

对虾配合饵料科学配方的优化方法

吴英杰¹⁾ 刘忻柏²⁾ 曹淡君²⁾

(¹⁾辽宁师范大学食品生化所,大连 116022)

(²⁾沈阳农业大学,110161)

本文讨论对虾配合饵料科学配方优化模型方法的建立及具体运用。

1 配方设计的数学模型

饵料配方设计的数学模型主要根据线性规划原理和方法建立,它研究的对象实际上是一个最优化问题,就是求某一目标函数在一定约束条件下的最小值(或最大值)。其数学特征是目标函数和约束条件均为线性函数,即约束条件和目标函数都可以用线性不等式组来表示。因此,线性规划的数学模型的标准形式在约束为:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m \leq b_1 (\text{或} \geq b_1) \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m \leq b_2 (\text{或} \geq b_2) \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m \leq b_n (\text{或} \geq b_n) \end{cases}$$

$x_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, m)$ 求目标函数:

$$S = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_mx_m = \min (\text{或} \max)$$

优化最低成本饵料配方,是要求一组所用原料的比例,其各营养成分达到所规定的指标值,而成本最低。决策变量 x_1, x_2, \dots, x_m 是要设计的配方中各种原料(如鱼粉,豆粉等)的未知比;约束条件中 $a_{ij} (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$ 是已知原料营养成分含量; $b_j (j=1, 2, \dots, m)$ 是规定配方中要达到的营养指标;目标函数中的 $c_j (j=1, 2, \dots, m)$ 是各种原料的单价; S 是优选出来的配方中的饵料价

格。

考虑到饲料的营养原则,首先要确定饲料原料的种类,要根据饲料资源、库存情况、市场行情、对虾种类和不同的生理阶段确定采用哪些种类饲料。然后根据对虾不同种类、不同生理阶段的生理需求确定其营养指标及

限制含量(蛋白质、氨基酸、维生素、粗纤维、无机元素等)的最适需求量,再根据原料的营养成分表及价格的准确数值,按数学模型进一步列出电子计算机的数据系数矩阵表,见表1。

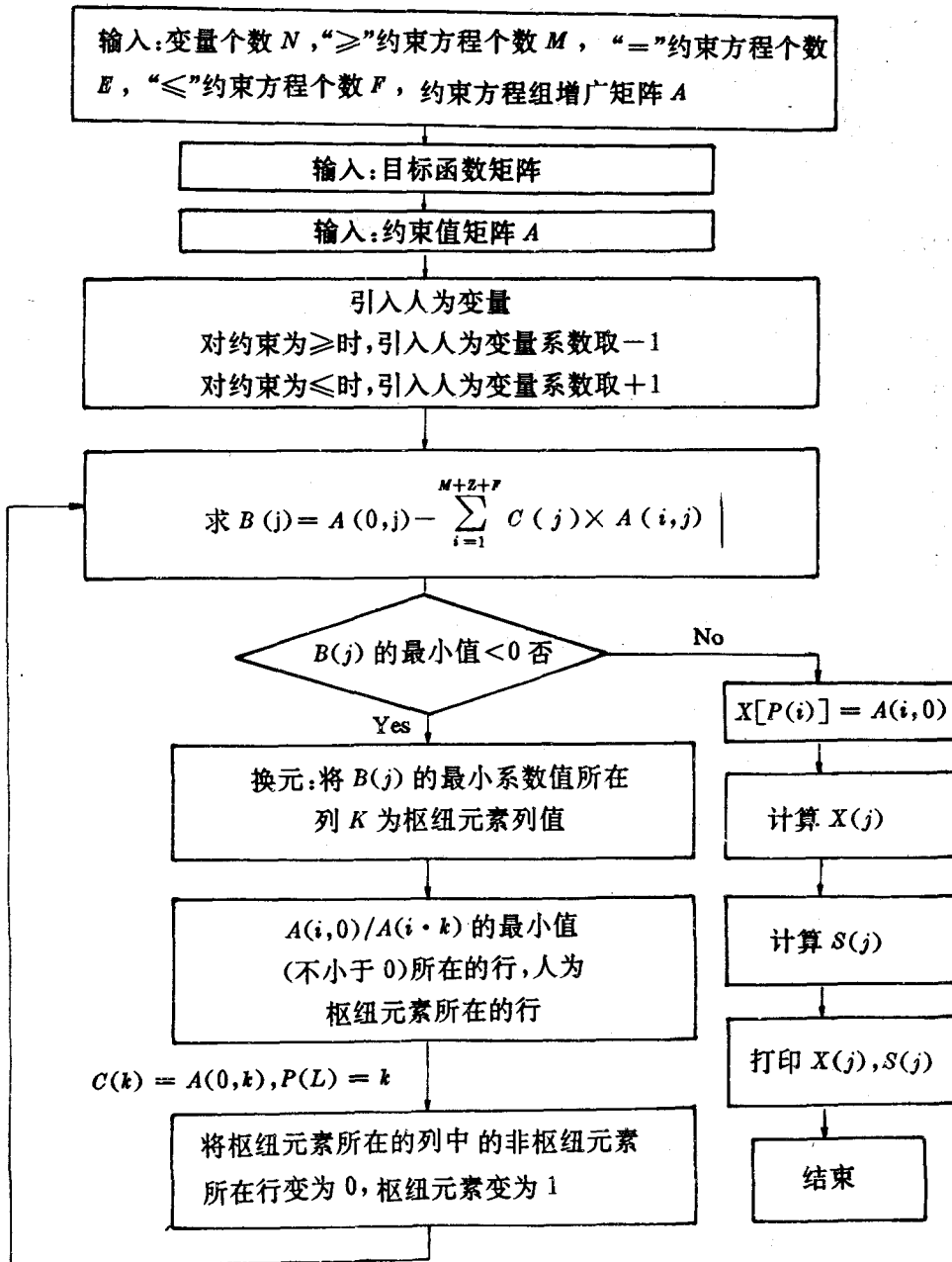


图 1

表 1 数据系数矩阵

项目	N = 7							M = 13							E = 1	F = 13	
	营养含量(%)							约束符号	限定指标	约束符号	限定指标						
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇					下限	上限				
植物蛋白	0	0	44.1	22.8	13.1	52.4	10.7	≥	22.5	≤	27						
动物蛋白	60.5	39.5	0	0	0	0	0	≥	12.5	≤	17						
类脂物	9.7	2.12	1.1	1.1	3.4	1.6	0.6	≥	3	≤	5						
粗纤维	0	0	5.6	26.5	5.2	0.6	6.2	≥	4	≤	5						
赖氨酸	4.02	1.94	1.98	1.70	0.58	1.67	0.26	≥	2	≤	3						
蛋氨酸	1.41	1.43	1.90	1.50	0.22	0.99	0.15	≥	1	≤	2						
精氨酸	2.92	2.16	2.94	3.50	0.83	2.27	0.46	≥	2	≤	3						
磷	2.67	0.58	0.62	0.92	0.90	1.02	0.31	≥	1	≤	2						
鱼粉*	1	0	0	0	0	0	0	≥	0.15	≤	0.3						
虾粉*	0	1	0	0	0	0	0	≥	0.05	≤	0.1						
豆粉*	0	0	1	0	0	0	0	≥	0.20	≤	0.5						
葵花饼*	0	0	0	1	0	0	0	≥	0.04	≤	0.1						
麦麸*	0	0	0	0	1	0	0	≥	0.10	≤	0.2						
x _j 参数**	1	1	1	1	1	1	1	=	0.96	/	/						
原料价格 (元/kg)	4.2	1.00	0.88	0.30	0.32	4.00	0.45	/	/	/	/						

表中 x₁——鱼粉; x₂——虾粉; x₃——豆粉; x₄——葵花饼; x₅——麦麸; x₆——酵母; x₇——次面粉。

* 所列的行是对这几种原料的限制用量范围。如不加限制,微机有时会只取一种或少数几种原料,其中“1”表示是考察该种原料,“0”表示不考察该种原料。

** x_j参数指理论上所有的原料用量百分比之和应该等于 100%,但是饵料加工中尚需加入粘合剂或引诱剂等非营养性物质,固首先将这部分扣除,即其中有 4%为粘合剂和引诱剂,其余 96%才是这些原料之和,这样计算才更精确。

据表 1,利用单纯形法,即首先选择一个起始端点 x⁰,并计算其相对应的目标函数 S₀,根据一定的判别条件确定 x⁰是否为最佳解,如不是,则按单纯形法程序找到一个更接近于最佳解的新端点 x¹,再判别其是否为最佳解,如再不是,则如此继续下去,直到找到最佳解为止。如是,则打印出最佳解,并解出 x_j。其程序框图见图 1。

据此框图编出计算机程序,将表 1 中数据输入计算机即可进行运算,其中,N 为原料品种个数;M 约束符号为“≥”个数;E 为约束符号“=”个数;F 为约束符号为“≤”个数。

营养限制指标应按列输入,其余按行输入,约束符号不输入计算机。

3 结果及分析

将相应的数据填在表 1 相应位置上并输入计算机运行即可,求解结果如下:

海洋科学,1993 年 11 月,第 6 期

x₁ = 0.25(鱼粉在饵料中所占比例,以下同); x₂ = 0.08; x₃ = 0.43; x₄ = 0.05; x₅ = 0.05; x₇ = 0.10; 价格 1.56 元/kg。

其中,配合饵料中各营养成分理论计算含量为:植物蛋白为 25%;动物蛋白为 14.6%;类脂物为 3.2%;粗纤维为 5%;赖氨酸为 2.05%;蛋氨酸为 1.35%;精氨酸为 2.40%;磷为 1.08%。

从饲料的营养成分含量看,已经能很好地满足中国对虾成期的中期生长阶段的营养需求,必需氨基酸含量高,动植物蛋白搭配合理,符合中国对虾此生长期营养需求^[2,4]。

4 讨论

4.1 计算机执行一次后,要审查其打印出的配方,如不理想,就要进行修正,主要是有针对性地修订约束条件或限制量,如各营养指标的限定值之间是否有矛盾以及营养指标限定值与原料用量的限定之间有无矛盾。

修正后使计算机重新运行,如此反复,直到得到一个营养平衡、价格低廉的理想科学配方为止。

4.2 在中低营养水平下,计算机总是优先采用低价格原料,计算出的配方往往不理想,这就要对低价格、低质量饵料限定上限用量,而高价格、高质量的饵料要限定下限用量,这样才能保证各种饵料原料合理和有计划利用。

4.3 在已见文献中^[3],程序偏大,运行时间长,结果输出单一,本方法简单方便,实用,不仅可以得出最佳配方,而且可自动对所给配方进行检查评价给出计算机

设计出的最佳营养配方中的各种营养成分的含量。

参考文献

- [1] 陈子强,1983。福建水产 61~66。
- [2] 毛忠际等,1987。对虾。福建科学技术出版社,75~94。
- [3] 高俊德,徐鹏,1987。食品营养及其计算。中国食品出版社,95~125。
- [4] 弟子丸修,1985。日本水产会志 51(6):1 037~1 044。