., HYÁNEK, J., 1988: Predikce hmotnosti jalovic na základě Gompertzovy funkce. *Živočišná výroba* 33, 1990, 105-112.
- NOVÁK, L.: Biologický model růstu, možnosti jeho použití pro modelování a hodnocení živočišné produkce. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat* 2003, VFU, Brno 8. prosince 2003, 2003a, s. 63-72. ISBN 80-7305-480-9.
- NOVÁK, L.: The growth of farm animals simulated by the biologic model of growth. *Tagungsband 2. BOKU Symposium Tierernährung*, 02. Oktober 2003 Wien, 2003b, s. 84-89.
- NOVÁK, L., ZEMAN, L., KOŠAŘ, K., NOVÁK, P.: The simulation of body mass growth and the feed conversion ratio in chickens ROSS 208 by the deterministic model. *Proceedings 13<sup>th</sup> Eur. Symp. Poult. Nutr.*, Oct 2001 (Blankenberge, Belgium), 2001, p. 285-288.
- NOVÁK, P., NOVÁK, L., SCHAUBERGER, G.: Bioclimate-Feeding-Management-Welfare Important Factors in Farm Animal Production Proc. Xth International Congress on Animal Hygiene, Maastricht 2-6 July 2000, 2000, pp.808 – 813.
- NOVÁK, P., PASEKA, A., NOVÁK, L., ŠLÉGEROVÁ, S., VOKŘÁLOVÁ, J., OPATRIL, M., ZEMAN, L.: Požadavky na podmínky stájového prostředí při ustájení prasat. *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat* 2003, VFU, Brno 8. prosince 2003, 2003, s. 77-82. ISBN 80-7305-480-9.
- SAS®/STAT: Release 6.12 Edition, Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, NC, 1998.

Adresa

Prof. MUDr. Ludvík Novák, DrSc., Srbská 15a, 612 00 Brno, Česká republika, Prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc., Ing. Petr Mareš, Ústav výživy a krmení hospodářských zvířat, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, MVDr. Pavel Novák, CSc., Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, Palackého 1/3, 612 42 Brno, Česká republika