

中国对虾配合饲料限制性营养成分分析

沈晓民 刘永发

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

收稿日期 1990年3月12日

关键词 线性规划, 限制性营养成分, 中国对虾, 配合饲料

提要 以最常用的18种原料为对象, 用线性规划的方法对华东沿海中国对虾人工饲料配制过程中的限制营养成分进行了分析。结果表明, 粗脂肪、粗灰分、磷、精氨酸、赖氨酸是限制性营养成分, 粗纤维和蛋氨酸在以植物性蛋白质为主的配方中是限制性营养成分。因此, 在中国对虾人工饲料配方设计中, 应注意选用脱脂原料, 增加矿物质添加剂中磷的含量以及采用富含精氨酸和赖氨酸的原料。

对中国对虾人工饲料限制性营养成分的分析, 国内外均未见报道。关于中国对虾营养学的研究, 则已有不少报道^[3], 有关饲料源的研究, 也有一些报道, 但这些研究成果在中国对虾人工饲料配制过程中的实际应用却受到了很大的限制。主要营养指标均已满足标准的配方尚不多见。这种情况的产生, 数量分析手段限制是一个因素, 另一因素是对限制性营养成分缺少定性、定量的分析。本文引入规划论的方法, 对中国对虾人工饲料配制过程中限制性营养成分进行分析, 为中国对虾配合饲料配方的设计提供参考。

1 材料与方 法

参考有关标准^①和一些研究成果^[3,4], 中国对虾配合饲料基本的营养学指标是: 粗蛋白 $>43\%$, 粗脂 $\leq 6\%$, 粗灰分 $\leq 20\%$, 粗纤维 $\leq 5\%$, 钙 $\geq 1\%$, 磷 $\geq 1.7\%$, 蛋氨酸 $\geq 1.5\%$, 赖氨酸 $\geq 4\%$, 精氨酸 3.5% 。饲料原料营养成分的测定

海洋科学, 1993年1月, 第1期

资料(表1), 一部分根据文献^[1]另一部则为作者测定的结果。所选原料均为供应稳定、易于采购、有一定的可消化性、性能价格比高, 已为对虾养殖采用, 经使用证明有较好效果的原料。约束条件的确定, 首先是根据表1资料, 另外根据原料的物理性能、消化性能和毒理性质对个别原料的使用进行限量。主要限制是蚕蛹 $\leq 5\%$, 血粉 $\leq 5\%$ 和菜籽饼 $\leq 5\%$ 。另外为了考察不同比例条件下植物蛋白限制性因子的变化, 对植物总量采取了 30% , 45% 和 85% 3种不同程度的限量约束。考虑到本文讨论的是限制性营养成分, 并不打算拟定一个配方, 故将原料总和为 100% 这一约束条件删去。

对限制性营养成分的讨论, 采用了线性规划中单纯形法。目标函数和约束条件均依据表1的资料和线性规划的数学原理列出, 这方面的数学计算原理, 读者可参考文献^[2]。

^① 中华人民共和国国家标准, 1989。中国对虾配合饲料(征求意见稿)。

2 结果

表 2 是植物原料总量限定值,分别为 30%,45%和 85%3 种不同水平约束条件下的计算结果,配方 1 和配方 2 百分总量超出 100%并不多,因而更具实际意义。表 3 为表 2

所示的 3 个配方的营养成分。从表 3 可见,粗蛋白、钙在所有成分中最易得到满足。粗脂肪、粗灰分、磷、精氨酸、赖氨酸是限制性营养成分;粗纤维在以植物蛋白为主的配方中是限制性因素;而蛋氨酸是配方 2,3 中是限制性因素,但在以动物蛋白为主的配方 1 中不是限制性因素。

表 1 中国对虾配合饲料常用的 18 种原料的营养成分(%)

Tab. 1 Nutrient constituents of eighteen raw materials commonly used in artificial feed of *P. chinensis*

原料	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分	粗纤维	钙	磷	蛋氨酸	赖氨酸	精氨酸	单价 (元/kg)	资料来源
大麦	10.80	2.00	3.20	4.70	0.12	0.29	0.19	0.37	0.48	0.80	[1]
小麦麸	14.40	3.70	5.10	9.20	0.18	0.78	0.28	0.61	0.97	0.70	[1]
米糠饼	15.20	7.30	10.00	8.90	0.12	1.80	0.23	0.63	1.07	0.70	[1]
菜籽饼	36.40	7.80	8.00	10.70	0.73	0.95	0.86	1.08	2.10	0.86	[1]
脱脂花生饼	43.90	1.60	5.10	5.30	0.25	0.52	0.39	1.35	5.16	1.40	[1]
豆饼	45.36	4.80	6.10	4.86	0.08	0.66	0.51	2.54	3.18	1.50	自测
啤酒糟	25.20	4.80	4.80	13.60	0.24	0.32	0.60	0.82	1.13	0.60	[1]
黄酒糟	41.60	6.90	12.30	5.40	0.24	0.54	1.18	1.33	1.75	0.90	[2]
蚕蛹粉	64.80	3.90	4.70	0	0.19	0.75	2.92	4.85	4.02	2.80	[3]
血粉	80.40	0.10	3.80	0	0.11	0.30	0.68	7.79	4.13	4.00	[4]
秘鲁鱼粉	59.58	9.81	12.88	0.14	1.25	1.07	2.62	6.29	3.67	3.40	自测
中国白鱼粉	58.28	4.81	21.73	1.34	4.51	2.67	2.10	4.80	3.60	5.50	自测
味精酵母	48.20	2.66	4.68	0.20	0.48	0.80	1.47	3.24	3.57	3.80	自测
贻贝粉	57.31	9.55	12.21	0.20	0.46	0.90	1.92	5.78	4.16	6.00	自测
全鸡蛋粉	42.20	34.50	8.00	0	0.19	0.71	1.44	2.35	3.25	20.00	自测
赖氨酸	90.00	0	1.00	0	0	0	0	90.00	0	31.00	[1]
蛋氨酸	90.00	0	1.00	0	0	0	90.00	0	0	25.00	[1]
矿剂	0	0	90.00	0	5.64	5.20	0	0	0	1.20	自测
标准值(%)	≥43	3-6	20≤	5≤	≥1	≥1.7	≥1.5	≥4	≥3.5	/	/

3 讨论

首先定义:若某营养指标在 3 个配方中均为限制性营养成分,则为第一限制性成分,例如粗脂肪、粗灰分、磷、赖氨酸、精氨酸。若仅在个别配方中为限制性成分,则为第二限制性成分,如蛋氨酸、粗纤维。其余为非限制性营养成分,如

蛋白质、钙。

第一限制性营养成分,按其内部关系,又可分为 3 组:粗灰分与磷,赖氨酸与精氨酸,粗脂肪。粗灰分与磷组,由于磷是营养成分,粗灰分是在加工磷的过程中带入的,故磷是主导方面。在考虑加磷的过程中,计算机首先考虑加入含磷量多、灰分少的原料,如米糠饼,含磷量高达 1.8%,灰分仅 10%,磷占了灰分近 1/5 的量。从

配方 I 到配方 III, 随着鱼粉减少, 首先是米糠数量增多, 以补充磷的不足。由于矿剂中磷的加入, 灰分很快增加, 故配方中磷的来源, 首先应考虑在动植物原料中解决, 不可依赖于矿物质添加剂。赖氨酸与精氨酸中, 精氨酸是主要方面, 因为它无法通过添加剂方法解决。因此, 计算机在平衡这 3 种主要氨基酸时, 首先考虑精氨酸量的增加, 从表 2 可见, 这主要是通过选用花生饼的方法解决。鱼粉中精氨酸含量也较高, 从配方 I 到配方 III, 随鱼粉含量减少, 花生饼的含量增加。花生饼精氨酸含量丰富, 是它能替代豆饼粉为主要植物蛋白源的原因。粗脂肪是限制许多原料的指标, 如秘鲁鱼粉、贻贝粉、米糠、菜籽饼等, 有的数量受到限制, 有的根本进不了配方。表 1 的花生饼要经过进一步脱脂, 若未经进一步脱脂, 尽管精氨酸丰富, 是无法取代豆饼进入配方的, 可见粗脂肪也是重要的限制性成分。

表 2 线性规划分析结果(%)

Tab. 2 Result of linear programming analysis

原料	配方 I	配方 II	配方 III
	植物总量 ≤30%	植物总量 ≤45%	植物总量 ≤85%
米糠饼	9.02	20.00	29.82
脱脂花生饼	20.10	24.90	36.79
黄酒糟	0	0	6.67
蚕蛹粉	5.00	5.00	5.00
血粉	0.72	0	0
秘鲁鱼粉	41.11	36.81	26.30
中国白鱼粉	16.15	6.71	0
赖氨酸	0	0.00079	0.42
蛋氨酸	0	0.30	1.48
矿剂	9.96	11.21	11.87
价格(元/Kg)	2.93	2.68	2.46
百分总量(%)	102.06	105.11	118.35

第二限制性成分是蛋氨酸与精纤维, 从表 3 可见, 当动物蛋白比例增高时, 蛋氨酸不是限制性因素, 但在配方 II 和配方 III 中, 蛋氨酸是限制性因素, 在以植物蛋白为主的配方中, 粗纤维可能成为限制因子, 这是由于植物原料中粗纤维比

动物原料多的缘故。蛋白质在 3 个配方中虽均超过标准值, 但在配方 III 中, 若以 100% 计, 则大大低于标准, 因此, 在以植物蛋白质为主的配方中蛋白质仍为不可忽视的因子。

表 3 3 种配方的营养成分(%)

Tab. 3 Nutrient constituents of three formula

成份	配方 I	配方 II	配方 III
粗蛋白	48.31	47.43	44.07
粗脂肪	6.00	6.00	6.00
粗灰份	20.00	20.00	20.00
粗纤维	2.19	3.20	5.00
钙	1.88	1.50	1.15
磷	1.70	1.70	1.70
蛋氨酸	1.67	1.50	1.50
赖氨酸	4.00	4.00	4.00
精氨酸	3.50	3.50	3.50

以往的设计, 把提高蛋白质的数量放在首位, 这是片面的。原料的选取, 首先要考虑磷的含量, 对蛋白质而言, 提高质量, 选取含精氨酸、赖氨酸、蛋氨酸丰富的原料, 尤其是富含精氨酸的原料是有更为重要的意义。此外, 所选用的原料中, 含脂量不能太高, 最好经过脱脂处理。原料的加工而言, 如矿剂的制造, 须以提高磷含量, 降低无效灰分为主要目标。有些富含精氨酸的原料, 如羽毛粉, 应完全水解, 提高其消化吸收率。一些较有营养价值的原料, 完善其脱脂工艺是重要的。如秘鲁鱼粉、花生饼、米糠等。

参考文献

- [1] 中国农业科学院畜牧研究所、中国动物营养研究会编, 1985。中国饲料成份及营养价值表。农业出版社。
- [2] 范鸣玉、张莹, 1982。最优化技术基础。清华大学出版社, 15~50。
- [3] 梁亚全、季文娟, 1986。对虾不同发育阶段对饵料蛋白质的需要量。海洋水产研究 7:80~87。
- [4] 候文璞等, 1990。对虾配合饵料科学。海洋出版社, 43~103。

- [5] National Research Council, 1983. Nutrient Requirement of warmwater Fish. Nutrient requirement of domestic animals series. Washington D. , C. , National Academy of Sciences.

THE ANALYSIS OF LIMITED CONSTITUTES IN THE PROCESS OF COMPOUNDING ARTIFICIAL FEED OF *P. CHINENSIS*

Shen Xiaomin and Liu Yongfa

(East China Sea Fisheries Institute, Shanghai, 200090)

Received: Mar. 12, 1991

Key Words: Linear programming, limited nutrient constitute, *P. chinensis*, Artificial feed

Abstract

Based on eighteen raw materials that were found most frequently in the east China coast, the paper deal with analysis of limited nutrient constitutes in the process of compounding artificial feed of *P. Chinensis* used the method of the linear programming. The results showed: Crude fat, crude ash, phosphorus, arginine (Arg) and lysine (lys) were the limited nutrient constitutes. Beside these, crude fiber and methionine (Met) were the limited nutrient constitutes of the prescriptions in which plant protein is the main constitute of protein.

