

奶牛饲料配方模型的不断改进

Formulation model continues evolution

作者: J. A. Metcalf, J. D. Steckley 和 D. F. Waterman

译自: Feedstuffs, May 14, 2007

译者: 史清河 张颖

用于饲喂奶牛的数学模型不断地改进, 从而提高了配制动物饲料的准确性。

近 10 - 15 年来, 通过应用复杂的数学模型来确定每头奶牛的最佳日粮, 使奶牛饲养水平明显提高。日粮配方系统也随着模型的演变而得以完善。

近 25 年来, Shur-Gain 一直以运用一种用于配制日粮的模型而闻名, 起初它基于各个农场的饲草分析数据来用大型计算机配制日粮, 而后过渡到用可编程的计算器和笔记本电脑, 在 2003 年时进一步发展到应用网络。

Shur-Gain 是率先根据氨基酸指标, 随后在 1996 年又应用瘤胃可利用碳水化合物 (RACHO) 进行配方的公司之一。随着技术的进步使得以前不切实际的评定方法变得简单可行, 饲料营养价值的评定一直在发展。这些变化需要不断的修订模型参数以确保提供给奶牛的日粮总是营养平衡且在成本上最经济有效。

Evans 和 Patterson (1985) 在饲料原料杂志中描述了饲喂体系的基本原理, 由于近 20 年中有关奶牛的生化 and 生理方面几乎没有什么变化, 所以这些基本原理仍然适用。

采用体重和乳产量指标描述的是用以满足奶牛需要的能量和蛋白质产量。根据泌乳阶段计算消化道中能量和氨基酸的转化效率, 而后用转化效率来预测奶牛对养分需要量。根据奶牛的生产水平可计算奶牛对维生素和矿物质的需要量。

而且, 可能最为重要的是, 模型可用于估测奶牛在某个泌乳阶段采食含大量饲草时的日粮干物质摄入量 (DMI)。

在了解奶牛养分需要量后, 使用者则可以选择饲料, 然后开始计算这些饲料能提供的养分量。起初是根据奶牛活体重, 并用胎次和主要的饲草和精料来源进行校正的基础上计算奶牛的干物质采食量。为了给奶牛配制更为适宜的日粮, 在涉及三个因素的模型中, 首先要考虑动物和饲料特性间的交互作用。

在确定了干物质采食量后, 就可以计算出饲料中各种养分的含量。动物需要量可分为瘤胃需要量和以析因法为基础估测的生产需要量。微生物蛋白质合成除了需要瘤胃可利用碳水化合物外, 还需要特殊氨基酸, 特别是支链和含硫氨基酸。氨基酸供给量采用 Orskov 和 MacDonaid (1979) 提出的测定不同饲料原料经瘤胃降解后残渣蛋白质的氨基酸组成的标准方法来确定。

用这种方法可以估测某个饲料经瘤胃代谢后每一种氨基酸的比例。而且这种计算方法也可以估测经瘤胃发酵后每种氨基酸的数量, 氨基酸亚模型中包含了这种信息, 以确保可代谢氨基酸需要量得到满足。

瘤胃需要量的第二方面是瘤胃可利用碳水化合物的供给。枫叶食品农业研究机构已经开发了一些新型的分析模型以估测配方中饲料成分含量的数据。

最新的模型考虑了潜在消化率值这个指标。它是基于将饲料装入标准的尼龙袋放入瘤胃培养后的残渣而言的,是我们碳水化合物亚模型的基础。Shur-Gain模型采用了分析不同饲草类型在瘤胃中的碳水化合物消失率的数据库。

消失率曲线所估测的部分不能用化学组分来表示,因为这个值不能反映消化过程。当某种碳水化合物进入瘤胃时,它通常是一些化学成分如糖、淀粉、纤维素、半纤维素和果胶的混合物。然而,碳水化合物并不是按照确定的方式降解,因为一些淀粉可能迅速被降解,而一些糖则不易接近,需要花很长的时间降解。

为了适应这种情况,模型采用一种实用的组分方法而不是用一种化学定义去描述碳水化合物的消化。因此,每一种饲草的碳水化合物被分为四个组分(图1):组分D(快速地被消化)、组分E(较快速消化)、组分F(慢速消化)和组分G(不可消化)。这种方法是根据普遍认可的Orskov和McDonald对蛋白质在瘤胃降解模型进行命名,组分A代表快速消失,组分B代表较缓慢的消失,组分C是不可溶蛋白质部分。对应每一组分(除了G)的是其降解率(图2)。

应用这些组分及其降解率,再加上由动物和干物质摄入量特性决定的瘤胃周转速度可估测瘤胃可利用碳水化合物数量。可利用碳水化合物数量是维持瘤胃微生物蛋白产量的关键因素,因而可影响奶牛所需蛋白质的添加量。一旦确定了可利用碳水化合物供给量,既可估测瘤胃中的pH值,也可估测各种挥发性脂肪酸(VFAs)的产量,这些数据正被加入到这个模型的最新版中。

新的潜在消化率分析应用于精确校正饲草模板,使其能考虑到环境、收获和青贮保存条件的影响。当这些模板已经考虑了饲草干物质、蛋白质或收获条件(例如籽粒的加工)不同时,它们就不用考虑农场上某一特定的饲草。

潜在消化率分析通过使用经常规消化率分析校准的近红外分析仪可迅速测定饲草的消化率。通过使用这些消化率值和它们二级产物(不溶性纤维素)分析值以及饲草的pH值和颗粒大小,可以调节饲草组分D、E和F的水平,从而充分考虑饲草特性。这就使得估测饲草瘤胃可利用碳水化合物含量更为准确,进而对添加量、饲喂量和乳产量也有了更为准确的估测。

在模型中应用潜在消化率就象为了调整日粮建议使用可消化中性洗涤纤维量(NDF)一样,目前这种分析模型正用康奈尔净碳水化合物和蛋白质体系(CNCPS)和CPM-Dairy进行评估(Sniffen等,2004)。这种功能要等到模型的新版本完成后才能包含在模型内(M. Van Amburgh,私人通信,2004)。

瘤胃调节剂

奶牛配方师都知道,许多添加剂生产商都声称他们能够提供可以提高动物生产性能的产品。这些产品生产商有时为了使目前商业正在应用的模型(例如CPM-Dairy)考虑他们产品的一些优势,常会提出一些建议。

在我们的模型中,已经通过确定“瘤胃调节剂”对某个模型参数的作用方式来试图评价这些调节剂。根据瘤胃调节剂本身的性质,结合体外产气法和安装瘘管的奶牛来评估其对参数包括水合时间、组分B的降解率、瘤胃排空速度和组分

D的降解率的影响。

在确定每一种瘤胃调节剂对每一个因子的影响程度之后,就可在每种日粮的最低成本配方中考虑这些调节剂对营养的益处。因此,目前在做配方阶段,可以在日粮中充分考虑包括瘤胃调节剂如莫能菌素、发酵素或RM104 (Shur-Gain/Landmark所拥有的一种饲料添加剂)等一些产品的优点,使得利用模型配制的配方在成本上更为经济有效。到目前为止,此模型仅包括一些指定的产品(除了上述产品外,还包括Shur-Gain/Landmark所有的利用Pro-DMS技术的产品、酵母、植物源产品和植物油产品)。

Shur-Gain模型还有个区别于其他方法的变化。过去,饲料原料的能量含量都是由一个根据以前的试验结果而建立起来的方程确定的,在这个试验中要求奶牛采食特殊的日粮且呆在呼吸室中,只有这样才能测定动物总能量的平衡。

目前的回归方程是基于几年前所做的奶牛试验数据,用饲料的化学组成来预测饲料的能量含量。使用这种方法的难度就是奶牛很少通过采食单一的饲料原料使乳产量达到较高的水平。因此,这种方程只能评价每一种饲料原料(基于其化学组成)对奶牛总能量供给的相对贡献(Tyrrell, 2004)。

研究表明,日粮中一种饲料原料的能量供给量取决于日粮中的其他原料和奶牛的生理条件(Weiss, 2006),为了满足奶牛对泌乳净能(NEL)的需要量而通过线性规划把每一种饲料的泌乳净能累加起来的方法是不适宜的。

为了提高这种方法预测的准确度,Weiss(2006)建议用一些因子进行调整。另外,通过使用总可消化养分(TDN)这个指标作为确定能量需要量的主要因素,虽简化了预测方程式,但与最佳方程相比,此方程对奶牛不同生长条件的敏感性降低。目前的研究正朝着用中性洗涤纤维消化率数据来修订奶牛的泌乳净能需要量的趋势发展,这暗示需要一个更加动态的估测奶牛能量需要量的体系。

对于奶牛而言,消化就是将碳水化合物分解成挥发性脂肪酸(VFAs),而后被奶牛吸收并为其提供能量的过程。为了将能量的供给模型化,以Newton闻名的Shur-Gain模型与奶牛的上述消化过程一致。瘤胃可利用碳水化合物含量是根据试验室测定的模型来估测的。这些模型进而用一些的特殊分析(如潜在消化率、不溶性纤维、pH和颗粒大小)来进行修订,从而反映田间纤维类型和含量的变异。

结合组分及其降解速率和受动物性能(如干物质摄入量)影响的瘤胃周转速率,模型可以给出最终的瘤胃可利用碳水化合物含量。用“亚模型”预测出来的每一种挥发性脂肪酸被奶牛吸收,然后用来自于文献的转化效率因子校正后用于满足奶牛的产奶净能需要。另外,考虑到奶牛在高峰泌乳期间能量转化效率更高,因而其能量转化效率应根据泌乳的进程而进行校正。

应用动态能量体系的一个结果就是饲草的质量对配制日粮产生更大的(正面和负面)影响。为了获得既定乳产量,日粮中潜在消化率较低的劣质饲草的添加量应更高,而日粮中优质饲草的添加水平可能比先前期望的值还要高。当日粮饲草质量高时可减少精料的饲喂量,这将提高生产者的利润,而且应该可以降低奶

牛生产性疾病（如亚急性瘤胃酸中毒）的发生率（Stone, 2004）。

因此，在饲草质量好的年份里，生产者将会从银行和健康的奶牛上受益。反之，也是一样：如果饲草的质量无法达到需要的标准时，模型就会要求提高精料的添加水平以使乳产量达到采用优质牧草时的水平。在这种情况下，营养学家可能会因饲草质量的降低而建议生产者降低乳产量，这将更可行或更经济。

模型是预测获得最好结果的唯一指导，营养学家应该记住一点就是当模型预示需要一个极端的日粮来获得中等水平的乳产量时，这可能就是他们该向生产者谈谈他们是否能达到先前对奶牛设定的目标的时候了。

有效性评定

在向客户介绍Newton模型之前，我们在魁北克、安大略湖、马尼托巴湖、纽约和明尼苏达州的27个农场利用6,661头奶牛进行了有效性评定试验。这些农场都是从现在的客户中筛选的，因为这些农场的饲养水平较好，且饲草质量较为稳定，不可能在研究期间发生改变。在采食目前日粮基础上，按照奶牛群体改良（DHI）或相似的模式记录乳产量，再加上日粮配方、奶牛数量和泌乳天数等数据，这将作为本次研究的对照组数据。

取完乳样后，用经过Newton模型配制的日粮饲喂奶牛，然后在下一次调查DHI时记录乳成分指标。这个研究是在2005-06年间的冬天进行的，因为这不会出现由于热应激而对产量产生影响的情形。通过分析潜在消化率可确认饲草质量较高。

用配对T检验法分析比较用Newton模型配制的日粮和对照日粮饲喂奶牛的成本和产量的差异（见表）。这些结果清楚的证明了奶牛乳产量未受日粮配方变化的影响。这的确是我们所期望的，因为配方系统有一个目标乳产量和乳组成，且这些值没有改变。

表1 新日粮配方体系对乳产量、日粮中精料的添加比例和相应成本的影响

	乳产量	乳脂率	乳蛋白含量	精料比例	成本, %
对照组	32.4	3.75	3.23	44.5	100.0
Newton组	32.5	3.77	3.21	43.8	95.6
变异系数	0.1	0.02	-0.02	0.7	4.4
显著性	NS	NS	NS	NS	P<0.01

最显著的变化就是根据Newton模型配制的日粮成本比对照组明显降低。换句话说，当使用新的模型时，饲料成本下降4%之多。

结论

用于配制奶牛饲料的数学模型不断的改进，这就不断提高了动物饲料配方的准确性。Newton模型通过仔细考虑奶牛消化过程来预测能量供给量，提高了配方的准确性。此体系考虑了饲草的潜在消化率以及因添加瘤胃调节剂所带来的养分供给增加的收益，实践中也证实了它对节省饲料成本有明显改善。