

利用伽玛曲线估测奶牛产奶量的研究

I. 用伽玛曲线预报我国西门塔尔牛产奶量的初探

陈幼春 许尚忠 张忠盛

(中国农业科学院畜牧研究所遗传研究室)

摘 要

本文应用Wood提出的伽玛曲线公式中关于泌乳期初期的三个参数: 高峰周的平均日产奶量(a), 产奶量的递增率(b), 高峰奶量出现周数(t_{max}), 用 b/c 替代了下降率(c), 并引入系数0.85和校正值 $E=2.674$, 来估测305天产奶量。修正的Wood公式是:

$$\ln Y_t = \ln 0.85 + \ln a + b \ln t - ct$$

$$Y_t' = Y_t + E$$

将估测奶量与实际产奶量对比, 用相关系数表示, 在实际产奶量比较稳定的情况下, 估测值与实际值间的 $r=0.92$; 在各地生产情况变动较大的情况下, $r=0.69$ 。都为强相关。修正的伽玛曲线对实际产奶量有很好的预报特性, 对我国西门塔尔牛可利用阶段泌乳资料, 扩大母牛的评定头数, 提高选择的准确性。

前 言

自Wood(1967年)提出伽玛曲线公式鉴定英国的乳用种公牛以来, 该法已在美国、日本、印度等国用于乳用品种泌乳性能的评定^[1,2,4-7]。本文试探修改Wood公式中某些参数的计算顺序, 以适应于我国西门塔尔牛乳用性能测定之用。

我国的西门塔尔牛大多分布于人口较少的半农半牧区和农区, 由于生产条件的限制及人为原因造成泌乳期较短, 整个品种内母牛头数较少, 利用阶段泌乳期的资料, 可扩大数据来源, 增加评定的母牛数, 提高选择的准确性。或者在产奶量登记制度不完善的条件下伽玛曲线有一定的预报全期产奶量的价值。

原 理 和 方 法

Wood采纳的伽玛曲线 $Y_t = at^be^{-ct}$ 中, a为高峰期以前的平均日产奶量, b为奶量的递增率, t为最高产奶量出现的第几周数, e为自然对数底数, c为下降率^[8]。以上各数除后者外都是泌乳前期的参数。他又定义产奶量达高峰期的周数是递增率与下降率之比 $t_{max} = b/c$ 。我们则假设为出现高峰的时期相同时, 上升率越高, 下降率也越大, 设 $c = b/t$, 即下降率与上升率成正比, 与高峰出现期成反比, 即跟Wood的定义具有同样含义, 因此伽玛公式实为 $Y_t = at^be^{-b/t}$, 或保持其原式, 而c实为计算值。此式的四个未知数就只需三个, 而且都是泌乳前期的数值, 可以满足我们原来设计的需要。

非全价伽玛曲线。生物曲线如泌乳曲线和产蛋曲线已知是属于伽玛曲线。泌乳期的始末都不在零点，可见是非全部的伽玛曲线。于是我们在Wood的公式上添加系数，这里用0.85，表示只取曲线的85%，因此，计算式写成： $Y_t = 0.85at^{b-e^{-ct}}$ (1)

Y_t 是相应t周的产奶量。其对数公式为：

$$\ln Y_t = \ln 0.85 + \ln a + b \ln t - ct \dots\dots\dots (2)$$

全泌乳期的奶量由43个周的奶量累计而成，

$$Y = \sum_{t=1}^t Y_t \quad (t = 1, 2, \dots, 43) \dots\dots\dots (3)$$

(3)式即估测的全泌乳期奶量。并用来与实际产奶量对比，选择相宜的系数和公式，评定母牛的产奶性能。

各牛场牛群的平均泌乳高峰出现周数，不是从个体牛高峰周的数学平均数计算所得，而是用Плохинский法以 $y = a + bx + cx^2$ 公式^[14]，从各牛群的平均每周实际奶量与理论的对比所得，其中x为泌乳周数，y为实际奶量。a、b和c分别为未知值。x的系数(b)和x²的系数(c)的比值的一半为高峰出现周数 $T = -b/2c$ ^[14]。其计算方法详见“嘎达苏西门塔尔牛成年牛当量纠正系数的估测”一文。

结 果 和 讨 论

一、修正的Wood公式在预报西门塔尔牛产奶量上的初探

据对四川省阳坪种牛场20头泌乳牛的全期产奶量与伽玛曲线估测值对比，实际的产奶量为4282.43kg，估测奶量为4174.38kg，两者的相关系数 $r = 0.92^{**}$ 。

二、伽玛曲线预测奶量与实际的对比

几个群体的泌乳期奶量的特性：在获得上述强相关系数的基础上，我们收集了分布于草原放牧、半放牧条件下和舍饲、半舍饲条件下的六个牛群，在1983年共285个泌乳期的产量进行比较，发现这些牛群母牛的泌乳曲线具有如下特征（详见表1）。

表1 各场西门塔尔牛产奶量和泌乳高峰

场名	饲养方式	头数	平均产奶量(kg)	平均泌乳高峰(周)	范围(周)
嘎达苏	放牧	41	2978	4.8	2—17
甘南	半牧	101	3373	5.8	2—37
齐齐哈尔	半牧	22	3385	9.7	2—24
呼图壁	舍饲	86	3674	7.2	2—23
罗汉寺	半舍	24	4161	5.5	2—22
阳坪	舍饲	11	4718	5.6	2—16
		285	3526	6.4	

注：有的牛场因当时记录制度问题，只取部分牛的全泌乳期材料用于分析。

表2 不同高峰周母牛的估测奶量和实际产量的差别

高峰周	头数	平均差别(kg)
2	56	-656
3	41	-562
4	38	-127
5	27	-73
6	28	54
7	16	325
8	11	163

注：高峰周晚的牛头数较少，故从略。

据Huth和Schutzbar等报道^[13]，西德的奶牛305天产奶量在3000kg时，泌乳平均高峰约在第3周出现，到产量上升时，大约每上升1000kg，泌乳高峰周延迟一周，达8000kg时，第7周为泌乳高峰周。按Wood^[8]，英国弗里生牛在6000kg产量水平时，平均高峰周为4.25周。本文调查的结果在平均产奶量为3526kg时，平均泌乳高峰周为6.4

周,可见相应的高峰周出现得比较晚,而且散布得很宽(见表1),证明饲养上的不整齐性。估测值与实际值的相关 $r = 0.68$ 。

据Wood称,泌乳高峰要是在第2周出现,整个泌乳期的周平均奶量成直线下降,为非常态曲线^[10-12]。本文中这类牛有56头,占总头数的19.7%。这类牛的泌乳高峰看然没有发挥出来,因此估测不准。估测值要低于实际产奶量(见表2)。从表2还可显到在泌乳高峰周达到5周后,两者的平均差别才小于100kg。7周后这种差别又有扩大趋势。

表2数据证明高峰出现在泌乳期第5到6周时,估测值才接近实际产量,而本文所涉及的牛平均泌乳高峰在6.4周,因此相关系数从 $r = 0.92$ 下降到0.68。同时证明Huth和Wood所涉及的牛有较好的饲养管理条件。我们要使用伽玛曲线进行产奶量的预测时最低的要求是,母牛的泌乳初期的饲养管理必须加强,只有在很好地发挥泌乳初期的产奶能力时,才能准确地估测出个体的泌乳性能。

引起估测的准确性下降的另一原因是泌乳高峰过迟,如15周后出现峰值的牛有31头,占10.9%。也是产奶能力未能在泌乳前期发挥所致。泌乳高峰过早和后延的牛占统计牛数的31.6%。

三、伽玛曲线的修正

按285头母牛,以0.85为系数时的对比,平均每头误差为-115kg。因公式(3)是43个周的累计值。故公式(2)应加上 $+115/43 = +2.674$,以提高Wood公式的预报的准确性。因此从(2)式计算得每周的产奶量后, (y_t') 应加上修正值($E = 2.674$),于是估测的奶量 $Y_t' = Y_t + E \dots \dots$ (4)为修正后的产量。

我们认为由伽玛曲线估测的数值与实际产量间的差别是由各种环境引起的。因此由(2)式估出值应用上述的E值来修正,由此得出的 y_t' 值更能代表各周的实际奶量,可提高(2)式的效果。同时,我们认为对此式内所涉及的有关常数以及泌乳期中其他性状,与实际305天产奶量的关系作一通径分析是很必要的^[8]。

公式(4)的试用结果。

按(4)式的预测值与实际奶量的对比,得相关系数 $r = 0.69$,比原来的相关系数略有提高。

结 论

一、在饲养管理条件较差的情况下,伽玛曲线估测值可有 $r = 0.69$ 的相关系数,利用泌乳初期的几个参数可以较准确地预报全泌乳期奶量,在泌乳前期能有较好的饲养条件时, $r = 0.92$,就可更正确地用伽玛曲线估计母牛的产奶能力。

二、修正的伽玛曲线公式为:

$\ln Y_t = \ln 0.85 + \ln a + b \ln t - ct$, 和 $Y_t' = Y_t + E$ 。我们用此式作进一步的预报产奶量的分析。

三、此式将可用于西门塔尔牛的选择。

参 考 文 献

- (1) Cheema, J.S. and S.B. Basu. 1983. Usefulness of some components of the lactation curve for selection in Murrah buffaloes. *Anim. Prod.* 36:277~283.
- (2) Congleton, JR.W.R. and Everett, R.W. 1980. Error and bias in using the incomplete gamma function to describe lactation curves. *J. Dairy Sci.* 63:101~108.
- (3) Galindo, de Ramirez, S., 1979. Estimation of total milk yields on days 1, 30, 60, 90, and 120 of lactation in a herd of Holstein-Friesian cattle. *ABA.* 10:5347.
- (4) Katayama, H., Ohashi, T., Okauchi, K., Okamoto, M., 1979. Studies on the productivity of dairy cattle in southern Kyushu district. *ABA.* 47:608.
- (5) Shanks, R.D. et al., 1981. Genetic aspects of lactation curves. *J. Dairy Sci.* (9):1852~1860.
- (6) Sugano, T. et al., 1981. Phenotypic and genetic characteristics of parameters of lactation curve in dairy cattle. *Japanese J. of Zootechnical Sci.* 52:480~482.
- (7) Venkateswarw, Rao. et al., 1980. Predicting succeeding complete lactation from the part records of a preceding lactation. *Indian J. Anim. Sci.* 50:11~15.
- (8) Wood, P.D.P., 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle, *Nature.* 216:164~165.
- (9) Wood, P.D.P., 1969. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Anim. Prod.* 11:307~316.
- (10) Wood, P.D.P., 1974. A note on the estimation of total lactation yield from production on a single day. 19:393~396.
- (11) Wood, P.D.P., 1976. Algebraic models of the lactation curves for milk, fat, and protein production, with estimates of seasonal variation. *Anim. Prod.* 22:35~40.
- (12) Wood, P.D.P., 1979. A simple model of lactation curves for milk yield, food requirement and body weight. *Anim. Prod.* 28:55~63.
- (13) Huth, F.W. und W.V. Schutzjar, 1981. Zur frage des laktationskurvenverlaufes Biem rind. *Der Tierzuchter* Nr. 7:286~288.
- (14) Плохинский, Н.А., 1961. Биометрия. Новосибирск. 284~287.

**STUDIES ON ESTIMATING MILK YIELD OF DAIRY COWS BY USING
GAMMA CURVE PROCEDURE I. PRELIMINARY NOTES ON
THE GAMMA CURVE PROCEDURE TO PREDICT THE 305 DAY
MILK YIELD OF SIMMENTALS IN CHINA**

Chen Youchun, Xu Shangzhong, Zhang Zhongsheng
(*Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences*)

Abstract

The Wood's gamma curve formula was modified in order to use it as a 305 day milk yield predictor. The parameters of the formula, (a) as the week average daily yield, (b) as the increasing slope in early portion of curve, (c) as the decay rate and (t) as the week of lacta-

tion, were involved in calculating by replacing $c=b/t$. Adding the 0.85 as a coefficient to this formula modifies the curve, so that the formula becomes $Y_t=0.85 a t^{b e^{-ct}}$, where Y_t =estimated yield. The estimate value obtained from the modified gamma curve formula has a strong high correlation, $r=0.92$, with field yield under the stable feeding condition, while the correlation is moderate, $r=0.69$, under a wide range of managements involving full housing system and full pasture system. The results suggest that the modified gamma curve procedure could be used to predict the milk yield for Chinese Simmentals. The suggested model is $Y_t=0.85 a t^{b e^{-ct}}$, after the errors (E) are adjusted to the above mentioned formula. The estimated yield of certain weeks becomes $Y_t'=Y_t+E$, where the E value is 2.674.

敬告读者

近年来,我编辑部经常收到来信询问欲购《畜牧兽医学报》期刊。为了满足与方便读者,现我部尚存少量1986年第3期,1987年1~4期,1988年第1期。每册0.95元,如挂号邮寄一本再付0.12元,售完为止。欲购者请将款通过邮局汇至:北京市海淀区马连洼中国农科院畜牧研究所《畜牧兽医学报》编辑部。请勿在信中夹寄现金或邮票,个人或单位订购,请写明详细通讯地址,单位全称,个人姓名,订购数量,字迹务必写清楚,以便照寄。

《畜牧兽医学报》编辑部 1988年5月20日

新书介绍

为满足生产、教学和科研工作的需要,由北京农业大学朱蓓蕾编著的《动物毒理学》一书估计将于今年10月由上海科学技术出版社出版。该书包括总论和各论两大部分。总论突出介绍了动物毒理学的一般原则和研究对象;毒物动力学;安全试验及安全性的毒理学评价;食用动物组织中药物和环境污染物的残留;中毒的诊断、治疗和预防。各论按照毒物的来源、对动物的毒性、毒物动力学、动物的中毒机理、临床症状、病变、诊治和预防等顺序,着重介绍了与饲料有关的毒物、植物毒素、霉菌毒素、农药、药物、工业来源的毒物、金属和类金属以及多环芳烃等其他有害化学物质对人和动物的毒性以及对环境的污染。

该书为我国第一部动物毒理学专著,可供高等院校兽医、畜牧、实验动物、环境保护、生物、医药、化工以及卫生检验、劳动保护、职业病防治等预防医学诸专业的师生以及从事上述专业工作的研究、临床和检验人员学习参考,亦可用作高等院校教材。

该书共约46万字,16开,300页左右,每册估价约6元。可向上海市瑞金二路450号上海科学技术出版社农业编辑部预订,暂不汇预订款。读者也可直接到各地新华书店购买。