

S 816

044

15

08848

氨基酸饲料学

〔日〕有吉修二郎 著

杨嘉实 李复兴 关彦华 译

农业出版社

著 者 序

家畜家禽的氨基酸营养研究及其应用，进展非常迅速。过去作为实验室的试剂以克为单位标价的氨基酸，而今在饲料加工厂是以吨为单位计价的。各国通用的饲养标准和饲料成分表中，都列出了氨基酸的数值。

经过长期艰苦地基础研究，进入五十年代后的三十年期间，得到了如此发展。

目前，各饲料加工厂的饲料配合详单、电子计算机程序中，都将各种氨基酸编入。购买饲料的牧场经营者，也往往使用小型电子计算机，来判断其饲料设计是否合理。现在，已经进入了不考虑氨基酸就谈不上饲料的配合及合理饲养的时代。

然而，若想掌握动物体内复杂的变化，以及包括营养供给等有关的外界条件，实行最合理的饲养，并不是依靠简单地计算和不完备的知识所能解决的。

今后，在越来越严格的各种条件下，饲料和畜牧技术人员，为了回答这种挑战，必须掌握先进的、广泛的基础理论，具备全面的知识并能够灵活地加以运用。

对家畜家禽的氨基酸营养及其在饲料方面的应用，饲料和畜牧技术人员曾提出不少问题。本书意在回答这些问题，并将有关这方面的全部知识，从应用的角度加以整理而编写成的。

本书若能为致力于推进畜牧业发展的大多数技术人员，经营管理人员的参考，将不胜荣幸。

笔者从事氨基酸营养研究已三十年。在此期间，得到神立

Aug 23/03

誠，森本宏两位先生无私的教诲，也有幸得到国外的H. H. Mitchell, L. C. Norris, W. C. Rose, H. M. Scott, H. J. Almgvist等大师的教导。若能将这些先生们的奥义，哪怕是点滴传授给有志于家畜营养的学生们，乃是笔者的意愿。

在本书编写中，得到了味精株式会社的福原 浩，中辻博尊两位先生的大力帮助，在此谨致谢意。另外，对给予热情支持并承办出版中各项繁杂事宜的畜产出版社的野村 茂，藪 旅人两位先生表示衷心感谢。

著 者

1983年12月

译 者 的 话

饲料及其营养,是发展畜牧业生产的物质基础,特别对于生产肉、蛋、乳、毛等产品畜牧业,是否能认真实施以营养标准为中心的饲养技术,乃是成败和好坏的关键。目前我国的畜牧业生产,正在朝着现代化的方向迈进。为解决发展畜牧业中饲料和饲养的问题,已经围绕着饲料资源的开发利用和营养价值评定,制订畜禽营养需要量和饲养标准,以及有关畜禽营养添加剂和饲料配方等,进行了科学研究工作,而且取得了明显的效果和成绩。与此同时,我国的饲料工业也有了相应地发展。随着产品畜牧业生产的日趋活跃,迫切需要能够提高畜牧业生产力的科学技术措施,其中的重要内容之一,就是实现饲料配方的标准化和全价性营养。它能显著提高饲料的利用率和畜产品的生产率,并大大缩短生产周期,从而充分发挥畜牧业生产的更大经济效益与社会效益。在上述饲料营养配方中最为重要的环节,乃是节省饲料蛋白质的消耗和合理地利用,其中心问题就是合理使用氨基酸饲料,这也是配合饲料工业以及畜牧业产品中行之有效的办法。为此国外已广泛生产,并应用于畜牧业。为了介绍有关氨基酸饲料方面的成果、经验,以及与科学饲养有关的科学技术,宣传普及这一科学技术知识并期望为我国所用,决定译出这本氨基酸饲料学。

这本氨基酸饲料学共分十章,首先从蛋白质、氨基酸的营养原理、体内代谢规律等基本原理谈起,结合科研与生产应用的实际,详细介绍了氨基酸的营养价值、蛋白质氨基酸的需要量及氨基酸的平衡,最后论述了各种饲料中氨基酸以及工业生产氨基酸

添加剂在配合饲料中的配合设计与应用技术。本书较为全面地总结了有关氨基酸饲料研究成果，以及生产应用的实践经验。这本书对于畜牧工作者、饲料和饲养工作者，以及与之有关的科研单位和农牧院校的同行，均有较高的参考价值。

本书的第一至第五章由李复兴译，第六至第八章由杨嘉实译，第九至第十章由关彦华译。全书译文由杨嘉实负责统审。

本稿经请吉林农业大学韩维中教授校订，特此致谢。

由于时间较为仓促，以及水平有限，译文难免有误，恳请读者批评指正。

杨嘉实
1986年5月

目 录

第一章 绪论	1
一、发展畜牧业与国民营养的改善	1
二、粮食危机和畜牧业	2
三、畜产和饲料技术的动态与氨基酸	5
第二章 蛋白质和氨基酸	8
一、蛋白质的多样性	8
二、蛋白质的性质和氨基酸	13
三、蛋白质的存在	15
(一) 核蛋白质	16
(二) 膜、酶、激素	16
(三) 构成特殊组织结构的蛋白质	16
第三章 蛋白质和氨基酸的代谢	17
一、蛋白质和氨基酸的摄取	17
(一) 能量和饲料的摄取量	17
(二) 饲料摄取量的变动	17
(三) 饲料摄取的过量与不足	19
二、蛋白质的消化	20
(一) 饲料蛋白质的变性与消化	20
(二) 小肠内的消化	21
(三) 内源性蛋白质	21
(四) 初乳蛋白质的吸收	22
(五) 消化的潜力	22
三、氨基酸的吸收	22
(一) 吸收的竞争	22

(二) 氨基酸的吸收模式	23
四、氨基酸的运输和贮存	23
(一) 氨基酸的贮存	23
(二) 氨基酸的再利用	25
五、氨基酸的代谢	25
(一) 必需氨基酸和非必需氨基酸	25
(二) 非必需氨基酸的合成	26
(三) 糖的异生	26
(四) 向其他物质的转换	27
(五) 氨基酸的分解	27
(六) 氮的排泄	29
第四章 蛋白质和氨基酸的营养价值	30
一、蛋白质的补给	30
(一) 补给蛋白质的目的	30
(二) 补给效果的评价	30
(三) 必需氨基酸的供给	31
二、饲料蛋白质营养价值的变化	31
(一) 蛋白质的营养价值和氨基酸	31
(二) 粗蛋白质的内容	32
三、饲料蛋白质的消化率	33
(一) 消化率的测定	33
(二) 表观消化率和DCP (可消化粗蛋白质)	34
(三) 粪尿的分离	34
(四) 真消化率	35
(五) 试验饲料	35
(六) 全收粪法	35
(七) 简便法	36
四、生长试验	37
(一) 喂用精制饲料的生长试验法	37
(二) PER	40
五、体蛋白质沉积测定的方法	40

(一) 沉积氮的测定	40
(二) 尸体分析法	41
(三) 氮平衡法	41
六、蛋白质营养价值的测定方法	43
七、蛋白质营养价值和氨基酸组成	44
(一) 化学评分	44
(二) 生物价和化学评价	45
(三) 必需氨基酸指数	47
第五章 蛋白质及氨基酸的需要量	48
一、需要量	48
(一) 需要量的表示法	48
(二) 需要量的绝对值	48
(三) 用含量表示需要量	49
二、需要量的变化因素	49
(一) 有关动物的因素	49
(二) 环境温度	53
(三) 微生物环境	54
(四) 饲料能的含量	54
(五) 蛋白质的营养价值	56
(六) 氨基酸的有效率	56
(七) 氨基酸的真有效率	57
(八) 猪有效氨基酸的测定	59
(九) 人工消化试验法	60
(十) 褐变反应	61
(十一) 用化学方法测定氨基酸的有效性	62
(十二) 用微生物测定氨基酸有效性	63
三、蛋白质和氨基酸的需要量	65
(一) 饲养标准	65
(二) 实用饲料和饲养标准	66
(三) 蛋白质需要量和氨基酸需要量的一致	73
(四) 按氨基酸需要量进行配合设计	74

第六章 氨基酸平衡	75
一、适宜的氨基酸平衡	75
(一) 与屠体成分的相关	75
(二) 氨基酸用于合成蛋白质之外的功能	77
(三) 氨基酸的再利用	78
(四) 生物学价值与化学评价的不一致	79
(五) 蛋氨酸对减少内源性氮的效果	80
(六) 标准氨基酸混合物	81
(七) 标准混合氨基酸的主要问题	83
(八) 添加氨基酸的标准饲料	84
二、氨基酸的相互作用	85
(一) 四种相互作用	85
(二) 氨基酸的缺乏	86
(三) 氨基酸的不平衡	88
(四) 氨基酸的拮抗作用	90
(五) 侧链氨基酸的拮抗作用	91
(六) 赖氨酸和精氨酸的拮抗作用	92
(七) 水解酶类活性的变异	94
(八) 精氨酸、甘氨酸和蛋氨酸以及蛋氨酸和苏氨酸的相互作用	95
(九) 实用饲料条件下的氨基酸相互作用	96
第七章 饲料和氨基酸	98
一、玉米	98
(一) 杂交玉米	98
(二) 玉米的规格	98
(三) 玉米的氨基酸含量	99
(四) 高赖氨酸玉米	100
(五) 玉米的副产物	101
二、高粱	103
三、麦类与糠、麸类	104
四、大豆粕	106
(一) 大豆粕的生产	106

(二) 大豆粕中氨基酸含量和利用率	107
(三) 大豆中的营养障碍物质	107
(四) 营养障碍物质的消除	110
五、植物饼粕类	113
(一) 棉籽粕	113
(二) 油菜籽粕	115
(三) 其他饼粕类	117
六、鱼粉	118
(一) 氨基酸含量	118
(二) UGF (未知生长因子)	119
(三) 鱼粉的主要问题	120
七、微生物蛋白质	121
八、叶绿蛋白质	124
第八章 饲料用氨基酸	126
一、饲料用氨基酸的功能	126
二、蛋氨酸	127
三、赖氨酸	128
四、色氨酸	129
第九章 添加氨基酸的配合饲料	131
一、肉鸡	131
(一) 肉鸡用饲料的基本类型	131
(二) 添加蛋氨酸的高能量饲料	132
(三) 添加蛋氨酸和赖氨酸的雏鸡饲料	132
(四) 添加蛋氨酸和赖氨酸的育肥用饲料	133
二、产蛋鸡	137
(一) 育雏用饲料	137
(二) 营养素的相互作用	137
(三) 应激	138
(四) 限制氨基酸	138
(五) 育雏用饲料的配合实例	140
(六) 能量的限制和氨基酸的添加	140

(七) 产蛋鸡用饲料添加氨基酸的配合实例	142
(八) 添加氨基酸作为防止暑热和软便的对策	143
三、种鸡	144
(一) 低能量饲料的氨基酸平衡	144
(二) 添加氨基酸作为防止暑热和软便的对策	146
四、猪	147
(一) 氨基酸有效性的配合设计	147
(二) 猪所需要的氨基酸组成类型	149
(三) 赖氨酸的最低需要量	151
(四) 添加氨基酸的效果	152
(五) 添加氨基酸的实际效果	162
五、反刍家畜	170
第十章 氨基酸与饲料配合设计	172
一、氨基酸添加量的计算	172
二、用计算机进行配合设计	174
(一) 线性规划法	174
(二) 线性规划法的关键问题	174
(三) 信息输出	176
(四) 实用电子计算机	177

第一章 绪 论

一、发展畜牧业与国民营养的改善

在 1950—1970 年间以重化学工业为中心的高度发展阶段,许多领域都得到了发展,其中,国民营养的改善,也很明显。如青年人体格标准的提高,平均寿命的延长,慢性传染病的减少等等,这些虽与医疗、卫生方面的进步有关,但若没有作为它的基础营养的改善,那是不可能实现的。对这种营养改善,畜产品的增加起了重要作用。

日本国民的人均畜产品摄取量(供应量)如与 1939 年对比,则肉类增加 13 倍,鸡蛋增加 7.5 倍,牛奶及乳制品增加 16 倍(其中鱼类为 3 倍)。虽然不能说这种情况一点问题都没有,但起码可以说已经接近世界上最为理想的食物结构。

这种畜产品食物的增加,与进口比较,已经达到国内生产为主了,国内年产 2000 万吨配合饲料工业的出现,就很好地说明了这些问题。饲料原料主要是靠国外进口,然后在临海工业地区进行加工,再送到畜产品生产地。这种生产方式,与炼钢业,石油精炼业等骨干产业的方式有所类同,在经济高度增长时期,其生产效率得到了极大发挥。但在保持稳定增长时期,也同样面临着许多困难,同样处在一个转折时期。

表1—1 身体发育状况 (12岁、20岁)

	12岁 (中学一年级)				20岁			
	男		女		男		女	
	身 高 (cm)	体 重 (kg)	身 高 (cm)	体 重 (kg)	身 高 (cm)	体 重 (kg)	身 高 (cm)	体 重 (kg)
1959年	140.4	33.5	142.2	35.4	162.6	55.5	151.5	50.3
1969年	146.4	38.3	147.8	40.2	167.0	58.3	153.7	50.2
1979年	149.4	40.6	150.5	41.9	169.7	60.6	156.9	50.2

资料：日本厚生省公共卫生局（国民营养调查）。

二、粮食危机和畜牧业

1971年的经济危机，1972年的粮食危机，1973年的石油危机，都给日本的畜产业以直接打击。进口原料价格显著上涨，畜产品消费出现停滞，造成生产者的原料价高，而产品价格下跌。这就迫使生产者采用更加合理的饲料配制，来降低生产成本。

同时，对食物制品的安全性和粪便成为主要公害等，都要求尽快提出相应对策。在1972年以前和1972年以后，对技术的要求也发生了变化，1972年以前的技术，是基于从美国进口廉价的玉米、大豆并保障供给为前提，实现了依据饲养标准，来生产保证必需营养物质含量的配合饲料。从而，有可能实现鸡和家畜的大规模集约化饲养。

维生素和抗菌素等添加剂，也有较大的贡献。1972年的粮食危机，大大改变了上述的技术前提。强调地球上的资源，消除公害的环境有限，而且资源高消费型（同时也必然产生公害的生产）。例如，在畜牧业中，采用舍饲育肥来生产肉牛，也公然受到责难。

从当时在一般报纸和广播上，经常使用的一些畜产业特殊专

业术语一事，也可知当时危机感之深。美国所采取的大豆禁止出口的极端政策，不仅造成一种危机感，而且使有关人士开始明白美国不是一个可以十分信赖的粮食供给者，日本必须在某种程度上要达到粮食自给。

那么为什么会造成粮食危机呢？当时认为危机的原因有两点，即粮食产量跟不上人口的增长和异常气象使产量下降。而这十年间并不是这样，发展中国家每人粮食消费量却没有减少。在气象上，虽也有干旱、多雨，有的年份收获量减少。但据气象学推测，并未得到气象异常有所增加的证据。

表1—2 各类食品摄取量的变化（每人每天）

（单位：g）

	1969年(A)	1979年(B)	(B)/(A) × 100
粮谷类	305.9	222.9	72.9
米 类	66.5	96.3	144.3
小麦类	6.7	2.9	43.3
大麦、杂谷	44.1	63.9	144.9
薯 类	20.7	13.6	65.7
砂糖类	36.9	25.0	67.8
糖果类	15.2	18.0	118.4
油脂类	72.2	69.4	96.1
豆类	46.2	51.0	110.4
黄绿青菜类	197.7	204.4	103.4
其他青菜类·蘑菇	99.8	166.5	166.8
果实类	6.8	5.3	77.9
海藻类	125.0	115.6	92.5
调味嗜好饮料	86.8	88.8	102.3
鱼类	40.1	71.7	178.8
肉类	41.3	41.1	99.5
蛋 类	67.7	106.0	156.6
牛 乳	10.3	6.9	67.0
乳制品			

资料：厚生省公共卫生局（国民营养调查）。

表1-3 各地区谷物进口量的变化

	谷物进口量 (百万吨)			增加百分率 (%)	
	1961—1963年 年平均	1969—1971年 平 均	1978—1980年 平 均	1969—1971年 1961—1963年	1978—1980年 1969—1971年
世 界 计	82.6	109.2	203.6	100.0	100.0
先 进 国	42.7	57.9	74.6	57.1	17.7
其中, 日本	5.9	14.7	24.1	33.3	9.9
计划经济国	14.4	16.7	57.3	8.5	43.0
其中, 苏联	1.6	2.7	27.2	4.1	25.9
中 国	5.0	3.9	11.4	△4.0	7.9
发展中国家	25.5	34.6	71.7	34.4	39.3
其中, 中等工业国	4.9	7.8	21.2	11.0	14.1
OPEC 各国	3.2	5.2	18.6	7.4	14.2
其 他	17.4	21.6	31.9	16.0	11.0

资料: (译者注: 计划经济国即社会主义国家) FAO "Trade Yearbook", 台湾
[台湾贸易统计]

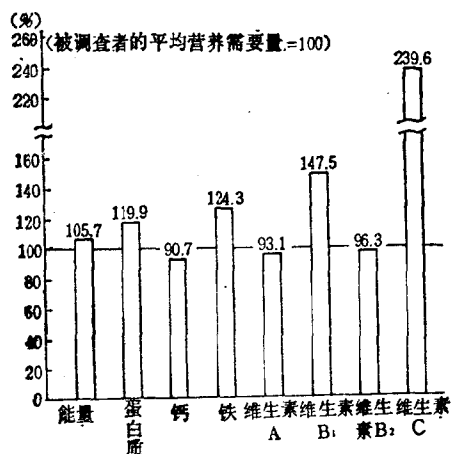


图1-1 各营养素摄取量与调查对象的平均营养需要量的比较
资料: 日本厚生省公共卫生局 (国民营养调查)。

谷物消费增长的最主要原因, 是由于饲料消费增加所致。主要是发达国家每人谷物的消费量增加。例如, 美国平均每人年谷

物消费量为 900kg, 是发展中国家的 5 倍, 其中大部分作为饲料消费。直接作为食物摄取的热量仅有 3000kcal 左右, 这不过是发展中国家的 1.5 倍。从粮食消费方面看, 发达国家人口增长率为 0.9%, 发展中国家人口增长率为 2.7%。但还是发达国家 谷物消费的增加率高 (表 1—4)。

表1—4 从谷物消费单位看人口增长率

	人 口		增 加 人 口		每人的谷物消费水平	
	实 数 (百万人)	增加率 (%)	实 数 (万人)	比 率 (%)	实 数 (kg)	指 数
全 世 界	3905	1.9	7420	100	313	1.00
发达国家	750	0.9	675	9	579	1.85
发展中国家	1927	2.7	5202	70	170	0.54
社会主义计划 经济国	1228	1.3	1543	21	377	1.20

谷物消费单位增长率: 发达国家 $0.9 \times 1.85 = 1.67\%$; 发展中国家 $2.7 \times 0.54 = 1.46\%$; 计划经济国 $1.3 \times 1.20 = 1.56\%$; 全世界 1.5%。

这种谷物消费的增加现状并不一定能引起危机。应该说反映了各国国民, 尤其是日本人民因经济发达改善了生活水平。同样, 苏联进口谷物, 也对于提高国民生活水平有明显影响。各国人民的生活水平今后还将不断地提高, 谷物消费量也将会继续增加。

三、畜产和饲料技术的动态与氨基酸

从谷物供应方面看, 谷物产量的增多, 依靠单位面积产量的增加比依靠扩大耕地面积的比例大的多 (图 1—2, 1—3, 1—4)。但单位面积产量的增加率将会逐渐减少, 饲料谷物也将会长期供应不足, 饲料价格也有提高的趋向。至少不大可能再出现 1970 年以前那样廉价的石油与谷物过剩的情况, 由此看来, 若想防止粮食危机, 与其考虑使谷物大量生产, 毋宁向技术集约化方向发展。

就饲料而言，只以饲养标准或者营养最低需要量，加上若干安全系数作为配合饲料的核心是不够的，对饲料原料的价格和质量，动物的生长阶段和产蛋、育肥、产乳、繁殖等饲养目的，以及环境、品种、疾病等条件不能笼统的平均对待，而要针对各项条件采取相应灵活的技术才行。例如，对产蛋鸡的饲料与饲养，对大雏、种鸡的限制饲养，对繁殖猪营养摄取量的控制，对高产奶牛的营养补给等。

为了上述目的，饲料中的蛋白质一直作为最重要的指标。

其理由在于它是动物体的重要组成成分，也是维持动物机体能活动和畜产品的重要成分。如前所述，在进行精细地饲养过程中，应首先考虑和调整热能与蛋白质的比率，氨基酸的平衡，必

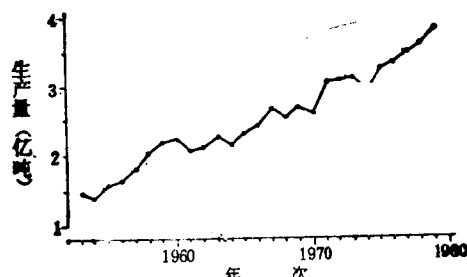


图1-2 世界玉米产量 (FAO年报)

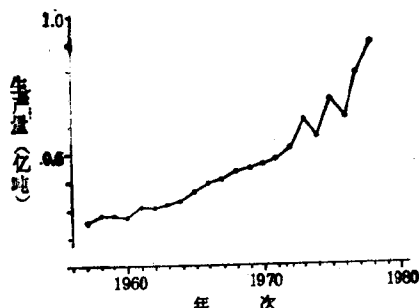


图1-3 世界的大豆生产量 (FAO年报)