

父系北京鸭胸肌生长发育规律及适宜
间接选择性状探讨

张 丽¹, 侯水生², 刘小林³, 黄 苇², 徐铁山^{2,3}, 谢 明², 张云生², 赵建楠²

(1 广东海洋大学 农学院, 广东 湛江 524088; 2 中国农业科学院 北京畜牧兽医研究所, 北京 100193;
3 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以北京鸭配套系中的父系为研究对象,通过分析胸肌质量的分化生长率、拟合胸肌发育的数学模型以及比较胸肌直接和间接选择效果等方法系统研究了北京鸭胸肌的生长发育规律,结果表明胸肌是晚熟性状,与其他模型相比,Logistic 模型更适合描述北京鸭胸肌生长发育规律,而龙骨长度较适合作为胸肌质量的间接选择指标。

关键词:北京鸭; 父系; 胸肌; 生长发育; 间接选择
中图分类号:S813.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2013)01-0083-04

Growth Analysis and the Better Indirect Selection Trait Investigation
of Pectoral on Paternal Line Peking Duck

ZHANG Li¹, HOU Shuisheng², LIU Xiaolin³, HUANG Wei², XU Tieshan^{2,3},
XIE Ming², ZHANG Yunsheng², ZHAO Jiannan²

(1 Agricultural College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China;
2 Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;
3 College of Animal Science and Technology, Northwest A & F University, Yangling 712100, China)

Abstract:In this research, the growth rules of pectoral of Peking duck coming from the paternal line were analyzed and the mathematical models for the growing pectoral were also estimated. In addition, direct and indirect selection responses on pectorals were further compared. Results indicated that pectoral was late-maturing and logistic function was fit for describing the growth rule of the pectoral mass. The length of breastbone could be used as a marker in pectoral selection.

Key words:Peking duck; paternal line; pectoral; growth; indirect selection

在北京鸭生长发育的研究中,关于体质量的生长发育规律研究很多^[1-2],而有关胸肌生长发育特点尤其是其适宜生长模型分析鲜见报道。畜禽组织器官发育规律研究中,分化生长率和生长曲线分析是常用分析方法^[3-4],二者结合起来具有指导生产实践的意义。北京鸭父系在北京鸭育种过程中主要承担生长速度和饲料转化效率等性状的选择任务,在选

育过程中胸肌质量和胸肌率是很重要的选种指标。由于胸肌质量无法活体测定,常通过测定龙骨长度、胸宽和胸肌厚度等体尺性状估计胸肌大小。本文结合前期研究内容^[5-6]进一步比较分析了可能用于胸肌间接选择的、可活体测定的体尺指标与胸肌质量和胸肌率间的关系,以期为提高北京鸭选种的准确性和简化选种操作步骤奠定基础。此外,本研究以北

京鸭配套系中父系为研究对象,系统分析了北京鸭 2 至 6 周龄时胸肌的生长发育规律,旨在为北京鸭的进一步选育、制定科学合理的饲养管理方案以及为北京鸭进一步的生理与营养研究提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

试验鸭来自于中国农业科学院北京畜牧兽医研究所水禽中心孵化室,所用品系为北京鸭配套系中的父系,出雏当天挑选健康雏鸭公母各 100 只,公母分群饲养于中国农业科学院北京畜牧兽医研究所鸭场。

1.2 试验期管理

按照鸭场的饲养管理方式进行试验期管理,整个试验期是 6 周,把鸭的生长过程分为育雏期(0~3 周龄)和育成期(4~6 周龄),2 个阶段的饲料分别给予不同的营养水平。

1.3 测定指标及方法

在北京鸭生长的第 2~6 周龄的每一周末,随机选取公母鸭各 15 只,空腹 12 h 后称体质量、活体测定体尺,体尺性状包括胸肌厚度(B 超机测定)、龙骨长度(游标卡尺测定)和胸宽(游标卡尺测定)。体尺测定标准按照《中华人民共和国专业标准种禽档案记录》(2002)^[7]的规定进行。之后屠宰取其胸肌,沿胸骨边缘取全部胸肌称质量。屠宰性能测定按照全国家禽育种委员会 1984 年颁布的“家禽生产性能与计算方法”执行。

1.4 数学模型与统计分析

1.4.1 胸肌分化生长率 胸肌分化生长率用 Excel 软件分析,分化生长率的公式为 $y = b'x^{a'}$ ^[8],式中, y :所研究器官或部位的质量; x :整体减去被研究器官后的质量; a' :被研究器官的相对生长与整个机体相对生长之间的比率(即分化生长率); b' :所研究器官或部位的相对质量,为一常数。

1.4.2 胸肌生长模型与发育曲线 Logistic、Bertallanffy、Brody 和 Gompertz 4 种模型分析用 SAS6.12 软件分析^[9];胸肌发育曲线图用 Excel 软件分析;4 种模型的表达式及有关参数见表 1^[10]。

1.4.3 适宜间接选择性状 适宜间接选择性状分析按照刘榜^[11]间接选择效果衡量公式进行: $C_{R_x}/R_x = (h_y/h_x)r_{A(xy)}$,式中, C_{R_x} :是指性状胸肌率(或胸肌质量)的间接选择反应; R_x :是指性状胸肌率(或胸肌质量)的直接选择反应; h_y :是指直接施加选择的 y 性状的遗传力平方根; h_x :是指胸肌率(或胸肌质量)遗传力平方根; $r_{A(xy)}$:是指 x 和 y 性状间的遗传相关。

表 1 生长曲线模型及特征

Tab.1 The growth curves and their characters

生长模型	表达式 ¹⁾	拐点胸肌质量/g	拐点龄期/周
Brody	$Y = K \times (1 - a \times e^{-bt})$		
Bertallanffy	$Y = K \times (1 - a \times e^{-bt})^3$	8K/27	(ln3a)/b
Gompertz	$Y = K \times \exp(-a \times e^{-bt})$	K/e	(lna)/b
Logistic	$Y = K / (1 + a \times e^{bt})$	K/2	(lna)/(-b)

1) Y :胸肌质量预测值; K :极限生长量; a :生长参数; b :瞬时相对生长率; t :周龄。

2 结果与分析

2.1 父系北京鸭不同周龄胸肌分化生长率

分化生长率是描述动物体某部位与整体相比生长速率是否一致的指标。父系北京鸭不同周龄胸肌分化生长率(a')结果见表 2。动物机体各组织的生长速率不完全一致,畜禽不同部位的生长各有特点,各部位与整体之间的生长又是协调相关的。当 $a' = 1$ 时,表示局部与整体的生长速度相等; $a' > 1$ 时,则说明局部生长大于整体的生长速度,该局部为晚熟部位;若 $a' < 1$ 时,则说明局部生长小于整体的生长速度,该局部为早熟部位。从表 2 可以看出,胸肌的分化生长率都大于 1,这说明胸肌为晚熟部位。

表 2 不同周龄父系北京鸭胸肌分化生长率

Tab.2 Differentiation growth rate of pectoral in paternal Peking duck from 2 to 6 weeks of age

性别	3 周	4 周	5 周	6 周
♂	1.45	2.00	2.07	2.35
♀	1.42	1.92	1.98	2.33

2.2 父系北京鸭胸肌生长发育的数学模型分析

生长曲线模型是随动物生长发育变化时建立的模型,具有指导生产实践的意义。Logistic、Bertallanffy、Brody 和 Gompertz 模型常用于描述畜禽生长规律,其参数估计值能够反映动物生长率、最大发育值方面的差异。笔者利用这常用的 4 种生长曲线模型分析了父系北京鸭胸肌质量的发育特征,各模型拟合优度(R^2)、胸肌质量发育最大值等参数估计结果见表 3。由表 3 可知 Logistic 曲线能够较好地描述父系北京鸭公鸭和母鸭胸肌的发育,其拟合优度均大于其他曲线模型。此外,公鸭胸肌发育的最大值大于母鸭,符合动物发育的一般规律。

本研究利用 Logistic 曲线模型进一步分析了公母北京鸭生长发育特征,结果见表 4。由表 4 可知,公、母鸭的速生时间范围均在 4~7 周龄左右,母鸭的速生起始时间早于公鸭,速生结束时间也较公鸭早,因此,从本曲线参数可以得出,不留做种用的父系北京鸭母鸭最晚在 7 周龄末可以淘汰,作为商品

鸭出售,而公鸭要在 7 周龄和 8 周龄间淘汰,作为商品鸭出售时性价比较好,延期上市可能会增加饲养成本,效益减少.

表 3 父系北京鸭胸肌质量的 4 种数学模型拟合结果¹⁾
Tab.3 Growth curve functions for pectoral mass in paternal Peking duck

性别	生长模型	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>K</i>	<i>R</i> ²
♂	Logistic	420.11	-1.02	378.10	0.995 6
	Bertallanffy	2.61	0.42	378.10	0.963 2
	Brody	1.39	0.14	378.10	0.820 0
	Gompertz	19.19	0.56	378.10	0.977 7
♀	Logistic	273.65	-1.04	298.30	0.998 4
	Bertallanffy	2.98	0.50	298.30	0.976 3
	Brody	1.56	0.20	298.30	0.853 5
	Gompertz	19.38	0.62	298.30	0.986 5

1) *a*:生长参数,*b*:瞬时相对生长率,*K*:极限生长量,*R*²:拟合优度.

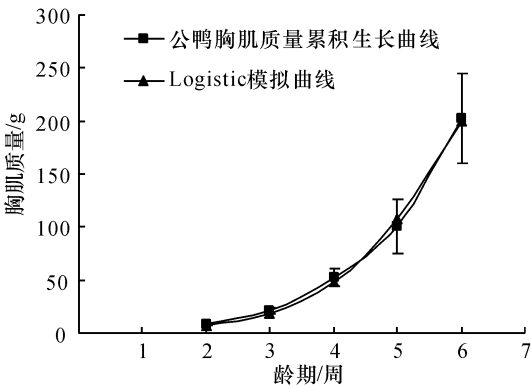


表 4 胸肌质量 Logistic 生长模型分析结果
Tab.4 Evaluated parameters of Logistic function on pectoral mass

性别	拐点 龄期/周	拐点胸肌 质量/g	速生 时间/周	速生期胸肌 质量/g
♂	5.89	189.05	4.61 ~ 7.18	79.90 ~ 298.19
♀	5.38	149.15	4.12 ~ 6.64	63.04 ~ 235.26

利用建立的父系北京鸭胸肌 Logistic 曲线方程,笔者预测了各个时间点胸肌发育的结果,绘制了胸肌发育的 Logistic 曲线,利用各个时间点试验测定的原始结果作为胸肌质量累积生长的结果,绘制了胸肌发育的累积生长曲线,具体见图 1. 从公母鸭 Logistic 曲线拟合优度和 2 种曲线吻合度可以看出,Logistic 曲线适宜作为胸肌发育的指导模型,指导北京鸭的生产.

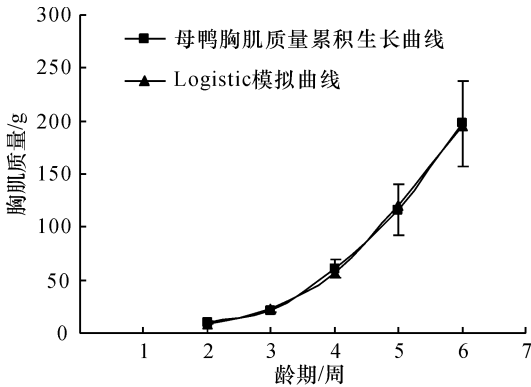


图 1 父系北京鸭 Logistic 生长曲线与累积生长曲线比较

Fig.1 Comparison between the logistic growth curve and the accumulated growth curve of pectoral in paternal Peking duck

2.3 父系北京鸭胸肌适宜的间接选择性状探讨

胸肌质量或胸肌率是父系北京鸭生产中很重要的指标,这些性状无法活体度量. 父系北京鸭的胸部很平坦,胸角度几乎接近于 180°. 因此,北京鸭胸肌近似一个长方体,而龙骨长度、胸宽和胸肌厚度可以分别看作是长方体的长、宽和高,这 3 个指标的变化直接影响胸肌的体积大小和质量. 因此,在笔者前期分析这些性状对胸肌率的决定系数和贡献率大小的基础上^[5]进一步探讨这些性状作为胸肌率间接选择性状的可行性. 根据间接选择与直接选择效果比较的公式: $C_{R_x}/R_x = (h_y/h_x)r_{A(xy)}$,笔者分别计算了龙骨长度、胸宽和胸肌厚度作为胸肌率的间接选择性状所产生的效应,计算所用遗传参数来自前期同一群体研究结果^[6],结果如表 5 所示,胸肌厚度测定结果见图 2.

由表 5 可以看出,3 个性状对胸肌率或胸肌质量的间接选择效果均小于 1,表明间接选择的效果低于直接选择. 但是由于胸肌率和胸肌质量无法活体测定,因此,比较 3 个性状对胸肌率或胸肌质量的间接

表 5 3 个性状的直接选择分别对胸肌率(胸肌质量)产生的间接选择效果比较

Tab.5 Comparison of the indirect selection responses on pectorals by directly selecting the other three traits independently

直接选择性状	胸肌率间接 选择效果	胸肌质量间接 选择效果
龙骨长度	0.094 3	0.414 0
胸宽	-0.225 7	0.142 7
胸肌厚度	-0.219 5	0.204 1

选择效果大小可知,龙骨长度对胸肌质量产生的间接选择效果最大. 笔者前期分析的各体尺性状对胸肌率的相关系数、通径系数和决定系数的结果表明,龙骨长度对胸肌率的贡献最大^[5],另外,笔者前期分析该群体的遗传参数后发现,龙骨长和胸肌质量的遗传相关系数很高,为 0.5^[6]. 综合这几方面的分析结果,笔者初步得出在父系北京鸭胸肌选育过程中,龙骨长度可以作为其间接选择指标.

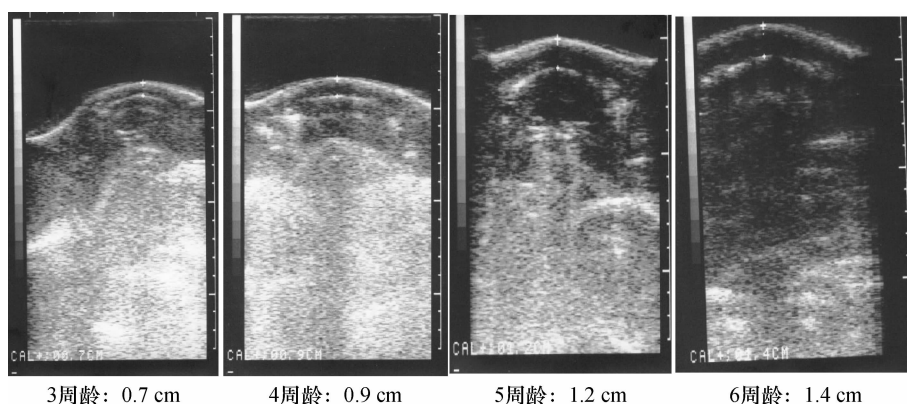


图2 3~6周龄父系北京鸭胸肌厚度B超机测定结果

Fig.2 Analysis of breast meat thickness of Peking ducks aged 3 to 6 weeks using B Ultrasound scanner

3 讨论

本研究通过比较不同曲线的拟合优度可知, Logistic 生长模型比其他函数模型更适合描述北京鸭胸肌质量的生长发育规律. 由胸肌 Logistic 发育曲线可知, 胸肌的发育在5周龄以后达到发育的高峰, 速生时间范围约从4.5周龄开始, 到7周龄以后才结束. 各周分化生长率表明胸肌为晚熟部位. 因此, 商品肉鸭的上市周龄建议在胸肌速生时间结束后, 以保证较高的胸肌率, 从而获得较大的经济效益. 北京鸭育种及新品系选育是一项长期的工作, 掌握性状的变化规律有助于育种工作者做出正确的育种规划, 并优化育种方案.

胸肌质量是一个重要的经济性性状, 在北京鸭的世代选育过程中一直作为重点选择对象. 由于该性状难以实现活体直接测量, 在生产实际操作过程中, 一般都是通过测定龙骨长度、胸宽和胸肌厚度来估计胸肌的质量大小, 并作为选种的依据. 通过分析这3项体尺性状与胸肌之间的关系后发现, 龙骨长度对胸肌率的贡献最大^[5]. 本研究进一步对比分析胸肌质量直接和间接选择效果后发现, 龙骨长度对胸肌质量产生的间接选择效果最大, 因此, 在父系北京鸭胸肌选育过程中, 可以进一步简化操作步骤, 通过选择龙骨长度, 达到间接选择胸肌的目的, 从而可以节约人力、物力, 降低育种成本. 本研究尚未分析其他体尺性状如体长、颈长等与胸肌性状之间的关系, 是否有其他性状比龙骨长更适合作为胸肌间接选择的指标还需要进一步分析. 此外, 随着分子生物学技术的快速发展, 已经发现许多基因在 DNA、RNA 以及转录后水平调控动物肌肉发育, 如双肌基因 (Myostatin)、miR-1 和 miR-133 等^[12]. 因此进一步分析这些候选基因与北京鸭胸肌发育之间的关系, 利用分子标

记技术结合传统选种技术进行早期选种和育种, 将会大大节约生产成本, 缩短胸肌选育周期并提高选种准确性.

参考文献:

- [1] 吕敏芝. 北京鸭、樱桃谷鸭与仙湖鸭的生长曲线分析[J]. 中国家禽, 2000, 22(3): 13-14.
- [2] 肖慎华, 闻涛, 虞德兵, 等. 樱桃谷鸭生长曲线拟合与比较分析[J]. 畜牧与兽医, 2008, 40(11): 45-47.
- [3] 汪峰, 潘如芳, 张家良, 等. 太湖鸡生长发育与曲线拟合情况分析[J]. 畜牧与兽医, 2008, 40(1): 57-60.
- [4] 肖炜, 云鹏, 于凡, 等. 大约克夏生长肥育期生长规律的研究[J]. 中国畜牧杂志, 2007, 43(9): 1-3.
- [5] 张丽, 侯水生, 刘小林, 等. 北京鸭6周龄体重体尺指标与胸肉率的相关分析[C] // 中国畜牧兽医学会家禽学分会. 第十一次全国家禽学术讨论会论文集. 长春: 吉林科学技术出版社, 2003: 221-223.
- [6] 张丽, 侯水生, 刘小林, 等. 北京鸭生长发育性状遗传参数的估计[J]. 中国家禽, 2006, 28(3): 18-20.
- [7] 中国标准出版社第一编辑室. 中国农业标准汇编: 畜禽卷[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 52-55.
- [8] 内蒙古农牧学院. 家畜育种学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 50-52.
- [9] 洪楠, 侯军. SAS for Windows 统计分析系统教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001: 326-334.
- [10] 张丽, 张良志, 张爱玲, 等. 南阳黄牛体重曲线拟合的比较分析[J]. 广东海洋大学学报, 2008, 28(1): 98-100.
- [11] 刘榜. 家畜育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 63-64.
- [12] WANG Juan, LU Ming, QIU Chengxiang, et al. Trans-miR: A transcription factor-microRNA regulation database[J]. Nucleic Acids Res, 2010, 38 (suppl 1): 119-122.

【责任编辑 柴 焰】