

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 饲料添加剂的主要品种	(1)
1.2 饲料配方的设计	(3)
第二章 家畜用配合饲料	(6)
2.1 牛	(6)
2.2 猪	(65)
2.3 马	(106)
2.4 水貂	(109)
2.5 兔	(111)
第三章 家禽配合饲料	(115)
3.1 鸡	(115)
3.2 火鸡	(160)
3.3 鸭	(165)
3.4 野鸡(雉)	(180)
3.5 鹌鹑	(182)
3.6 珍珠鸡	(185)
3.7 鹅	(187)
第四章 鱼和其他水产品配合饲料	(189)
4.1 鲑(大马哈鱼)	(189)
4.2 鲤鱼	(192)
4.3 香鱼	(200)
4.4 鳗鲡	(201)

4.5	罗非鱼(非洲鲫鱼)	(202)
4.6	鲢鱼	(205)
4.7	真鲷(加级鱼)	(210)
4.8	鲷鱼	(211)
4.9	草鱼	(212)
4.10	鲫鱼	(213)
4.11	大黄鱼	(214)
4.12	月鳉	(217)
4.13	青鱼	(219)
4.14	对虾	(219)
4.15	鲍鱼	(226)
4.16	钓饵	(227)
4.17	人工浮游生物	(228)
4.18	水产饵料和添加剂	(229)
第五章	宠物和昆虫配合饲料	(249)
5.1	狗	(249)
5.2	猫	(251)
5.3	鸟类	(254)
5.4	观赏鱼	(259)
5.5	昆虫	(260)
第六章	实验动物配合饲料	(268)
6.1	鼠和白鼠	(268)
6.2	大鼠、仓鼠	(273)
6.3	土拨鼠	(275)
6.4	矿物质预混物	(277)
第七章	家蚕配合饲料	(283)
7.1	家蚕和野蚕	(283)

7.2	含微波干燥法桑叶的人工饲料	(287)
第八章	动物园养殖配合饲料	(289)
8.1	草食动物和杂食动物	(289)
8.2	贫齿类	(291)
8.3	走禽类	(292)
8.4	蝙蝠	(293)
8.5	猿猴	(294)
8.6	幼狐	(296)
第九章	饲料添加剂	(297)
9.1	酶	(297)
9.2	发酵饲料类	(313)
9.3	低聚糖	(328)
9.4	维生素、矿物质和氨基酸等	(333)
9.5	抗氧化剂和增香剂	(350)
9.6	其他	(359)

第一章 概 述

1.1 饲料添加剂的主要品种

目前饲料添加剂约有 300 多个品种，经常使用的有 150 多种。每种配合饲料使用添加剂约有 20 ~ 80 种，视饲养的畜禽及年龄不同而异。饲料添加剂的主要品种如下：氨基酸，维生素，抗生素，促生长剂，饲料酵母，非蛋白质，单细胞蛋白，人工奶，矿物质(无机盐)，微量元素，防霉剂，抗氧化剂，抗球虫剂等。

1.1.1 氨基酸类

世界蛋氨酸产量已突破 40 万吨，用作饲料添加剂的占 60%。蛋氨酸作为饲料添加剂的用量还在继续增大。赖氨酸年产量 20 多万吨，80% ~ 90% 用作饲料添加剂。赖氨酸的生产增长比蛋氨酸快。色氨酸产量仅次于蛋氨酸和赖氨酸，为第二大氨基酸。世界色氨酸年产量约 1000 多吨，用于饲料的 L-色氨酸约 100 多吨，色氨酸是一种动物易缺乏的氨基酸，因此潜在需要量很大。日本三乐公司把色氨酸发酵用的酶，用大肠杆菌基因重组技术加以改良，使色氨酸的生产效率比以前提高 4 倍。目前使用色氨酸和苏氨酸组合体的趋势日益增加。L-苏氨酸作为第四限制性氨基酸在北欧国家已用作饲料添加剂。对非必需氨基酸应给予重视的有异亮氨酸和精氨酸，用以促进幼鸡成长的甘氨酸，添加在鱼饲料中的丙氨酸和适用性改善剂的谷氨酸等。

1.1.2 矿物质添加剂

矿物质添加剂在饲料添加剂中占有相当比例，用量最大的是磷酸盐。微量矿物质元素添加剂国外偏重于动物保健型，使矿物质与蛋白质、氨基酸、有机酸等结合，以提高矿物质的利用率，这是微量元素矿物质添加剂发展的一个方向。例如，氨基锌、氨基锰、氨基钴和氨基铁等具有特殊化学结构和生物学价值的氨基酸螯合物系列产品，实现了单项必需氨基酸同微量元素的螯合化技术处理，提高了对矿物质元素的吸收和利用率。如氨基锌在奶牛日粮中添加饲喂，可减少乳房炎和蹄症，减少奶中菌体细胞数，提高产奶量；能提高肉牛的免疫力和抗应激能力；用于养猪全过程，可使猪日增重提高 9%，饲料转化率提高 3% 等。

1.1.3 维生素类

饲料添加剂的维生素有 16 种以上，全世界用于饲料的维生素约 12 万吨，数量最大的是氯化胆碱占 74%，其次是烟酸和烟酰胺。在饲料添加剂的总产值中，维生素一项占 10%。

我国可生产维生素 18 个品种，年产量约为 0.5 万吨。

1.1.4 饲料保护剂

用于饲料的化学保护剂有 500 多种，大量生产和使用的保护剂，主要是抗氧剂与防霉剂。防霉剂主要使用苯甲酸及其盐、山梨酸、丙酸与丙酸钙。由于苯甲酸存在着叠加性中毒，有些国家和地区已禁用。丙酸及其盐是公认的经济有效防霉剂。饲料抗氧剂有 10 多种，以 BHA、BHT 和 ED 的用量最大。目前饲料保护剂研究的重点是含水量高的谷物饲料防霉剂，如抗真菌剂，就属于这一类。饲料保护剂发展的趋势，是由单一型转向复合型，例如“诗华抗菌素”、“霉敌”，

都具有抗菌谱广、防霉时间长、毒性低的优点。复合型丙酸盐、PBC 和“克霉净”，防霉效果优于单一型丙酸钙。

1.1.5 微生物饲料添加剂

由于抗生素的药物残留，有可能污染肉、蛋、奶等畜产品，从而影响人类健康。近年来微生物产品作为新型饲料添加剂有了很大进展。例如，刚断奶的 3~4 周龄仔猪，饲用微生物添加剂乳酸菌素，结果活性细菌培养物 A、B、C 使猪增重平均提高 4.1%，饲料利用率提高 2.6%。在沸石中添加糖分和氨基酸，同时添加乳酸菌，将其混合均匀密封，可制得含乳酸菌素的添加剂，用于养猪，可使猪食欲增加、生长迅速，粪便中含氮量下降约 5%。预计各种微生物添加剂、有机酸和酶制剂会逐渐取代目前仍正在广泛使用的抗生素。

参考文献：杨师隽、中国饲料，1999，(22):18

1.2 饲料配方的设计

1.2.1 确定设计方针

① 种类和用途。例如：烤鸡用嫩鸡在生长时需用高效饲料；而实验用动物(如大白鼠)的饲料应是无菌饲料等。

② 变动配比与固定配比。饲料配方中，其成分(如蛋白蛋、脂肪、糖类、维生素和矿物质等)通常是固定不变的，而具体的原料则应根据成本、原料价格和市场供应状态而变化。如普通配合饲料的原料配比是有变化的，但实验用动物的标准饲料的原料配比是固定不变的，要变动这种配方需要慎重考虑。

③ 在配方设计中应优先考虑的是饲料的营养成分，除

营养以外的其他性能，则应根据饲料的种类与用途来考虑。例如：宠物(猫、狗)饲料要优先考虑适口性(使狗等爱吃)；鱼饲料则应考虑其物理性能(密度、硬度和不溶于水等)；奶牛等乳用家畜也需要有良好的适口性，不会引起腹泻及其他疾病，无毒素积累等。

④ 价格与性能之间的平衡。如家禽的饲料通常是粗蛋白与能量组合，饲料设计要求最小的蛋白质和代谢能量而得到最大的体重增加量。通常，蛋白质和能量的含量愈高，饲料的价格也高，而配方要求以最低的成本去获得最高的效益。

⑤ 考虑家畜的性能和饲养环境等方面。近年来，由于品种的改良，家禽和家畜的性能不断提高，而且随着在饲养环境控制下的饲养技术的发展，防病情况的变化，饲料的设计也随之变化。

⑥ 饲料的形态和外观等。饲料的形态分干型和湿型两大类，湿型饲料仅在特殊情况下使用。通常的牲畜用配合饲料是干型的。其粉剂饲料一般仅规定粒度(筛目)，而颗粒状等的固态饲料必须考虑到微量成分的稳定性和适当的粘结剂。

⑦ 安全性。如国际上禁用的含有毒的二噁英饲料，传播疯牛病的骨粉饲料应禁止使用。

1.2.2 原料的选择

① 营养特性与饲料特性的掌握，应特别注意使用量的范围与可饲养动物的适应范围。例如：棉子油含色素，若用于饲养产蛋鸡则会生出异常蛋，因而不能用作鸡饲料。又如食盐是最普通的饲料成分，但过量会造成动物大便太软或腹泻，甚至引起食盐中毒，故通常的使用量应在 0.5%

以下。

② 原料的种类与数量的决定。配方饲料种类繁多,以前配方大多从营养全面的角度考虑,使用原料种类较多,这样制造成本往往过高,因而现今大规模生产工厂选用原料的种类有减少的倾向。所用原料还受到库存状况、市场供应状况和价格等影响,限制了其可能使用的数量。这些对于掌握原料的种类和数量都是很重要的因素。此外,在使用一种全新的原料时,必须按照饲料安全性的规定,决定其能否使用。

③ 确定出售的价格。

④ 有关原料的规格、等级和品质的选择。

⑤ 原料物理性能的选择,如原料是否易于粉碎,是否易于配合,是否易于分离,味道良好与否,气味的强弱等都是选择原料时应考虑的因素。另外使用适当的液体原料也需考虑,例如鸡饲料为保持外观,要维持玉米适量配比;为抑制饲料粉尘,应配入少量油脂,这些都是利用了原料的物理性能。

⑥ 其他。饲料除供给动物营养素外,保持饲料的物性和保持饲料的适口性,也是很重要的。

1.2.3 饲料添加剂的选择

饲料添加剂的安全性是最重要的,其中抗菌素等的使用量和制造标准必须按规定执行。营养性饲料添加剂,有主要用于补充原料中含量不足的部分的,也有不必考虑原料中的含量,而根据动物的需求量添加的。氨基酸类属前者,而维生素和矿物质类属后者。维生素、矿物质和氨基酸的需求量,还有必要根据家畜、家禽的饲养条件,特别是动物的应激的强弱而变化。

采用手工计算配方,在近代手工计算已为电脑所代替。

第二章 家畜用配合饲料

2.1 牛

2.1.1 饲料标准与规格

牛饲料的一般标准见表 2-1。

表 2-1 饲料的一般标准

配合饲料的种类	成分最小量/%				成分最大量/%		可消化营养成分最小量/%	
	粗蛋白	粗脂肪	钙	磷	粗纤维	粗灰分	DCP ^①	TDN ^②
哺乳期犍牛用代乳配合饲料	22.0	5.0	0.60	0.40	1.0	10.0	19.0	75.0
哺乳期犍牛用配合饲料	17.0	2.0	0.60	0.40	6.0	9.0	15.0	75.0
青年牛用配合饲料	10.0	1.5	0.40	0.30	10.0	10.0	8.0	70.0
奶牛用配合饲料	9.0	1.0	0.50	0.40	11.0	10.0	7.5	65.0
肉牛用配合饲料	10.0	1.5	0.35	0.30	10.0	10.0	8.0	65.0

① DCP 为可消化粗蛋白质。

② TDN 为可消化养分总量。

牛属于反刍动物。它的胃分四个室，其非蛋白态的氮化合物(NPN,如尿素)也可被第一胃内的微生物合成利用。因而实际上来自 NPN 的蛋白质的利用，所提供蛋白质的量要比计算值大。

2.1.2 哺乳期犊牛用的代用乳配合饲料

犊牛代用的母乳饲料以脱脂奶粉为主要饲料原料，加入少量维生素、矿物质及抗菌素所组成，用温水溶解后即可喂养。因供给过多的乳糖易引起犊牛腹泻，所以用脱脂奶粉或脱脂牛奶。市售代用乳的脂肪含量多，可消化养分总含量高，这样可减少每次喂养的数量，从而减轻犊牛的第4胃的负担。犊牛用代乳粉配方及营养成分见表2-2。

表 2-2 犊牛用代乳粉

例 号	1(含脂肪 15%以上)	2(含脂肪 10%以下)	3	4
组分/%				
脱脂奶粉	74.8	83.6	60	60
干燥乳清	—	—	14.8	9
动物性油脂	20	11.2	20	20
浓鱼汁	4	4	4	—
鱼粉	—	—	—	5
大豆油粕	—	—	—	5
(溶剂萃取后的副产物)				
维生素混合物	0.5	0.5	0.5	—
矿物质混合物	0.7	0.7	0.7	—
维生素 A	—	—	—	4000IU/kg
维生素 D	—	—	—	1.000IU/kg
维生素 E	—	—	—	250IU/kg
新霉素	—	—	—	70mg/kg
营养成分/%				
粗蛋白质	29.5	32.2	26.2	28.5
粗脂肪	16.3	9.3	16.4	19.8
粗纤维	0.1	0.1	0.1	0.3
粗灰分	7.3	7.8	7.6	7.2
钙	1.09	1.21	1.07	1.26
磷	0.83	0.91	0.80	0.80
可消化粗蛋白质/%	26.4	28.8	23.3	25.8
可消化养分总量/%	100.1	90.2	100.2	104.1

表 2-2 中, 例 1 为高脂肪、高 TDN 型; 例 2 为低脂肪和低 TDN 型, 含有的饲料添加剂还有抗生素硫酸粘杆菌素 (5~40g 效价/t), 杆菌肽锌 (42~420 单位/t), 盐酸金霉素等 (10~50g 效价/t), 但法律上禁止硫酸粘杆菌素和盐酸金霉素并用。

例 3 以干燥乳清代替部分脱脂奶粉。干燥乳清蛋白质含量较脱脂奶粉少, 在高 DCP 代用乳中大量使用是困难的。另外乳糖含量高, 粪便变软。

2.1.3 哺乳期犊牛和幼龄牛育成用配合饲料(人工乳)

刚出生的小牛第一胃很小, 这时对营养素的消化吸收过程, 主要依靠第四胃及其以下的消化系统, 此后, 第一胃逐渐发达, 约 3 个月即达到成年牛的水平。另约 6 周龄时胃内微生物对饲料发酵的功能也逐步接近于成年牛, 因而人工乳的原料和成分也相应有所不同。哺乳期犊牛、幼龄牛用配合饲料配方及营养成分见表 2-3。

表 2-3 哺乳期犊牛、幼龄牛用配合
饲料配方及营养成分

例 号	5	6	7	8	9	10
组分/%						
玉米	48	49	45	44	54.5	51
高粱	10.5	10	10	8.9	8.6	—
大豆豆粕(45%)	29.7	26.7	26	20	29.4	32
大豆豆粕(50%)	—	—	—	13.5	—	—
亚麻仁油粕	—	—	5	—	—	—
麦麸	3.4	4	4.6	4.7	1	—
紫苜蓿粉	2	2	2	2	1	5

续表

例 号	5	6	7	8	9	10
鱼粉(62%)	—	2	—	—	—	—
糖蜜(甘蔗和甜菜制糖的副产品)	3	3	3	2	2	10
食盐	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1
牛油	—	—	1.0	1.5	—	—
碳酸钙	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	—
磷酸三钙	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	1
矿物质混合物	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	—
土霉素	—	—	—	—	—	50mg/kg
营养成分/%						
粗蛋白质	20.0	20.1	20.0	22.0	19.7	20
粗脂肪	2.9	3.0	3.8	4.2	2.9	—
粗纤维	3.4	3.3	3.6	3.3	3.0	—
粗灰分	6.4	6.5	6.4	6.5	6.2	—
钙	1.05	1.11	1.06	1.06	1.06	—
磷	0.70	0.72	0.70	0.71	0.69	—
可消化粗蛋白质/%	17.4	17.5	17.3	19.3	17.2	—
可消化养分总量/%	74.3	74.2	75.1	76.1	75.0	75

基本配方例 5 中抗生素使用盐酸金霉素或硫酸粘杆菌素等；前者用于出生后 6 个月以内的牛，后者则用于出生 3 个月以内的小牛。

例 6 使用鱼粉，它富含植物蛋白中缺乏的赖氨酸和蛋氨酸等，是优质的蛋白质，但用量过多发生鱼粉的腥臭，适口性差。

例 7、8 添加油脂，是能量较高的动物饲料。

例 9 是不添加油脂，但粮食类较多的高能量饲料。

例 10 是美国的人工乳配方。

2.1.4 青年牛配合饲料

这是3个月以上青年牛的配合饲料，雄牛与雌牛喂养方法有所区别。对于雌牛用饲料，粗饲料的可消化粗蛋白质只要在55%以上即可，但TDN含量在50%的干草是最优质的，因此以粗饲料为主，再以浓厚饲料补足。而雄牛则以浓厚饲料为主，但第一胃发育过程中，应尽量喂粗饲料，这是十分关键的。青年牛配方饲料配方及营养成分见表2-4。

表 2-4 青年牛配合饲料配方及营养成分

例 号	11	12	13
组分/%			
玉米	27.6	20	62
高粱	23	17.6	—
大麦	13	11	—
大豆油粕(45%)	4.5	6.4	21
亚麻仁油粕	3	6	—
麦麸	7	13.6	—
脱脂米糠	3.7	6.3	—
紫苜蓿粉	10	11	10
糖蜜	5	5	5
食盐	0.5	0.5	—
微量矿物元素	—	—	1
碳酸钙	1.6	2.2	—
磷酸三钙	0.9	0.2	1
维生素混合物	0.1	0.1	—
矿物质混合物	0.1	0.1	—
营养成分/%			
粗蛋白	13.1	15.3	17
粗脂肪	3.0	2.9	—
粗纤维	5	6	—
粗灰分	6.8	7.4	—
钙	1.14	1.18	—
磷	0.57	0.57	—
可消化粗蛋白质/%	10.3	12.2	—
可消化养分总量/%	70.2	68.2	74

基本配方例 11、12 在使用玉米麸时，则以：

玉米	2kg
大豆豆粕(45%)	1kg
紫苜蓿粉	1kg
玉米麸	4kg

来代替，青年期以后使用的配合饲料禁止添加抗生素。

例 13 是美国饲料谷物协会的饲料设计例。

2.1.5 奶牛用配合饲料

出生后 18 个月以上的奶牛使用本配方饲料。供奶牛的饲料中粗饲料占的比率很高，而粗饲料的品质，对奶牛的体重、奶的产量与质量有重要的影响，其标准要求为可消化粗蛋白质 $10\% \pm 20\%$ ，可消化养分总量为 $100\% \pm 10\%$ 。奶牛配合饲料配方及营养成分见表 2-5a、2-5b、2-6。

表 2-5a 奶牛基本配合饲料配方例 14 (可消化养分总量 68%)

组 分/%	可消化粗蛋白质/%			
	10	12	14	16
玉米	22.3	19.3	17.5	15.5
高粱	16.4	15.4	13.4	12
大麦	16	15	13.1	11
大豆豆粕(45%)	4.2	10.2	16	21.5
麦麸	17	17	17	16
脱脂米糠	3	3	3	3
紫苜蓿	13	12	12	13
糖蜜	5	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	1.7	1.7	1.7	1.7

续表

组 分/%	可消化粗蛋白质/%			
	10	12	14	16
磷酸三钙	0.7	0.7	0.6	0.6
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
营养成分/%				
粗蛋白质	13.1	15.2	17.3	19.4
粗脂肪	3.1	2.9	2.8	2.7
粗纤维	6.0	6.0	6.1	6.4
粗灰分	7.1	7.3	7.4	7.7
钙	1.16	1.77	1.15	1.17
磷	0.57	0.60	0.60	0.60
可消化粗蛋白质/%	10.2	12.2	14.2	16.2
可消化养分总量/%	68.4	68.5	68.5	68.4

表 2-5b 奶牛基本配合饲料配方例 15 (可消化养分总量 70%)

组 分/%	可消化粗蛋白质/%				
	10	12	14	16	18
玉米	29	26	24	23	19.6
高粱	21	19	17	14.5	12.5
大麦	14.3	13.8	12	10	10
大豆油粕(45%)	7	12.5	18	20	24.4
大豆油粕(50%)	—	—	—	3.5	4
麦麸	9	9	10	10.5	10
脱脂米糠	7	7	6.3	5.3	5.3

续表

组 分/%	可消化粗蛋白质/%				
	10	12	14	16	18
紫苜蓿	4.3	4.4	4.4	5	6
糖蜜	5	5	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	2.2	2.3	2.3	2.2	2.3
磷酸三钙	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
营养成分/%					
粗蛋白质	13.1	15.1	17.1	19.3	21.2
粗脂肪	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5
粗纤维	4.2	4.4	4.5	4.7	5.0
粗灰分	6.9	7.0	7.2	7.3	7.6
钙	1.17	1.16	1.17	1.16	1.18
磷	0.58	0.57	0.58	0.58	0.58
可消化粗蛋白质/%	10.3	12.2	14.2	16.3	18.1
可消化养分总量/%	70.3	70.3	70.3	70.4	70.1

表 2-6a 奶牛用基本配方例 16 (可消化养分总量 72%)

组 分/%	可消化粗蛋白质/%			
	12	14	16	18
玉米	33	30	28.7	28
高粱	21	20	18	16
大麦	13	11.2	9	5

续表

组 分/%	可消化粗蛋白质/%			
	12	14	16	18
大豆豆粕(45%)	14	15	20	28
大豆豆粕(50%)	-	4	4.6	2.3
麦麸	6.3	7.3	7.3	8
紫苜蓿	4.2	4	4	4.3
糖蜜	5	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	1.5	1.7	1.7	1.8
磷酸二钙	1.3	1.1	1.1	0.9
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质	14.8	16.9	18.9	20.9
营养成分/%				
粗脂肪	2.9	2.8	2.7	2.6
粗纤维	3.7	3.8	3.9	4.1
粗灰分	6.5	6.7	6.8	7.1
钙	1.16	1.18	1.17	1.19
磷	0.58	0.57	0.57	0.57
可消化粗蛋白质/%	12.2	14.2	16.2	18.1
可消化养分总量/%	72.4	72.2	72.3	72.2

表 2-6b 使用加工处理的谷类的配方例 17 (可消化养分总量 72%)

组 分/%	可消化粗蛋白质/%			
	12	14	16	18
玉米片	30	28	26	24
高粱片	19	17.4	15.4	14.2
大麦片	10	9	8	6

续表

组 分/%	可消化粗蛋白质/%			
	12	14	16	18
大豆油粕(45%)	11.2	17.2	23.2	28.9
麦麸	12	10.6	9.6	9.6
脱脂米糠	4.5	4.5	4.5	4
紫苜蓿	6	6	6	6
糖蜜	4	4	4	4
食盐	0.5	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	2	2.1	2.2	2.2
磷酸三钙	0.6	0.5	0.4	0.4
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
营养成分/%				
粗蛋白质	14.8	16.9	19.0	21.0
粗脂肪	3.0	2.9	2.7	2.6
粗纤维	4.6	4.7	4.8	4.8
粗灰分	6.8	7.0	7.3	7.4
钙	1.15	1.17	1.19	1.20
磷	0.58	0.57	0.57	0.58
可消化粗蛋白质/%	12.1	14.1	16.2	18.1
可消化养分总量/%	72.2	72.2	72.1	72.1

牛的饲料还有用豆腐渣和酒糟的，在城市近郊以稻草为主的，粗饲料不足的地方各不相同，因而配合饲料成分也多种多样，但考虑合适的营养平衡，应选择适当饲料种类组成的配合饲料。例如粗饲料以燕麦青饲玉米等禾本科青饲料为主的饲料，应配以蛋白质含量高的饲料(可消化粗蛋白质13%以上)。而粗饲料以豆科牧草为主或豆腐渣多的或浓厚饲料比率高的场合应配蛋白质含量低的饲料(可消化粗蛋白质12%以下)。

近年来，人们要求低脂肪、高蛋白的牛奶，饲料也必须适应此种需求。

日本一般饲料蛋白质过剩，能量不足。而美国的配合饲料可消化养分总量在80%以上，玉米的可消化养分总量在80%左右，加工处理后为83%，属于高能谷物。

(1) 以谷类、大豆油粕等为主要原料的配方

例16为TDN为72%的配方，当然其谷物的比率较高，特别是DCP为12%时有稍许过高的倾向，而多供给谷类则配合饲料中粗纤维含量减少。从日本全国乳质改善协会的资料看，配合饲料的粗纤维含量应为4%，DCP为12%~16%的配方都未达到该要求，因此使用这样的饲料时必须提供大量粗饲料(干物比在30%以上)。

例17是TDN为72%、使用加工处理过的谷物的配方例，与例16相比，其谷物减少7%~8%，而渣糠类增加，粗纤维含量也增加，饲料的形态改善，且加工谷物适口性好；与粉状或颗粒状的饲料相比较，糖蜜的添加量以减少为宜。

(2) 以各种植物油粕及渣糠为原料的配方

表2-7中，例18~27用其他油粕代替部分大豆油粕，

其 DCP14%，TDN70%，可用于反当动物的配合饲料。

表 2-7 以各种植物油粕及渣糠为原料的配方

例 号	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
组分/%										
玉米	26	24	24	28	27	26	27.3	24	24.6	22
高粱	18	17	17	16.4	17	16	15	17	15	12
大麦	12	12	11.3	9	9	10	8	12	12	12
大豆油粕(45%)	18	15	12	15	15	16	17	3.4	19.1	17
葵花子油粕	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
芝麻油粕	—	3	—	—	—	—	—	4	—	—
亚麻仁油粕	—	—	10	—	—	—	—	10.5	—	—
菜籽油粕	—	—	—	5	—	—	—	4	—	—
棉籽油粕	—	—	—	—	6	—	—	2	—	—
花生油粕	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
椰子油粕	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
麦麸	9.3	10	9	10	9	11	11	9.6	7.6	15.3
脱脂米糠	—	6.7	4.3	3.3	3.3	6.4	4.1	—	—	—
麦糠	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—
米糠	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
紫苜蓿	4.3	4.3	4.1	5	5.3	4.3	4.3	5.4	4.4	8.5
糖蜜	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	1.8	2.2	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1	1.7	1.8	2.0
磷酸三钙	0.9	0.1	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.5
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
营养成分/%										
粗蛋白质	17.1	17.2	17.3	17.1	17.3	17.2	17.1	17.2	17.1	17.2
粗脂肪	2.7	2.9	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	3.1	2.9	3.5
粗纤维	5.3	4.6	4.7	4.7	4.9	4.6	4.7	5.3	4.8	5.4
粗灰分	6.8	7.1	7.1	7.0	7.1	7.2	7.2	6.9	6.9	7.3
钙	1.18	1.13	0.17	1.18	1.20	1.16	1.16	1.01	1.16	1.17
磷	0.55	0.58	0.57	0.58	0.57	0.60	0.58	0.50	0.52	0.57
可消化粗蛋白质/%	14.2	14.2	14.3	14.1	14.3	14.1	14.2	14.1	14.2	14.2
可消化养分总量/%	70.4	70.4	70.4	70.3	70.3	70.1	70.3	70.3	70.2	70.4

① 例 18：葵花子油粕能量较低，用得太多就会降低 TDN，必须增加谷类来补充。

② 例 19：芝麻油粕，成分与大豆油粕几乎相同，可以简单地代替大豆油粕，但其氨基酸组成中特别缺少赖氨酸，故最大添加量为 5%。

③ 例 20：亚麻油粕，能使牛奶的乳脂柔和，用量太多则不利于制造奶油(黄油)。

④ 例 21：菜籽油粕，必须注意其甲状腺肥大物质 OZT 的含量。适口性不好，最高含量不得超过 5%。

⑤ 例 22：棉子油粕，含对单胃动物有害的棉子酚，但对反刍动物无害。在饲料中的用量仅次于大豆油粕，其纤维素含量多，为良好的纤维素源。

⑥ 例 23：花生油粕。

⑦ 椰子油粕对奶牛有良好的适口性，对糖蜜有吸附作用，广泛用作牛饲料，可生产优良的硬奶油，但大量喂食(2kg/d)，会使奶油过硬。

⑧ 大豆油粕和各种植物油并用，例 25。

(3) 糟糠类，如麦麸、脱脂米糠及其他麦糠、米糠等的配方(DCP14%，TDN70%)

① 例 26：麦糠、大麦糠的饲料价值因品种和精白度而异，这里用的大麦混合糠，适口性好，适于牛的生理需要，与麦麸、脱脂米糠等相比蛋白质含量少，可用大豆油粕来补足；磷含量较少，有必要增加磷酸三钙的含量。

② 例 27：米糠也可以代替高能量的谷类，但其所含的脂肪易于变质，在夏季用作饲料时必须注意。大量使用后牛奶的奶油可以变软，因而要避免用量超过 20%。

(4) 以副产物为原料的配方(DCP14%，TDN70%)

以副产物为原料的配方见表 2-8。

表 2-8 以各种副产物为原料的配方

例 号	28	29	30	31	32	33	34	35
组分/%								
玉米	24.6	25.1	22	26.6	25.3	28.4	23.7	24
高粱	14	17	15	16	14	17	15	15.5
大麦	9	12	8	8	10	8	11	10
大豆油粕(45%)	15.7	8	14.4	17	21.3	16.6	19	18.8
麦麸	9.7	10	10.9	12	6.7	8	7.6	7
脱脂米糠	4.3	8.6	—	5.2	—	4.3	3	2
紫苜蓿粉	5.4	4	6.4	4.4	4.3	4.3	4.4	4.4
玉米面筋片	9	—	—	—	—	—	—	—
玉米面筋粉	—	7	—	—	—	—	—	—
玉米胚芽粉	—	—	15	—	—	—	—	—
酱油渣	—	—	—	3	—	—	—	—
淀粉渣	—	—	—	—	10	—	—	—
麦芽根	—	—	—	—	—	5	—	—
大豆皮	—	—	—	—	—	—	8	—
筛余颗粒	—	—	—	—	—	—	—	10
糖蜜	5	5	5	5	5	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5	—	0.5	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	2.3	2.5	1.9	2.2	1.5	2.2	1.8	1.7
磷酸三钙	0.3	0.1	0.7	0.4	0.2	0.5	0.8	0.9
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
营养成分/%								
粗蛋白质	17.1	17.4	17.4	17.3	17.1	17.2	17.5	17.1
粗脂肪	2.8	3.0	2.8	3.0	2.4	2.7	2.8	3.1
粗纤维	5.0	4.2	5.3	4.8	5.3	4.6	6.2	5.2
粗灰分	7.3	7.0	6.8	6.9	6.7	7.1	7.1	7.3
钙	1.19	1.15	1.18	1.18	1.17	1.19	1.18	1.17
磷	0.57	0.55	0.58	0.58	0.57	0.57	0.58	0.58
可消化粗蛋白质/%	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.1	14.2	14.2
可消化养分总量/%	70.3	70.1	70.3	70.3	70.2	70.2	70.3	70.2

① 例 28：玉米面筋片，蛋白质和能量含量高，广泛用于代替谷类大豆油粕，但配方中超过 10% 则适口性不好，造粒也很困难。

② 例 29：玉米面筋粉，蛋白质含量高，用于代替大豆油粕，但氨基酸的组成不良，不能作为单一蛋白源，与大豆油粕，亚麻油渣并用才有效。

③ 例 30：玉米胚芽粉，其质量与玉米面筋片差别不大，乳牛爱吃，可以多用，造粒也较容易。

④ 例 31：酱油渣，其盐含量多，用量多时，可不必添加食盐。适口性差，配料中不应超过 5%。

⑤ 例 32：淀粉渣几乎不含蛋白质，有必要补充大豆油粕等蛋白源。但能量高，可代替部分谷类。

⑥ 例 33：麦芽根，使用量不得超过 10%，吸湿性强，贮存时必须注意。

⑦ 例 34：大豆皮，粗纤维含量较多，是有效的纤维素源，乳牛也喜欢吃。

⑧ 例 35：筛余颗粒(GSP)，混入原料的成分较多，也会影响牛的适口性，对于质量较好的筛余物，最大添加量不超过 20%。

表 2-9 以加工处理谷类为原料的配方(例 36)

组 分	含量/%
玉米片	20
高粱片	16
大麦片	12
大豆油粕(45%)	17
麦麸	15

续表

组 分	含量/%
脱脂米糠	6.3
紫苜蓿粉	6.4
糖蜜	4
食盐	0.5
碳酸钙	2.4
磷酸三钙	0.2
矿物质混合物	0.1
维生素混合物	0.1
营养成分/%	
粗蛋白质	17.4
粗脂肪	2.8
粗纤维	5.2
粗灰分	7.4
钙	1.20
磷	0.59
可消化粗蛋白质/%	14.4
可消化养分总量/%	70.6

(5) 以加工处理谷物为原料的配方

为提高配合饲料的能量含量(TDN),必须提高谷类的比率,但对于反刍动物来说,淀粉含量高的饲料进入瘤胃,就会降低粗饲料的利用率。而且粉碎谷类并无效果,因为粒度粗的饲料在瘤胃长时间滞留,减缓了微生物生产VFA的速度。而粉状的细小饲料,则在瘤胃中消化太快,丙酸生成快,有抑制胃内微生物增殖的作用,使瘤胃的消化发生障碍。由于以上原因,压片加工的谷类适于牛的瘤胃的需要。例36为DCP14% - TDN70%的例,TDN72%见例17。

(6) 尿素配合饲料例

反刍动物可经由微生物将非蛋白氮化合物(NPN)合成蛋

白质而加以利用。尿素虽是有有效的廉价蛋白源，但使用方法不当常发生氨中毒，尿素在配方中应注意以下几点：

①尿素可代替饲料中蛋白质的 20% ~ 30%。另外，以干物计尿素在 1% 以下，全氮的替代率为 25% 以下时，也可在犊牛人工乳中添加尿素。

②若饲料中蛋白质含量高，则尿素在瘤胃内分解为氨，尿中的排泄量也增加，因而饲料中粗蛋白质含量应在 20% 以下，避免供给过多。

③在瘤胃中，微生物分解氨而合成蛋白质。为维持这种微生物的高活性，应供给易消化的碳水化合物，特别是淀粉最适用。大麦、玉米和高粱是优质的淀粉来源。饲料中 TDN 应在 65 以上。

④尿素合成的蛋白质中含硫氨基(蛋氨酸、胱氨酸、半胱氨酸)不足，添加适量含硫物可合成这些氨基酸，氮:硫比以 (10 ~ 20):1 为宜。

⑤尿素的最大添加量为 1.5%，过高则适口性差。

考虑以上各点，例 37 设计了 CP17%、DCP13%、TDN70%(见表 2-10)。

表 2-10 奶牛用含尿素的饲料配方(例 37)

组 分	含量/%
玉米	28.7
高粱	21
大麦	12.2
大豆油粕(45%)	6
麦麸	11
紫苜蓿粉	5
玉米面筋片	6
糖蜜	5

续表

组 分	含量/%
食盐	0.5
碳酸钙	1.7
磷酸三钙	1.1
矿物质混合物	0.2
维生素混合物	0.1
尿素	1.5
营养成分/%	
粗蛋白质	17.1
粗脂肪	3.0
粗纤维	4.3
粗灰分	6.7
钙	1.18
磷	0.57
可消化粗蛋白质/%	13.2
可消化养分总量/%	70.1

2.1.6 肉牛肥育用配合饲料

以下的配方适用于出生后 6 个月的肉牛。

表 2-11a 肉牛肥育用基本配合饲料配方(例 38, TDN71%)

组 分/%	可消化粗蛋白质/%		
	9	10	11
玉米	34	33	32
高粱	24	23	21.6
大麦	10	10	10
大豆油粕(45%)	4.3	7.3	10
麦麸	10	9	9
脱脂米糠	6.8	6.8	6.5
紫苜蓿粉	3	3	3
糖蜜	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5

续表

组 分/%	可消化粗蛋白质/%		
	9	10	11
碳酸钙	1.8	2.0	1.9
磷酸三钙	0.4	0.2	0.3
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1
营养成分/%			
粗蛋白质	12.0	13.0	14.0
粗脂肪	3.1	3.0	2.9
粗纤维	3.8	3.9	3.9
粗灰分	6.1	6.2	6.3
钙	0.97	0.98	0.98
磷	0.55	0.54	0.54
可消化粗蛋白质/%	9.2	10.3	11.2
可消化养分总量/%	71.3	71.3	71.4

表 2-11b 肉牛肥育用基本配合饲料(例 39, TND72%)

组 分/%	可消化粗蛋白质/%		
	9	10	11
玉米	35	34	32
高粱	24.9	22.5	21.9
大麦	12	13	13
大豆豆粕 (45%)	4.3	7.4	10.4
麦麸	10.8	10	9.6
脱脂米糠	2	2.1	2.1
紫苜蓿粉	3	3	3
糖蜜	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	1.4	1.5	1.5
磷酸三钙	0.9	0.8	0.8
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1

续表

组 分/%	可消化粗蛋白质/%		
	9	10	11
营养成分/%			
粗蛋白质	11.6	12.8	13.8
粗脂肪	3.1	3.0	2.9
粗纤维	3.6	3.7	3.7
粗灰分	5.8	5.9	6.0
钙	0.97	0.98	0.99
磷	0.54	0.53	0.54
可消化粗蛋白质/%	9.1	10.1	11.2
可消化养分总量/%	72.1	72.3	72.1

表 2-12 肉牛肥育用基本配合饲料(例 40, TDN74%)

组 分/%	可消化粗蛋白质/%	
	10	11
玉米	38.6	36.4
高粱	27.9	27.5
大麦	13	13
大豆豆粕(45%)	9.4	12.4
麦麸	1	1
紫苜蓿粉	2	1.6
糖蜜	5	5
食盐	0.5	0.5
碳酸钙	1.1	1.1
磷酸三钙	1.3	1.3
矿物质混合物	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	1.1
营养成分/%		
粗蛋白质	12.6	13.7
粗脂肪	2.9	2.9
粗纤维	2.8	2.9
粗灰分	5.5	5.6
钙	0.96	0.97
磷	0.52	0.52
可消化粗蛋白质/%	10.2	11.3
可消化养分总量/%	74.1	74.1

表 2-13a 肉牛肥育用加工谷类配合饲料(例 41, TDN74%)

组 分/%	可消化粗蛋白质/%		
	9	10	11
玉米片	33	32	32
高粱片	24.3	23	20
大麦片	13	13	13
大豆豆粕(45%)	3	5.3	8.3
麦麸	11.6	11.6	11.7
玉米面筋片	5	5	5
紫苜蓿粉	3	3	3
糖蜜	4	4	4
食盐	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	1.4	1.5	1.5
磷酸三钙	1.0	0.9	0.8
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1
营养成分/%			
粗蛋白质	11.7	12.5	13.6
粗脂肪	3.2	3.1	3.1
粗纤维	3.9	3.9	4.0
粗灰分	5.8	5.8	5.8
钙	1.0	0.92	0.99
磷	0.54	0.53	0.53
可消化粗蛋白质/%	9.3	10.1	11.2
可消化养分总量/%	74.3	74.1	74.1

表 2-13b 肉牛肥育用加工谷类配合饲料(例 42,TND76%)

组 分/%	可消化粗蛋白质/%		
	9	10	11
玉米片	39	39	40
高粱片	26.9	24.9	23.9
大麦片	10.7	10	8
大豆豆粕(45%)	4.3	7	10
麦麸	2	2	2
玉米面筋片	8	8	7
紫苜蓿粉	2	2	2
蜂蜜	4	4	4
食盐	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	1.2	1.3	1.3
磷酸三钙	1.2	1.1	1.1
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1
营养成分/%			
粗蛋白质	11.7	12.7	13.6
粗脂肪	3.1	3.1	3.0
粗纤维	3.3	3.3	3.3
粗灰分	5.5	5.6	5.7
钙	0.96	0.97	0.98
磷	0.53	0.53	0.53
可消化粗蛋白质/%	9.5	10.4	11.4
可消化养分总量/%	76.1	76.0	76.1

高能饲料一般用于肥育的后半期，但是还是需要混入粗饲料，并限制浓厚饲料的采食量。肉牛肥育用的饲料 TDN 值以 70% ~ 72% 为宜。

过去曾发现牛的瘤胃内的微生物有使不饱和脂肪硬化的作用，因而牛脂肪比猪脂肪硬，其脂肪酸组成几乎不受饲料的影响，供给高粱或大麦即能得到差不多的脂肪组成。特别是大麦，很合牛的口味，但随着肥育进展应避免在饲料中添加不饱和脂肪酸含量高的米糠等。

脂肪的颜色以带光泽的白色至浅奶油色为宜。脂肪的色素以胡萝卜素和叶黄素为主，这些色素来自饲料中的草类。在肥育末期若供草类太多，脂肪为黄色，因而在后期用的配合饲料配方中紫苜蓿不能太多，本例不超过 3%。

牛肥育时，粗纤维的最低需要量为干物的 6%。为此对浓厚饲料来说，必须供给 10% ~ 15% 粗饲料，且配合饲料中粗纤维含量应在 3.0% 以上。如配方中粗纤维含量不足，应多供给粗饲料。

(1) 谷类、大豆油粕和糟糠类的基本配方

① 例 38：TDN71%。

② 例 39：TDN72%。

③ 例 40：TDN74%。

谷类偏重的饲料，粗纤维含量也稍有不足的倾向。当 TDN 在 74% 以上时，用加工处理过的谷物较好。谷物以外的能源可利用玉米面筋片、玉米胚芽粉和淀粉渣等，易于达到 TDN74% 以上的水平。

④ 例 41：TDN74%，使用加工处理过的谷类。

⑤ 例 42：TDN76%，使用加工处理过的谷类。

表 2-14 利用各种植物油粕的配方

例 号	43	44	45	46	47
组分/%					
玉米	34	35	34.4	33.4	34.8
高粱	22.5	22.5	23.5	23.5	23
大麦	13	12	13	13	14
大豆油粕(45%)	4.4	6	6	7	1.6
芝麻油粕	3		—	—	—
亚麻油粕	—	3	—	—	5
棉籽油粕	—	—	3	—	3
椰子油粕	—		—	3	—
菜子油粕	—		—	—	3
麦麸	10	8	7	7	4.3
脱脂米糠	2.2	2.5	2.1	2.1	—
紫苜蓿粉	3	3	3	3	3
糖蜜	5	5	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6
磷酸三钙	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
营养成分/%					
粗蛋白质	12.8	12.9	12.8	12.8	12.9
粗脂肪	3.3	3.0	3.0	3.0	2.9
粗纤维	3.8	3.7	3.8	3.7	3.9
粗灰分	6.0	5.9	5.9	5.9	5.5
钙	1.01	0.98	0.98	0.98	1.08
磷	0.53	0.54	0.53	0.54	0.56
可消化粗蛋白质/%	10.2	10.3	10.1	10.1	10.3
可消化养分总量/%	72.2	72.2	72.2	72.1	72.0

表 2-15 用黑麦、燕麦和麦糠的配方例

例 号	48	49	50
组分/%			
玉米	32	32.8	34
高粱	22.5	23.5	23.2
大麦	10	10	13
黑麦	5	—	—
燕麦	—	5	—
大豆油粕(45%)	7.4	8.6	8.4
麦麸	10	7	4.3
麦糠	—	—	6
脱脂米糠	2.1	2.1	—
紫苜蓿粉	3	3	3
糖蜜	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	1.5	1.4	1.1
磷酸三钙	0.8	0.9	1.3
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1
营养成分/%			
粗蛋白质	12.8	13.0	12.8
粗脂肪	3.0	3.1	3.0
粗纤维	3.6	3.9	3.8
粗灰分	5.9	5.9	5.9
钙	0.98	0.98	0.99
磷	0.53	0.54	0.55
可消化粗蛋白质/%	10.2	10.4	10.1
可消化养分总量/%	72.1	72.2	72.0

表 2-16 利用各种副产物的配方例

例 号	51	52	53	54
组分/%				
玉米	34.3	32	33	35.1
高粱	21.2	20.5	22.5	21
大麦	12	12	11	12
大豆油粕(45%)	6.4	8.2	5.4	7.9
麦麸	8	9.2	5	8
脱脂米糠	2.1	2.4	2.1	—
紫苜蓿粉	3	3	3	3
玉米面筋片	5	—	—	—
桔汁渣	—	5	—	—
玉米胚芽粉	—	—	10	—
筛上颗粒	—	—	—	5
糖蜜	5	5	5	5
食盐	0.5	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	1.6	1.2	1.6	1.2
磷酸三钙	0.7	0.8	0.7	1.1
矿物质混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
维生素混合物	0.1	0.1	0.1	0.1
营养成分/%				
粗蛋白质	12.8	12.9	12.9	12.7
粗脂肪	3.0	2.9	3.0	3.2
粗纤维	3.8	4.0	3.9	4.0
粗灰分	6.0	5.9	5.8	5.9
钙	0.97	0.99	0.99	1.00
磷	0.52	0.53	0.52	0.53
可消化粗蛋白质/%	10.2	10.2	10.1	10.2
可消化养分总量/%	72.2	72.2	72.2	72.1

表 2-17 肉牛用添加尿素或油脂的配方

例 号	55	56
组分/%		
玉米	36	32
高粱	26.4	26.1
大麦	13	13
大豆油粕(45%)	2	8.2
麦麸	3.5	8.6
脱脂米糠	1.9	—
紫苜蓿粉	3	3
玉米面筋片	5	—
糖蜜	5	5
牛油	—	1
食盐	0.5	0.5
碳酸钙	1.4	1.3
磷酸三钙	1.0	1.1
矿物质混合物	0.2	0.1
维生素混合物	0.1	0.1
尿素	1.0	—
营养成分/%		
粗蛋白质	13.6	12.7
粗脂肪	3.0	3.9
粗纤维	3.4	3.4
粗灰分	5.8	5.8
钙	0.99	0.99
磷	0.52	0.53
可消化粗蛋白质/%	10.3	10.2
可消化养分总量/%	72.0	74.1

(2) 部分大豆油粕为其他各种植物油粕所取代的配方实例(DCP10%, TDN72%)。

① 例 43: 芝麻油粕, 若用得太多, 则牛脂肪变软, 用量不要超过 5%。

② 例 44：亚麻仁油粕，能使牛毛皮有良好的光泽，还有润肠作用和通大便的作用，因而作为肉牛饲料有很高的价值，可单独使用，也可与大豆油粕配合作用。

③ 例 45：棉籽油粕，是配合饲料中用得较多的原料，作为肉牛的饲料，也可仅用棉籽油粕作蛋白源，但因此饲料会引起便秘，故最好与亚麻仁油粕和糖蜜并用。

④ 例 46：椰子油粕，适口性好，有良好的吸附糖蜜的特性，但不适合单独作为蛋白源。

⑤ 例 47：大豆油粕和各种植物油粕并用配方。

(3) 谷类中使用玉米和高粱外，还使用黑麦或燕麦的配方(DCP10% - TDN72%)

① 例 48：黑麦。

② 例 49：燕麦。

(4) 用麦麸、脱脂米糠和麦糠的配方，例 50 (DCP10%、TDN72%)

(5) 各种副产物的利用(DCP10% ,TDN72%)

① 例 51：玉米面筋片，大量供给时，适口性不佳，因而不得超过 10%。

② 例 52：桔汁渣，因含有黄色色素，可能迁移到牛脂肪中，不得超过 5%。

③ 例 53：玉米胚芽粉、成分与玉米面筋片相近似，适口性好，可大量使用，还易于造粒。

④ 例 54：筛上颗粒(GSP)。

⑤ 例 55：尿素饲料配合例。

⑥ 例 56：添加油脂的配方。

提高饲料能量的方法除使用加工处理的谷类外，还可在饲料中添加油脂。肉牛肥育不宜使用不饱和脂肪酸较多的植

物性油脂，一般使用的油脂是牛油、奶油等动物性油脂。油脂供给量太多会妨碍纤维素的消化和 NPN（非蛋白质氮）的利用，并影响瘤胃内的发酵，因而添加不得超过 5%。但考虑牛的适口性，牛脂的添加量以 2% ~ 3% 较为安全。例 56 添加 1% 牛油，DCP 为 10%，TDN 为 74%。

另外，可将油脂用蛋白质（酪蛋白）包覆，再用甲醛处理蛋白质，使油脂在瘤胃中不被微生物所硬化，在皱胃以下待蛋白质消化后，油脂被吸收。因而供给不饱和脂肪酸（亚油酸等）含量多的油脂可使牛脂肪和牛奶中脂肪酸组成发生变化，从而能为心脏病等患者提供亚油酸含量高的牛奶和牛肉。

2.1.7 磷酸 - 氨基酸 - 多价金属复合盐 - 易溶于水的高分子材料的反刍动物饲料添加剂

氨基酸等生物活性物质经口直接喂养反刍动物牛羊时，大多数被瘤胃（反刍动物的第一胃）中微生物所分解，为此常用保护的物质将氨基酸混合包覆，但这些含有水溶性氨基酸的保护物质和其他饲料一起在瘤胃中要停留 10h 以上，甚至数天，因此很难得到满意的结果。本反刍动物添加剂，其活性成分为磷酸 - 氨基酸 - 多价金属复盐 - 易溶于水的高分子材料，它不溶于中性或碱性的水而可溶在酸性的水中。此添加剂由碱性氨基酸（如赖氨酸或精氨酸等），镁和磷酸的复盐与除镁以外的多价金属（如钙、铝、锌或铁等）盐反应而成；或者由上述复盐与多价金属盐反应，再与磷酸或磷酸缩合物（如三聚磷酸、四聚磷酸、三偏磷酸、四偏磷酸或六偏磷酸等）反应制得；还可以进一步混入易溶于水的高分子材料（如羧甲基纤维素钠盐、藻酸钠盐、果胶钠盐、丙烯酸钠盐等）反应而形成不溶于水的多价金属高分子盐类，混在磷酸 - 氨基酸 - 多价金属复盐中。

此添加剂可制成粉末或颗粒,上述复合盐在中性和弱酸性的水中有优良的稳定性,比中间体复盐的溶解度低。它在反刍动物的瘤胃中有优良的不溶性,且能在反刍动物的皱胃(反刍动物的第四胃)及其以下的消化器官中释放出动物必需的如赖氨酸(反刍动物饲料中通常缺乏的物质)等碱性氨基酸。因而本添加剂能显著改善反刍动物饲料的营养价值。

例 1 中间体复盐 a

组 分	含量
三水合磷酸氢镁	174.3g
L-赖氨酸水溶液(45%)	1300g

在 80℃下加热搅拌 3h,磷酸氢镁的颗粒晶体消失,而形成大量细晶体。过滤所得的晶体用 1000mL 水洗涤,再在 60℃减压干燥,得 285g 白色晶体粉末,即中间体复盐 a。取 1g 此白色粉末加入 100mL 纯水和相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中搅拌,没有发现溶解现象。虽此白色粉末有一分子结晶水,但此结合水可在 0 ~ 10mol 范围内变化,取决于其干燥条件,在正常干燥条件下为 1 ~ 2mol。以下各例结晶水都是这样,不再重复说明。

例 2 中间体复盐 b

组 分	含量
L-赖氨酸水溶液(20%)	4386g
磷酸(85%)	231g
七水合硫酸镁水溶液	493g/L

L-赖氨酸水溶液与磷酸混合中和后,立即加入七水合硫酸镁,将所得的胶状沉淀过滤,用 12000mL 水洗涤,再在 60℃减压干燥,得 280g 白色粉末,即中间体复盐 b。将此白色粉末 1g 放入 100mL 纯水和相当于牛胃第一室胃液的缓冲

液中搅拌，无溶解现象。

例 3 中间体复盐 c

组 分	含量
L- 赖氨酸水溶液(45%)	650g
原磷酸(85%)	461.2g
氢氧化镁	291.7g
水	1000mL

L- 赖氨酸水溶液与磷酸混合中和后，加入氢氧化镁的水分散体，混合，此混合物放热反应，形成白色固体物质，将后者在 95℃加热 3h，加入 3000mL 纯水，研磨，过滤得固体物，以 3000mL 水洗涤，再在 60℃减压干燥，得 750g 白色粉末，即中间体复盐 c。将此白色粉末 1g 放入 100mL 纯水和相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中搅拌，无溶解现象。

例 4 中间体复盐 d

组 分	含量
L- 赖氨酸水溶液(47%)	311g
磷酸(85%)	461.2g
氢氧化镁	291.7g
水	700mL

L- 赖氨酸水溶液与磷酸混合中和，加入氢氧化镁水分散体中，混合反应，放热，形成白色固体，在 90℃加热 3h，然后研磨，再在 60℃减压干燥，得 750g 白色粉末，即中间体 d。此白色粉末 1g 放入 100mL 纯水和相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中搅拌，无溶解现象。

例 5 中间体复盐 e

组 分	含量
例 1 所得白色结晶粉末中间体复盐 a	20g

L- 赖氨酸水溶液(20%)	4386g
磷酸(85%)	231g
六水合氯化镁	407g
水	500mL

将例 1 所得中间体复盐 a 20g 加入由 L- 赖氨酸水溶液和磷酸混合中和的溶液中，分次少量缓慢添加 407g 六水合氯化镁溶液和 500mL 水组成的溶液，形成细结晶。过滤所得的晶体，用 3L 水洗涤，在 60℃减压干燥，得白色晶体粉末 573g，即中间体复盐 e。取此白色粉末 1g，放入 100mL 纯水和相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中搅拌，无溶解现象。

例 6 中间体复盐 f

组 分	含量
三水合磷酸氢镁	87.2g
L- 赖氨酸水溶液，(40%)	730g

混合，在 80℃加热搅拌 3h，磷酸氢镁的颗粒晶体消失，形成细晶体。在此混合物中缓慢添加以下组分所得的溶液：

组 分	含量
磷酸(85%)	46.1g
七水合硫酸镁	98.6g
水	150mL

混合物成为粘稠的晶体浆，将晶体过滤，用 1300mL 水洗涤，再在 60℃减压干燥，得白色晶体粉末 198g，即中间体复盐 f。取此白色粉末 1g，放入 100mL 纯水和相当于牛胃第一室胃液的缓冲溶液中搅拌，无溶解现象。

例 7 中间体复盐 g

组 分	含量
六水合氯化镁	610g

水	1L
L-赖氨酸水溶液(30%)	4873g
磷酸(85%)	461g

将六水合氯化镁溶于水中，加入 L-赖氨酸水溶液和磷酸的中和混合物中，将所得的粘性混合物均匀混入以下组分的分散体中：

氢氧化镁	93.3g
水	700mL

使溶液放置过夜，过滤得沉淀物，用 7000L 水洗涤，再在 60℃减压干燥，得白色粉末 980g，即中间体复盐 g。取此白色粉末 1g，放入 100mL 纯水和相当于牛胃第一室胃液的缓冲溶液中搅拌，无溶解现象

例 8 成品复盐 a (b)

组 分	含量
例 1 (2)制的中间体复盐 a(b)	250g(250g)
二水合氯化钙	40g
水	2000mL

混合，在室温下搅拌 2h，过滤，分离固体物料，然后干燥，分别得到成品复盐 a 253g 和成品复盐 b 241g。

例 9 成品复盐 c (d)

组 分	含量
例 3(4)制的中间体复盐 c(d)	250g(250g)
氯化钙	20g
水	2000mL

混合，在室温下搅拌 2h，过滤，分离固体物料，干燥，分别得成品复盐 c 250g 和成品复盐 d 248g。

例 10 成品复盐 e (f)

组 分	含量
例 5(6)制的中间体复盐 e(f)	100g(100g)
氯化锌	20g
水	2000mL

混合，在室温下搅拌 3h，过滤，分离固体物料，干燥，分别得成品复盐 e 103g 和成品复盐 f 103g。

例 11 成品复盐 g

组 分	含量
例 7 制的中间体复盐 g	100g
硫酸铵铝(烧明矾)	30g
水	1000mL

混合，在室温下搅拌 2h，过滤分离混合物中的固体，干燥，得到成品复盐 g 101g。

以上各产品含赖氨酸和磷、钙、镁及铝等反刍动物之必需氨基酸和矿物质。

例 12 将例 1~7 所制得的中间体复盐 a~g，测定其赖氨酸含量、镁含量和磷含量，以及此复盐在纯水中，在对应瘤胃溶液中的释出率和保护率及在对应皱胃溶液中的释出率，其结果如下：

项 目	a	b	c	d	e	f	g
干燥时质量损失	7.3	19.3	16.4	13.7	8.4	12.5	15.5
总水含量	7.2	8.7	6.2	7.8	7.9	8.5	8.9
120℃时水含量	7.0	19.0	16.2	13.5	8.1	12.2	15.3
除水外的干物含量	92.7	80.7	83.6	86.3	91.6	87.5	84.5
赖氨酸含量	51.1	20.0	18.5	19.5	50.4	36.5	29.8
镁含量	8.5	15.4	16.6	16.2	8.4	11.8	13.4
磷含量	10.8	14.8	15.8	16.5	10.7	12.7	13.5
(以磷酸根 PO_4 计)	(33.1)	(45.4)	(48.5)	(50.6)	(32.8)	(39.0)	(41.4)
在纯水中的释出率/%	84.2	13.0	35.0	48.7	86.2	55.3	38.5
在模拟瘤胃溶液中保护率/%	10	35	55	42	9	40	57
口服少量本品后在瘤胃中保护率/%	5	65	35	26	4	20	38
在模拟皱胃溶液中的释出率/%	100	100	100	100	100	100	100

例 13

组 分	含量
-----	----

例 1 ~ 3 制的中间体复盐 a, b, c	各 250g
-------------------------	--------

二水合氯化钙	40g
--------	-----

水	2000L
---	-------

混合，在室温下搅拌 2h，过滤，分离固体，添加：

水	300mL
---	-------

羧甲基纤维素钠盐	3g
----------	----

搅拌混合，将混合物干燥，分别得 252 ~ 241g 组合物 - 1 ~ 3，其含复盐和羧甲基纤维素钙盐。

例 14

组 分	含量
-----	----

例 4 制的中间体复盐 d	250g
---------------	------

藻酸钠	3g
-----	----

水	350mL
---	-------

混合，将混合物用注射器挤压注入 20g 氯化钙和 1000mL 水组成的溶液中。将线状的固体混合物在室温再浸渍 2h，然后用水洗涤，干燥得 247g 组合物 - 4，其含复盐和藻酸钙。

例 15

组 分	含量
-----	----

例 5 和 6 制的中间体复盐 e (f)	100g(100g)
-----------------------	------------

氯化锌	20g
-----	-----

水	1000mL
---	--------

混合物在室温下搅拌 3h，过滤得到成品复盐 e (f)，添加：

水	200mL
---	-------

果胶 3.0g

搅拌混合，再使混合物干燥，分别得组合物 - 5 102g 和组合物 - 6 100g，都含复盐和果胶锌盐。

例 16

组 分	含量
例 7 制的中间体复盐 g	100g
水	1000mL
硫酸铵铝(烧明矾)	30g

混合，将此混合物在室温下搅拌 2h，在过滤分离固体材料后，加入：

水	200mL
聚丙烯酸钠	2.0g

搅拌混合，再使混合物干燥，得组合物 - 7 103g，其含复盐和聚丙烯酸钠。

例 17 将例 13 ~ 14 所制的组合物 - 1 ~ 4，按例 12 的方法试验，结果如下：

项目	组合物 - 1	组合物 - 2	组合物 - 3	组合物 - 4
赖氨酸含量/%	46.0	18.1	17.0	18.4
镁含量/%	7.4	14.7	15.0	15.7
镁以外的多价金属含量/%	Ca2.6	Ca2.0	Ca3.6	Ca4.0
磷含量/%	10.8	14.7	15.7	16.8
(以磷酸根 PO ₄ 计)	(33.1)	(45.0)	(48.1)	(51.5)
在纯水中的释出率/%	63.2	6.0	32.0	37.7
在瘤胃中的保护率/%	32	92	58	52
少量口服在瘤胃中的保护率/%	31	89	55	50
在皱胃中的释出率/%	100	100	100	100

例 18 成品复盐 h

组 分	含量
L- 精氨酸	174.2g
磷酸(85%)	98.0g
水	300mL

氢氧化镁	72.9g
水	200mL

加料次序同前，此混合物发生反应，放热，得到白色固体，即中间体复盐 h，然后在 95℃ 加热 3h、加入纯水 1000mL。将此混合物研磨，添加氢氧化钙 10g，搅拌 2h，过滤固体物料，用 100mL 水洗涤，在 60℃ 减压干燥，得白色粉末 245g，即成品复盐 h。

例 19 反刍动物饲料添加剂(1)

组 分	含量
例 8 得的成品复盐 a	200g
硬化豆油	150g

混合后在 65℃ 热挤出，通过孔径约 1mm 的模头，切成长度约 1mm 的颗粒。对此颗粒进行测试，结果在相应的瘤胃溶液中的保护率为 65%；在相应的皱胃溶液中释出率为 95%。

例 20 反刍动物饲料添加剂(2)

组 分	含量
例 9 得的成品复盐 c	200g
蛋氨酸粉末	15g
碳酸钙	40g
酪蛋白钠盐	20g
淀粉羟乙酸钠	4g
水	70mL

混合，捏合，用孔径为 2mm 的盘形造粒机挤出，切粒，颗粒长度约 2mm，干燥，得粒度约 2mm 的颗粒。

在对应的瘤胃溶液中赖氨酸保护率为 98%，蛋氨酸保护率为 66%，在对应的皱胃溶液中释出的赖氨酸和蛋氨酸

都是 95%。对于切成 0.5mm 的小颗粒，在对应于瘤胃溶液中保护的赖氨酸为 96%，蛋氨酸为 63%；对应的皱胃溶液中释出的赖氨酸和蛋氨酸都是 98%。

例 21 中间体复盐 i

组 分	含量
L-赖氨酸溶液(50%)	1.55kg
氢氧化镁	0.86kg
水	3.2L
磷酸(37%)	2.99kg

混合，在 80℃加热搅拌 3h，添加水 20L，加入 50% L-赖氨酸碱性水溶液 17.9kg 和 9.84kg 氢氧化镁在 36.8L 水中的分散体，同时在 90min 内加入磷酸(37%)34kg。

在此期间，反应温度维持 69 ~ 72℃、pH 为 8.2 ~ 8.5，最后得 128kg 浆状物，经振动分离得 53kg 产物，所得晶体用 36L 水洗涤，此湿晶体在 80℃空气流中干燥，得 11.4kg 干镁盐，即中间体复盐 i。含赖氨酸 20%、镁 18.9%，磷酸根离子 51.1%；在对应的瘤胃溶液中释出率为 76% (保护率 24%)，在水中释出率为 17%，在对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 22 成品复盐 i

组 分	含量
三聚磷酸	7g
水	500mL
例 21 制得的中间体复盐 i	40g
氢氧化钙	8.75g

混合，在室温下搅拌 1h，用吸滤法分离晶体，将所得的湿晶体在减压下于 65℃干燥，得 42g 晶体，即成品复盐 i。

此晶体含赖氨酸 11.8%，镁 13.1%，磷 16.6%，钙 8.4%；在对应的瘤胃溶液中释出率为 5%（保护率 95%），纯水中释出率为 2%，对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 23 重复例 22，但三聚磷酸为 2.6g，氢氧化钙为 1.8g，得干晶体 38.6g，即成品复盐 j。此晶体中含赖氨酸 13.8%，镁 18.3%，磷 18.4%，钙 2.3%；在对应的瘤胃溶液中释出率为 56%（保护率为 44%），纯水中释出率为 3%，对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 24 重复例 22，但三聚磷酸为 2.6g，氢氧化钙为 13.3g，得干晶体 47.7g，即成品复盐 k。此晶体中含赖氨酸 9.8%，镁 13.5g，磷 13.6g，钙 12.9g；在对应的瘤胃溶液中释出率为 20%（保护率为 80%），纯水中释出率为 3%，对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 25 重复例 22，但三聚磷酸为 1.0g，氢氧化钙为 4.4g，得干晶体 23g，即成品复盐 l。此晶体含赖氨酸 13.5%；在对应的瘤胃溶液中释出率为 45%（保护率 55%），纯水中释出率为 2%，对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 26 成品复盐 m

组 分	含量
三聚磷酸	47.1g
水	500mL
氢氧化钙	63.4g

混合，在室温下搅拌 1h，所得的浆状物用吸滤法分离晶体，水洗，干燥，得三聚磷酸钙 96.6g，重复例 22，但以上制三聚磷酸钙 15.7g 代替三聚磷酸和氢氧化钙，得晶体（成品复盐 m）49.5g，它在对应的瘤胃溶液中释出率为 31%（保护率为 69%），纯水中释出率为 2%，对应的皱胃溶液中

释出率为 100%。

例 27 成品复盐 n

组 分	含量
三聚磷酸钠	3g
水	450mL
例 21 所得的中间体复盐 i	45.0g
氢氧化钙	5.0g

混合，在室温下搅拌 2h，所得的浆状物用吸滤法分离晶体沉淀，以 200mL 水洗涤，干燥，得 37.8g 干燥晶体(成品复盐 n)。它在对应的瘤胃溶液中释出率为 53%(保护率为 47%)，纯水中释出率为 1%，对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 28 重复例 27，但以六偏磷酸钠 3.0g 代替三聚磷酸钠，得干燥晶体(成品复盐 o)46.4g，它含赖氨酸 13.7%，镁 16.1%，磷 16.1%，钙 5.1%；在对应的瘤胃溶液中释出率为 23%(保护率为 77%)，纯水中释出率为 2%，对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 29 重复例 27，但以偏磷酸 3.0g 代替三聚磷酸钠，得干燥晶体(成品复盐 p)45.8g，它含赖氨酸 13.8%，镁 16.0%，磷 16.4%，钙 5.1%；在对应的瘤胃溶液中释出率为 26%(保护率为 74%)，纯水中释出率为 2%，对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 30 成品复盐 q

将例 21 得到的浆状物 19.5kg 装入 30L 容器中，在 55℃ 加热搅拌，添加如下组分的分散体：

组 分	含量
赖氨酸，50% 水溶液	50.48kg

氢氧化镁	27.72kg
水	155.5L

同时，在 15h 内加入磷酸(85%)42.22g，在此期间用磷酸和分散体添加速度来调节浆状物的 pH 为 8.3，得总浆状物(中间体复盐)265.8kg。

在上制浆状物中加入 0.5kg 焦磷酸和 8.4L 水的混合溶液，再加入 1.22kg 氢氧化钙在 8.1L 水中的分散体，添加时间 2h，此时维持浆状物的 pH 为 9.3，然后用振动法分离晶体，以 42L 水洗涤，在 90℃的热空气流中干燥，得干晶体(成品复盐 9)6.86kg，此晶体含赖氨酸 11.0%，镁 13.4%，磷 16.1%，钙 7.8%；洗涤母液(60L)中含赖氨酸 1.05kg，镁、磷和钙微量；在对应的瘤胃溶液中释出率为 8%(保护率为 92%)，在水中释出率为 2%，在对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 31 成品复盐 r

将例 21 制得的浆状物 1.95kg 装入 3L 容器中，在 55℃加热搅拌，添加赖氨酸(50%的水溶液)5.05kg，2.77kg 氢氧化镁在 15.6L 水中的分散体，同时在 15h 内加入磷酸(85%) 4.22kg，控制此浆状物的 pH 值为 8.3，最后得浆状物(中间体复盐)总量 26.6kg，再在 55℃搅拌。取上制浆状物 22.2kg，加入以下组分的水分散体：

磷酸水溶液(10%)	9.5kg
氢氧化钙	1.11kg
水	8L

添加时间为 2h，此时，浆状物的 pH 维持 9.3，将物料振动分离，用 40L 水洗涤，再在 90℃热空气中干燥，得到晶体(成品复盐 r)6.84kg，它含赖氨酸 11.0%，镁 13.4%，

磷 16.2%，钙 7.8%，水分 9.1%；洗涤母液(60L)中含赖氨酸 1.05kg、镁、磷和钙微量，其 99.9% 包含在晶体(成品复盐)中；此晶体在对应的瘤胃溶液中释出率为 8%(保护率为 92%)，纯水中释出率为 2%，在对应的皱胃溶液中释出率为 100%。

例 32 反刍动物饲料添加剂(3)

组 分	含量
例 30 所得的干燥多价金属成品复盐 q	200g
羧甲基纤维素钠水溶液(2%)	适量
捏合，用孔径为 1.5mm 的盘形造粒机挤出，切成长约 2mm 的颗粒，干燥，得饲料添加剂 (3)，它在对应的瘤胃溶液中释出率 3%(保护率 97%)，在对应的皱胃溶液中释出率 95%。	

例 33 反刍动物饲料添加剂(4)

组 分	含量
例 30 所得的干燥多价金属复盐成品 q	200g
蛋氨酸粉末	15g
碳酸钙	40g
酪蛋白酸钠	20g
淀粉羟乙酸钠	4g
水	80mL

混合，捏合，用孔径 1.5mm 的盘形造粒机挤出，切成长约 2mm 的颗粒，干燥，其赖氨酸在对应的瘤胃溶液中释出率为 5%(保护率为 95%)，在对应的皱胃溶液中释出率为 95%；蛋氨酸在对应的瘤胃溶液中释出率为 37%(保护率为 63%)，在对应的皱胃溶液中释出率为 98%。

例 34 成品复盐 s

组 分	含量
三聚磷酸	7g
水	500mL
例 21 所得的中间体复盐 i	40g
氢氧化钙	6g

混合，在室温下搅拌 1h，然后吸滤分离晶体，在减压下于 65℃干燥，得 40.5g 晶体(成品复盐 s)。

例 35

组 分	含量
L-精氨酸	174.2g
磷酸(85%)	98.0g
水	300mL
氢氧化镁	72.9g
水	200mL

此混合物发生反应，放热，得到白色固体，然后在 95℃加热 3h，加入纯水 1000mL 湿磨粉碎，添加氢氧化钙 10g，混合搅拌 2h，滤出固体材料，用 1000mL 水洗涤。加入：

水	500mL
藻酸钠	3.0g

搅拌混合，干燥，得 245g 成品粉末，含有复盐和藻酸钙。取 1g 此粉末，分别加入 100mL 纯水和对应的瘤胃溶液中，搅拌此混合物，未观察到不溶物；将 1g 此粉末溶于稀盐酸中，测定精氨酸的浓度，结果为 345mg/dL，精氨酸含量为 34.5%；而将上制白色粉末 1.00g 混入 100mg 纯水，将混合物超声振动处理 5min，测定此悬浮体中精氨酸浓度，结果为 30mg/dL，其在纯水中的释出率为 8.7%；在对应的

瘤胃溶液中的保护率为 12%，在对应的皱胃溶液中的释出率为 100%。

例 36

组 分	含量
例 13 所得的含复盐和羧甲基纤维素钙盐的组合物 - 1	200g
硬化豆油	150g

混合后，在 65℃ 热挤出，通过孔径约 1mm 的模头，切成长度约 1mm 的颗粒。对此颗粒进行测试，结果在相应的瘤胃溶液中保护率为 80%，在相应的皱胃溶液中释出率为 90%。

例 37

组 分	含量
例 14 所得的含复盐和藻酸钙盐的组合物 - 4	200g
蛋氨酸粉末	15g
碳酸钙	40g
酪蛋白钠盐	20g
淀粉羟乙酸钠	4g
水	70mL

混合，捏合，用孔径为 2mm 的盘形造粒机挤出，切粒，干燥，得粒度约 2mm 的颗粒，对其进行测试，结果是：赖氨酸在对应的瘤胃溶液中的保护率为 99%；蛋氨酸在对应的瘤胃溶液中的保护率为 67%，赖氨酸和蛋氨酸在对应的皱胃溶液中的释出率都是 95%。对此颗粒进一步切粒成粒径为 0.5mm 的小颗粒，进行同样测试，结果是：赖氨酸在对应的瘤胃溶液中的保护率为 98%；蛋氨酸在对应的瘤胃溶液中的保护率为 64%，赖氨酸和蛋氨酸在对应的皱胃溶

液中的释出率都是 98%。

例 38

组 分	含量
L- 赖氨酸水溶液(45%)	650g
磷酸(85%)	461.2g
氧化镁	201.5g
水	600mL

将 L- 赖氨酸水溶液用磷酸中和，与氧化镁水分散体均匀混合，发生放热反应，产生白色固体物，将白色固体物粉碎，以 12000mL 水洗涤，再在减压下于 60℃干燥，得 650g 白色粉末。取此白色粉末 1g，放入 100mL 纯水和相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中搅拌，无溶解现象；取此白色粉末 1.00g 溶于 100mL 稀盐酸中，测得 L- 赖氨酸浓度为 112mg/dL，表示 L- 赖氨酸含量为 11.2%；取此白色粉末 1.00g，混入 100mL 纯水中，将此混合物以超声波处理 5min，测得上层清液中赖氨酸浓度为 12mg/dL，这表示 L- 赖氨酸在纯水水中的溶解率为 10.7%；再用同样方法测定：此白色粉末在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中的保护率为 85%；在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中的溶解率为 100%。

例 39

组 分	含量
L- 赖氨酸水溶液(47%)	311g
磷酸(85%)	461.2g
氢氧化镁	233.3g
氢氧化钙	74.1g
水	700mL

L- 赖氨酸水溶液用磷酸中和，与氢氧化镁和氢氧化钙

的水分散体均匀混合，发生放热反应产生白色固体，粉碎，用 10000mL 水洗涤，在减压下于 60℃干燥，得 600g 白色粉末。用类似例 38 的方法测得，此白色粉末中的 L-赖氨酸含量为 6.5%，在纯水中的溶解率为 36.9%，在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中的保护率为 61%；在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中的溶解率为 100%。

例 40

组 分	含量
二水合氯化钙	294.4g
水	300mL
L-赖氨酸水溶液(20%)	4386g
六偏磷酸钠	203.9g

将二水合氯化钙溶于水中，加入 L-赖氨酸水溶液和六偏磷酸钠，搅拌反应，用过滤法分离所得的胶体沉淀物，以 12000mL 水洗涤，在减压下于 60℃干燥，得 238g 白色粉末。用类似例 38 的方法测得，此白色粉末中的 L-赖氨酸的含量为 12.5%，在纯水中溶解率为 5.6%，在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中保护率为 92%；在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中的溶解率为 100%。

例 41

组 分	含量
L-赖氨酸水溶液(47%)	466.6g
三聚磷酸钠	183.9g
水	1000mL
氢氧化钙	9.26g
二水合氯化钙	147.2g
水	300mL

L-赖氨酸和三聚磷酸钠溶于水，加入氢氧化钙和二水合氯化钙的水溶液搅拌混合，过滤分离所得的胶体沉淀物，以 12000mL 水洗涤，在减压下于 60℃干燥，得 180g 白色粉末。用类似例 38 的方法测得，此白色粉末中的 L-赖氨酸含量为 9.8%，在纯水中的溶解率为 8.1%，在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中保护率为 89%；在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中的溶解率为 100%。

例 42

组 分	含量
氢氧化钙	259.3g
水	500mL
L-赖氨酸水溶液(30%)	609g
多磷酸($H_6P_4O_{13}$)	337.9g

将氢氧化钙分散在水中，加入 L-赖氨酸和多磷酸的水溶液中，冷却到中和，所得混合物放热，逐渐完全固化，粉碎，以 12000mL 水洗涤，在减压下于 60℃干燥，得 505.9g 白色粉末。用类似例 38 的方法测得，此白色粉末中的 L-赖氨酸含量为 16.5%，在纯水中的溶解率为 11%；在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中保护率为 85%；在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中溶解率为 100%。

例 43

组 分	含量
L-赖氨酸水溶液(30%)	487g
氢氧化钙	51.9g
焦磷酸二氢钙($CaH_2P_2O_7$)	216g

混合，搅拌，加热到 90℃，所产生的混合物逐渐完全固化，将此固体压碎，以 10000mL 水洗涤，在减压下于

60℃干燥，得 356g 白色粉末。用类似例 38 的方法测得，此白色粉末中的 L-赖氨酸含量为 11.6%，在纯水中的溶解率为 23%；在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中保护率为 75%；在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中的溶解率为 100%。

例 44

组 分	含量
氢氧化钙	259.3g
水	400mL
L-赖氨酸水溶液(50%)	592g
多磷酸($H_6P_4O_{13}$)	337.9g
水	150g

将氢氧化钙分散于水中，加入 L-赖氨酸和多磷酸的水溶液，混合冷却直到中和，产生的混合物放热，逐渐完全固化，将此固体物压碎，在减压下于 60℃干燥，得 690g 白色粉末。用类似例 38 的方法测得，此白色粉末中的赖氨酸的含量为 21.2%，在纯水中的溶解率为 36%；在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中保护率为 59%；在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中的溶解率为 100%。

例 45

组 分	含量
氢氧化钙	185.2g
氢氧化镁	58.1g
水	350mL
L-赖氨酸水溶液(50%)	363g
多磷酸($H_6P_4O_{13}$)	337.9g
纯水	260mL

将氢氧化镁的水分散体加入 L-赖氨酸和多磷酸的水溶液中,混合,冷却,中和,产生的混合物放热,逐渐完全固化,将此固体物压碎,以 12000mL 水洗涤,在减压下于 60℃干燥,得 165g 白色粉末。用类似例 38 的方法测得,此白色粉末中的赖氨酸含量为 12.6%,在纯水中的溶解率为 2.1%,在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中保护率为 97%;在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中的溶解率为 100%。

例 46

组 分	含量
氢氧化钙	166.7g
水	300mL
L-赖氨酸水溶液(50%)	363g
偏磷酸	467g
纯水	200mL

混合,搅拌,冷却,中和,产生的混合物放热,逐渐完全固化,将此固体物压碎,以 12000mL 水洗涤,在减压下于 60℃干燥,得 295g 白色粉末。用类似例 38 的方法测得,此白色粉末中赖氨酸含量为 9.9%,在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中保护率为 96%;在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中的溶解率为 100%。

例 47 将例 40~46 所得的各种白色粉末进行分析,结果如下:

例号	40	41	42	43	44	45	46
用的凝结物	六偏磷酸钠	三聚磷酸钠	多磷酸	焦磷酸氢钙	多磷酸	多磷酸	偏磷酸
水含量/%	8.6	8.3	9.0	8.7	10.4	12.5	15.5
干物质含量/%	91.4	91.7	91.0	91.3	89.6	87.5	84.5
赖氨酸含量/%	12.5	9.8	16.5	11.6	21.2	12.6	9.9
钙(镁)含量/%	24.1	24.4	19.4	26.8	20.9	17.6(4.0)	23.2

磷含量/%	20.3	20.5	19.6	19.8	18.4	19.9	23.8
纯水中可分离率/%	5.6	8.1	10.9	23.3	35.8	2.1	2.4
第一胃保护率/%	92	89	85	75	59	97	96
第四胃可分离率/%	100	100	100	100	100	100	100

例 48

组 分	含量
氢氧化镁	72.9g
水	200mL
L-精氨酸	174.2g
磷酸(85%)	98.0g
水	300mL

混合，搅拌，放热，产生白色固体，将此产物在 95℃ 下加热 3h，然后在 1000mL 纯水中充分碎裂，过滤分离固体，用 1000mL 水洗涤，在减压下于 60℃ 干燥，得 235g 白色粉末。用类似例 38 的方法测得，此白色粉末中精氨酸含量为 37.0%，在纯水中溶解率为 27%，在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中保护率为 30%，在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中溶解率为 100%。

例 49

组 分	含量
例 1 所得的白色晶体粉末	200g
硬化豆油	150g

混合后在 65℃ 热挤出，通过孔径约 1mm 的模头，切成长度约 1mm 的颗粒，用类似例 38 的方法测得，在相当于牛胃第一室胃液的缓冲液中保护率为 35%，在相当于牛胃第四室胃液的缓冲液中溶解率为 95%。

参考文献：美国专利 5763657、5795585、5958977

2.1.8 能稳定通过瘤胃的含氨基酸的反刍动物饲料添

加剂

此饲料添加剂采用对生态安全的天然产物组成的保护材料(脂肪族羧酸盐、脂肪酸或高碳脂肪醇等),来保持高浓度的生物活性物质(如氨基酸、维生素等)通过反刍动物的瘤胃(第一胃)。这种添加剂含有:

(A) 生物活性物质 50% ~ 90%, 最好 60% ~ 80%;

(B) 保护材料 10% ~ 50%, 最好 20% ~ 40%。

该保护材料包括: C8 ~ C24 的脂肪族单羧酸和脂肪族一元醇, C2 ~ C8 脂肪族 2 或 3 羧酸, 或者 C12 ~ C24 的脂肪族单羧酸(钙)盐。其中, C8 ~ C24 的脂肪族单羧酸可以是月桂酸、棕榈酸、肉豆蔻酸、硬脂酸、油酸和亚麻酸等。

例 1

组 分	含量
牛油脂肪酸(纯度 97.3%)钙盐	28 份
棕榈酸	7 份
蛋氨酸	65 份

混合, 放入双轴挤出造粒机的漏斗中, 通过直径 2mm 的模头在熔融态下挤出, 用水冷却的切粒机切粒, 离心脱水, 在室温下吹气干燥, 得长 2mm 的颗粒状、能通过瘤胃的饲料添加剂。

例 2

组 分	含量
牛油脂肪酸(97.3%)钙盐	28 份
月桂酸	5 份
蛋氨酸	70 份

用类似例 1 的方法造粒, 颗粒直径 1.2mm, 长度 1.2mm, 在离心脱水后, 取:

上制产物	100 份
滑石粉	1 份

混合，在 60℃干燥 16h，得反刍动物饲料添加剂。

例 3

组 分	含量
牛油脂肪酸(97.3%)钙盐	23 份
月桂酸	4 份
蛋氨酸	71 份
乙基纤维素	1 份

混合，用类似例 1 的方法造粒，颗粒直径 1.6mm，长度 1.6mm，离心脱水后，在 40℃干燥 16h，得反刍动物饲料添加剂。

例 4

组 分	含量
棕榈酸(97.1%)钙盐	32 份
肉豆蔻酸	5 份
蛋氨酸	62.5 份
维生素 E 醋酸盐	0.5 份

混合，用类似例 1 的方法造粒，颗粒直径 1.2mm，长度 1.2mm，添加：

骨粉	1 份
----	-----

混合，在 40min 内缓慢通过旋转的 Kim 干燥器，维持 50℃，吹冷空气冷却到室温，得反刍动物饲料添加剂。

例 5

组 分	含量
棕榈脂肪酸(94.0%)钙盐	20 份
月桂酸	4 份

单硬脂酸甘油酯	1 份
蛋氨酸	65 份
赖氨酸盐酸盐	10 份

混合,用类似例 1 的方法造粒,颗粒直径 1.2mm,长度 1.2mm,在 50min 缓慢通过维持 50℃的 Kim 旋转干燥器,吹入冷空气冷却到室温,得反刍动物饲料添加剂。

例 6

组 分	含量
牛油脂肪酸(97.3%)钙盐	22 份
硬脂醇	6 份
巴西棕榈蜡	1 份
蛋氨酸	73 份

混合,用类似例 1 的方法造粒,颗粒直径 1.2mm,长度 1.2mm,在 40℃干燥 16h,得反刍动物饲料添加剂。

例 7

组 分	含量
棕榈脂肪酸(97.1%)钙盐	29 份
鲸蜡醇	6 份
蛋氨酸	65 份

混合,用类似例 1 的方法造粒,颗粒直径 2mm,长度 2mm。

例 8

组 分	含量
牛油脂肪酸(97.3%)钙盐	29 份
月桂酸	3 份
棕榈酸	3 份
蛋氨酸	65 份

混合，用类似例 1 的方法造粒，颗粒直径 2mm，长度 2mm。

例 9

组 分	含量
棕榈脂肪酸(97.1%)钙盐	29 份
肉豆蔻酸	4 份
琥珀酸	2 份
蛋氨酸	65 份

混合，用例 1 的方法造粒，颗粒直径 2mm，长度 2mm。

然后分别用瘤胃模拟胃液 (pH6.4) 浸渍上述各例所得产物，摇动 16h，再测定生理活性物质的释出率。将其分离出的固体物再分别用皱胃(第四胃)模拟胃液(pH2.0)浸渍摇动 2h 后，测定生理活性物质的释出率，将其分离出固体物，分别用反刍动物的模拟小肠液(pH8.2)浸渍摇动 4h，测定生理活性物质的释出率，结果如下：

例 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
瘤胃中释出率/%	8	9	10	5	12	14	13	10	8
皱胃中释出率/%	11	23	10	55	43	30	31	15	21
小肠中释出率/%	66	58	60	28	31	45	43	58	57

由此可证实，本品能有效保护高浓度氨基酸通过瘤胃。

参考文献：美国专利 5776483

2.1.9 含谷氨酸发酵可溶物、玉米发酵可溶物的反刍动物饲料添加剂

该反刍动物饲料添加剂含有干燥的真菌和/或细菌发酵副产品，它提供干燥谷氨酸发酵可溶物、干燥玉米发酵可溶物和它们的混合物，这些可溶物是在 27 ~ 482℃ 温度干燥到含水量 < 30% (最好 < 14%) 而制得的。此添加剂中还含有麦麸作为载体，其干燥可溶物与麦麸之比为 1:10 ~ 10:1。它能增加饲

料的采食量，增强瘤胃的消化作用，并有助于日粮中的离子平衡。瘤胃是一种连续发酵系统，它提供营养素(来自饲料)，缓冲剂(唾液和其他盐类)和流体(水和唾液)，这种发酵作用是通过瘤胃周转的。普通奶牛每天消耗干物质 > 20kg，代表瘤胃消化通过率为：液体 15%/h，谷类 6%/h，干草(青饲)4.5%/h。如果采食量减少，则以上速度全都降低，由此可知采食量、离子平衡和瘤胃消化作用之间的关系。

本品的发酵原料有玉米浸出液、玉米蒸馏(制酒)可溶物和黑麦蒸馏可溶物等。

谷氨酸发酵可溶物和玉米发酵可溶物分别来自用细菌发酵工艺生产谷氨酸单钠盐(味精)和赖氨酸盐酸盐的废液，其含水量为 50% ~ 60%。谷氨酸发酵可溶物的主要成分有水、非蛋白氮(其主要形式为氯化铵)、肽和游离氨基酸(来自发酵法生产的微生物水解)、谷氨酸和无机盐(如 $MgSO_4$ 、 $NaCl$ 、 KH_2PO_4)；玉米发酵可溶物的主要成分有水、非蛋白氮(主要为硫酸铵)、肽和游离氨基酸(来自发酵法生产的微生物水解)和无机盐，如 $MgSO_4$ 、 $NaCl$ 和 $MnSO_4$ 。

任何能分解植物组织，如蛋白质、淀粉、糖类、果胶、纤维素、半纤维素和木质素的酶，均可用于本添加剂中，例如蛋白酶、淀粉酶、葡聚糖酶、果胶酶、纤维素酶、木糖酶、甘露聚糖酶和木质素酶等。

本品可添加到各种反刍动物和饲料中，其添加量为每头 0.227 ~ 5.44kg/d。

实例 反刍动物饲料增补剂的制备

组 分	含量
谷氨酸发酵可溶物	60%
玉米发酵可溶物	40%

混合，取：

上制混合液 1.67 份

麦麸载体 1 份

混合，用热风于 88 ~ 137℃ 干燥，时间不小于 3min，然后冷却到 32℃，取物料的 1/3 循环使用，在干燥的任何阶段可添加谷氨酸和上述各种酶，产品的最后水分含量约为 15%，即可作为反刍动物饲料添加剂。

参考文献：美国专利 5709894，5783238，5863574

2.1.10 稳定的颗粒状反刍动物饲料添加剂

当生物活性物质，例如氨基酸或维生素等，经口直接饲养反刍动物牛羊等时，它们会被瘤胃中的微生物破坏，从而不能有效利用。本添加剂有保护生物活性物质通过瘤胃的功能，并可在皱胃后的消化器官中消化吸收，也可使氨基酸和维生素得到有效利用。此反刍动物饲料添加剂的保护涂料含有：

A. 疏水性保护物质：如硬化动物油脂或植物油脂，动物脂肪或植物脂肪和脂肪酸酯 65% ~ 90%；

B. 与 A 相容的表面活性剂 2% ~ 10%；

C. 滑石粉，粒径 $< 40\mu\text{m}$ ，8% ~ 30%。

此添加剂可用于反刍动物的饲料、营养剂、动物药品等，并在储存或运输时保护生物活性物质，适用的动物包括牛和羊等。其颗粒直径为 1 ~ 3mm，密度为 1.0 ~ 1.5g/cm³。

例 1

组 分	含量
L-赖氨酸盐酸盐	325g
滑石粉(粒径 $\leq 20\mu\text{m}$)	172.5g
羧甲基纤维素钠	2.5g
水	135g

捏合，挤出造粒成圆柱形的粒子，以 1.5mm 筛孔过筛，用圆化机使粒子成为球形，再用流化床干燥器干燥，得粒径 1~2.5mm 的含 L-赖氨酸盐酸盐的芯材。保护材料含有：

组 分	含量
大豆卵磷脂	5 份
滑石粉	10 份
硬化牛油	85 份

混合熔化，取熔化的保护材料 43 份涂布在上制芯材 100 份上，得到平均直径 1.5mm 的颗粒。

例 2

组 分	含量
油酸	3 份
滑石粉(平均粒径 30 μ m)	20 份
硬化牛油	77 份

混合熔化，取此熔化的保护材料 39 份，涂布在例 1 制的芯材 100 份上，得到的颗粒平均直径 1.18mm。

例 3

组 分	含量
猪油	3 份
大豆卵磷脂	5 份
滑石粉	8 份
碳酸钙	2 份
硬化牛油	82 份

混合熔化，取此熔化的保护材料 43 份，涂布在例 1 制的芯材 100 份上，得到的颗粒平均直径 2.00mm。

例 4

组 分	含量
-----	----

油酸	3 份
滑石粉	10 份
阿拉伯胶	2 份
硬化牛油	85 份

混合熔化，取此熔化的保护材料 43 份涂布在例 1 制的芯材 100 份上，得到的颗粒平均直径 2.36mm。

例 5

组 分	含量
蛋氨酸	325g
滑石粉	172.5g
羧甲基纤维素钠	2.5g
水	100g

用例 1 的方法制得含蛋氨酸的芯材。

卵磷脂	5 份
滑石粉	15 份
硬化牛油	80 份

混合熔化，取此熔化的保护材料 43 份涂布在上制含蛋氨酸的芯材 100 份上，得到的颗粒平均直径 1.70mm。

参考文献：美国专利 5676966

2.1.11 含有微量元素的水溶性玻璃态组合物作为饲料添加剂

水溶性的微量元素组成的玻璃态材料颗粒可以用作饲料添加剂以补充微量元素，例如含锌的这种玻璃态材料的组成如下：

组 分	含量
二氧化硅	15% ~ 50%
氧化钾和/或氧化钠	≤45%

氧化锰和/或氧化锌

≤30%

这些微量元素在动物或鱼类体内可以逐渐溶解而为其消化吸收。

参考文献：日本特许公开 11-98966

2.1.12 增加哺乳母牛的乳产量的方法

在哺乳母牛的饲料中，添加少量的防反刍保护的胆碱化合物，喂食后的母牛产乳量有明显的增加。

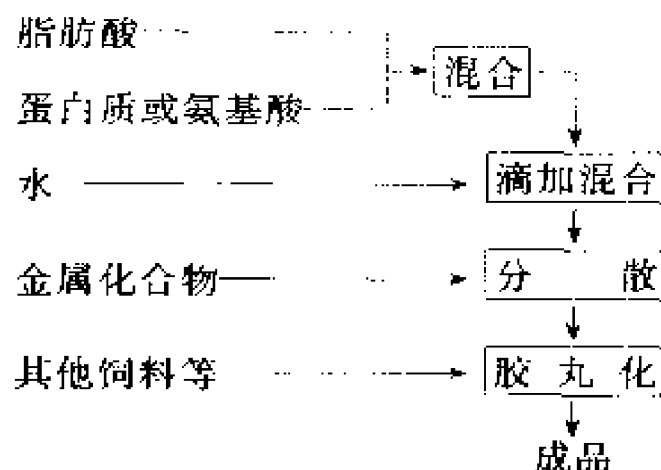
例如，在饲养黑白花牛(荷兰牛)产乳母牛的饲料中，混入 60g/d 氯化胆碱胶囊，在母牛饲养 21d 后，牛奶的平均产率由 39.69kg/d 提高到 46.9kg/d。

参考文献：国际专利 00-07459

2.1.13 反刍动物饲料胶丸的生产

反刍动物饲料的制造工艺为，将脂肪酸 100 份和蛋白质或氨基酸 1~150 份混合，滴加在 300~1000 份水中，加入 3~60 份金属化合物，制成悬浮液。或将含 5~40 份碱金属氢氧化物的溶液 100~400 份滴加到含 5~70 份金属盐类的水溶液 100~300 份中，由此制成营养性胶丸饲料。此种产品在反刍动物的第二胃中易于消化和吸收。

工艺流程示意如下：



参考文献：日本特许公开 11-04659

2.1.14 动物饲料增补剂的制造工艺

动物饲料增补剂的制造工艺包括：在混合室中将液态材料和固态材料按液：固比为 1.0:1.0 至 3.0:1.0 搅拌混合成为浆状，然后将此浆状物连续送入干燥器进行干燥。该干燥器设有搅拌器和热空气流，把物料干燥到含水量为 1% ~ 10%。采用本工艺制得的动物饲料增补剂，其特点是：在 1000W 的微波炉中，将 100g 样品加热 1min 后发生的气态氨小于 20mg/kg。此饲料的液体成分选自来自竹子的谷氨酸发酵产物和发酵的糖蜜溶液及其混合物。饲料增补剂的干物质则选自小麦麦麸和类似物。此种动物饲料增补剂在炎热的气候条件下使牛感觉可口，胃口大开。将此增补剂以 680 ~ 1134g/d 喂养老鼠，可以减少类似的“奶热”病。

参考文献：国际专利 WO 98-49903

2.2 猪

2.2.1 概论

猪是中国食用量最多的家畜，它是适应性很高的动物，对饲养环境和营养条件有广泛的适应性。猪品种非常多，即使同一品种的猪，经过多年饲养或各地的饲养环境不同也会有很大的不同。现在各猪肉生产厂都在选择生长快，且瘦肉率高的猪种。

2.2.2 小猪育成、肉猪肥育配合饲料

小猪育成用，肉猪肥育用配方例按粗蛋白质(CP)18%、16%、14%和 12.5%(或 13%)四种水平设计，见表 2-18。但使用同样 CP 水平的饲料，由于蛋白质原料种类和量的关

系，其可消化粗蛋白质水平多少有所差异，另外必需氨基酸的组成不同，因而饲料的营养效果也不相同。

通常，CP 18%与 CP 16%的饲料适用于小猪育成用饲料，CP 14%和 CP 12.5% (或 13%)的配方适用于肉猪肥育用饲料。CP 18%饲料用于小猪体重约 20 ~ 50kg 时为最有效，CP 16%的饲料则是对体重 30 ~ 70kg 猪的育成用而设计的，CP 14%是对体重 50 ~ 60kg 的肉猪增长肥育用饲料，而 CP 12.5%饲料适用体重为 70 ~ 80kg 的猪增长肥育。

(1) 黄色玉米和大豆油粕型

这是最单纯的配合饲料例，它只调节 CP 水平，而不调节 TDN，见例 118、116、114、125。其制造很简单，日本已一般不再使用。

(2) 黄色玉米、大豆油粕和麦麸型(TDN75)

一般在日本常用鱼粉等动物性蛋白源，因而 CP 18%、CP 16%的小猪饲料实际上未曾使用，但肉猪肥育用饲料则常用其 CP 14% (例 214) 和 CP 12.5% (例 225) 配方。此饲料减少麦麸 5%，增加大豆油粕 1% 和黄色玉米 4%，可提高饲料的 TDN 1%，其他各配方均可用同法增加 TDN 能量值。

(3) 鱼粉、黄色玉米和大豆油粕型(TDN 76)

配方例 318、316、314 和 325，使用动物性蛋白质原料 CP 62% 的鱼粉，在日本是通用的猪饲料配方。它的必需氨基酸组成合理，营养价值非常高，可以期望生产品质优良的猪肉。

例 318 为供给体重 25 ~ 60kg 小猪育成用的饲料，可望每天体重增加 800g 以上。例 316 是体重 30 ~ 70kg 小猪饲料，用于经过品种改良的猪种，每天体重可增加 0.9 ~ 1kg。例 314 是供应体重 60kg 以上的肉猪肥育用饲料，具有优良的饲

料效果。

各设计例中鱼粉的配比较高，所使用的鱼粉质量导致营养价值有变动，有必要使用 CP 62% 以上的优质鱼粉。部分鱼粉可用肉骨粉等其他蛋白质原料代替，此时 CP、TDN 和磷含量等都应注意作必要的调整。

表 2-18 中各例谷类采用黄玉米，但部分(约 20% ~ 30%)可以用高粱代替，其 CP 水平和必需氨基酸组成适宜，而且生产的猪肉品质良好。

(4) 鱼粉、黄玉米和大豆油粕型(TDN 74)

配方例 418、416、414 和 425 中麦麸的配比增加，TDN 调节到 74，与 TDN 76 饲料相比较，饲料转化效率等稍差，但例 415、425 等肉猪肥育饲料是肉猪出售前的优质饲料，用不断饲喂等饲养方式可望得到优质的瘦肉。

(5) 肉骨粉、黄玉米和大豆油粕型(TDN 76)

表 2-19 是使用肉骨粉为动物性蛋白质原料的设计例，这类饲料以与鱼粉型有同样程度的氨基酸组成为良好，它也是高营养价值的饲料。在西欧，由于疯牛病的传播，肉骨粉已不再用作牛饲料，但是否仍可作为猪饲料迄今未见报道。肉骨粉与玉米的组合饲料的必需氨基酸中易缺乏色氨酸，应引起注意。例 514、525 等为肉猪肥育用饲料，无鱼腥，用于生产优质瘦肉，因而在欧美，肉骨粉用作肉猪出售前的饲料比鱼粉多。但肉骨粉钙和磷含量高，用量较多时应减少磷酸钙和碳酸钙的使用量。通常肉骨粉在饲料中的配比为 4% ~ 5%，其他蛋白质源为鱼粉和大豆油粕。

(6) 肉骨粉、大麦、黄玉米和大豆油粕型(TDN 74)

其配方见例 618、616、614、625。

此类饲料转化效率稍差，但必需氨基酸平衡良好。特别

是例 614 和 625 等肉猪肥育用饲料中，大麦含量达 20% 左右，生产的猪肉脂肪较硬，肉质良好。

(7) 采用小麦的配方(TDN 76)

配方见例 718、716、714、725。

小麦为猪喜欢吃的饲料，营养价值高，与玉米高粱等相比，蛋白质含量高，必需氨基酸等组成优良，因而使用小麦时，可减少大豆油粕等蛋白质原料。例 718 等小猪育成期饲料可利用小麦代替小麦粉作为饲料配料。这种饲料是和例 318 ~ 325 有同样高效率的饲料。

(8) 采用大麦的配方(TDN 74)

其配方见例 818、816、814、825。

大麦对猪适口性好，是生产高质量脂肪的肉类饲料原料。在日本，大麦自古就作为猪饲料。但大麦通常连皮粉碎或压片作为饲料，其 TDN 低于其他谷类，比玉米、小麦和高粱差。大麦由于外壳难以微粉碎，其粉碎品不能大量用于小猪育成的初期。但在肉猪长膘时可使用相当数量作为饲料。

(9) 采用木薯的配方(TDN 75)

配方见例 918、916、914、925。

品种优良且混入杂质少的木薯经干燥后，可用于猪配合饲料中，其利用价值很高。

木薯成分以淀粉为主体，蛋白质很少，需要与大豆油粕等蛋白质原料配合使用。干燥的木薯易于磨成细粉，这种粉状产品加工成配合饲料颗粒时，应添加糖蜜或油脂以抑制粉尘。木薯用于肉猪肥育的后期，可生产优质的猪肉。干燥的甘薯与土豆等也可使用。

(10) 利用植物性杂油渣的配方 (CP 16%，TDN 74)

表 2-18 小猪育成、肉猪肥育配方及其成分计算(一)

例号	118	116	114	125	218	216	214	225	318	316	314	325	418	416	414	425
TDN 约数	76	77	77	78	75	75	75	75	76	76	76	76	74	74	74	74
组分/%																
黄玉米	71.9	77.7	83.5	87.8	68.6	71.2	73.7	75.4	75.0	77.1	78.4	80.3	65.8	68.3	70.6	72.1
大豆油粕(45%)	25.0	19.5	14.0	10.0	24.0	18.0	12.0	7.5	11.0	8.0	4.5	4.0	10.6	7.6	4.5	3.0
麦麸					4.5	8.0	12.0	15.0	3.0	6.0	10.5	11.0	13.5	16.0	19.0	21.0
鱼粉(62%)									9.0	7.0	5.0	3.0	8.0	6.0	4.0	2.0
磷酸三钙	1.9	1.6	1.3	1.1	1.7	1.4	1.0	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
碳酸钙	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	0.7	0.8	0.6	0.5	0.4	0.6	0.8	0.8	0.8	0.9
食盐	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
维生素混合物	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
矿物质混合物	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
粗蛋白质	18.0	16.0	14.0	12.5	18.0	16.0	14.1	12.6	18.0	16.0	14.0	12.7	18.0	16.0	14.0	12.5
粗脂肪	3.2	3.4	3.5	3.6	3.3	3.4	3.6	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
粗纤维	2.7	2.5	2.4	2.3	2.9	3.0	3.1	3.1	2.3	2.5	2.7	2.7	3.0	3.1	3.2	3.3
粗灰分	5.2	4.6	4.1	3.8	5.1	4.9	4.3	4.1	5.1	4.6	4.1	4.0	5.4	5.1	4.5	4.3
钙(Ca)	0.90	0.79	0.67	0.64	0.85	0.81	0.67	0.64	1.00	0.87	0.69	0.65	1.04	0.92	0.77	0.69

例号	118	116	114	125	218	216	214	225	318	316	314	325	418	416	414	425
TDN 约数	76	77	77	78	75	75	75	75	76	76	76	76	74	74	74	74
组分/%																
磷(P)	0.68	0.61	0.53	0.48	0.67	0.62	0.55	0.51	0.68	0.64	0.58	0.52	0.71	0.65	0.59	0.54
可消化粗蛋白质	15.1	13.2	11.4	10.0	15.0	13.1	11.3	10.0	14.8	13.0	11.2	10.1	14.8	13.0	11.1	9.8
可消化养分总量	75.7	76.5	77.3	77.9	75.1	75.0	75.2	75.2	76.3	76.3	76.2	76.3	74.2	74.2	74.3	74.3
精氨酸	1.30	1.12	0.94	0.81	1.29	1.11	0.94	0.81	1.17	1.02	0.86	0.78	1.18	1.02	0.87	0.77
赖氨酸	0.82	0.69	0.56	0.47	0.82	0.69	0.56	0.47	0.87	0.73	0.59	0.50	0.86	0.72	0.58	0.47
蛋氨酸	0.25	0.23	0.21	0.20	0.24	0.22	0.20	0.19	0.30	0.27	0.23	0.21	0.28	0.25	0.22	0.20
蛋氨酸+胱氨酸	0.58	0.54	0.49	0.46	0.57	0.53	0.48	0.45	0.59	0.54	0.49	0.46	0.58	0.53	0.48	0.44
色氨酸	0.15	0.13	0.11	0.10	0.16	0.14	0.13	0.12	0.22	0.19	0.16	0.14	0.23	0.20	0.17	0.14
组氨酸	0.45	0.40	0.36	0.32	0.45	0.41	0.36	0.33	0.45	0.41	0.36	0.33	0.46	0.41	0.37	0.33
苯丙氨酸	0.75	0.68	0.60	0.55	0.75	0.67	0.60	0.55	0.72	0.65	0.58	0.54	0.72	0.65	0.58	0.53
苏氨酸	0.60	0.54	0.47	0.43	0.60	0.53	0.47	0.43	0.64	0.57	0.49	0.44	0.63	0.56	0.48	0.43
异亮氨酸	0.73	0.64	0.55	0.48	0.72	0.63	0.54	0.47	0.69	0.60	0.51	0.46	0.68	0.59	0.51	0.45
亮氨酸	1.57	1.47	1.36	1.28	1.55	1.43	1.31	1.22	1.55	1.43	1.30	1.24	1.50	1.38	1.26	1.17
缬氨酸	0.86	0.77	0.68	0.61	0.86	0.77	0.68	0.61	0.85	0.76	0.67	0.61	0.85	0.76	0.67	0.60

表 2-19 小猪育成、肉猪肥育配方及其成分计算(一)

例号	518	516	514	525	618	616	614	625	718	716	714	725	818	816	814	825
TDN	76	76	76	76	74	74	74	74	76	76	76	76	74	74	74	74
组分/%																
黄玉米	70.3	72.3	75.7	79.0	56.3	56.3	57.5	60.3	51.4	55.0	56.1	58.2	58.5	58.5	57.6	59.2
大麦	—	—	—	—	10.0	15.0	20.0	20.0	—	—	—	—	15.0	20.0	25.0	25.0
小麦	—	—	—	—	—	—	—	—	25.0	25.0	25.0	25.0	—	—	—	—
大豆油粕(45%)	16.0	11.0	6.5	3.0	14.0	10.0	6.5	3.5	10.5	6.0	4.0	2.0	11.5	8.5	5.5	4.5
鱼粉(62%)	—	—	—	—	—	—	—	—	8.0	7.0	4.0	2.0	8.0	6.0	4.0	2.0
肉骨粉	7.0	6.0	5.0	4.0	7.0	6.0	4.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—
麦麸	6.0	10.0	12.0	13.0	12.0	12.0	11.0	12.0	3.0	5.0	9.0	10.0	5.0	10.0	6.0	7.5
磷酸三钙	—	—	—	—	—	—	—	—	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
碳酸钙	—	—	0.2	0.5	—	—	0.4	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
食盐	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
维生素混合物	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
矿物质混合物	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
粗蛋白质	18.1	16.1	14.2	12.5	18.0	16.2	14.1	12.6	18.1	16.1	14.0	12.6	18.1	16.0	14.0	12.6
粗脂肪	4.1	4.2	4.2	4.2	4.0	3.9	3.7	3.7	3.5	3.6	3.5	3.5	3.7	3.4	3.5	3.4
粗纤维	2.8	2.9	2.9	2.8	3.3	3.3	3.3	3.2	2.4	2.4	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
粗灰分	4.7	4.3	4.1	4.0	5.0	4.6	4.2	4.1	5.1	4.7	4.2	3.9	5.2	4.8	4.4	4.1

续表

例号	518	516	514	525	618	616	614	625	718	716	714	725	818	816	814	825
TDN	76	76	76	76	74	74	74	74	76	76	76	76	74	74	74	74
组分/%																
钙(Ca)	0.83	0.72	0.68	0.68	0.85	0.73	0.66	0.66	1.00	0.90	0.74	0.63	0.98	0.86	0.75	0.63
磷(P)	0.70	0.65	0.60	0.54	0.74	0.68	0.56	0.51	0.68	0.63	0.56	0.51	0.69	0.63	0.57	0.52
可消化粗蛋白质	14.8	13.0	11.3	9.8	14.6	13.0	11.1	9.9	15.2	13.4	11.5	10.2	14.9	13.0	11.2	10.0
可消化养分总量	76.1	76.1	76.1	76.2	74.0	74.0	74.1	74.2	76.0	76.3	76.1	76.3	74.3	74.0	74.1	74.2
精氨酸	1.24	1.07	0.91	0.77	1.21	1.05	0.87	0.75	1.14	0.97	0.83	0.73	1.16	0.99	0.82	0.73
赖氨酸	0.80	0.67	0.55	0.45	0.79	0.68	0.55	0.46	0.86	0.72	0.56	0.46	0.87	0.73	0.58	0.49
蛋氨酸	0.24	0.22	0.21	0.19	0.23	0.22	0.19	0.18	0.28	0.26	0.22	0.19	0.28	0.25	0.22	0.19
蛋氨酸+胱氨酸	0.56	0.52	0.47	0.44	0.54	0.59	0.44	0.41	0.58	0.53	0.48	0.44	0.56	0.51	0.45	0.42
色氨酸	0.15	0.13	0.12	0.11	0.16	0.14	0.13	0.12	0.23	0.20	0.16	0.14	0.23	0.19	0.16	0.13
组氨酸	0.43	0.39	0.35	0.31	0.42	0.38	0.33	0.30	0.45	0.40	0.35	0.32	0.45	0.39	0.34	0.31
苯丙氨酸	0.72	0.65	0.58	0.53	0.71	0.65	0.59	0.54	0.72	0.65	0.58	0.53	0.73	0.66	0.59	0.55
苏氨酸	0.61	0.54	0.48	0.43	0.60	0.54	0.47	0.42	0.62	0.55	0.47	0.41	0.63	0.56	0.48	0.43
异亮氨酸	0.67	0.58	0.50	0.43	0.65	0.58	0.50	0.44	0.68	0.59	0.50	0.45	0.69	0.60	0.51	0.46
亮氨酸	1.54	1.41	1.30	1.21	1.45	1.34	1.21	1.13	1.43	1.31	1.19	1.12	1.47	1.34	1.21	1.14
缬氨酸	0.84	0.75	0.67	0.59	0.83	0.75	0.66	0.60	0.84	0.74	0.65	0.59	0.85	0.76	0.67	0.61

表 2-20 小猪育成、肉猪肥育配方及其成分计算(三)

例号	918	916	914	925	1016 C	1016 R	1016 P	1118	1116	1114	1125	1218	1216	1214	1225
TDN 约数	75	75	75	75	74	74	74	72	72	72	72	72	72	72	72
组分/%															
黄玉米	64.4	61.4	58.5	54.1	71.5	69.0	68.0	59.0	62.0	65.0	67.0	48.9	49.4	49.0	52.7
木薯	5.0	10.0	15.0	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
大麦	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15.0	20.0	25.0	25.0
大豆油粕(45%)	12.5	10.5	8.5	8.0	6.5	6.0	4.0	9.0	6.0	3.0	—	13.0	8.5	4.0	2.0
鱼粉(62%)	8.0	6.0	4.0	2.0	5.0	5.0	5.0	8.0	6.0	4.0	3.0	7.0	6.0	5.0	3.0
															(肉 骨 粉)
麦麸	8.0	10.0	12.0	14.0	10.0	13.0	16.0	14.0	16.0	18.0	20.0	10.0	10.0	10.0	10.0
脱脂米糠	—	—	—	—	—	—	—	8.0	8.0	8.0	8.0	5.0	5.0	6.0	6.0
杂油渣	—	—	—	—	5.0 ⁰¹	5.0 ⁰²	5.0 ⁰³	—	—	—	—	—	—	—	—
磷酸三钙	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	—	—	—	—
碳酸钙	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.9	1.0	0.4	0.4	0.4	0.8
食盐	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
维生素混合物	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
矿物质混合物	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
粗蛋白质	18.0	16.0	14.0	12.6	16.0	16.0	16.0	18.2	16.1	14.1	12.5	18.0	16.0	14.1	12.6
粗脂肪	3.8	3.6	3.4	3.1	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	4.0	3.8	3.7	3.7	3.6
粗纤维	2.8	3.0	3.2	3.5	3.3	3.3	3.3	3.5	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6

续表

例号	918	916	914	925	1016 C	1016 R	1016 P	1118	1116	1114	1125	1218	1216	1214	1225
TDN 约数	75	75	75	75	74	74	74	72	72	72	72	72	72	72	72
组分/%															
粗灰分	5.5	5.3	5.0	4.9	4.7	4.8	4.8	6.1	5.7	5.3	5.2	5.8	5.4	5.0	4.7
钙	1.02	0.91	0.76	0.68	0.81	0.84	0.82	1.02	0.90	0.82	0.80	1.00	0.88	0.77	0.70
磷	0.68	0.62	0.56	0.50	0.64	0.66	0.65	0.87	0.81	0.76	0.73	0.84	0.78	0.74	0.63
可消化粗蛋白质	14.9	13.1	11.3	10.1	12.8	12.8	13.0	14.7	12.8	10.9	9.5	14.5	12.7	11.0	9.6
可消化养分总量	75.1	75.0	75.1	74.2	74.2	74.2	74.3	72.0	72.2	72.3	72.3	72.1	72.2	72.0	72.3
精氨酸	1.20	1.06	0.92	0.84	1.10	0.99	1.11	1.19	1.03	0.88	0.76	1.20	1.02	0.85	0.73
赖氨酸	0.88	0.76	0.63	0.54	0.69	0.70	0.66	0.88	0.74	0.59	0.49	0.79	0.67	0.56	0.46
蛋氨酸	0.28	0.25	0.21	0.18	0.26	0.26	0.24	0.28	0.25	0.22	0.20	0.23	0.23	0.19	0.18
蛋氨酸+胱氨酸	0.57	0.51	0.46	0.41	0.54	0.54	0.50	0.57	0.52	0.48	0.44	0.53	0.48	0.43	0.40
色氨酸	0.23	0.19	0.16	0.14	0.19	0.21	0.22	0.24	0.20	0.17	0.15	0.16	0.14	0.13	0.12
组氨酸	0.45	0.40	0.36	0.32	0.41	0.41	0.41	0.46	0.42	0.37	0.33	0.42	0.37	0.33	0.30
苯丙氨酸	0.71	0.64	0.57	0.51	0.68	0.65	0.66	0.72	0.65	0.58	0.52	0.71	0.64	0.58	0.53
苏氨酸	0.63	0.56	0.48	0.43	0.56	0.56	0.54	0.54	0.57	0.49	0.44	0.46	0.54	0.48	0.43
异亮氨酸	0.69	0.61	0.53	0.47	0.60	0.59	0.57	0.58	0.59	0.50	0.44	0.65	0.56	0.48	0.43
亮氨酸	1.49	1.35	1.20	1.08	1.39	1.37	1.36	1.47	1.35	1.24	1.15	1.42	1.29	1.17	1.09
缬氨酸	0.84	0.75	0.66	0.60	0.76	0.75	0.74	0.86	0.77	0.68	0.61	0.83	0.75	0.67	0.60

① 棉籽油渣。

② 菜籽油渣。

③ 花生油渣。

表 2-20 中还可使用棉籽油渣、菜籽油渣和花生油渣等粗油渣代替部分大豆油渣，与大豆油渣相比，这些杂油渣的必需氨基酸组成较差，TDN 低，通常猪也不太爱吃，因而配方量不得超过 5%。大多用于肥育体重 50kg 以上的肉猪。

棉籽油渣可生产具有硬而白优质脂肪的猪肉，菜籽油渣要适当热处理后才能使用。但改性品种的菜籽油渣可大量配入饲料中，饲养效果良好。

花生油渣猪较爱吃，但有使脂肪软化的倾向，且花生油渣易产生黄油霉毒素，故应避免多用，肉猪用饲料不得超过 5%，而小猪不能使用这种饲料。

(11) (脱脂)米糠类配方(TDN 72)

配方见例 1118 ~ 1125，米糠类用鱼粉作为动物蛋白源，其用量较大。这是由于米糠类含蛋白质多，减少了大豆油粕的比例；如不用鱼粉，必需氨基酸的组成情况不好。米糠类中有机磷含量高，但利用率低，一般仍需供应无机磷。

(12) 肉骨粉、大麦和糠类配方(TDN 72)

配方见例 1218、1216、1214、1225。

肉骨粉与大麦的组合中加入米糠，可减少米糠的用量，得到营养比较平衡的猪饲料。

(13) 大麦、米糠类多用型配方(TDN 70)

配方见例 1317、1315、1313。

本例 TDN 较低，蛋白质含量高，适口性好，猪很爱吃。配入的鱼粉较多，以调节必需氨基酸的平衡。这类饲料即使在肉猪肥育后期，粗蛋白在 13% 以下时，也不能取得良好的效果。

(14) 添加必需氨基酸的配方(TDN 76)

配方见例 1416、1414、1412。

即使是蛋白质含量较低的饲料，添加适量的必需氨基酸后，改善氨基酸的组成，也可获得良好的饲养效果，生产优质的猪肉。表 2-21 所示粗蛋白 16%~12% 的饲料，与比其 CP 含量高 2% 的饲料有相同的饲料价值。例 1416 供体重为 25~60kg 的猪饲养，可望与例 316 获得同等效果。例 1412 供体重 60kg 以上的肉猪肥育用，可与例 314 有同样的效果。

表 2-21 小猪育成、肉猪肥育配方及其成分计算（四）

例号	1317	1315	1313	1416	1414	1412	1518	1516	1514
TDN 约数	70	70	70	76	76	76	80	78	78
组分/%									
黄玉米	45.1	45.0	44.5	77.6	79.6	82.2	73.7	75.4	78.6
大麦	15.0	20.0	25.0						
大豆豆粕(45%)	8.0	5.0	2.5	8.0	5.0	3.0	12.5	9.0	6.0
鱼粉(62%)	6.0	4.0	2.0	7.0	5.0	3.0	9.0	7.0	5.0
麦麸	14.0	14.0	14.0	5.0	8.0	10.5		5.0	7.0
脱脂米糠	10.0	10.0	10.0						
L-赖氨酸				0.15	0.15	0.15			
DL-蛋氨酸				0.05	0.05	0.05			
黄(奶)油							2.7	1.5	1.3
磷酸三钙	0.4	0.4	0.3	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8
碳酸钙	0.8	0.9	1.1	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
食盐	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
维生素混合物	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
矿物质混合物	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
粗蛋白质	17.2	15.1	13.2	16.1	14.1	12.1	18.1	16.1	14.1
粗脂肪	3.5	3.4	3.3	4.0	4.0	4.0	6.4	5.4	5.2
粗纤维	4.0	4.0	4.1	2.4	2.5	2.6	2.1	2.4	2.5
粗灰分	6.0	5.6	5.3	4.9	4.5	4.2	5.2	4.9	4.4
钙	0.89	0.80	0.75	0.97	0.85	0.77	1.05	0.94	0.83
磷	0.85	0.79	0.71	0.68	0.63	0.58	0.68	0.65	0.59
可消化粗蛋白质	13.7	11.8	10.1	13.0	11.1	9.3	15.0	13.2	11.4
可消化养分总量	70.2	70.1	70.0	76.1	76.0	76.1	77.8	78.1	78.0
精氨酸	1.10	0.93	0.78	1.01	0.86	0.71	1.18	1.04	0.88
赖氨酸	0.81	0.66	0.53	0.85	0.71	0.56	0.89	0.75	0.61
蛋氨酸	0.25	0.22	0.19	0.31	0.28	0.25	0.30	0.27	0.24
蛋氨酸+胱氨酸	0.53	0.47	0.42	0.59	0.54	0.49	0.59	0.54	0.49
色氨酸	0.22	0.18	0.15	0.19	0.16	0.13	0.22	0.19	0.16

续表

例 号	1317	1315	1313	1416	1414	1412	1518	1516	1514
TDN 约数	70	70	70	76	76	76	80	78	78
组分/%									
组氨酸	0.43	0.38	0.33	0.41	0.36	0.31	0.45	0.41	0.36
苯丙氨酸	0.69	0.62	0.56	0.65	0.58	0.51	0.72	0.66	0.59
苏氨酸	0.60	0.52	0.45	0.56	0.49	0.42	0.64	0.57	0.50
异亮氨酸	0.63	0.55	0.46	0.60	0.51	0.43	0.70	0.61	0.53
亮氨酸	1.34	1.21	1.09	1.43	1.31	1.19	1.55	1.43	1.32
缬氨酸	0.82	0.72	0.64	0.75	0.66	0.57	0.85	0.76	0.67

饲料用必需氨基酸的利用分为两大类型，其一为用于比大豆油粕必需氨基酸组成差的植物性杂油渣等的配方，用必需氨基酸调节必需氨基酸的平衡；其二为用于蛋白质含量较低的饲料，补充必需氨基酸以提高蛋白质的利用率。

(15) 添加油脂的高能饲料(TDN 80 ~ 78)

配方见例 1518、1516、1514。

以谷类为主的高能饲料，其 TDN 以 76 ~ 77 为上限，但若利用黄油等动物性油脂，可设计得到 TDN 78 ~ 80 的高能饲料。当然用此法也可设计 TDN 80 以上的高能饲料，但饲养猪没有实用价值。

为使高能饲料充分发挥作用，蛋白质原料的选择应特别注意，调节必需氨基酸非常重要，由于高能饲料供给量少，因此还要充分考虑添加维生素类和微量元素类。添加油脂的饲料喂养体重 70 ~ 80kg 以上的肉猪，可加快猪的发育速度，但猪肉的质量降低，因而一般仅供到体重 70 ~ 80kg 为止。添加的油脂熔点应在 43℃ 以上，常用的为黄油。油脂要适量添加抗氧化剂，如邻乙氧基苯酚或 BHA (叔丁基 - 对羟基苯甲醚) 等。

2.2.3 种猪配合饲料

种猪配合饲料以提高繁殖功能作为第一目标。种猪要长期饲养，其单位体重的饲料供给量比肉猪稍少。种猪过肥会降低繁殖能力，因在繁殖期应限制饲料的供给，而饲料的 TDN 含量不必太高，TDN 以在 68~72 范围为宜。

种猪用配合饲料的注意事项：

① 调节蛋白质与必需氨基酸的平衡：在哺乳期，需要大量蛋白质，因而饲料要特别注意必需氨基酸的平衡。

② 调节钙与磷的含量比率。在哺乳期奶中供给大量的钙和磷，对乳猪的骨骼形成极其重要，因而哺乳期种猪饲料中钙与磷的含量较高，钙磷比以(1.2~1.5):1 为宜。

③ 确保粗纤维含量。种猪用饲料的喂量与体重比较小，排泄量也比较少，易发生便秘。为使大便畅通，饲料中的粗纤维含量应在 3.5 以上，最好为 4%~5%。在供应的配合饲料中粗纤维含量较少时，特别是在饲料供给量比较少时，或妊娠后期等易发生便秘时，除配合饲料外应供给青草或牧草等粗纤维适当数量。

④ 维生素类和微量元素的补充。种猪对维生素的用量要求比较高，必须注意充分供应，特别是种猪喂的饲料比较少，维生素与微量元素容易缺乏。另一方面，种猪繁殖能力提高(平均每年繁殖 2.2~2.4 次)，产仔数和哺乳猪增加，微量营养素的需求量也随之增加。此类营养素不足的可能性增大，故不仅要考虑饲料中的维生素类含量，还必须考虑每日供给的绝对数量。

⑤ 各种 UGF(未知生长因子)供给源的考虑。此外，对种猪用配合饲料还必须考虑各种功能性营养素。例如：紫苜蓿等牧草类的功能，鱼粉或肉骨粉等动物性蛋白附有的功能

性因素，发酵产物带有的功能性因素等，都必须考虑。

表 2-22 为种猪用饲料，TDN 为 72、70、68 三种水平。种猪育成期（体重 50 ~ 120kg）的饲料配方可选择例 1715、1815 等，其 CP 为 15%，TDN 为 68、70。而例 1616、1614 等 TDN 为 72 的饲料，只要供给量少也是可以的。自初产到第 3 胎的未成熟种母猪的妊娠期宜选用例 1616、1715、1815 等 CP 水平高的饲料，或熟种母猪的妊娠饲料宜选用例 1614、1713、1813 等。

表 2-22 种猪用饲料配方和成分计算

例 号 TDN 约数	1676 72	1614 72	1612 72	1715 70	1713 70	1815 68	1813 68
组分/%							
黄玉米	34.7	38.1	40.5	30.4	33.4	27.9	29.9
高粱	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	20.0	20.0
大麦						10.0	10.0
大豆豆粕(45%)	9.0	4.5	2.0	6.0	2.0	5.0	—
鱼粉(62%)	5.0	4.0	2.0	4.0	3.0	4.0	3.0
麦麸	10.0	12.0	14.0	10.0	12.0	10.0	14.0
脱脂米糠	—	—	—	8.0	8.0	10.0	10.0
紫苜蓿粉	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0
糖蜜	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0
磷酸三钙	1.1	1.1	1.2	0.8	0.8	0.6	0.6
碳酸钙	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7
食盐	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
维生素混合物	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
矿物质混合物	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
粗蛋白质	16.1	14.0	12.1	15.1	13.2	15.2	13.0
粗脂肪	3.5	3.6	3.6	3.4	3.5	3.2	3.4
粗纤维	3.8	3.8	3.9	4.3	4.3	4.8	4.9
粗灰分	5.7	5.5	5.2	6.1	5.8	6.4	6.2
钙	0.98	0.95	0.87	0.88	0.81	0.91	0.85
磷	0.68	0.64	0.61	0.76	0.73	0.78	0.76
可消化粗蛋白质	12.7	10.8	9.1	11.5	9.8	11.4	9.5
可消化养分总量	72.2	72.3	72.3	70.4	70.5	68.3	68.0

续表

例 号	1676	1614	1612	1715	1713	1815	1813
TDN 约数	72	72	72	70	70	68	68
组分/%							
精氨酸	0.96	0.79	0.65	0.89	0.73	0.88	0.71
赖氨酸	0.71	0.57	0.44	0.65	0.52	0.66	0.52
蛋氨酸	0.23	0.20	0.17	0.21	0.19	0.21	0.18
蛋氨酸 + 胱氨酸	0.47	0.42	0.37	0.44	0.39	0.43	0.38
色氨酸	0.20	0.17	0.14	0.18	0.16	0.18	0.16
组氨酸	0.39	0.34	0.30	0.37	0.32	0.36	0.32
苯丙氨酸	0.66	0.58	0.52	0.62	0.55	0.62	0.55
苏氨酸	0.55	0.48	0.41	0.52	0.45	0.52	0.45
异亮氨酸	0.62	0.53	0.45	0.57	0.49	0.56	0.46
亮氨酸	1.38	1.26	1.16	1.30	1.19	1.23	1.10
缬氨酸	0.76	0.67	0.59	0.73	0.64	0.73	0.63

哺乳期为增加泌乳量，促进仔猪的发育，应供应充分的养分，要多供应高营养价值的饲料，因而宜选用例 1616、1715 等。若选用例 1815，从妊娠起饲料供应量应稍多些，以使妊娠期中母猪多积蓄养分。空胎期宜选用 TDN 为 68~70 的饲料，断奶后到交配为止进行短时间休整，可供例 1616 等高营养饲料 2.5~3.0kg/d。

种公猪用饲料与种母猪育成期的饲料一样，宜选用例 1715 和 1815 等。供给 TDN 72 的饲料时要特别注意，必须防止种猪过肥。

2.2.4 乳猪用人工乳

乳猪用人工乳分为前期人工乳和后期人工乳两大类型。早期人工乳供 3 周龄左右断乳后仔猪喂饲 2~3 周。后期人工乳则供体重 10~12kg (5~6 周龄) 到体重 25~30kg (9~10 周龄) 仔猪。

(1) 人工乳前期用配合饲料(例 1923、1921)

出生至 5~6 周龄的乳猪消化器官尚不发达，消化能力

弱，且对寒冷或病菌等的抵抗力也弱，易于发生腹泻或消化不良等症。此时应供给含适当营养、易消化、吸收效率非常高的饲料。其主要原料为脱脂奶粉、干燥乳清等乳制品，葡萄糖、砂糖、乳糖等糖类，大多用与母乳成分相似的易消化原料。在谷类方面应通过加热加工使淀粉 α 化，例如炒熟的小麦和干燥面包粉之类。

蛋白质原料有脱脂奶粉、干燥乳清、优质鱼粉和脱皮大豆油粕微粉(蛋白质含量可达50%)。有时也可使用一部分其他植物油粕，在萃取其蛋白质成分再喷雾干燥，以便易于消化。大豆经适当的热加工后，再微粉碎成熟豆粉，它易于消化，小猪适口性也好。

圆酵母、啤酒酵母或面包酵母常被利用作为UGF(未知生长因子)源和蛋白质源的一部分。另外乳猪人工乳要多用油脂以供应必需脂肪酸，最佳油脂源为大豆油、玉米油等优质植物油脂，其他牛油等优质动物油脂及其加工所得的粉末油脂等也可使用。在油脂中应适当添加对乙氧基苯酚或BHA等抗氧化剂。

为提高乳猪用人工乳的适口性，可用甜味剂砂糖、葡萄糖等糖类，可用糊精、糖精钠和谷氨酸钠等作调味剂，香料以奶类香料最为常用。

近来开发了以防止腹泻为目的、能促进乳猪生长发育和整肠作用的含各种活性菌的饲料添加剂，包括乳酸菌类等。

利用活性菌时，必须证实它们在饲料中的稳定性，并在乳猪的消化器官中起有效的作用。但同时添加抗菌素可能使这种活性菌失活。

以抗生素为主的饲料添加剂的种类和用量受饲料安全法的严格限制。

表 2-23 中, 例 1923 的 CP 为 23%, TDN 为 86.5, 有良好的消化性, 营养价值也很高, 在 3 周龄断乳起到 6 周龄止, 连续供给此饲料, 每日体重可增加 300g 以上。

表 2-23 乳猪用人工乳配方和成分计算

例 号	前期人工乳		后期人工乳	
	1923	1921	1920	1918
组分/%				
炒熟小麦	33.8	26.65	20.0	—
葡萄糖	9.0	8.0	5.0	—
砂糖	3.0	2.0	—	—
小麦粉	—	15.0	20.0	25.0
黄玉米	—	—	23.6	44.4
脱脂奶粉	40.0	20.0	10.0	—
干燥乳清	—	10	—	10
鱼粉	3.0	5.0	5.0	6.0
大豆油粕(50)	3.0	—	9.0	8.0
熟大豆粉	—	5.0	—	—
圆酵母	2.0	3.0	2.0	2.0
大豆油	4.0	—	3.0	—
杂牛油	—	3.0	—	2.0
食盐	0.2	0.2	0.2	0.2
磷酸三钙	1.2	1.2	1.4	1.4
矿物质混合物	0.2	0.2	0.2	0.2
维生素混合物	0.2	0.2	0.2	0.2
香料, 抗生素及其他饲料添加剂	0.4	0.4	0.4	0.4
L-赖氨酸	—	0.10	—	0.15
DL-蛋氨酸	—	0.05	—	0.05
粗蛋白质	23.1	21.1	20.0	18.3
粗脂肪	5.0	5.3	5.3	4.9
粗纤维	1.0	1.1	1.5	1.5
粗灰分	6.1	6.2	5.0	5.4
钙	1.16	1.17	0.92	0.96
磷	0.82	0.82	0.75	0.76
可消化粗蛋白质	21.9	19.5	18.1	15.8
可消化养分总量	86.5	85.4	83.4	80.5
精氨酸	1.00	0.92	1.08	0.98
赖氨酸	1.52	1.32	1.04	0.99
蛋氨酸	0.51	0.45	0.33	0.33
蛋氨酸 + 胱氨酸	0.84	0.71	0.59	0.56
色氨酸	0.27	0.23	0.19	0.16
组氨酸	0.58	0.48	0.47	0.40
苯丙氨酸	0.98	0.84	0.81	0.70

续表

例 号	前期人工乳		后期人工乳	
	1923	1921	1920	1918
组分/%				
苏氨酸	0.87	0.77	0.66	0.62
异亮氨酸	1.29	1.03	0.87	0.72
亮氨酸	1.96	1.60	1.52	1.41
缬氨酸	1.32	1.05	0.94	0.78

例 1921 的 CP 为 21%，TDN 为 85.4 供 4 周龄断奶到 6~7 周龄的乳猪。此例添加了必需氨基酸适量的 L-赖氨酸和 DL-蛋氨酸，以使必需氨基酸得到平衡。

(2) 人工乳后期用配方饲料(例 1920、1918)

5~6 周龄后乳猪消化能力逐渐上升，同时饲料的摄取量也快速增加，发育随之加快。自此时开始至体重 25kg 左右期间，小猪的消化能力的提高与饲料品质的改变相匹配。消化器官的容积增大，饲料的供给量也随之增加。

例 1920 的 CP 为 20%，TDN 为 83.4，大量使用了炒熟小麦、葡萄糖、脱脂奶粉等易消化的原料，其营养水平也高，因而可满足 5 周龄(体重 10kg)的乳猪的需要。在 5~6 周龄乳猪断奶时期，也可饲用这种配合饲料。

例 1918 的 CP 为 18.3，TDN 为 80.5 是人工乳后期用配方，供体重 12~30kg 的小猪使用，可得到良好效果。此时只要不断供给饲料，日增体重为 800g 以上。如有发育太肥的倾向，饲料供给量的减至日增体重 500~600g 为宜。

2.2.5 维生素与微量元素的配方

表 2-22 用于种猪用饲料时，在维生素类中还需添加维生素 K 2mg/kg，生物素(维生素 H)50~100 μ g，胆碱 800~1000mg/kg。妊娠期种猪每天供给 3000~4500mg 胆碱，可提高繁殖能力。在种猪饲料中，按传统的经验维生素 A 的添

加量为 6000 ~ 10000 IU/kg，日本饲养标准和美国 NRC 标准维生素 A 为 4100 ~ 3300 IU/ μ g，德国标准推荐妊娠猪用饲料维生素 A 为 10000 IU/ μ g 以上。乳猪人工乳配方中添加的维生素类，VA 应为 8000 ~ 10000 IU，VD₃ 应为 1600 ~ 2000 IU，还应增加胆碱 200 ~ 400mg，生物素 50 ~ 100 μ g。对于用热加工谷类为原料的配方，可考虑增加维生素 B₁ 4 ~ 5mg，及适量的维生素 K、叶酸和维生素 C，NRC 标准中维生素 K 用量为 2.0mg，生物素 100 μ g，叶酸 600 μ g。

养猪用配合饲料中矿物质以铁和锌最为重要。表 2-24b 中铁源为干燥硫酸亚铁，成本低，但在空气中不太稳定，利用率很低。可以用硫酸铁铵代替，它稳定性高，利用率好。乳猪人工乳配方可用可溶性的丁二酸铁、柠檬酸铁、反丁烯二酸铁和谷氨酸铁等。

表 2-24a 维生素配方例

组 分	原料有效成分含量	维生素混合物用量/ (g/kg)	每千克饲料添加量	
			0.1%时	0.2%时
维生素 A、D ₃	维生素 A 100000 IU/g	20 ^①	VA 2000 IU	4000 IU
	维生素 D ₃ 20000 IU/g		VD ₃ 400IU	800 IU
维生素 E	维生素 E 250 IU/g	40	VE 10 IU	20 IU
核黄素	90%	2.5	2.2mg	4.4mg
泛酸钙	D-泛酸 92%	12	11mg	22mg
菸酸	98%	11	10.8mg	21.6mg
维生素 B ₆	98%	1.2	1.1mg	2.3mg
维生素 B ₁₂	200 μ g/g	50	11 μ g	22 μ g
小麦粉		863.3	—	—

① 种猪用配合饲料和乳猪用人工乳时，VA、D₃ 用量为 40 ~ 50g。

表 2-24b 矿物质配方

组 分	原料有效成分含量/%	矿物质混合物用量/ (g/kg)	每千克饲料添加量/mg	
			0.1%	0.2%
硫酸铜	Cu:25.5	20	Cu:5	10
干燥硫酸亚铁	Fe:32.8	154	Fe:50	100
硫酸锌	Zn:22.7	200	Zn:45	91
碳酸锰	Mn:47.8	30	Mn:14	29
氯化钴	Co:24.8	3	Co:0.7	1.5
碘酸钾	I:61	0.3	I:0.18	0.37
滑石粉		100		
碳酸钙		492.7		

铜在配合饲料中一般用量为 5~15mg/kg 饲料，为促进猪的生长可添加大量的铜，此时以 250mg/kg 饲料最为有效。日本在乳猪人工乳中大多添加 Cu 150mg/kg。若浓度高达 300~500mg/kg 会引起铜中毒，因而在饲料中 Cu 的分布均匀性也十分重要。

饲料中钙含量高时要提高饲料中的锌含量，此时应为表 2-24b 中添加量的 1.5 倍左右。在饮水中钙含量显著高时，不仅要考虑饲料中的钙，还要对饮水中钙计算在内，来决定添加锌的数量。

2.2.6 促进繁殖的还原型叶酸类母猪饲料添加剂

叶酸即维生素 B₉，化学名蝶酰谷氨酸，是一种辅酶，它能参加一些氨基酸的合成，如蛋氨酸、丝氨酸和谷氨酸，以及构成 DNA 核酸的嘌呤基的合成。用化学法合成的叶酸是氧化型叶酸(惰性叶酸)，而氧化型叶酸没有这种辅酶的功能。

本母猪饲料添加剂以还原型叶酸作为其活性成分：包括 7,8-二氢叶酸、亚叶酸、肝粉和微生物的破碎细胞或细胞萃取物等。此添加剂能增加母猪血液中还原性叶酸的量，

从而促进猪的繁殖功能。

还原型叶酸选自：5,6,7,8 - 四氢叶酸基聚 - γ - 谷氨酸盐、5 - 甲酰基 - H_4 - 叶酸基 - 聚 γ - 谷氨酸盐、5,10 - 亚甲基 - H_4 - 叶酸基 - 聚 γ - 谷氨酸盐、5 - 甲基 - H_4 - 叶酸基 - 聚 γ - 谷氨酸盐、5 - 亚甲基 - H_4 - 叶酸基 - 聚 γ - 谷氨酸盐、10 - 甲酰基 - H_4 - 叶酸基 - 聚 γ - 谷氨酸盐和 5 - 亚胺甲基 - H_4 - 聚 γ - 谷氨酸等。

例 1 口服亚叶酸(甲酰四氢叶酸)的效果

以两组同样大的猪作试验，年龄 0.7 岁，体重 15kg，其中一组作为对照。

将 0.75% 亚叶酸水悬浮液经口强制供给试验动物(经软管直接注入其胃中)，数量为 50mg/kg 体重；对照组以氧化型叶酸代替亚叶酸，在口服前和口服后 1h、3h、6h、9h 和 24h 抽血液化验，测定活性型叶酸，即四氢叶酸(THF)和 5 - 甲基四氢叶酸(5 - MF)的含量(mg/mL)，结果如下：

时间/h	试验组		对照组	
	THF	5 - MF	THF	5 - MF
0 (对比)	8.2	6.0	14.6	7.6
1	51.5	12.1	14.6	4.5
3	52.1	20.6	12.0	10.5
6	55.7	27.6	12.3	7.1
9	49.2	31.0	12.4	7.9
24	30.2	20.6	8.0	6.3

由此可知，口服后动物血浆中 THF 立即显著增加，达 6 倍左右，然后 5 - MF 也逐步增长，最高达 5 倍以上，24h 时两者仍比饲前高 3 倍以上。说明亚叶酸能迅速影响动物器官的代谢；而对照组则 THF 和 5 - MF 变化都不大，说明氧化型叶酸几乎无效。

例2 口服7,8 - 双氢叶酸的作用

以两组同样大小的猪作试验, 年龄2岁, 体重20kg, 其中一组供给7,8 - 双氢叶酸1mg/kg, 另一组0.2mg/kg, 类似例1试验, 结果如下:

时间/h	1mg/kg		0.2mg/kg	
	THF	5 - MF	THF	5 - MF
0 (对比)	6.75	4.44	7.22	4.74
1	17.52	4.45	14.51	5.01
3	20.94	2.47	15.09	1.94
6	14.51	1.89	15.32	1.42
9	12.49	1.88	17.46	1.88
24	6.49	2.39	14.49	3.37

由此可知, 7,8 - 双氢叶酸能明显增加 THF 浓度达2~3倍以上, 但5 - MF浓度稍有降低。

例3 口服肝粉的作用

重复例1, 但以5g猪肝粉(含氧化型和还原型的叶酸总量0.08mg)的50%水悬浮体代替亚叶酸的悬浮体, 试验结果与例1的比较例比较如下:

时间/h	5g/kg		比较	
	THF	5 - MF	THF	5 - MF
0 (对比)	11.9	5.5	14.6	7.6
1	24.5	28.3	14.6	4.5
3	26.4	22.7	12.0	10.5
6	24.4	14.8	12.3	7.1
9	24.6	13.3	12.4	7.9
24	14.8	11.8	8.0	6.3

肝粉的试验证明: THF 浓度快速增加, 达2倍以上; 5 - MF浓度也有升高, 这说明肝粉中也含有5 - MF。

例4 破碎微生物细胞的制备

① 微生物的培养。在数个 500mL 烧瓶中，分别加入 50mL 成分如下的培养基(pH 为 7)：

组 分	含量/(g/dL)
葡萄糖	2.0
酵母萃取物	1.0
多肽	1.0
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.5
K_2HPO_4	0.3
KH_2PO_4	0.1
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.05
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.001
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.001

加热灭菌后，分别用铂环在此培养基中接种下述各种微生物：谷氨酸棒状杆菌 ATCC 13869、ACTT 13032 和 ATCC 13060；产氨杆状杆菌 ACTT 6871；暗黄短杆菌 ATCC 13826；枯草杆菌 ATCC 13952、IFO 3009 和 IFO 13169 等 8 种细菌；酿酒酵母 IFO 2044 和 IFO 2375；产蛋白假丝酵母 ATCC 9226 等三种酵母菌；米曲霉 IFO 30104 和黑曲霉 IFO 4414 两种霉菌，于 30℃ 在振摇中培养 24 ~ 72h，其中所用的细菌预先在肉汁琼脂培养基中于 30℃ 培养 24h；酵母和真菌预先在麦芽萃取物琼脂培养基中于 30℃ 培养 48 ~ 72h。经这种培养后，用离心法收集细胞。

② 破碎微生物细胞的制备。将这样收集到的微生物悬浮在与培养基等体积的生理盐水中，然后在 100℃ 热处理 10min 杀菌，再次用离心机收集细胞，将其悬浮在 25mmol/L 硫酸盐缓冲剂(pH 为 7)中，浓度为 10%。

对于细菌类，添加 0.1% 蛋白溶菌酶和 0.2% 木瓜蛋白

酶以制成细胞悬浮液，将混合物在 37℃ 维持 12h 使细胞壁酶解破裂而得破碎细胞液；对于酵母类，则添加 0.2% Zymolyase 20T (酵母细胞壁分解酶)，使混合物在 37℃ 维持 12h 以破坏细胞壁而得破碎细胞液；对于真菌类，则添加同样体积的球径 0.75mm 的玻璃珠，用珠磨细胞破碎处理 1min，反复处理 5 次，然后倾析，除去玻璃珠，得到上层清液。将这些由细菌、酵母菌和真菌的破碎细胞的悬浮体和上清液分别冻结干燥成为粉末，以便用作母猪饲料添加剂的原材料。

③ 叶酸含量的测试。上制各种粉末的叶酸含量的测试结果为：细菌，破碎前 0.9 ~ 3.5mg/100g，破碎后 4.7 ~ 14.2mg/100g；酵母菌，破碎前 0.1 ~ 0.7mg/100g，破碎后 2.9 ~ 4.0mg/100g；霉菌，破碎前 1.1 ~ 1.6mg/100g，破碎后 5.8 ~ 7.6mg/100g。由此证实，来自微生物干粉中的叶酸大部分是活性的还原型叶酸。

例 5 添加叶酸前驱物的培养

用类似例 4 的方法，将谷氨酸棒状杆菌 ATCC 13869 或 ATCC 13060 添加如下成分进行培养和操作：

组 分	含量/(mg/L)
对氨基苯甲酸	100
或	
叶酸(氧化型)	10
或	
鸟嘌呤核苷	100

在干燥后，每 100g 干粉的叶酸类含量如下：

项目	对氨基苯甲酸		叶酸		鸟嘌呤核苷	
	破碎前	破碎后	破碎前	破碎后	破碎前	破碎后
谷氨酸棒状杆菌						
ATCC 13869	4.2	23.0	3.4	21.9	3.0	18.5
ATCC 13060	3.6	22.4	2.9	16.7	3.8	15.7

例 6 用破碎微生物细胞的喂养效果

用类似例 1 的方法测试以下三种产品的效果：

① 例 4 制备的谷氨酸棒状杆菌酶解产品；

② 例 4 制备的酿酒酵母 1FO 2044 酶解产品；

③ 谷氨酸棒状杆菌 ATCC 13869 (培养基中添加对氨基苯甲酸培养的细胞)的酶解产品，对照组供应 50mg 氧化型叶酸，试验结果如下：

时间/h	①		②		③		对照	
	THF	5-MF	THF	5-MF	THF	5-MF	THF	5-MF
0(对比)	30.9	2.4	18.7	1.8	28.7	4.2	19.8	4.3
1	36.4	2.4	19.9	2.0	38.7	5.7	19.1	3.7
3	34.7	2.6	24.7	2.5	41.3	3.8	19.9	3.4
6	28.0	2.6	26.2	2.8	37.5	2.8	19.7	2.9
9	31.4	2.0	24.2	2.3	33.4	1.6	15.8	2.6
24	27.2	2.9	20.4	3.1	28.7	2.7	15.1	3.7

显然③的效果最好。

例 7 实效试验

60 头母猪(40 头供试,20 头供比较),1.5~4 岁,体重 150~200kg,在交配前 2 月,20 头母猪饲用例 4 制备的含叶酸的谷氨酸棒状杆菌酶解产物的干燥产品,每头母猪 300mg/d(A);另 20 头母猪进行类似试验,饲用例 5 制备的干燥碎细胞即细胞质部分(B);作为比较的 20 头猪不饲用破碎细胞。在交配 114d 后,A 组母猪平均产小猪 11.6 头,B 组 11.8 头,比较组 10.8 头。

参考文献:美国专利 5728398,5814333

2.2.7 全鱼粉猪用浓缩饲料

全鱼粉猪用浓缩饲料以上等鱼粉为主要原料，并辅以氨基酸、矿物质、微量元素、维生素、酶制剂、抗氧化剂、防霉剂、诱食剂和抗病促生长药物等原料，它不含任何豆粕、菜粕、棉粕等含有较多的植物蛋白和粗纤维的原料。该浓缩饲料含有高达55%以上的动物蛋白，具有营养丰富、适口性好、消化吸收快、防病抗病能力强、瘦肉率高、猪增重快的优点。

本品的配方为：

组 分	含量
鱼粉	90% ~ 96%
氨基酸	2% ~ 4%
矿物质	1% ~ 7%
微量元素	0.3% ~ 0.5%
维生素	0.3% ~ 0.5%
酶制剂	0.05% ~ 0.1%
抗氧化剂	0.05%
防霉剂	0.1% ~ 0.2%
诱食剂	0.05% ~ 0.1%
抗病促生长剂	0.05% ~ 0.1%

本品的制作方法为：

① 把氨基酸、矿物质、微量元素、维生素、酶制剂、抗氧化剂、防霉剂、诱食剂和抗病促生长药物进行预配，然后混合在一起，得到预混料；

② 把粉碎后的鱼粉与预混料混合在一起得到成品。

例 1 分别称取20kg 氨基酸、11kg 矿物质、3kg 微量元素、3kg 维生素、0.5kg 酶制剂、0.5kg 抗氧化剂、1kg 防霉剂、0.5kg 诱食剂和 0.5kg 抗病促生长药物，然后进行预配，再混合在一起，得到预混料。再称取 960kg 鱼粉，进行粉碎，然后将粉碎后的鱼粉与预混料混合在一起，得到

成品。

例 2 分别称取20kg 氨基酸、70kg 矿物质、3kg 微量元素、3kg 维生素、0.5kg 酶制剂、0.5kg 抗氧化剂、2kg 防霉剂、0.5kg 诱食剂和 0.5kg 抗病促生长药物，然后进行预配，再混合在一起，得到预混料。再称取 900kg 鱼粉，进行粉碎，然后将粉碎后的鱼粉与预混料混合在一起，得到成品。

例 3 分别称取10kg 氨基酸、25kg 矿物质、5kg 微量元素、5kg 维生素、1kg 酶制剂、0.5kg 抗氧化剂、1.5kg 防霉剂、1kg 诱食剂和 1kg 抗病促生长药物，然后进行预配，再混合在一起，得到预混料。再称取 920kg 鱼粉，进行粉碎，然后将粉碎后的鱼粉与预混料混合在一起，即得到成品。

参考文献：中国专利 1173294A (1998)

2.2.8 猪饲料添加剂

此猪饲料添加剂主要由硫酸盐(硫酸铜、硫酸锌、硫酸钴、硫酸锰)及亚硒酸盐、碳酸盐、抗生素、助消化剂组成，按合理配比掺入精饲料内，在生猪长达 30 ~ 40kg 时使用。猪食用经发酵的高糖饲料，可在 30 ~ 40 天的短时间内出栏体重达 90 ~ 100kg，大大减少了饲料的消耗，有利于快速养猪事业的发展。

添加剂中抗生素可为土霉素，助消化剂可为酵母片；各组分含量的范围是每 100g 添加剂中含硫酸铜 10 ~ 28g，硫酸锌 3 ~ 8g，硫酸钴 0.1 ~ 0.75g、硫酸锰 4 ~ 15g，亚硒酸钠 0.15 ~ 0.5g，碳酸氢钠 3 ~ 15g，土霉素 10 ~ 30g，酵母片 10 ~ 30g。

例 称取硫酸铜 18g、硫酸锌 7g、硫酸钴 0.75g、硫酸锰 12g、亚硒酸钠 0.25g、碳酸氢钠 15g、土霉素 25g、酵母片 22g，混合研磨成粉末状，装袋备用。待生猪长至 25 ~ 50kg 时，在由 60%玉米粉(或麦麸)和 40%酒糟组成的精饲

料中，每餐加入上述添加剂 100g，连续饲养 30~40 天，生猪出栏体重可达 90~100kg，生长周期可提前 30~40 天。通过喂养观察，添加本添加剂后生猪特别爱吃经发酵成高糖成分的甜味饲料，而且食后 1.5h 后深睡不醒，至下次喂食前 0.5h 方起身活动。添加本添加剂的饲料易被吸收，可替代育饲料，提高经济效益。但是，本品不要与铁器接触，以免发生化学反应，造成不良后果。

参考文献：中国专利 1169249 A (1998)

2.2.9 大豆制品对仔猪饲养的效果

仔猪离乳后的饲料转段期，受日龄、体重与饲料原料等因素的影响，对饲料较不适应的仔猪，反应出增重减少，并有营养性下痢与发育不正常的情形发生，不仅减低饲料效率，且延长肉猪上市日龄与增加医药费用。目前仔猪的离乳时间一般为 18~28 日龄，在照顾到离乳饲料营养成分、可利用率及价格下，依离乳后仔猪对饲料的适应程度、日龄和体重，可逐渐减少脱脂奶粉用量，而采用分离大豆蛋白、浓缩大豆蛋白与烘烤全脂大豆粉等饲料原料替代。

(1) 大豆制品对 18 日龄离乳仔猪的饲养效果

将 18 日龄体重约 5.5kg 的蓝瑞期(L)与约克夏(Y)仔猪分为四组(A 群猪)。

饲料配方见表 2-25。

表 2-25 饲料组成 (1)

项 目	对照组	仔一料(18~39 日龄) ^①			仔二料 (40~50 日龄)
		分离大豆蛋白	浓缩大豆蛋白	烘烤全脂大豆粉	
组分/%					
爆裂熟玉米粉	29.77	55.70	49.42	34.35	—
黄玉米	—	—	—	—	56.35
大豆粕	—	—	—	—	24.2

续表

项 目	对照组	仔一料(18~39日龄) ^①			仔二料 (40~50日龄)
		分离大 豆蛋白	浓缩大 豆蛋白	烘烤全脂 大豆粉	
脱脂奶粉	43.97	—	—	—	—
乳清粉	25.0	25.0	25.0	25.0	7.5
分离大豆蛋白	—	14.02	—	—	—
浓缩大豆蛋白	—	—	19.89	—	—
烘烤全脂大豆粉	—	—	—	38.0	—
鱼粉	—	—	—	—	6.0
猪油	0.1	2.4	3.0	—	3.5
磷酸氢钙	0.15	1.6	1.4	1.3	1.2
石灰石粉	0.06	0.33	0.34	0.4	0.3
食盐	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
维生素和矿物质预混料 ^②	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
欧罗肥-250 ^③	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Aurco SP-250					
赖氨酸盐酸盐		0.2	0.2	0.2	—
营养成分计算值/%					
粗蛋白质	19.53	19.53	19.53	19.52	20.00
粗脂肪	1.41	4.37	4.76	8.55	5.89
粗纤维	0.70	1.23	1.14	3.08	4.03
钙	0.84	0.85	0.84	0.84	0.83
磷	0.74	0.73	0.73	0.73	0.71
赖氨酸	1.41	1.40	1.40	1.40	1.20
可消化能量/(kJ/kg)	15006	15015	14994	15010	14717

① 每千克饲料中添加维生素 A 9000IU、维生素 D₃ 1800IU、维生素 B₁ 2.4mg、维生素 B₂ 3.6mg、维生素 B₆ 0.6mg、维生素 E 19.5mg、维生素 K₃ 32.4mg、泛酸 10.5mg、菸酸 27mg、叶酸 0.2mg、胆碱 100mg、维生素 B₁₂ 20μg、铁 50mg、锌 100mg、锰 30mg、碘 1mg、钴 1mg。

② 每千克饲料中含金霉素 44mg、磺胺二甲嘧啶 (sulfamethazine) 44mg、青霉素 22mg 和卡巴多司 (carbadox) 50μg。

③ 仔一料配方中都含蛋白质约 19.5%，可消化能量约 14990kJ/kg。

(2) 大豆制品对 28 日龄离乳仔猪的饲养效果

选四周龄，平均体重约 7.5kg 的蓝瑞斯(L)与约克夏(Y)纯种仔猪分为四组。

饲料配方见表 2-26。

表 2-26 饲料组成 (28~56 日龄)

分组项目	第一组 对照组	第二组 分离 大豆蛋白	第三组 浓缩 大豆蛋白	第四组 烘烤全脂 大豆粉
组分/%				
玉米粉	51.60	78.30	71.68	56.55
脱脂奶粉	46.30	—	—	—
分离大豆蛋白	—	14.83	—	—
浓缩大豆蛋白	—	—	21.15	—
烘烤全脂大豆粉	—	—	—	40.00
猪油	0.2	3.2	3.7	—
磷酸氢钙	0.7	2.26	2.1	2.0
石灰石粉	0.1	0.36	0.32	0.40
食盐	0.3	0.3	0.3	0.3
维生素和矿物质预混料	0.5	0.5	0.5	0.5
欧罗肥 250	0.25	0.25	0.25	0.25
赖氨酸盐酸盐	—	0.3	0.3	0.3
营养成分计算值/%				
粗蛋白质	19.05	19.03	19.09	19.04
粗脂肪	2.23	5.91	6.18	9.06
粗纤维	1.29	1.96	1.79	3.84
钙	0.83	0.82	0.82	0.82
磷	0.72	0.72	0.72	0.73
赖氨酸	1.32	1.30	1.30	1.30
可消化能量/(kJ/kg)	15107	15086	15073	15073

各饲料配方皆含蛋白质约为 19.0%，可消化能量约为 15073kJ/kg。

不同大豆制品进行必需氨基酸分析，结果见表 2-27。

表 2-27 主要蛋白质原料的粗蛋白质含量和氨基酸组成

组分/%	脱脂奶粉	分离大豆蛋白	浓缩大豆蛋白	烘烤全脂大豆粉
粗蛋白质	36.04	85.65	63.12	38.13
必需氨基酸				
赖氨酸	3.396	5.768	4.543	2.523
甲硫氨酸	0.978	0.947	0.567	0.414
苯丙氨酸	2.005	5.003	3.735	2.304
异亮氨酸	2.393	4.914	3.598	2.206
亮氨酸	4.782	8.826	6.446	3.925
精氨酸	1.352	7.275	5.295	3.239
组氨酸	1.065	2.161	1.699	1.054
羟丁氨酸	1.758	3.506	2.835	1.735
缬氨酸	2.942	5.116	3.777	2.329
胱氨酸	0.193	0.437	0.231	0.198
酪氨酸	2.027	3.635	2.840	1.801

大豆制品对 18、28 日龄离乳仔猪的饲养效果见表 2-28、2-29。

表 2-28 大豆制品对 18 日龄离乳仔猪生长性能的影响

项 目	第一组 对照组	第二组 分离大豆蛋白	第三组 浓缩大豆蛋白	第四组 烘烤全脂大豆粉
供试猪头数	20	20	20	20
开始平均体重/kg	5.463	5.436	5.463	5.644
结束平均体重/kg				
21d	8.545	7.360	7.643	7.290
35d	12.619	11.135	11.895	11.002
饲料效率/%				
0~21d	1.888	3.075	3.099	3.498
全期(0~35d)	1.867	2.559	2.372	2.325

表 2-29 大豆制品对 28 日离乳仔猪生长性能的影响

项 目	第一组 对照组	第二组 分离大豆蛋白	第三组 浓缩大豆蛋白	第四组 烘烤全脂大豆粉
供试猪头数	15	15	15	15
开始平均体重/kg	7.498	7.619	7.527	7.661
结束平均体重/kg	16.113	15.725	14.584	13.793
饲料效率/%				
0~14d	1.815	2.487	2.762	3.488
14~28d	1.607	1.589	1.673	1.688

一般而言,全脂大豆粉约含 18% 脂肪及 37% 的粗蛋白质,而其所含油脂不完全曝露于空气中,较不易腐败,理论上较适合应用于配制高能量的饲料。但大豆粕或全脂大豆粉含较高量的大豆抗原,仔猪越早离乳对大豆粕或全脂大豆粉的适应性越差,而对脱脂奶粉的适应性较佳。从以上数据可见,使用烘烤全脂大豆粉作为仔猪饲料的主蛋白质源和其他两种不同大豆制品相比较,在 18 日龄离乳仔猪及 28 日龄离乳仔猪离乳后 0~14d,四组饲料中皆以烘烤全脂大豆粉的平均日增重与饲料效率较差,平均日饲料摄食量亦有较少的趋势。此外从下痢观察值和血浆、血清分析,供喂烘烤全脂大豆粉有较低的血浆木糖量与血清葡萄糖量及较高的血清尿素氮与下痢头数等效应,反应出仔猪供喂烘烤全脂大豆粉的消化吸收能力与蛋白质利用率较差,较不适合作为 18~28d 离乳仔猪转段期饲料的主要蛋白质来源。而 28 日龄离乳仔猪离乳后 14~28 天,供喂脱脂奶粉、分离大豆蛋白与浓缩大豆蛋白三者之间饲养效果差别不显著,显示在此期间饲养上已无继续使用脱脂奶粉的必要。

参考文献:吴孟谦等,饲料营养杂志(中国台湾),1998,(12):37

2.2.10 诺必达粉剂对仔猪大肠杆菌感染的预防与治疗

仔猪大肠杆菌病是仔猪的主要疾病之一，若在饲料中添加抗菌药物来控制此病，长期使用可导致致病性大肠杆菌对这些抗菌药物产生抗药性，使用效果不佳。从中草药牛栓中提取的诺必达(Ropadiar)粉剂能预防和治疗仔猪大肠杆菌感染。日粮组成如下：

组 分	含量
玉米	67%
豆饼	16%
鱼粉	11%
柠檬酸	2%
骨粉	1.7%
微量元素预混料	1%
多种维生素预混料	0.6%
赖氨酸	0.4%
食盐	0.3%

以硫酸新霉素为对照药物，在饲料中添加 5% 诺必达粉剂，效果如下：

① 5% 诺必达粉剂能有效地预防和治疗大肠杆菌或沙门氏菌引起的腹泻，明显降低感染仔猪的死亡率。在自然感染的病例中，5% 诺必达粉剂的治疗效果明显优于硫酸新霉素的治疗效果。

② 5% 诺必达粉剂预防仔猪大肠杆菌感染时，混饲的有效剂量为每千克饲料中添加 5% 诺必达粉剂 0.3 ~ 0.7g，推荐剂量为每千克饲料中添加 5% 诺必达粉剂 0.5 ~ 0.7g。

③ 5% 诺必达粉剂治疗仔猪大肠杆菌或沙门氏菌感染时，混饲的有效剂量为每千克饲料中添加 5% 诺必达粉剂

0.7~1.3g, 推荐剂量为每千克饲料中添加 5% 诺必达粉剂 1.0~1.3g。

④ 5% 诺必达粉剂是一种高效、安全且无残留的抗菌药物。

参考文献：肖希龙等，中国饲料，1999，(14):20

2.2.11 野生海藻对饲料防霉效果的影响

选用浒苔、瓦苔和孔石莼三种海藻，经晒干粉碎后，以等比例制成混合藻粉，再用常规防霉剂碘酸钙、丙酸钙和混合藻粉，以 4:4:92 的比例，制成海藻复合防霉剂。

分组：在育肥猪的粉状饲料配方中不加饲料添加剂，以避免重复添加防霉剂。试验：分成 5 组，第 1、2 组分别添加 8% 和 4% 的海藻复合防霉剂，第 3、4 组分别添加 0.64% 和 0.32% 的碘酸钙与丙酸钙(1:1)防霉剂，第 5 组为对照组，不添加任何防霉剂。

饲料配方如下：

组 分	含量
玉米	60%
麸皮	27%
菜籽粕	5%
豆粕	1%
肉粉	5%
骨粉	1.6%
食盐	0.4%

试验共进行 96d, 平均温度为 31.73℃, 相对湿度为 88.57%。开始时, 各组饲料水分相同, 添加各种防霉剂后, 第 1、2 组相对其他组略偏高, 这可能与海藻水分含量高有关。结束时, 除第 1 组外, 水分均有所下降。各组黄曲霉毒素的含

量如下：在 36d 时，第 1 组和第 3 组未测出黄曲霉毒素，2 组在 $5 \sim 10\mu\text{g}/\text{kg}$ 内，第 4、5 组均为 $15\mu\text{g}/\text{kg}$ ；在 65d 时，第 1 组黄曲霉毒素含量最低为 200，第 3 组次之为 230，比第 1 组高 15%，第 2 组为 320，较第 1 组高 60%，第 4 组和第 5 组分别为 440 和 470，比第 1 组分别高 1.2 倍和 1.35 倍。

饲料水分和气候是影响饲料霉变的两个主要因素。初期饲料水分均超过国家标准 ($12.5\% \pm 0.5\%$)，特别是第 1、2、3 组超过标准 1%。在外部环境（平均温度 31.72°C ，相对湿度 88.57%）十分不利的情况下，海藻试验组的防霉效果好于其他组。由此可见：海藻粉在与常规防霉剂一起使用时，有抑制霉菌生长作用，海藻粉含量较高时作用更明显，因此海藻粉具有较好的饲用价值，又能增强常规防霉剂的防霉作用。

参考文献：周蔚等，中国饲料，1999，(12)：13

2.2.12 果聚寡糖在断奶仔猪中的应用

在饲料中使用抗生素带来种种弊端，因而开发无残留天然畜禽生长促进剂是今后研究方向之一。其中有微生物生长促进剂、益生菌等活菌制剂，但活菌制剂效果不很稳定，而寡糖是具有类似益生菌作用的物质，能抑制消化道内有害微生物，促进有益微生物增殖而达到调节肠道微生态平衡和促进动物生长的目的。它是无毒、无污染的饲料添加剂。合成的饲料用果聚寡糖制成的百福素，用于断奶仔猪，效果良好。

挑选 35 日龄断奶的三元杂交猪 36 头，均分三组，每组 12 头，饲养在猪圈里。对照饲料配方如下：

组 分	含量
玉米	51.8%
大麦	12%
麦麸	5%

豆粕	23%
鱼粉	5%
矿物质、维生素、预混料等	3.2%

预饲一周,早晨空腹称重后,一组喂对照饲粮,另一组喂对照饲粮加百福素 0.2%(等量取代麦麸)。饲料以干粉料形式投喂 29d,自由采食,自由饮水,按组计算饲料消耗量。

在使用常规添加剂预混料的情况下,添加百福素可以提高仔猪日增重 6.4%,单位增重的饲料消耗下降 11.7%,饲料生物学价值提高 10%,每千克增重的饲料成本下降 10%。

参考文献:卢福庄等.中国饲料,1999,(11):12

2.2.13 断奶仔猪的饲料配方和双乙酸钠的应用

双乙酸钠是一种性质稳定、价格低廉的新型食品、饲料防霉防腐剂、酸味剂和改良剂,使用安全,具有高效防霉防腐、保鲜、增加营养价值等功效。

将三元杂交 30 日龄断奶仔猪分为三组。对照组不加酸化剂,得卡肥组添加得卡肥 0.3%,双乙酸钠组添加双乙酸钠 0.5%。基础日粮组成及营养水平见表 2-30。

表 2-30 基础日粮组成及营养水平

日粮组成	含量/%	营养水平	
玉米	57.0	消化能/(MJ/kg)	13.66
次粉	5.0	粗蛋白质/%	20.00
豆粕	24.0	钙/%	0.84
进口鱼粉	5.5	有效磷/%	0.50
乳清粉	5.0	赖氨酸/%	1.24
动物油	0.6	蛋氨酸+胱氨酸/%	0.70
石粉	0.5		
磷酸氢钙	1.3		
食盐	0.1		
预混料	1.0		

猪自由采食，饮水，按常规方法饲养 15d，结果见表 2-31。

表 2-31 各组日增重、采食量、饲料增重比及腹泻率

分 组	对照组	得卡肥组	双乙酸钠组
开始平均体重/(kg/头)	7.32	7.12	7.01
结束平均体重/(kg/头)	11.57	11.75	11.51
平均日增重/(g/头)	283	309	300
平均采食量/(g/头)	479	497	474
饲料增重比	1.69	1.61	1.58
腹泻率/%	5.62	2.98	3.56

应用效果：每千克增重所需饲料成本，基础日粮每千克价格为 3.20 元人民币，添加 0.5% 双乙酸钠、0.3% 得卡肥后，每千克饲料价格分别为 3.25 元和 3.29 元人民币。平均每千克增重所需饲料成本分别为 5.41 元、5.39 元和 5.14 元人民币，以双乙酸钠组成本最低，分别比对照组和得卡肥组降低了 5.0% 和 3.0%。

参考文献：廖晓松等，中国饲料，1999，(19):12

2.2.14 微生态制剂在仔猪生产中的应用

养猪场在仔猪哺乳期和断奶后都遇到黄白痢的威胁。为预防仔猪黄白痢用微生态制剂(主要成分为芽孢杆菌)，可控制仔猪拉痢，并提高哺乳仔猪育成率。

将杜洛克、长白、上海白杂交初生仔猪，分为两组，对照组为中草药制剂(其主要成分为苦参、麻黄、肉桂、川芎)组，仔猪出生时注射 1mL/头，微生态制剂菌粉组，初生仔猪哺乳前 1~2h 灌服，连服 3 天，以后每隔 10 天灌服 1 次，直至断奶(35 日龄)。

单圈饲养在密闭式的猪舍内(产房内)，泌乳母猪固定在

产床内饲养，仔猪于 7 日龄补饲，舍内温度 12 ~ 14℃。微生态制剂对仔猪黄白痢发病率的影响见表 2-32。

表 2-32 微生态制剂对仔猪黄白痢发病率的影响

项 目	哺 乳 期				断 奶 后		
	仔猪数/ 头	发病数/ 头	发病率/ %	死淘率/ %	仔猪数/ 头	发病数/ 头	发病率/ %
微生态制剂组	56	12	21.4	0	56	18	32.1
中草药组	61	15	24.6	8.2	56	21	37.5

微生物制剂组仔猪断奶增重比中草药组提高 4.36%，平均日增重提高 4.58%，说明微生态制剂对仔猪黄白痢的预防效果优于中草药制剂，并可提高仔猪育成率。

参考文献：金岭梅等，中国饲料，1999，(3):15

2.2.15 瘦肉猪用有机铬饲料添加剂 2-吡啶羧酸铬配合物

三价铬离子具有生物活性，是动物必需微量元素，铬作为胰岛素的加强剂，参与并影响糖、脂类和蛋白质的代谢。在猪饲料中添加 2-吡啶羧酸铬可以提高瘦肉率，降低胆固醇。

(1) 饲养方法

选杜洛克、长白约三元杂交生猪 80 头，体重 32 ~ 35kg，分为 4 组。A 组在基础日粮中添加 Cr-001 200μg/kg，B 组添加 400μg/kg，C 组添加 600μg/kg，D 组为对照组（只喂基础日粮，不添加 Cr-001）。添加 Cr-001 采用载体配制占日粮的 1%。基础日粮由 871 浓缩料、玉米和麸皮组成。饲养期为 90d。

(2) Cr-001 对猪生长性能的影响

由表 2-33 可知，3 个 Cr-001 组猪平均日增重均高于对照组，其中 B 组最高，日增重提高 6.8%。

表 2-33 增重、日增重和料肉比

项 目	平均始重/kg	平均增重/kg	90d 平均日增重/g	料肉比
A	35.07 ± 6.15	31.81 ± 10.58	640	3.50:1
B	35.43 ± 6.08	32.49 ± 9.55	660	3.43:1
C	35.28 ± 6.72	31.69 ± 9.40	634	3.51:1
D	35.02 ± 7.63	31.04 ± 8.58	620	3.52:1

(3) Cr-001 对猪血中生化指标的影响(表 2-34)

表 2-34 血液中生化指标测定结果

组 别	血糖/(mol/dL)	胆固醇/(mg/dL)
A 组	88.60 ± 18.66	85.03 ± 2.63
B 组	90.35 ± 7.25	80.40 ± 3.20
C 组	92.93 ± 17.51	84.87 ± 3.64
D 组	101.16 ± 20.58	114.43 ± 16.38

与对照组(D组)相比,3个Cr-001组猪的血液中,血糖和胆固醇含量有明显的降低。

(4) Cr-001 对屠宰率和胴体组成的影响

试验结束时,每组各屠宰4头猪,供屠宰测定,结果见表2-35。

表 2-35 猪屠宰测定结果

组 别	屠宰率/%	胴体组成			
		骨	皮	脂	肉
A 组	73.5	10.60	8.33	25.17	55.51
B 组	75.5	10.60	8.33	24.17	56.90
C 组	74.6	10.81	8.24	24.81	56.14
D 组	72.5	10.32	10.44	27.20	52.04

3个Cr-001组猪的脂肪比对照组平均降低2.3%,胴体瘦肉率与对照组相比A组提高3.3%,B组提高4.9%,C

组提高 4.1%。Cr 之所以能提高瘦肉率和降低脂肪在胴体中的比例,可能是 Cr 参与 DNA 的合成和脂肪代谢所致。

参考文献:李新生等.中国饲料,1999,(17):20

2.2.16 恒美酶(甘露聚糖酶)在离乳猪饲料中的应用

选择猪以体重、性别及孕胎为别;分组喂食四种不同之饲料配方,即 2X2 动物或植物,加恒美酶或不加恒美酶。在实验过程中配方的营养调整三次,第三期的配方全部以植物蛋白为主,仅分为加酶或不加酶。猪的起始日龄:17~23 日;起始体重:6.27kg;结束体重:21.6kg;实验时间:42 天。

各组饲料配方列如表 2-36。于第一期或第二期的饲料中,如不加恒美酶时以玉米淀粉取代其重量。于植物配方中黄豆粕及赖氨酸均有适度调整以与动物饲料中血粉等相对应。

表 2-36 饲料配方

项 目	第一期(0~2 周)		第二期(2~4 周)		第三期(4~6 周)
	动物	植物	动物	植物	植物
组分/%					
玉米	40.95	30.58	49.13	48.86	64.61
去壳大豆粕(CP48%)	15.65	31.42	24.99	34.67	29.87
乳清粉	20.00	20.00	10.00	10.00	
血清粉	5.00				
血粉	1.50		2.00		
鱼粉	5.00	5.00	2.50		
乳糖	5.00	5.00	5.00		
磷酸二钙	1.19	1.26	1.71	1.80	1.86
石灰石	0.33	0.24	0.41	0.67	0.76
食盐	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30
油脂	3.25	4.40	3.15	2.95	2.00

续表

项 目	第一期(0~2周)		第二期(2~4周)		第三期(4~6周)
	动物	植物	动物	植物	植物
组分/%					
赖氨酸		0.02			
甲硫氨酸	0.15	0.10	0.10	0.05	
其他 ^①	适量	适量	适量	适量	适量
恒美酶或玉米淀粉	0.05	0.05	0.05	0.05	
营养值估计					
热能/(kJ/kg)	13859	13859	13859	13859	13859
赖氨酸/%	1.50	1.50	1.30	1.30	1.10
钙/%	0.90	0.90	0.85	0.85	0.80
磷/%	0.80	0.80	0.80	0.75	0.70
恒美酶	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+

① 第一期与第二期中包括微量元素、维生素预混料、氧化锌和硫酸铜；另于第一期中加香料，第二期中加 ethoxyquin(乙氧喹，抗氧化剂)，第三期中加抗生素。

第一期中用动物配方喂养的仔猪较植物配方喂养的仔猪成长速度较快，且其饲料效率较佳。第二期中此种趋势相同，但添加恒美酶的植物配方饲料效率与未添加恒美酶的动物配方组饲料效率相近。但第三期恒美酶在植物配方组中可显著改进饲料效率，且如将第二期与第三期的数据合并分析，添加恒美酶对于动物配方及植物配方均有明显影响。实验结束时，添加恒美酶可以增加4%的饲料效率，依据一般仔猪饲料成本，约值每千克0.52元(新台币)，扣除酶成本，净利润约0.33元。

参考文献：饲料营养(中国台湾)，1998，(11)：69

2.3 马

马是自古就有的家畜，因而马饲料也是历史悠久。20世纪50年代美国开始试验颗粒型配合饲料，60年代进入实

用化。第一次世界大战时，德国的军马使用了固体饲料。自19世纪到20世纪，改进了马饲料的适口性，并使用了滋养强壮剂等添加剂，还在马饲料中添加了亚麻仁粕和食盐等。这个时期，马用配方饲料都用燕麦、玉米、大麦、麦麸、紫苜蓿等配合加工而成，后来马饲料中也添加了磷、钙和微量元素等。幼驹也可用乳清等乳制品作蛋白源，而在使用亚麻油渣等时，必须添加赖氨酸。幼驹、一岁马和三岁马用配合饲料配方见表2-37、2-38。

表 2-37 幼驹用和一岁马用配合饲料组成(%)

组 分	幼驹用(例1)	幼驹用(例2)	一岁马用
燕麦	45.0	25.0	30.0
玉米	18.5	21.0	—
大豆油粕	15.0	10.0	7.5
乳清粉	10.0	—	—
脱脂奶粉	—	5.0	12.5
紫苜蓿	5.0	5.0	12.5
糠麸	—	10.0	7.5
面筋粉	—	—	7.5
亚麻仁油粕	—	10.0	—
干草切粒	—	—	17.5
糖蜜	5.0	7.0	2.5
酵母	—	—	0.75
其他(维生素、矿物质等)	1.5	7.0	1.75

表 2-38 三岁马用配合饲料配方例

组分/%	1	2	3
燕麦	31.2	60.0	17.0
玉米	6.2	18.0	20.0
紫苜蓿	31.2	5.0	30.0
大豆油粕	3.7	10.0	5.0
糠麸	6.2	—	5.0
糖蜜	2.5	5.0	5.0
干草切粒	17.6	—	—
带麸粗粉	—	—	5.0
麦芽	—	—	5.0
维生素、矿物质等	1.4	2.0	5.0

对饲料通过马的消化器官消化吸收，然后排出体外的时间进行试验，在饲料(见表 2-39)中添加 0.25% 氧化铬或 3.00% 聚乙烯作为标记物质，结果非颗粒化饲料需要约 96h，而颗粒化饲料约 72h。

表 2-39 马用市售饲料配方例

组分/%	1	2	3
大麦	20.0	32.5	—
燕麦	—	25.0	14.0
玉米	8.0	—	18.0
小麦	12.0	—	—
牧草	3.0	—	47.0
紫苜蓿	6.0	25.0	5.0
大豆油粕	10.0	2.5	—
糠麸	10.0	3.0	5.0
糖蜜	6.0	7.5	5.0
亚麻仁油粕	10.0	2.5	—
脱脂奶粉	5.0	1.2(乳清)	—
麦芽	5.0	—	—
谷蛋白(面筋粉)	—	—	4.0
维生素、矿物质等	5.0	0.8	2.0

表 2-40 实验饲料的配方例

组 分	含量/%	组 分	含量/%
燕麦	17.50	发酵渣	7.75
大麦	17.50	糖蜜	7.50
玉米	17.50	磷酸二钙	1.25
紫苜蓿	20.00	食盐	1.00
甜菜渣	10.00	维生素	(见后)

表 2-41 精制饲料配方(%)

组 分	1	2	3
预混维生素的乳酪	16.0	10.0	17.0
玉米淀粉	25.0	46.0	39.0
葡萄糖	40.0	5.0	5.0
纤维素	13.0	24.0	24.0
玉米油(棉籽油)	(1.0)	4.0	4.0
磷酸二钙	2.4	—	—
维生素	(见后)	7.0	7.0
矿物质	(见后)	4.0	4.0

在配精饲料时,维生素与矿物质是不可缺少的。其中维生素每千克饲料的添加量:维生素 A 5500 IU,维生素 D 1000 IU,维生素 E 220 IU,维生素 K₃ (2-甲基-1,4 萘醌) 40.0mg,维生素 B₁ (硫胺素盐酸盐) 10.0mg,核黄素(维生素 B₂) 14.0mg,菸碱 50.0mg,泛酸钙 50.0mg,维生素 B₆ (吡哆醇盐酸盐) 10.0mg,叶酸 0.9mg,对氨基苯甲酸 50.0mg,肌醇 20.0mg,维生素 C (抗坏血酸) 25.0mg,生物素 0.6mg,胆碱 1.8mg。矿物质每千克饲料添加量: NaCl 9.1g, K₂HPO₄ · 3H₂O 24.5g, CaHPO₄ 2.5g, MgSO₄ 14.0g, CaSO₄ · 2H₂O 7.0g, CaCO₃ 5.8g, FeCO₃ 0.7g, KCl 6.3g, KI 0.3mg, MnSO₄ 63.0mg, ZnCl₂ 11.9mg, CuSO₄ · 5H₂O 18.9mg, CaCO₃ 10.5mg, Na₂MnO₄ · 2H₂O 0.4mg。

2.4 水 貂

水貂为鼬科肉食的兽类,其人工饲养的历史已较长,曾以马肉、鲸鱼肉、鱼肉等为饲料,后来发展到配合饲料。由

于水貂食干饲料有困难，因此，一般人工饲料和天然饲料都加水，而在颗粒饲料中添加油脂等使其稍稍软化。水貂毛皮价值很高，故养貂的经济效益极好。水貂饲料配方见表2-42、2-43、2-44。

表 2-42 水貂饲料配方实例

例 1		例 2	
组 分	含量/%	组 分	含量/%
马肉	10.0	面包屑	5.6
牛肉	2.9	糕饼屑	11.2
脱脂奶粉	0.6	碳酸钙	1.3
大豆油粕	3.5	水	48.6
燕麦片	5.8	大豆油粕	15.0
小麦胚芽	5.8	酵母	15.0
啤酒酵母	4.7	白色奶油	15.0
鱼粉	30.0	—	—
肝粉	3.0	—	—
脱脂奶粉	4.0	—	—
谷类	17.7	—	—

表 2-43 日本的水貂配合饲料配方实例

组 分	含量/%	
	例 3	例 4
鱼粉	44.0	44.0
烘烤小麦	25.0	9.4
马铃薯淀粉	—	18.6
紫苜蓿粉	5.0	4.0
圆酵母	—	2.0
熟薯粉	7.0	—
糖蜜	6.0	—
葡萄糖	2.0	—
牛脂	8.0	21.0
食盐	0.55	0.4
维生素等	2.45	0.6

表 2-44 水貂精制饲料配方

组 分	含量/%			
	例 5	例 6	例 7	例 8
酪蛋白	25.0	16.0	30.0	30.0
蔗糖(葡萄糖)	54.25	25.5	(39.0)	39.25
猪油	5.0	24.0	4.0	10.0
纤维素	5.0	6.0	5.0	5.0
棉籽油(玉米油)	6.0	—	9.0	9.0(1.0)
Phillips-Hart 盐	4.0	4.0	5.0	4.0
萃取(分离)大豆蛋白	—	8.0	—	—
圆酵母	—	16.0	—	—
维生素	见后	见后	1.0	1.0
L-精氨酸盐酸盐	0.5	0.5	0.5	0.5
DL-蛋氨酸	0.25	—	0.25	0.25
L-胱氨酸	—	—	0.25	0.25

维生素预混合物的组成(每千克饲料):硫胺素盐酸盐(VB₁)10mg,吡哆醇盐酸盐(VB₆)0.5mg,核黄素(VB₂)20mg,泛酸钙 15mg,菸碱 40mg,肌醇 250mg,对氨基苯甲酸 500mg,2-甲基-1,4-萘醌(维生素 K₃)25mg,叶酸 2mg,氰钴氨酸(维生素 B₁₂)40 μ g,生物素(维生素 H)500 μ g,维生素 E40 IU,VD₃ 1200 IU,VA 12000 IU,抗坏血酸(维生素 C)99mg,胆碱柠檬酸盐 6.6mg 等。

2.5 兔

家兔在中国,已有悠久的饲养历史,即使在现代,还在农村中广泛饲养。家兔的用途极多,有种兔用、兔肉用、兔毛与兔皮用、实验用和制药用、观赏宠畜用等。

家兔的饲料,一般有豆渣、野草和蔬菜等。初期的配合

饲料，也是以紫苜蓿等牧草类为主要成分。其配合饲料配方见表 2-45、2-46、2-47、2-48。

表 2-45 兔用饲料配方实例(%)

组 分	育成用	肥育用	维持用	妊娠用	哺乳用
紫苜蓿	60	40	70	50	40
燕麦	—	18	20	44	—
大麦	15	32	—	—	—
小麦	—	—	10	—	25
玉米	22	—	—	—	—
大豆豆粕	3	5	—	6	10
高粱	—	5	—	—	—
糠麸	—	—	—	—	25

家兔通常排出软便，其成分与盲肠中的内容物类似，称为盲肠粪，家兔有食粪的习惯，起补充其必要的营养素不足的作用。在食草兽类中，家兔对纤维素消化率很低，常低于 16%。饲料中粗纤维不足及钙与镁比例低时，易发生食毛现象。

表 2-46 日本的家兔配合饲料实例

组 分	含量/%	
	A	B
大豆豆粕	12.0	15.0
燕麦	24.0	30.0
米糠	12.8	16.0
糠麸	28.0	35.0
干草	20.0	—
碳酸钙	2.4	3.0
食盐	0.8	1.0

表 2-47 德国的家兔配合饲料实例(%)

组 分	A	B	C
紫苜蓿	7.0	26.0	34.0
燕麦	20.0	—	—
玉米	15.0	10.0	5.0
大豆油粕	12.0	20.0	20.0
糠麸	20.0	2.1	14.6
甜菜渣	15.0	—	—
亚麻油渣	5.0	—	—
鱼粉	—	20.0	—
酵母	—	20.0	20.0
糖浆	2.5	2.0	2.0
维生素	0.5	0.9	0.9
矿物质	3.0	3.0	2.0
其他	—	2.0	1.5

表 2-48 家兔精制饲料配方(%)

组 分	A	B	C
乳酪	25.0	20.0	20.0
玉米淀粉	33.8	—	42.37
蔗糖	—	51.0	19.0
明胶	—	—	5.0
纤维素	10.0	10.0	3.0
猪油(玉米油)	6.0	19.0	(5.0)
肝油	2.0	1.0	—
Salmon 盐	5.0	5.0	—
Specter No.446 盐	—	—	2.0
维生素	5.0	5.0	1.0
$K_2CO_3(KHCO_3)$	1.0	(1.2)	—
$CaHPO_4 \cdot 2H_2O + CaCO_3$	—	—	2.63

表 2-49 氨基酸饲料配方

组 分	含量/%	组 分	含量/%
葡萄糖	26.0	L-苏氨酸	0.62
糊精	5.0	L-色氨酸	0.16
纤维素	16.0	L-缬氨酸	0.88
玉米油	5.0	L-谷氨酸	4.21
L-精氨酸盐酸盐	1.83	乙氨酸	4.29
L-组氨酸盐酸盐	0.74	氯化胆碱	0.1
L-异亮氨酸	1.04	矿物质预混物	6.6
L-赖氨酸盐酸盐	1.79	维生素预混物	0.2
L-蛋氨酸	0.36	香料	0.025
L-苯丙氨酸	0.80	玉米淀粉	加到 100

精制饲料 100g 中的维生素含量：硫胺素(VB₁)0.45mg, 核黄素(VB₂)0.45mg, 吡哆醇(VB₆)0.45mg, 泛酸钙 1.36mg, 氯化胆碱 34.1mg, 菸酸 2.05mg, 肌醇 2.3mg, 2-甲基-1,4-萘醌 10.2mg, 对氨基苯甲酸 2.3mg, 抗坏血酸 VC 20.5mg, 生物素 1 μ g, 叶酸 41 μ g, 氰钴氨素 VB₁₂ 0.5 μ g, 维生素 A 2.05mg, 维生素 D 2.05mg, 维生素 E 2.27mg。

氨基酸饲料 1kg 中微量元素组成：CoCl₂·6H₂O 3.5mg, KI 10mg, CuSO₄·5H₂O 34.6mg, MnSO₄·H₂O 81.1mg, ZnSO₄ 169mg, Fe(HOCH₂(CHOH)₄-COO) 706.3mg, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O 22.7mg, K₂HPO₄ 10g, KHCO₃ 8g, NaCl 5g, CaCO₃ 12.5g, CaHPO₄ 10g, MnSO₄ 10g。

其维生素的组成：硫胺素盐酸盐 25mg, 核黄素 16mg, 泛酸钙 20mg, VB₆ 0.6mg, 生物素 0.6mg, 叶酸 4mg, 维生素 K₃ 5mg, VB₁₂ 0.02mg, VC 250mg, 菸酸 150mg, VA 10000 IU, VD₂ 600 IU, VE 60 IU。

第三章 家禽配合饲料

3.1 鸡

3.1.1 蛋鸡育成用饲料

蛋鸡育成用饲料，可分为高能型和低能型，饲养的时间可分为三个阶段，也可分为两阶段。

在育成期要使蛋鸡拥有结实的骨骼和躯体，达到该鸡种规定的标准体重，如 20 周龄的白洛克母鸡约重 1250 ~ 1350g。要达到标准体重，在营养方面最重要的是摄取的能量，在春秋季节到 20 周龄要摄取约 84000kJ 的代谢能，冬季约 92.4kJ，夏季约 75.6kJ。

育成期应有充分的粗蛋白，例如 0 ~ 8 周幼稚期需粗蛋白 22.1%，代谢能 12760kJ；8 ~ 20 周的大雏需粗蛋白 14.0%，代谢能 12474kJ。

蛋雏鸡需要的代谢能和粗蛋白见表 3-1。

表 3-1 蛋雏鸡需要的代谢能和粗蛋白

代谢能/(kJ/kg)	蛋白质/%		
	0 ~ 6 周 幼稚	6 ~ 12 周 中雏	12 ~ 20 周 大雏
1109	16.0	15.8	12.4
11550	19.7	16.4	12.9
12012	20.5	17.1	13.4
12474	21.3	17.8	13.9
12936	22.0	18.4	14.4

蛋鸡育成维生素和矿物质的需要量见表 3-2。

表 3-2 蛋鸡育成的维生素和矿物质的必需量

组 分	含 量	
	幼 雏	中、大雏
维生素 A/(IU/kg)	11000	6600
维生素 D/(ICU/kg)	1100	660
维生素 E/(IU/kg)	11	8.8
维生素 K ₁ /(mg/kg)	2.2	2.2
硫胺素/(mg/kg)	2.2	2.2
核黄素/(mg/kg)	4.4	4.4
泛酸/(mg/kg)	14.3	13.2
菸碱/(mg/kg)	37.4	33.0
维生素 B ₆ /(mg/kg)	4.4	3.3
生物素/(mg/kg)	0.15	0.11
叶酸/(mg/kg)	1.32	0.40
胆碱/(mg/kg)	1320	990
维生素 B ₁₂ /(mg/kg)	0.011	0.006
亚油酸/%	1.2	0.8
钾/%	0.4	0.4
钠/%	0.15	0.12
镁/(mg/kg)	550	550
锰/(mg/kg)	55	55
锌/(mg/kg)	44	33
铁/(mg/kg)	88	55
铜/(mg/kg)	11	11
碘/(mg/kg)	0.374	0.374
钴/(mg/kg)	—	—
硒/(mg/kg)	0.154	0.154
氟/(mg/kg)	1500	1000
钙/%	1.0	0.8
磷/%	0.5	0.4

雏、中雏和大雏蛋鸡配合饲料例，见表3-3。

表3-3 雏、中雏和大雏蛋鸡配合饲料实例(一)

组 分/%	雏用 0~4周	中雏用 4~10周	大雏用 10~20周
玉米	53.90	53.64	29.35
高粱	8.0	15.0	25.0
大豆油粕(CP45%)	15.0	9.0	2.0
菜籽油粕	—	2.0	—
葵籽油粕	—	2.0	—
鱼粉	8.0	4.0	3.0
鱼露吸附饲料	1.0	1.0	1.0
肉骨粉	2.0	—	—
麦麸	8.0	8.0	20.0
脱脂米糠	—	—	15.0
紫苜蓿粉	2.0	2.0	2.0
玉米发酵干酒糟	1.0	1.0	1.0
食盐	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	0.3	1.0	1.2
磷酸二钙	—	0.6	—
赖氨酸	0.1	0.17	—
蛋氨酸	0.1	0.1	—
氯化胆碱(50%)	0.05	—	—
维生素预混物Ⅰ	0.1	—	—
维生素预混物Ⅱ	—	0.1	0.1
矿物质预混物Ⅰ	0.1	—	—
矿物质预混物Ⅱ	—	0.1	0.1
氨丙噻吡啶·乙氧酰胺苯甲酯(25%)	0.032 ^①	0.024 ^②	—
盐酸金霉素(88.8g/kg)	0.0619 ^③	—	—
黄磷酯素(4%)	—	0.0125 ^④	—
粗蛋白质	20.8	16.4	14.8
粗脂肪	4.0	3.6	3.6
粗纤维	3.2	4.0	4.7
粗灰分	5.2	5.1	5.8
钙	0.90	0.83	0.78

续表

组 分/%	幼雏用 0~4周	中雏用 4~10周	大雏用 10~20周
总磷	0.90	0.83	0.78
有效磷	0.69	0.60	0.82
赖氨酸	1.10	0.90	0.64
蛋氨酸	0.41	0.25	0.21
蛋氨酸+胱氨酸	0.70	0.60	0.43
苏氨酸	0.72	0.56	0.50
色氨酸	0.24	0.19	0.18
精氨酸	1.34	1.02	0.86
乙氨酸	0.93	0.68	0.65
组氨酸	0.50	0.50	0.37
苯丙氨酸	0.81	0.66	0.58
亮氨酸	1.68	1.40	1.22
异亮氨酸	0.79	0.61	0.52
缬氨酸	0.96	0.77	0.70
代谢能/(kJ/kg)	12008	11819	10950

① 每吨饲料中含盐酸氨内啉(氨内嘧吡啉)80g,乙氧酰胺苯甲酯 5.12g。

② 每吨饲料中含盐酸氨内啉(氨内嘧吡啉)60g,乙氧酰胺苯甲酯 3.84g。

③ 每吨饲料中含盐酸金霉素 55g。

④ 每吨饲料中含黄磷酯素(又名斑伯霉素、默诺霉素、黄霉素、黄磷酯醇、富乐旺)5g。

表 3-3 中维生素预混物 I、II 和矿物质预混物 I、II 组成见表 3-4~3-7。

表 3-4 维生素预混物 I (添加率 0.1%)

组 分	含量/万 IU	配合率/%
维生素 A、D ₃	50(或 1 万 IU/g)	1.96
醋酸生育酚(VE,50%)	适量	2.00
2-甲基-1,4-萘醌(维生素 K ₃)亚硫酸氢钠(50%)	适量	0.40

续表

组 分	含量/万 IU	配合率/%
硝酸硫胺素	98	0.20
核黄素(VB ₂)	96	0.31
泛酸钙	100	1.00
菸酰胺	98.5	2.03
盐酸吡哆醇(VB ₆)	98	0.10
d-生物素(维生素 H)	1	1.50
叶酸	90	0.02
氰钴氨素(VB ₁₂)	1000mg/kg	—
脱脂米糠	—	91.34

表 3-5 维生素预混物 II (添加率 0.1%)

组 分	含量/万 IU	配合率/%
维生素 A、D ₃	50(或 10 万 IU/g)	1.20
醋酸生育酚(VF)	适量	1.00
甲基-1,4-萘醌(维生素 K ₃)亚硫酸氢钠	适量	0.40
硝酸硫胺素	98	0.20
核黄素	96	0.21
泛酸钙	100	0.50
菸酰胺	98.5	1.52
盐酸吡哆醇(VB ₆)	98	—
d-生物素	1	—
叶酸	90	—
氰钴氨素(VB ₁₂)	1000mg/kg	—
氯化胆碱	适量	—
脱脂米糠	—	94.97

表 3-6 矿物质预混物 I (添加率 0.1%)

组 分	有效成分含量/%	配合率/%
碳酸锰 $\text{MnCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	锰 31.5	20.63
碳酸锌 $x\text{ZnCO}_3 \cdot y\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	锌 56.0	8.93
硫酸亚铁 $\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	铁 32.87	9.13
硫酸铜 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	铜 25.45	1.57
碘酸钙 $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	碘 65.0	0.08
碳酸钙 CaCO_3	—	59.66

表 3-7 矿物质预混物 II (添加率 0.1%)

组 分	有效成分含量/%	配合率/%
碳酸锰	31.5	19.05
碳酸锌	56.0	8.04
硫酸亚铁	32.87	6.69
硫酸铜	25.45	1.57
碘酸钙	65.0	0.08
碳酸钙	—	64.57

表 3-8 幼雏饲料中维生素和矿物质含量

组 分	含 量		
	饲料中含量 (A)	来自维生素(矿物质) 预混物的添加量 (B)	最后饲料中的含量 (A) + (B)
维生素 A/(IU/kg)	700	9800	10500
维生素 D/(ICU/kg)	—	1100	1100
维生素 E/(IU/kg)	12	10	22
维生素 K/(mg/kg)	—	2	2
硫胺素/(mg/kg)	3	2	5
核黄素/(mg/kg)	2	3	5
泛酸/(mg/kg)	8	10	18
菸酰胺/(mg/kg)	12	20	32

续表

组 分	含 量		
	饲料中含量 (A)	来自维生素(矿物质) 预混物的添加量 (B)	最后饲料中的含量 (A) + (B)
维生素 B ₆ /(mg/kg)	4	1	5
生物素/(mg/kg)	0.12	0.15	0.27
叶酸/(mg/kg)	0.74	0.20	0.94
胆碱/(mg/kg)	1430	—	1480
维生素 B ₁₂ /(mg/kg)	0.05	—	0.05
亚油酸/%	1.74	—	1.74
镁/(mg/kg)	2100	—	2100
锰/(mg/kg)	13	65	78
锌/(mg/kg)	27	50	77
铁/(mg/kg)	100	30	130
铜/(mg/kg)	10	4	14
碘/(mg/kg)	0.8	0.5	1.3
钴/(mg/kg)	0.3	—	0.3
硒/(mg/kg)	0.21	—	0.21

表 3-9 中雏用饲料中维生素和矿物质含量

组 分	饲料中含量 (A)	来自维生素(矿物质) 预混物的添加量 (B)	最后饲料中的含量 (A) + (B)
维生素 A/(IU/kg)	1800	6000	7800
维生素 D/(ICU/kg)	—	1200	1200
维生素 E/(IU/kg)	19	5	24
维生素 K/(mg/kg)	—	2	2
硫胺素(维生素 B ₁)/ (mg/kg)	4	2	6
核黄素/(mg/kg)	2	2	4
泛酸/(mg/kg)	8	5	13

续表

组 分	饲料中含量 (A)	来自维生素(矿物质) 预混物的添加量 (B)	最后饲料中的含量 (A) + (B)
菸酸/(mg/kg)	7	15	22
维生素 B ₆ /(mg/kg)	5	—	5
生物素/(mg/kg)	0.14	—	0.14
叶酸/(mg/kg)	0.49	—	0.49
胆碱/(mg/kg)	1200	—	1200
维生素 B ₁₂ /(mg/kg)	0.02	—	0.02
亚油酸/%	1.55	—	1.55
镁/(mg/kg)	2100	—	2100
锰/(mg/kg)	13	60	73
锌/(mg/kg)	26	45	71
铁/(mg/kg)	99	22	121
铜/(mg/kg)	10	4	14
碘/(mg/kg)	0.8	0.5	1.3
钴/(mg/kg)	0.3	—	0.3
硒/(mg/kg)	0.21	—	0.21

表 3-10 幼雏、中雏和大雏配合饲料实例(二)

组 分	含 量/%		
	幼雏 0~6周	中雏 6~14周	大雏 14~20周
玉米	60.757	57.4135	56.95
高粱	8.0	20.0	25.0
大豆油粕(CP45%)	9.0	6.0	—
棉籽油粕	—	2.0	—
鱼粉	8.0	3.0	3.0
鱼露汁饲料	1.0	1.0	1.0
肉骨粉	2.0	2.0	—
麦麸	4.0	—	—

续表

组 分	含 量/%		
	雏 0~6周	中雏 6~14周	大雏 14~20周
脱脂米糠	—	4.0	10.0
谷蛋白饲料	3.0	—	—
紫苜蓿粉	2.0	2.0	2.0
玉米发酵干酒糟	1.0	1.0	1.0
食盐	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	0.3	0.8	0.6
磷酸二钙	0.4	0.3	—
赖氨酸	—	—	—
氯化胆碱(50%)	0.05	—	—
维生素预混物Ⅰ	0.1	—	—
维生素预混物Ⅱ	—	0.1	0.1
矿物质预混物Ⅰ	0.1	—	—
矿物质预混物Ⅱ	—	0.1	0.1
盐酸氨内啉、乙氧酰胺 苯甲酯(25%)	0.032	0.024	—
盐酸金霉素(88.8g/kg)	0.0619	—	—
黄磷酯素(4%)	—	0.0125	—
粗蛋白质(CP)	18.7	15.4	12.2
粗脂肪	4.1	3.8	3.8
粗纤维	3.0	3.2	3.0
粗灰分	5.3	4.8	4.7
代谢能/(kJ/kg)	12142	12142	12171
钙	0.98	0.85	0.81
总磷	0.73	0.63	0.64
蛋氨酸	0.88	0.64	0.46
蛋氨酸	0.30	0.23	0.20
赖氨酸+胱氨酸	0.60	0.50	0.41
苏氨酸	0.65	0.52	0.43
色氨酸	0.22	0.15	0.12

表 3-11 蛋小鸡饲料配方实例(两阶段方法)

组 分	含量/%	
	雏用(0~8周)	育成用(8~20周)
玉米	54.75	60.15
高粱	8.0	20.0
大豆豆粕(CP45%)	17.0	6.0
棉籽豆粕	—	2.0
鱼粉	8.0	3.0
鱼露吸附饲料	1.0	1.0
肉骨粉	2.0	—
脱脂米糠	—	4.0
谷蛋白粉	2.0	—
紫苜蓿粉 ^①	2.0	2.0
玉米发酵干酒糟	1.0	—
动物油脂	3.4	—
食盐	0.25	0.25
碳酸钙	0.2	1.4
磷酸二钙	—	—
氯化胆碱(50%)	0.05	—
蛋氨酸	0.1	—
维生素预混物 I	0.1	—
维生素预混物 II	—	0.1
矿物质预混物 I	0.1	—
矿物质预混物 II	—	0.1
盐酸氯苯胍(66g/kg)	0.05 ^②	—
盐酸持久霉素(2%)	0.05 ^③	—
粗蛋白质(CP)	21.8	14.3
粗脂肪	7.1	3.6
粗纤维	2.7	3.0
粗灰分	4.7	3.3
代谢能(kJ/kg)	12896	12402
钙	0.90	0.80
总磷	0.64	0.46
赖氨酸	1.0	0.58

续表

组 分	含量/%	
	幼雏用(0~8周)	育成用(8~20周)
蛋氨酸	0.44	0.23
蛋氨酸+胱氨酸	0.77	0.47
苏氨酸	0.75	0.49
色氨酸	0.23	0.14

① 脱水紫苜蓿粉。

② 每吨饲料含盐酸氯苯胍(又名氯苯胍、罗贝胍、罗本尼丁)33g。

③ 每吨饲料含盐酸持久霉素(又名恩拉霉素、恩霉素)10g。

表 3-11 中玉米干酒糟和浓鱼露吸附饲料作为粗蛋白质和 UGF(不明生长因素)供给源使用。磷酸二钙也可用磷酸三钙代替,但其用量要换算修正。食盐作为钠源和氯源使用,其必需量在饲料中为 0.15%,一般添加 0.25%,但当含钠多的鱼粉和鱼露吸附饲料用量少时,也可适量增加。特定添加剂幼雏用盐酸氯丙啉·乙氧酰胺苯甲酯或盐酸金霉素,中雏用盐酸氯丙啉·乙氧酰胺苯甲酯或黄磷酯素,使用哪一种要根据具体饲养状况而定。

幼雏用饲料的钙含量为 0.9%,总磷为 0.69%,钙与磷有平衡的必要。幼雏时其比率为 1.28:1,有效磷含量为 0.44%,占总磷约 64%;大雏用总磷为 0.82%,但有效磷仅为 0.2%,这是由于大量使用麦麸和脱脂米糠,它们的总磷含量高而有效磷含量低的缘故。

表 3-10 中高粱的用量,幼雏为 8%,中雏为 20%,大雏为 25%,因高粱比玉米的适口性差,能量也低。单一鱼粉用量在 9%~10%以上时,鱼粉中含的油脂易于氧化,这是要避免的。

3.1.2 产蛋鸡饲料

考虑产蛋鸡饲料的因素有鸡的品种、体重、产蛋数量、

蛋的质量、蛋壳质量和采食量等，季节和温度、湿度，鸡舍形状，饲养条件也有重要影响。

产蛋期需要的粗蛋白为 15% ~ 16%，代谢能为 11305 ~ 11933kJ/d。一般饲养条件为温度 16 ~ 21℃，湿度 40% ~ 60%，采食量 110g/d。产蛋鸡饲料配方见表 3-12。

表 3-12 产蛋鸡饲料配方(%)

组 分	A	B	C	D
玉米	51.85	55.35	51.85	49.05
高粱	15.0	15.0	15.0	15.0
大豆油粕(CP45%)	7.0	8.0	11.3	12.3
菜籽油粕	2.0	2.0	2.0	2.0
鱼粉	6.0	5.0	6.0	7.0
鱼露吸附饲料	2.0	2.0	2.0	2.0
麦麸	7.0	—	—	—
紫苜蓿粉	2.0	2.0	1.0	1.0
玉米干酒糟	—	—	1.0	1.0
动物性油脂	—	2.0	1.5	2.6
食盐	0.25	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	5.7	7.0	6.9	6.9
磷酸二钙	1.0	1.2	1.0	0.7
赖氨酸	—	—	—	—
蛋氨酸	—	—	—	—
维生素预混物Ⅲ	0.1	0.1	0.1	0.1
矿物质预混物Ⅲ	0.1	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质(CP)	16.2	15.3	17.2	18.0
粗脂肪	3.6	5.4	4.2	5.9
粗纤维	3.1	2.6	2.7	2.7
粗灰分	9.9	11.1	11.2	11.2
代谢能(kJ/kg)	11397	11950	11724	11954
钙	2.80	3.23	3.2	3.2
总磷	0.65	0.64	0.65	0.63
有效磷	0.43	0.43	0.43	0.40

续表

组 分	A	B	C	D
赖氨酸	0.73	0.68	0.81	0.87
蛋氨酸	0.25	0.24	0.27	0.28
蛋氨酸 + 胱氨酸	0.52	0.50	0.53	0.54
苏氨酸	0.55	0.52	0.60	0.62
色氨酸	0.19	0.17	0.20	0.21
精氨酸	0.97	0.88	1.03	—
乙氨酸	0.68	0.63	0.70	0.73
组氨酸	0.40	0.37	0.40	0.45
苯丙氨酸	0.65	0.60	0.69	0.73
异亮氨酸	0.60	0.56	0.68	0.73
亮氨酸	1.38	1.33	1.38	1.52
缬氨酸	0.75	0.70	0.80	0.86

① 配方 A 粗蛋白为 16%、代谢能 11280kJ/kg; 配方 B 粗蛋白为 15%, 代谢能为 11907kJ/kg; 配方 C 粗蛋白为 17%, 代谢能为 11724kJ/kg; 配方 D 粗蛋白为 18%, 代谢能为 11907kJ/kg。

② 维生素预混物Ⅲ和矿物质预混物Ⅲ组成见表 3-13。

表 3-13a 维生素预混物Ⅲ组成(添加率 0.1%)

组 分	含量/万 IU	配合率/%
维生素预混物Ⅲ组成		
维生素 A、D ₃	50	2.00
维生素 E 醋酸酯	适量	1.00
维生素 K ₃ 亚硫酸氢钠	50	0.4
硝酸硫胺素(VB ₁)	98	0.10
核黄素(VB ₂)	96	0.26
泛酸钙	100	1.00
菸酰胺	98.5	1.52
盐酸吡哆醇(VB ₆)	98	—
d-生物素	1	—
叶酸	90	—
氰钴氨素(VB ₁₂)	1000mg/kg	0.50
脱脂米糠		93.22

表 3-13b 矿物质预混物Ⅲ组成(添加率 0.1%)

组 分	有效成分含量/%	配合率/%
碳酸锰	31.5	19.05
碳酸锌	56.0	8.93
硫酸亚铁	32.87	6.69
硫酸铜	25.45	1.57
碘酸钙	65.0	0.08
磷酸钙		63.68

根据产蛋鸡的日龄、产蛋量、季节等对饲料成分进行调整，一般以 20~30 周龄为第一期，30~50 周龄为第二期，50~72 周龄为第三期。也有以 20~50 周龄为第一期，给予粗蛋白质 16%、代谢能 11330kJ/kg 的饲料；50 周龄后为第二期，给予粗蛋白质 14%、代谢能 11330kJ/kg 的饲料。表 3-14 为适温期和高温期饲料的粗蛋白质与代谢能的关系。

表 3-14 适温期和高温期饲料粗蛋白与代谢能的关系

代谢能/(kJ/kg)	粗蛋白质/%	
	适温期	高温期
11179	15	17
11640	15.7	17.4
12100	16.3	18.3
12561	17.0	18.7
13022	17.7	—

29.5℃以上为高温期，每只产蛋鸡需粗蛋白质 17g/d，其代谢能必要量在适温期为 1244kJ/kg，高温期为 1110kJ/kg。

不同粗蛋白质、不同代谢能含量的产蛋鸡饲料配方见表 3-15~3-17。

表 3-15 粗蛋白 18%、不同代谢能含量的产蛋鸡饲料配方(%)

组 分	粗蛋白质/% - 代谢能/(kJ/kg)		
	18-12561	18-12143	18-11724
玉米	58.75	62.25	65.45
大豆豆粕(CP45%)	22.4	21.7	21.0
鱼粉	4.0	4.0	4.0
动物性油脂	5.8	3.4	0.8
碳酸钙	7.3	7.0	6.9
磷酸二钙	1.3	1.2	0.9
赖氨酸	-	-	-
蛋氨酸	-	-	-
食盐	0.25	0.25	0.25
维生素预混物(Ⅲ)	0.1	0.1	0.1
矿物质预混物(Ⅲ)	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质	18.1	18.2	18.2
粗脂肪	8.5	6.3	4.0
粗纤维	2.3	2.4	2.4
粗灰分	11.5	11.1	10.5
代谢能/(kJ/kg)	12561	12151	11728
钙	3.3	3.15	2.95
总磷	0.64	0.64	0.63
赖氨酸	0.89	0.88	0.88
蛋氨酸	0.26	0.26	0.26
蛋氨酸+胱氨酸	0.58	0.57	0.57
苏氨酸	0.62	0.62	0.62
色氨酸	0.19	0.19	0.19

表 3-16 粗蛋白 17%、不同代谢能含量的产蛋鸡用饲料配方

组 分	粗蛋白/% - 代谢能/(kJ/kg)				
	17-12561	17-12142	17-11724	17-11305	17-10886
玉米	62.55	65.35	69.15	63.65	53.95
大豆豆粕	19.1	18.7	18.0	16.5	13.7
鱼粉	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

续表

组 分	粗蛋白/% - 代谢能/(kJ/kg)				
	17 - 12561	17 - 12142	17 - 11724	17 - 11305	17 - 10886
麦麸	—	—	—	8.0	20.5
动物性油脂	5.3	3.1	0.5	—	—
碳酸钙	7.4	7.2	6.7	6.5	7.0
磷酸二钙	1.2	1.2	1.2	0.9	0.4
赖氨酸	—	—	—	—	—
蛋氨酸	—	—	—	—	—
食盐	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
维生素预混物(Ⅲ)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
矿物质预混物(Ⅲ)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质(CP)	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
粗脂肪	8.2	6.2	3.8	3.4	3.5
粗纤维	2.2	2.3	2.3	2.8	3.5
粗灰分	11.3	11.1	10.6	10.4	10.8
代谢能/(kJ/kg)	12561	12151	11723	11355	10869
钙	3.3	3.2	3.0	3.0	3.0
总磷	0.64	0.64	0.63	0.62	0.63
赖氨酸	0.83	0.82	0.81	0.80	0.80
蛋氨酸	0.25	0.25	0.26	0.25	0.24
蛋氨酸 + 胱氨酸	0.56	0.55	0.54	0.53	0.53
苏氨酸	0.58	0.59	0.59	0.57	0.58
色氨酸	0.10	0.18	0.17	0.19	0.21

表 3-17 粗蛋白 16%、不同代谢能含量的产蛋鸡饲料配方(%)

组 分	粗蛋白/% - 代谢能/(kJ/kg)			
	16 - 12142	16 - 11724	16 - 11305	16 - 10886
玉米	68.45	71.15	64.65	55.85
大豆油粕(CP45%)	17.0	16.5	15.0	13.0
鱼粉	3.0	3.0	3.0	3.0
麦麸	—	—	9.0	20.7
动物性油脂	2.7	0.5	—	—

续表

组 分	粗蛋白/% - 代谢能/(kJ/kg)			
	16 - 12142	16 - 11724	16 - 11305	16 - 10886
碳酸钙	7.0	7.0	6.8	6.2
磷酸二钙	1.4	1.4	1.1	1.1
赖氨酸	—	—	—	—
蛋氨酸	—	—	—	—
食盐	0.25	0.25	0.25	0.25
维生素预混物(Ⅲ)	0.1	0.1	0.1	0.1
矿物质预混物(Ⅲ)	0.1	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质(CP)	16.0	16.0	16.1	16.2
粗脂肪	5.8	3.8	3.4	3.5
粗纤维	2.2	2.3	2.8	3.4
粗灰分	10.9	10.9	10.6	10.1
代谢能/(kJ/kg)	12142	11724	11309	10936
钙	3.2	3.1	2.9	2.8
总磷	0.64	0.63	0.63	0.62
赖氨酸	0.74	0.74	0.73	0.73
蛋氨酸	0.24	0.24	0.24	0.23
蛋氨酸 + 胱氨酸	0.54	0.53	0.52	0.51
苏氨酸	0.55	0.55	0.55	0.54
色氨酸	0.16	0.16	0.17	0.19

当某些原料缺乏时可用其他原料代替，其配方设计例列于表 3 - 18。如例 8 - 5 缺少油脂时，用鱼粉和玉米进行调整，为防止粉尘和微量成分的分离，使用少量油脂，若无油脂可使用糖蜜。又如 8 - 6 缺少玉米时，采用高粱和小麦代替，由于它们不含类胡萝卜素，蛋黄颜色变白，要考虑使用紫苜蓿、红辣椒等色素含量高的原料。

表 3 - 19 列出了类胡萝卜素强化原料，以使蛋黄拥有适度的黄色和橙色的作用效果。

美国、德国产蛋鸡配合饲料配方见表 3 - 20、3 - 21、3 - 22。

表 3-18 原料有限制的产蛋鸡用饲料配方(%)

组 分	8-1 无植物 蛋白时	8-2 无大豆粕 而用其他 植物蛋白 时	8-3 无动物 蛋白时	8-4 无鱼粉而 使用肉骨 粉时	8-5 无油脂时	8-6 无玉米而 用高粱和 小麦时
玉米	66.55	71.25	65.55	69.45	71.75	—
高粱	—	—	—	—	—	46.15
小麦	—	—	—	—	—	25.0
大豆油粕(粗蛋白 45%)	—	—	24.0	18.0	13.5	14.0
菜籽油粕	—	6.0	—	—	—	—
花生油粕	—	4.0	—	—	—	—
鱼粉	14.5	11.0	—	—	7.0	5.0
肉骨粉	—	—	—	5.0	—	—
麦麸	12.5	—	—	—	—	—
动物性油脂	—	0.5	1.5	0.5	—	1.6
碳酸钙	6.0	0.6	6.8	5.8	6.5	7.0
磷酸二钙	—	0.2	1.7	0.8	0.8	0.8
赖氨酸	—	—	—	—	—	—
蛋氨酸	—	—	—	—	—	—
食盐	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
维生素预混物(Ⅲ)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
矿物质预混物(Ⅲ)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质(CP)	17.0	17.2	17.0	17.0	17.3	17.2
粗脂肪	4.4	4.7	4.4	3.9	3.6	3.5
粗纤维	2.4	2.8	2.5	2.3	2.1	2.3
粗灰分	10.1	10.1	10.9	11.1	10.4	10.7
代谢能/(kJ/kg)	11728	11774	11732	11744	11765	11723.6
钙	3.02	3.10	3.02	3.01	3.09	3.10
总磷	0.71	0.64	0.63	0.63	0.64	0.58
赖氨酸	0.85	0.76	0.78	0.73	0.83	0.78
蛋氨酸	0.30	0.29	0.23	0.23	0.27	0.24
蛋氨酸+胱氨酸	0.55	0.76	0.54	0.53	0.56	0.48
苏氨酸	0.62	0.60	0.57	0.55	0.60	0.55
色氨酸	0.26	0.29	0.15	0.13	0.20	0.20

表 3-19 类胡萝卜素等色素对蛋黄的着色作用比较

组 分	类胡萝卜素 含量/(mg/kg)	相对着色效果	类胡萝卜素 力价/(mg/kg)
黄玉米	16	100	16
玉米蛋白粉(CP60%)	300	80	240
玉米蛋白粉(CP41%)	160	80	130
紫苜蓿粉	250	60	150
干红甜椒粉	400	500	2000
阿朴-8-胡萝卜素醛黄(英国商 品名)(10%)	100000	340	340000
阿朴-8-胡萝卜素醛红(10%)	100000	1000	1000000
阿朴-8-胡萝卜素醛橙(10%)	100000	670	670000

表 3-20 美国产蛋鸡饲料配方(%)

组 分	产蛋峰值前	产蛋峰值后
玉米	66.5	64.25
小麦	—	5.0
黄奶油	1.0	1.0
大豆油粕(粗蛋白 CP50%)	12.5	15.0
鱼粉(60%)	1.25	—
肉骨粉(50%)	6.5	2.5
玉米酒糟	2.5	—
紫苜蓿	1.5	2.0
磷酸二钙	0.5	1.5
碳酸钙	6.5	8.0
食盐	0.25	0.25
蛋氨酸	0.04	0.05
维生素、矿物质预混物	0.5	0.5
粗蛋白质	17.0	15.6
代谢能/(kJ/kg)	12247	12059
钙	3.3	3.45
有效磷	0.58	0.52
赖氨酸	0.87	0.75
蛋氨酸+胱氨酸	0.63	0.58

表 3-21 德国产蛋鸡用浆状配合饲料

组 分	含量/%	
	配方一	配方二
玉米	38.40	50.0
小麦	—	10.0
大豆油粕	19.00	11.0
玉米谷蛋白粉	9.80	4.07
紫南苜蓿	6.00	4.00
木薯淀粉	5.00	—
菜籽油粕	4.50	2.00
肉骨粉	—	3.00
鱼粉	3.00	2.50
麦牙胚	3.00	—
糖蜜	3.00	1.00
蛋氨酸	—	0.03
矿物质预混物	5.00	3.00
维生素预混物	1.40	0.50
猪油	—	1.50
骨油	1.00	—
碳酸钙	—	5.00
磷酸钙	0.90	—
类胡萝卜素色素	—	0.40
粗蛋白质	20.00	16.00
粗纤维	7.00	5.50
钙	3.00	3.50
磷	1.00	0.70

表 3-22 德国产蛋鸡用颗粒状配方饲料

组 分	含量/%	组 分	含量/%
玉米	25.30	鱼粉	2.00
小麦	16.25	矿物质预混物	5.00
大豆油粕	3.00	维生素预混物	1.10
紫南苜蓿	8.00	碳酸钙	3.00
玉米谷蛋白粉	6.00	粗蛋白质	16.00
木薯淀粉	14.35	粗纤维	8.00
菜籽粕	5.00	粗灰分	14.00
小麦粉	4.00	钙	3.20
动物饲料	4.00	磷	0.70
糖蜜	3.00		

3.1.3 种鸡用饲料

种鸡用饲料中的粗蛋白质和代谢能的必需量与蛋鸡没有多大区别。但维生素类中的核黄素、泛酸、吡哆醇(维生素 B₆)、生物素和维生素 B₁₂，矿物质中的锌、锰和铁的必需量则较蛋鸡为多。其饲料配方见表 3-23。

表 3-23 种鸡饲料配方

组 分	含量/%	组 分	含量/%
玉米	61.15	矿物质预混物 V	0.1
高粱	10.0	粗蛋白质(CP)%	15.6
大豆豆粕(CP45%)	7.0	粗脂肪	5.7
鱼粉	7.0	粗纤维	2.4
鱼露吸附饲料	2.0	粗灰分	10.5
紫苜蓿粉	2.0	钙	3.1
玉米发酵干酒糟	2.0	总磷	0.65
动物性油脂	1.1	赖氨酸	0.72
食盐	0.25	蛋氨酸	0.26
碳酸钙	6.3	蛋氨酸+胱氨酸	0.49
磷酸三钙	1.0	苏氨酸	0.54
赖氨酸	—	色氨酸	0.18
蛋氨酸	—	代谢能/(kJ/kg)	11966
维生素预混物 IV	0.1		

表 3-23 中维生素预混物 IV、矿物质预混物 V 的组成见表 3-24、3-25。

表 3-24 维生素预混物 IV (添加率 0.1%)

组 分	含量/万 IU	配合率/%
维生素 A、D ₃	50	2.00
醋酸生育酚(VE,50%)	适量	2.0
2-甲基萘醌亚硫酸氢钠(50%)	适量	0.40

续表

组 分	含量/万 IU	配合率/%
硝酸硫胺素	98	0.10
核黄素	96	0.26
泛酸钙	100	1.00
菸酰胺	98.5	1.52
盐酸吡哆醇(VB ₆)	98	—
d-生物素	1	—
叶酸	90	—
氰钴氨素(VB ₁₂)	1000(mg/kg)	1.00
脱脂米糠		91.72

表 3-17 矿物质预混物 V (添加率 0.1%)

碳酸锰	31.5	20.63
碳酸锌	56.0	9.82
硫酸亚铁	32.87	7.61
硫酸铜	25.45	1.96
碘酸钙	65.0	0.08
碳酸钙		59.90

表 3-25 种鸡产蛋期的维生素和矿物质的必需量

组 分	含量	组 分	含量
维生素 A/(IU/kg)	11000	钾(K)/%	0.4
维生素 D/(ICU/kg)	1100	钠(Na)/%	0.12
维生素 E/(IU/kg)	7.5	镁/(mg/kg)	550
维生素 K/(mg/kg)	1	锰/(mg/kg)	33
硫胺素/(mg/kg)	2.2	锌/(mg/kg)	66
核黄素/(mg/kg)	5.5	铁/(mg/kg)	44
泛酸/(mg/kg)	16.5	铜/(mg/kg)	11
菸酸/(mg/kg)	33	碘/(mg/kg)	0.33
维生素 B ₆ /(mg/kg)	4.4	钴/(mg/kg)	—
生物素/(mg/kg)	0.175	硒/(mg/kg)	0.154
叶酸/(mg/kg)	0.88	氯/(mg/kg)	1000
胆碱/(mg/kg)	1.100	钙/(mg/kg)	3.7
维生素 B ₁₂ /(mg/kg)	0.011	磷(有效磷)/(mg/kg)	0.4
亚油酸/(mg/kg)	1.4		

表 3-26 美国生长期蛋用鸡种鸡配合饲料配方

组 分	含量/%	组 分	含量/%
玉米	63.25	食盐	0.25
黄奶油	1.5	蛋氨酸	0.03
大豆油粕(粗蛋白 50%)	13.0	维生素矿物质预混物	0.5
鱼粉(60%)	4.0	粗蛋白质	17.4
肉骨粉(50%)	2.5	钙	3.1
玉米发酵酒精	5.0	有效磷	0.58
紫苜蓿粉	2.5	赖氨酸	0.85
磷酸二钙	1.0	蛋氨酸+胱氨酸	0.63
碳酸钙	6.5	代谢能/(kJ/kg)	12394

3.1.4 肉鸡用饲料

10~12 周龄肉鸡，体重约 1.3kg，或者 70~76d 鸡，体重约 0.9~1kg，在此期间，鸡生长最快，肉质鲜嫩，作为肉用鸡经济效益最高。

表 3-27 肉鸡前期用饲料与后期用饲料配方(%)

组 分	前期(0~4 周)	后期(4 周以后)
玉米	53.92	52
高粱	10.0	20.0
木薯	—	2.0
大豆油粕(CP45%)	16.0	4.0
棉籽油粕		2.0
鱼粉	6.0	4.0
鱼露吸附饲料	1.0	2.0
肉骨粉	2.0	2.0
麦麸	3.0	4.0
谷蛋白粉	2.0	2.0
紫苜蓿粉	2.0	2.0
动物性油脂	2.3	1.7
食盐	0.25	0.25
碳酸钙	0.5	0.5

续表

组 分	前期(0-4周)	后期(4周以后)
磷酸二钙	0.4	0.8
赖氨酸	0.22	0.32
蛋氨酸	0.10	0.11
维生素预混物 I	0.10	0.10
氯化胆碱(50%)	0.05	0.10
矿物质预混物 I	0.10	0.10
莫能霉素钠(24%)	0.033 ^①	
盐霉素(100g/kg)		0.05 ^②
硫肽菌素(100g/kg)	0.003 ^③	
维吉尼霉素(500g/kg)		0.001 ^④
硫酸粘杆菌素(30g/kg)	0.016 ^⑤	—
粗蛋白质	20.9	16.5
粗脂肪	6.0	5.5
粗纤维	2.9	2.9
粗灰分	5.0	4.8
代谢能/(kJ/kg)	12603	12586
钙	0.95	0.91
总磷	0.68	0.67
赖氨酸	1.12	0.87
蛋氨酸	0.37	0.35
蛋氨酸+胱氨酸	0.73	0.62
苏氨酸	0.71	0.55
色氨酸	0.22	0.16
乙氨酸	0.92	0.72
苯丙氨酸	0.85	0.70
亮氨酸	1.81	1.56
异亮氨酸	0.79	0.60
缬氨酸	0.96	0.76
组氨酸	0.49	0.39

① 每吨饲料中含莫能霉素钠(又名瘤胃素、孟宁素、莫能菌酸)80g。

② 每吨饲料中含盐霉素(又名沙利霉素、优素、球虫粉、萨里诺马辛)50g。

③ 每吨饲料中含硫肽菌素 3g。

④ 每吨饲料中含维吉尼霉素(又名维及霉素、肥大霉素、威里霉素、维吉尼亚霉素、抗金葡霉素)5g。

⑤ 每吨饲料中含硫酸粘杆菌素(又名硫酸粘菌素、硫酸多粘菌素 E、硫酸抗敌素)5g。

表 3-28 前期用饲料维生素、矿物质含量

组 分	饲料中含量 A	来自维生素 中的添加量 B	最终饲料中的 含量 A + B
维生素 A/(IU/kg)	1200	9800	11000
维生素 D/(ICU/kg)	—	1100	1100
维生素 E/(IU/kg)	11	10	21
维生素 K/(mg/kg)	—	2	2
硫胺素/(mg/kg)	3	2	5
核黄素/(mg/kg)	2	3	5
泛酸/(mg/kg)	8	10	18
菸酸/(mg/kg)	14	20	34
维生素 B ₆ /(mg/kg)	4	1	5
生物素/(mg/kg)	0.14	0.15	0.29
叶酸/(mg/kg)	1.0	0.20	1.20
胆碱/(mg/kg)	1.123	200	1.323
维生素 B ₁₂ /(mg/kg)	0.027	—	0.027
钠/%	0.18	—	0.18
镁/(mg/kg)	2.000		2.000
锰/(mg/kg)	13	65	78
锌/(mg/kg)	20	50	70
铁/(mg/kg)	105	30	135
铜/(mg/kg)	12	4	16
碘/(mg/kg)	1.0	0.5	1.5
钴/(mg/kg)	0.30	—	0.30
硒/(mg/kg)	0.26		0.26

表 3-29 肉鸡的维生素和矿物质必需量

维生素		矿物质	
组 分	含 量	组 分	含 量
维生素 A/(IU/kg)	11000	钾/%	0.4
维生素 D/(ICU/kg)	1000	钠/%	0.15
维生素 E/(IU/kg)	11	镁/(mg/kg)	550
维生素 K/(mg/kg)	2.2	锰/(mg/kg)	55
硫胺素/(mg/kg)	2.2	锌/(mg/kg)	44
核黄素/(mg/kg)	2.2	铁/(mg/kg)	88
泛酸	14.3	铜	11
菸酸	37.4	碘	0.37
维生素 B ₆	4.4	钴	—
生物素	0.15	硒	0.15
叶酸	1.32	氯	1500
胆碱	1320	钙	1.0
维生素 B ₁₂	0.011	磷(有效)	0.5
亚油酸	1.2		

表 3-30 肉鸡前期、中期和后期用饲料配方(NRC 标准)

组 分	含量/%		
	前期用 (0~3周)	中期用 (3~6周)	后期用 (6~9周)
下米	50.268	54.849	60.349
高粱	8.0	10.0	10.0
大豆豆粕(粗蛋白 45%)	21.33	17.48	14.45
白鱼粉	2.0	—	—
秘鲁鱼粉	8.0	7.0	6.0
鱼汁吸附饲料	—	—	—
肉骨粉	3.0	3.0	2.0
紫苜蓿粉	1.0	1.0	1.0
动物性油脂	5.6	5.2	4.5
食盐	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	—	0.5	0.3

续表

组 分	含量/%		
	前期用 (0~3周)	中期用 (3~6周)	后期用 (6~9周)
磷酸二钙	—	0.5	0.8
赖氨酸	—	—	—
蛋氨酸	0.25	0.12	0.05
维生素预混物 I	0.10	0.10	0.10
氯化胆碱	0.05	0.05	0.05
矿物质预混物 I	0.10	0.10	0.10
莫能霉素钠(24%)	0.033	—	—
盐霉素(100g/kg)	—	0.05	0.05
硫肽菌素(100g/kg)	0.003	—	—
硫酸粘杆菌素(30g/kg)	0.016	—	—
维吉尼霉素(500g/kg)	—	0.001	0.001
粗蛋白质(CP)	23.4	20.2	18.1
粗脂肪	9.0	8.7	8.0
粗纤维	2.5	2.4	2.4
粗灰分	5.0	4.8	4.5
代谢能/(kJ/kg)	13398	13415	13398
钙	0.94	0.96	0.90
总磷	0.71	0.70	0.70
有效磷	0.43	0.36	0.36
赖氨酸	1.22	1.00	0.86
蛋氨酸	0.60	0.42	0.32
蛋氨酸+胱氨酸	0.93	0.72	0.60
苏氨酸	0.80	0.69	0.63
色氨酸	0.26	0.22	0.20
乙氨酸	1.08	0.94	0.81
苯丙氨酸	0.89	0.79	0.72
亮氨酸	1.80	1.64	1.54
异亮氨酸	0.90	0.78	0.70
缬氨酸	1.06	0.93	0.85
组氨酸	0.56	0.48	0.44

表 3-31 肉鸡前期 (0~4 周) 饲料配方

组 分	含量/%	
	A	B
玉米	44.65	50.50
高粱	10.0	10.0
大豆油粕(粗蛋白 45%)	23.0	18.0
鱼粉	9.0	8.0
鱼露吸附饲料	—	2.0
谷蛋白(面筋)粉	3.0	3.0
紫苜蓿粉	2.0	2.0
圆酵母	—	1.0
玉米发酵干酒精	1.0	—
动物性油脂	5.1	3.3
食盐	0.25	0.25
碳酸钙	0.6	0.6
磷酸二钙	0.8	0.8
赖氨酸	0.05	—
蛋氨酸	0.18	0.18
维生素预混物 I	0.10	0.10
氯化胆碱	0.05	0.05
矿物质预混物 I	0.1	0.1
尼卡巴嗪(25%)	0.05 ^①	0.05
土霉素(81.6mg/g)	0.067 ^②	0.067
粗蛋白质(CP)	23.9	22.7
粗脂肪	8.3	6.8
粗纤维	2.8	2.7
粗灰分	5.6	5.4
钙	1.04	0.99
总磷	0.2	0.70
赖氨酸	1.20	1.08
蛋氨酸	0.55	0.54
蛋氨酸+胱氨酸	0.90	0.87
苏氨酸	0.82	0.78
色氨酸	0.26	0.23
代谢能	12992kJ/kg	12804kJ/kg

① 每吨含尼卡巴嗪(又名硝脲嘧啶、双硝苯脲二甲嘧啶醇、力更生)125g。

② 每吨含土霉素(又名氧四环素、地霉素、地灵霉素)55g。

表 3-32 肉鸡后期饲料

组 分	A	B	C
玉米	46.71	51.24	55.30
高粱	15.0	15.0	15.0
大豆油粕(CP45%)	18.5	17.5	13.0
菜油粕	—	—	2.5
鱼粉	7.0	6.0	5.0
肉骨粉	3.0	3.0	3.0
生米糠	2.0	2.0	2.0
动物性油脂	6.0	3.8	2.8
食盐	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	0.4	0.5	0.3
磷酸二钙	0.7	0.3	0.5
赖氨酸	—	—	—
蛋氨酸	0.1	0.07	—
维生素预混物 I	0.1	0.1	0.1
氯化胆碱(50%)	0.05	0.05	0.06
矿物质预混物 I	0.1	0.1	0.05
索林(25%)	0.05	0.05	0.05
杆菌肽锰(100g/kg)	0.04	0.04	0.04
粗蛋白	20.4	19.7	18.2
粗脂肪	9.6	7.6	6.7
粗纤维	2.5	2.4	2.8
粗灰分	5.6	5.1	4.8
钙	1.11	0.99	0.92
总磷	0.80	0.70	0.71
赖氨酸	1.01	0.95	0.85
蛋氨酸	0.40	0.35	0.27
蛋氨酸 + 胱氨酸	0.70	0.66	0.56
苏氨酸	0.70	0.67	0.63
色氨酸	0.23	0.22	0.20
代谢能	13608kJ/kg	13193kJ/kg	12988kJ/kg

① 每吨饲料中含索林 125g。

② 每吨饲料中含杆菌肽锰 40g(168 万单位)。

肉鸡用饲料的粗蛋白质和代谢能的必需量标准有分为二阶段的，前期粗蛋白质为 20%，后期为 16%；也有分三阶段的，前期(0~3 周)粗蛋白质为 23%，中期(3~6 周)为 20%，后期(6~9 周)为 18%。在选择饲养标准和配方设计时应注意以下几点：(a)由于育种改良，肉鸡发育能力显著提高，发育标准曲线也有变化，因此其营养必需量随之变化；(b)根据目标出售体重、饲养日龄、饲料效率等对饲料成分、体系进行变化；(c)应考虑对肉质的影响；(d)由于饲养条件特别是鸡舍构造和饲养密度对饲料要求不同，例如鸡舍床面容易潮湿的，为保持干燥不得不从饲料方面加以考虑。

特定饲料添加剂前期用莫能霉素钠、硫肽菌素和硫酸粘杆菌素，后期用蓝霉素钠和维吉尼霉素，但还必须参考饲养环境而定。

表 3-24 中例 A 为高效率型，C 为低效率饲料，三种配方都用生米糠，生米糠油脂含量多，要注意其品质，在夏季易于氧化以不用为好。表 3-25 中肉鸡后期用饲料代谢能含量分三种，随着其含量的增加，有必要增加矿物质和氨基酸的含量，因此钙和蛋氨酸的用量增加。

表 3-33 肉鸡后期用粗蛋白为 19%、不同代谢能含量饲料配方(%)

组 分	A	B	C
玉米	68.35	68.54	66.00
大豆豆粕(粗蛋白 45%)	19.0	17.0	17.0
鱼粉	7.0	8.0	8.0
麦麸	1.0	—	—
动物性油脂	2.8	4.5	6.8

续表

组 分	A	B	C
碳酸钙	0.5	0.6	0.3
磷酸二钙	0.8	0.8	0.9
赖氨酸	—	—	—
蛋氨酸	0.05	0.06	0.10
氯化胆碱	0.05	0.05	0.05
食盐	0.25	0.25	0.25
维生素预混物 I	0.1	0.1	0.1
矿物质预混物 I	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质(CP)%	19.0	19.1	19.0
粗脂肪	6.4	7.9	10.1
粗纤维	2.4	2.3	2.2
粗灰分	4.6	4.6	4.6
代谢能/(kJ/kg)	12980	13390	13825
钙	0.91	0.93	0.95
总磷	0.70	0.71	0.71
赖氨酸	0.91	0.94	0.96
蛋氨酸	0.30	0.30	0.30
蛋氨酸+胱氨酸	0.65	0.67	0.69
苏氨酸	0.67	0.67	0.67
色氨酸	0.23	0.22	0.22

表 3-34 肉鸡后期用代谢能为 12980kJ/kg、
不同粗蛋白含量饲料配方(%)

组 分	A	B	C
玉米	70.73	69.22	67.35
大豆豆粕(CP45%)	15.2	16.0	17.0

续表

组 分	A	B	C
鱼粉	7.0	8.0	9.0
麦麸	2.0	2.0	2.0
动物性油脂	2.9	3.0	3.2
碳酸钙	0.6	0.5	0.4
磷酸二钙	1.0	0.8	0.6
赖氨酸	—	—	—
蛋氨酸	0.07	—	—
氯化胆碱	0.05	0.03	—
食盐	0.25	0.25	0.25
维生素预混物 I	0.1	0.1	0.1
矿物质预混物 I	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质(CP)%	19.0	19.0	19.0
粗脂肪	6.3	6.4	6.5
粗纤维	2.4	2.4	2.4
粗灰分	4.7	4.6	4.6
代谢能/(kJ/kg)	12988	12980	12984
钙	0.91	0.91	0.92
总磷	0.70	0.71	0.71
赖氨酸	0.89	0.94	1.00
蛋氨酸	0.28	0.30	0.31
蛋氨酸+胱氨酸	0.65	0.65	0.65
苏氨酸	0.63	0.67	0.70
色氨酸	0.21	0.23	0.24

表 3-35 原料受到限制时的肉鸡饲料配方设计(%)

组 分	A 无植物 蛋白源时	B 无大豆油 粕而使用 杂油粕时	C 麦麸 丰富时	D 脱脂米糠 丰富时	E 紫苜蓿 丰富时	F 无动物 蛋白源时	G 无鱼粉而 使用肉骨 粉时	H 无油脂时	I 使用植物 油时	J 无玉米而 使用高粱、 小麦时
玉米	80.25	72.55	60.91	62.21	64.6	63.13	67.45	78.55	69.35	—
高粱	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45.7
大豆油粕(粗蛋白 45%)	—	—	14.7	15.0	16.0	29.0	23.0	6.0	16.0	15.75
小麦	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25.0
菜籽油粕	—	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—
棉籽油粕	—	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—
鱼粉	19.0	14.0	8.0	8.0	8.0	—	—	15.0	8.0	7.0
肉骨粉	—	—	—	—	—	—	5.0	—	—	—
麦麸	—	—	10.0	—	—	—	—	—	2.0	—
脱脂米糠	—	—	—	10.0	—	—	—	—	—	—
动物性油脂	0.3	3.0	4.7	3.3	4.7	4.5	3.1	—	—	4.2
植物油	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5	—
碳酸钙	—	—	0.6	0.7	0.2	0.9	0.3	—	0.6	1.0
紫苜蓿粉	—	—	—	—	5.0	—	—	—	—	—
磷酸二钙	—	—	0.6	0.3	1.0	1.9	0.7	—	1.1	0.9
赖氨酸	—	—	0.02	0.02	—	0.08	—	—	—	—

续表

组 分	A 无植物 蛋白源时	B 无大豆油 粕而使用 杂油粕时	C 麦麸 丰富时	D 脱脂米糠 丰富时	E 紫苜蓿 丰富时	F 无动物 蛋白源时	G 无鱼粉而 使用肉骨 粉时	H 无油脂时	I 使用植物 油时	J 无玉米而 使用高粱 小麦时
蛋氨酸	—	—	0.02	0.02	0.05	0.04	—	—	—	—
食盐	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
维生素预混物 I	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
矿物质预混物 I	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质 (CP)	19.1	19.0	19.0	19.1	19.2	19.1	19.1	19.2	19.0	19.2
粗脂肪	5.0	7.0	8.0	8.2	8.1	7.2	6.5	4.4	6.2	6.7
粗纤维	1.7	2.7	2.9	2.7	3.2	2.8	2.6	1.9	2.4	2.3
粗灰分	4.6	4.3	4.8	5.2	5.0	5.5	4.7	4.2	4.6	5.0
代谢能/(kJ/kg)	12980	13013	12988	12980	13022	12980	12984	12812	13005	12988
钙	1.11	0.90	0.90	0.91	0.91	0.90	0.92	0.90	0.90	0.97
总磷	0.78	0.72	0.70	0.76	0.71	0.71	0.71	0.69	0.70	0.70
赖氨酸	1.0	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	1.00	0.94	0.91
蛋氨酸	0.37	0.35	0.31	0.31	0.30	0.31	0.30	0.31	0.30	0.26
蛋氨酸+胱氨酸	0.63	0.64	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.62	0.61	0.53
苏氨酸	0.73	0.70	0.66	0.66	0.67	0.63	0.67	0.71	0.67	0.63
色氨酸	0.30	0.29	0.24	0.23	0.23	0.21	0.23	0.24	0.23	0.23

表 3-36 德国肉鸡用配合饲料(颗粒)

组 分	含量/%	组 分	含量/%
玉米	30.00	矿物质预混物	0.95
小麦	21.00	硝基呋喃类抗菌剂	0.05
大豆油粕	28.00	粗蛋白质	22.0
小麦粉	6.25	粗纤维	4.0
鱼粉	6.00	粗灰分	8.0
骨油	6.00	钙	0.8
维生素预混物	1.75	磷	0.7

表 3-37 美国肉鸡用饲料配方(%)

组 分	前 期	后期至上市
玉米	38.95	65.00
高粱	15.00	—
油脂	3.50	2.50
大豆油粕(50%)	31.50	13.00
玉米谷蛋白粉	2.50	—
脱水浓缩鱼汁	0.50	—
鱼粉(60%)	—	2.50
家禽副产物	—	5.00
玉米发酵酒糟	2.5	2.5
紫苜蓿粉(17%)	1.25	2.00
磷酸二钙	2.00	1.25
碳酸钙	0.75	0.50
食盐	0.25	0.25
蛋氨酸	0.80	—
维生素和矿物质预混合物	0.50	0.50
粗蛋白质	23.5	20.5
代谢能/(kJ/kg)	12980	13650
钙	0.93	0.81
有效磷	0.55	0.52
赖氨酸	1.22	1.03
蛋氨酸+胱氨酸	0.85	0.75

3.1.5 重型种鸡用饲料

对肉用种鸡的营养必需量，日本和 NRC 标准都以生长期蛋种鸡的标准作为标准。但重型种鸡体重明显增大，因此在育成期间就需严格限制给食以控制其体重，即使在产蛋期间也要适当限制给食，对营养素的供应量进行控制，这和生长期蛋鸡以饱食为前提的饲养方法不同，必须加以考虑。

表 3-38 为重型种鸡营养推荐量，表 3-39 为重型种鸡雏用、育成用和产蛋用饲料配方设计例，其特定饲料添加剂仅用于 0-8 周龄种鸡。

重型种鸡雏及育成期的微量营养成分维生素预混物 (V) 及矿物质预混物 (IV) 的配方列于表 3-40、表 3-41，其种鸡产蛋期用的维生素预混物 (VI) 和矿物质预混物 (V) 的配方见表 3-42a、表 3-42b。

表 3-38 重型种鸡营养推荐量

组 分	育雏用		育成用		种鸡产蛋用	
	A	B	A	B	A	B
粗蛋白质/%	17~18	18~20	15~15.5	14.5~15.5	15.5~16	15.5~17.0
粗脂肪/%	3~4	3~4	3~4	3~4	3~4	3~4
粗纤维/%	3.5~4	—	4~5	—	3~4	—
代谢能/(kJ/kg)	11514~11975	11514~12205	11724~12205	11284~11975	11724~12205	11514~12205
精氨酸/%	1.10	1.2	0.78	1.0	0.96	0.99
赖氨酸/%	0.85	0.9	0.56	0.65	0.74	0.70
组氨酸/%	0.35	—	0.33	—	0.28	—
蛋氨酸/%	0.34	0.36	0.30	0.31	0.31	0.32
(蛋氨酸+胱氨酸)/%	0.64	0.65	0.50	0.50	0.55	0.56
色氨酸/%	0.20	0.23	0.17	0.17	0.17	0.17
乙氨酸/%	0.80	—	0.60	—	0.75	—

续表

组 分	育雏用		育成用		种鸡产蛋用	
	A	B	A	B	A	B
亮氨酸/%	1.2	—	1.05	—	1.16	—
异亮氨酸/%	0.7	—	0.61	—	0.77	—
苯丙氨酸/%	0.62	—	0.66	—	0.52	—
(苯丙氨酸 + 酪氨酸)/%	1.30	—	1.05	—	1.00	—
苏氨酸/%	0.60	—	0.60	—	0.50	—
缬氨酸/%	0.75	—	0.75	—	0.70	—
钙/%	0.9	0.9 ~ 1.1	0.9	0.85 ~ 1.2	3.0	2.75 ~ 3.25
总磷/%	0.75	0.55 ~ 0.70	0.75	0.5 ~ 0.7	—	0.65 ~ 0.75
有效磷/%	0.45	0.45 ~ 0.50	0.45	0.38 ~ 0.50	0.45	0.50 ~ 0.55
钠/%	0.20	0.18 ~ 0.22	0.20	0.18 ~ 0.25	0.20	0.16 ~ 0.25
镁/(mg/kg)	550	—	550	—	550	—
钙/%	0.6	—	0.6	—	0.6	—
锰/(mg/kg)	77	55	77	55	88	60
锌/(mg/kg)	66	44	66	44	66	55
铁/(mg/kg)	66	22	66	22	44	22
铜/(mg/kg)	11	4.4	11	4.4	11	5
碘/(mg/kg)	1.1	0.44	1.1	0.44	1.1	0.5
硒/(mg/kg)	0.15	0.099	0.15	0.099	0.15	0.099
氯/(mg/kg)	0.24	—	0.24	—	0.24	—
食盐/(mg/kg)	0.3 ~ 0.35	—	0.3 ~ 0.35	—	0.30 ~ 0.35	—
维生素 A/(IU/kg)	15000	6600	15000	5500	15000	8030
维生素 D ₃ /(ICU/kg)	2200	2750	2200	2750	3300	2750
维生素 K ₃ /(mg/kg)	0.73	2.2	0.73	1.1	0.73	1.1
硫胺素/(mg/kg)	3.3	1.1	3.3	1.1	3.3	1.1
核黄素/(mg/kg)	7.7	5.5	7.7	4.4	9.9	7.5

续表

组 分	育雏用		育成用		种鸡产蛋用	
	A	B	A	B	A	B
泛酸/(mg/kg)	17.6	11.0	17.6	8.8	22	13.2
菸酸/(mg/kg)	53	26.4	53	22	53	22
维生素 B ₆ /(mg/kg)	5.5	1.1	5.5	1.1	5.5	1.1
生物素/(mg/kg)	200	—	200	—	250	—
胆碱/(mg/kg)	1320	660	1320	440	1320	660
叶酸/(mg/kg)	1.3	0.44	1.3	0.33	1.3	0.44
维生素 B ₁₂ /(mg/kg)	0.013	0.011	0.013	0.009	0.015	0.011
维生素 E/(IU/kg)	16.5	11	16.5	8.8	31	11.0
亚油酸/%	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

表 3-39 重型种鸡, 幼雏用、育成用、产蛋用饲料配方(%)

组 分	种鸡幼雏用	种鸡育成用	种鸡产蛋用
玉米	55.75	58.86	64.99
高粱	10.0	10.0	10.0
大豆豆粕(粗蛋白 45%)	14.0	6.5	8.0
鱼粉	7.0	4.0	8.0
鱼露吸附饲料	2.0	2.0	2.0
麦麸	5.0	13.0	—
紫苜蓿粉	2.0	2.0	2.0
圆酵母	1.0	—	—
玉米发酵干酒糟	1.0	1.0	1.0
动物性油脂	—	—	1.8
食盐	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	0.8	1.0	0.61
磷酸二钙	0.8	1.0	1.0
赖氨酸	—	—	—
蛋氨酸	0.06	—	0.05
氯化胆碱(50%)	0.05	0.10	0.10
维生素预混物 V	0.1	0.1	—

续表

组 分	种鸡幼雏用	种鸡育成用	种鸡产蛋用
维生素预混物 VI	—	—	0.1
矿物质预混物 IV	0.1	0.1	—
矿物质预混物 V	—	—	0.1
盐酸氯苯胍	0.05 ^①	0.05 ^②	—
杆菌肽锰	0.04 ^②	0.04 ^②	—
粗蛋白质	19.7	15.5	16.5
粗脂肪	3.8	4.0	5.5
粗纤维	3.1	3.5	2.5
粗灰分	5.2	5.1	10.3
代谢能/(kJ/kg)	12067	11937	12113
钙	0.98	0.95	3.25
总磷	0.70	0.70	0.70
赖氨酸	0.95	0.65	0.79
蛋氨酸	0.30	0.24	0.27
蛋氨酸 + 胱氨酸	0.65	0.50	0.56
苏氨酸	0.67	0.52	0.59
色氨酸	0.23	0.18	0.20
甘氨酸	0.83	0.66	0.71
苯丙氨酸	0.77	0.61	0.65
亮氨酸	1.60	1.32	1.41
异亮氨酸	0.75	0.55	0.62
缬氨酸	0.91	0.71	0.76
组氨酸	0.48	0.38	0.40

① 每吨饲料含盐酸氯苯胍 33g。

② 每吨饲料含杆菌肽锰 40g(168 万单位)。

表 3-40 重型种鸡维生素预混物 V 配方(添加率 1%)

组 分	含 量/万 IU	配 合 率
维生素 A、D ₃	50、10	2.00
醋酸生育酚 VE(50%)	适量	1.40
维生素 K ₃ (50%)	适量	0.40

续表

组 分	含 量	配 合 率
硝酸硫胺素	98	0.20
核黄素	96	0.47
泛素钙	100	1.00
菸酰胺	98.5	2.03
盐酸吡哆醇	98	0.10
d-生物素	1	
叶酸	90	
氰钴氮素(VB ₁₂)	1000(mg/kg)	0.50
脱脂米糠		91.9

表 3-41 重型种鸡矿物质预混物 N 配方(添加率 1%)

组 分	有效成分含量/%	配 合 率
碳酸锰	31.5	19.05
碳酸锌	56.0	8.93
硫酸铁	32.87	7.61
硫酸铜	25.45	1.96
碘酸钙	65.0	0.08
碳酸钙		62.37

表 3-42a 重型种鸡用维生素预混物 W 配方(添加量 0.1%)

组 分	含量/万 IU	配合率/%
维生素 A、D ₃	50、10	2.50
醋酸生育酚 VE(50%)	适量	2.2
2-甲基萘醌亚硫酸氢钠(50%)	适量	0.40
硝酸硫胺素	98	0.10
核黄素	96	0.78
泛酸钙	100	1.50
菸酰胺	98.5	2.54
盐酸吡哆醇 VB ₆	98	0.10

续表

组 分	含量/万 IU	配合率/%
d-生物素	1	1.50
叶酸	90	0.03
氰钴胺素	1000(mg/kg)	1.00
脱脂米糠		87.3

表 3-42b 重型种鸡用矿物质预混物 V 配方(添加率 1%)

组 分	有效成分含量/%	配合率
碳酸锰	31.5	20.63
碳酸锌	56.0	9.82
硫酸铁	32.87	7.61
硫酸铜	25.43	1.96
碘酸钙	65.0	0.08
碳酸钙		59.90

3.1.6 肉鸡饲料配方和液体饲料添加剂

与传统的固体饲料添加剂相比,用液体饲料添加剂饲喂畜禽,能确保添加剂的混合均匀性,保证群体采食的一致性,提高适口性,从而提高饲料的转化率。

基础日粮配方如表 3-43。

表 3-43 基础日粮组成及营养水平

日粮组成	含量/%		日粮组成	含量/%	
	前期	后期		前期	后期
玉米	40	55	骨粉	2.1	1.9
小麦	13	10	食盐	0.3	0.3
麦麸	10.6	5.6	营养水平		
豆饼	15	12.2	代谢能/(kJ/kg)	11.92	12.34
花生饼	8	5	粗蛋白质/%	20.5	18.5
棉籽饼	5	5	钙/%	1	0.89
鱼粉	6	5	磷/%	0.64	0.64

将 1 日龄 AA 商品代雏鸡进行单栏地面平养，室温 25℃ 左右，湿度为 75%，自由采食和饮水。分别于 7 和 21 日龄进行鸡新城疫(2 系)苗滴鼻免疫，于 20 日龄按规定投喂克球粉预防球虫。0~28 日龄饲喂前期日粮，29~56 日龄喂后期日粮。

豫北地区 8 种饲料原料中的 5 种主要微量元素含量平均数见表 3-44。

表 3-44 饲料原料中的微量元素(mg/kg)

饲料原料	统计数	铜	锌	锰	铁	硒
玉米	24	1.63	18.97	3.48	21.20	0.036
大麦	9	4.36	24.61	15.67	100.46	0.098
花生饼	17	18.9	47.02	31.25	312.42	0.023
小麦	19	4.85	28.87	28.46	83.95	0.057
菜籽饼	12	6.37	60.67	57.71	312.98	0.203
豆饼	9	17.4	50.46	37.40	326.51	0.033
棉籽饼	14	11.04	46.87	20.22	250.39	0.121
麦麸	20	12.45	78.13	84.39	116.74	0.227

根据饲料原料中微量元素值和肉鸡优化饲料配方，算出肉鸡日粮中微量元素含量与营养标准(NRC)的差额，即几种微量元素需添加量，再添加抗氧化剂、维生素、促生产剂和诱食剂等。并参考肉鸡饲料采食量和饮水量的比例(1:1.8)关系，以水为载体将各种组成成分组合在一起而成为液体饲料添加剂母液，应用时再经稀释而成为应用液。其中 0~4 周龄时铜、锌、锰和硒分别为 1.8、6.1、33.9 和 0.09 mg/kg，5~8 周龄时分别为 0.8、9.9、41.0 和 0.09mg/kg 为最佳优化配合比。

使用效果：

① 用上述最佳优化配比的液体饲料添加剂饲养 AA 肉仔鸡，56 日龄平均体重达 2.2~2.5kg，料肉比 2.0~2.2，成活率

90%~96.8%。与固体添加剂比，液体饲料添加剂组的鸡群体重变异系数下降40.5%，少耗料9.2%，成活率提高1.5%。

② 液体饲料添加剂，经一个月的常温避光保存后微量元素的存在率为98%以上，其他一些营养物质的存在率为95%以上。说明添加剂中的营养物质含量一个月的使用期限内并未发生显著变化，保持相对稳定。

③ 液体饲料添加剂对鸡群日采食量和排泄量无显著性影响($P > 0.05$)，但能全面提高营养物质的消化利用率，例如干物质消化率、粗蛋白质消化率、有机物质消化率和总能消化率分别提高3.09%、2.62%、2.43%和2.31%。

④ 液体饲料添加剂对4~6周龄肉仔鸡的促生长作用最佳。对雌性肉仔鸡的效果比雄性好。

参考文献：邢廷铤等，中国饲料，1999，(3)：12

3.1.7 饲粮添加色氨酸对台湾土鸡生长后期之生长性能及羽毛的影响

采用648只肉用土鸡，公母各半，分为2组，第1组饲粮含色氨酸0.2%（对照组）、0.4%、0.6%、0.8%及1.0%。第2组饲粮含色氨酸0.2%（对照组）、0.4%、0.6%及0.8%。饲养时间1组及2组分别为8周（9至16周龄）及4周（12至16周龄）。结果显示：第1组土鸡在9至16周龄的饲料采食量以含1.0%色氨酸处理组显著较高($P < 0.05$)，随饲粮色氨酸的提高而显著减少增重及增重/饲料比值；第2组土鸡饲粮色氨酸量显著影响鸡之饲料采食量。在12~13周龄土鸡增重及增重/饲料比值都是色氨酸为0.8%饲粮者最低($P < 0.05$)，综合13~16周阶段之生长性能，饲粮色氨酸含量0.6%以上增重均较对照组为低($P < 0.05$)，显示色氨酸含量应在0.6%以下，以免严重影响土鸡生长性能，并

能兼顾减少土鸡羽毛损伤程度。

参考文献：施柏龄：饲料工业(中国台湾)，1999，(45)：19

3.1.8 饲粮中额外添加甲硫氨酸对土鸡生长性能及免疫反应的影响

将4周龄肉用土鸡480只，分成4组，基础饲粮以玉米-大豆粕为主，调配使含粗蛋白质19%，代谢能12561 kJ/kg，含硫氨基酸0.70%。逐级添加合成DL-甲硫氨酸于基础饲粮中，使处理组含硫氨基酸量分别为0.8%、0.9%、1.0%。鸡只于2及6周龄接种新城鸡病疫苗，7周龄腹腔注射5%绵羊红血球悬浮液0.5mL，结果显示添加DL-甲硫氨酸可提高增重及饲料利用效率，含硫氨基酸量0.8%时可达最大增重，但添加至含0.9%时则并无继续改进的效果。添加DL-甲硫氨酸并可提高饲料利用效率，含0.8%至1.0%含硫氨基酸的饲粮均较对照组为佳。免疫反应测试结果显示，含硫氨基酸0.9%，可提高绵羊红血球力价；含1.0%可提高新城鸡病力价。

参考文献：林义福：饲料工业(中国台湾)，1999，(48)：18

3.1.9 糖厂糖蜜酒精废液脱钾生产畜禽饲料

糖蜜酒精废液是糖厂副产品糖蜜经发酵，醪液在蒸馏塔馏出酒精后排放的废醪液，含有许多菌体蛋白、氨基酸和微量元素，但含钾量太高，不能直接作为饲料。本法特点是在酒精废液中加入高氯酸或酒石酸形成高氯酸钾或酒石酸钾析出沉淀，然后分离，滤渣用于制造复合肥，清液浓缩或粉末化，即可作为畜禽饲料的一部分，此法处理酒精废液中钾的脱除率在90%以上。做成的饲料动物适口性好，氨基酸、蛋白质含量高。在综合利用方面提供了新的方法。

例1 将糖蜜酒精废液经三效蒸发器蒸发浓缩至40~

60BX，再通入反应槽，按每吨浓缩液加入 $30 \sim 50\text{kgHClO}_4$ ，搅拌反应 0.5h，让其自然沉淀，将沉淀物从底部取出，用板框过滤器过滤，淀渣可以混入复合肥，也可直接施用农田；滤液经再次浓缩，与豆粕、玉米粉、鱼粉等饲料原料混合，造粒，烘干，得到优质饲料，可用于喂养畜禽。

例 2 将酒精废液用蒸发器浓缩至 50 ~ 70BX，放到反应槽中，在搅拌下加入酒石酸，其量按每吨酒精废液加入 40 ~ 60kg，反应 1h 后让其自然沉淀，离心分离出沉淀物作为优质肥料，而反应后的浓缩废液喷雾干燥成粉末，按 50% 掺入饲料，直接喂养家禽。

例 3 酒精废液不浓缩，BX 为 10 ~ 20，直接将 HClO_4 加入，每吨废液加入量为 15 ~ 20kg，反应沉淀后吸取上层清液，做成液体饲料，直接输送到猪场喂猪，喂时可掺入米糠、玉米粉或豆粉；而沉淀物作稻田追肥用，可增产稻谷 10% ~ 15%。

应用例 某养鸡场使用例 1 的脱钾酒精废液浓缩液，按 40% 掺入肉鸡饲料中，与普通饲料作参考对比，结果喂混合有酒精废液饲料的比喂普通饲料的 50 天后平均每只增重 0.16kg，饲养过程中鸡吃食积极，无腹泻现象，生长良好。

参考文献：中国专利 1174668 A

3.1.10 生产低胆固醇鸡蛋的产蛋母鸡饲料

将饮用水用竹子焦炭层过滤，在饲料中混入颗粒状或粉状的竹子焦炭。将这种饮用水和饲料喂养产蛋母鸡，则此母鸡所产鸡蛋的胆固醇含量明显降低。并能增强吸收饮食中的二十碳五烯酸、二十二碳六烯酸和胰脂肪酶的活性，并能增强胰岛素的活性。

参考文献：日本特许公开 10 - 323159

3.1.11 生产含高浓度维生素 B₁₂鸡蛋的鸡饲料

将含有维生素 B₁₂和糖醇的饲料，饲养产蛋鸡，其所产鸡蛋在去除蛋壳后，含有维生素 B₁₂的量为 4 μ g/100g 鸡蛋。

参考文献：日本特许公开 11 - 155495

3.2 火 鸡

按 NRC 标准，火鸡的饲料体系分为育成用饲料，种鸡维持用和种鸡产蛋用三种，其中雌鸡育成用饲料又分 0~4 周、4~8 周、8~11 周、11~14 周、14~17 周和 17~20 周六个阶段，但育雏、育成期也可分为三阶段或四阶段的。各阶段所需蛋白质和能量不同，见表 3-45、表 3-46。

表 3-45 火鸡饲养各阶段需要的能量和粗蛋白

代谢能/(kJ/kg)	粗蛋白/%				
	雏鸡 0~4 周	育成 1 期 4~12 周	育成 2 期 12~18 周	上市前	产蛋用
11054	28.0	22.0	16.5	13.0	16.5
11514	29.0	23.0	17.0	13.5	17.0
11975	30.0	24.0	18.0	14.0	17.5
12435	31.0	25.0	18.5	14.5	18.0
12896	32.0	26.0	19.0	15.0	18.5
13817		—	—	15.5	—

表 3-46 火鸡饲养各阶段需要的粗质蛋白、
氨基酸和代谢能(AEC 标准三阶段)

组 分	0~4 周	4~10 周	10 周~宰杀	产蛋用
粗蛋白质/%	29	23.5	19.5	15
代谢能/(kJ/kg)	12142	12770	13189	11514~11724
赖氨酸/%	1.74	1.46	1.14	0.66
蛋氨酸+胱氨酸/%	1.10	0.99	0.82	0.61
苏氨酸/%	1.10	0.99	0.82	0.46
色氨酸/%	0.28	0.24	0.21	0.16

表3-47 火鸡用饲料配方(-)

组 分/%	雏鸡用 0~4周	育成用-1 4~8周	育成用-2 8~12周	育成用-3 12~16周	育成用-4 16~24周	育成用-5 20~24周	种鸡 (维持用)	种鸡 (产蛋用)
玉米	37.14	47.17	48.66	48.22	47.89	46.24	48.25	68.50
高粱	10.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	30.0	10.0
大豆豆粕(CP45%)	24.0	23.0	20.0	18.0	16.0	12.5	3.0	6.0
鱼粉	9.0	9.0	7.0	5.0	3.0	2.0	2.0	5.0
白鱼粉	5.0	3.0	—	—	—	—	—	—
鱼汁吸附饲料	2.0	2.0	2.0	—	—	—	—	2.0
肉骨粉	3.0	3.0	3.0	2.0	1.0	—	—	—
麦麸	6.0	—	—	—	—	—	10.0	—
紫苜蓿粉	2.0	2.0	2.0	2.0	—	—	4.0	2.0
玉米发酵干酒糟	1.0	—	—	—	—	—	—	—
动物性油脂	—	—	1.5	3.3	4.7	6.5	—	0.5
食盐	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	—	—	—	—	0.3	0.2	0.4	4.0
磷酸二钙	—	—	—	0.8	1.5	2.0	1.8	1.5
赖氨酸	0.12	0.18	0.24	0.1	0.06	0.06	0.05	—
蛋氨酸	0.24	0.15	0.10	0.08	0.05	—	—	—

续表

组 分/%	雏鸡用 0~4周	育成用-1 4~8周	育成用-2 8~12周	育成用-3 12~16周	育成用-4 16~24周	育成用-5 20~24周	种鸡 (维持用)	种鸡 (产蛋用)
氯化胆碱	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
维生素预混物Ⅶ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-
维生素预混物Ⅷ	—	—	—	—	—	—	0.1	0.1
矿物质预混物Ⅵ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	—	—
矿物质预混物Ⅶ	—	—	—	—	—	—	0.1	0.1
粗蛋白质(CP)/%	28.1	26.3	22.2	19.1	16.5	14.0	12.2	14.3
粗脂肪/%	4.0	4.0	5.8	6.7	7.6	9.4	3.7	4.3
粗纤维/%	3.0	2.9	2.9	2.7	2.3	2.2	3.4	2.4
粗灰分/%	6.3	5.8	4.8	4.5	4.6	4.4	4.3	8.3
代谢能/(kJ/kg)	11740	12142	12599	13005	13407	13403	12142	12180
钙	1.20	1.20	0.85	0.81	0.84	0.85	0.82	2.82
总磷	0.81	0.83	0.68	0.70	0.70	0.71	0.71	0.70
赖氨酸	1.58	1.42	1.11	0.91	0.80	0.65	0.50	0.60
蛋氨酸	0.68	0.55	0.42	0.35	0.28	0.20	0.18	0.24
蛋氨酸+胱氨酸	0.81	0.76	0.64	0.57	0.55	0.45	0.40	0.47
苏氨酸	0.97	0.91	0.76	0.65	0.56	—	0.42	0.50
色氨酸	0.32	0.29	0.24	0.20	0.16	0.13	0.13	0.15

表 3-48 维生素预混物 VII 和 VIII

组 分	VII		VIII	
	含量/万 IU	配合率/%	含量/万 IU	配合率/%
维生素 A、D ₃	50	3.00	50	3.00
生育酚醋酸酯(50%)	适量	1.00	适量	1.00
2-甲基-1,4-萘醌亚硫酸 氢钠(维生素 K ₃)	50	0.40	50	0.40
硝酸硫胺素	98	0.20	98	0.20
核黄素	96	0.31	96	0.31
泛酸钙	100	1.00	100	1.00
菸酰胺	98.5	6.09	98.5	6.09
盐酸吡哆醇 VB ₆	98	0.10	98	0.10
d-生物碱	1	2.00	1	2.00
叶酸	90	0.07	90	0.07
氰钴氨素 VB ₁₂	1000mg/kg	0.50	1000mg/kg	0.50
脱脂米糠		85.33		85.33

表 3-49 矿物质预混物 VI 和 VII

组 分	VI		VII	
	有效成分含量/%	配合率/%	有效成分含量/%	配合率/%
碳酸锰	31.5	20.63	31.5	19.05
碳酸锌	56.0	10.71	56.0	9.82
硫酸亚铁	32.87	7.61	32.87	7.61
硫酸铜	25.45	1.96	25.45	3.93
碘酸钾	65.0	0.08	65.0	0.08
碳酸钙		59.01		59.51

表 3-50 火鸡产蛋用饲料配方

组 分	含 量/%				
	No. 1		No. 2		No. 3
玉米	20	20	21	30	25
小麦	20	20	20	20	20
麦麸	11	17	10	10	10

续表

组 分	含 量/%				
	No. 1		No. 2		No. 3
大麦或野燕麦	20	20	10	10	10
紫苜蓿粉	10	5	20	20	10
鱼粉	5	5	5	2	15
肉废料碎片	5	5	5	2	—
脱脂奶粉	—	—	—	—	5
大豆粕	5	5	5	2	—
碳酸钙	2	2	2	2	2
食盐	1	1	1	1	1
肝油	1	0	1	1	2

表 3-51 火鸡用饲料配方(二)

组 分	含 量/%				
	雏 鸡	中 雏	育 成	上 市 前	产 蛋 用
玉米	10.0	20.0	—	—	20.0
小麦	—	12.75	—	—	23.25
高粱	20.5	—	70.75	78.0	—
大麦	—	10.0	—	—	10.0
大豆油粕(50%)	43.0	29.25	10.75	7.5	14.75
紫苜蓿粉	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0
家禽副产物	5.0	5.0	2.5	1.5	2.5
鱼粉(60%)	5.0	5.0	2.5	1.5	2.5
乳清	0.5	—	—	—	2.5
发酵产物	0.5	—	—	0.5	—
发酵干酒糟	2.5	2.5	2.5	2.5	—
浓缩鱼汁	—	2.5	—	—	2.5
酵母	—	2.5	2.5	—	2.5
油脂	5.0	3.0	—	—	7.5
磷酸钙	2.5	2.0	3.0	3.0	3.5
碳酸钙	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0
食盐	0.475	0.475	0.475	0.475	0.475
硫酸锰	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025

续表

组 分	含 量/%				
	雏 鸡	中 雏	育 成	上市前	产蛋用
香料	0.05	0.025	0.025	0.025	0.025
粗蛋白/%	32.02	28.01	18.05	14.94	17.94
代谢能/(kJ/kg)	7796	7612	8407	6600	8537
钙/%	2.23	2.02	2.03	1.96	2.59
磷/%	1.10	1.05	1.01	0.94	1.20

3.3 鸭

鸭的饲料形态，粒状比粉状的适口性好，这里所举例中有许多配方是易于加工成型的。油脂用量一般前期控制在1%，后期在3%以下，但优质油脂不受此限制。也有不用鸭的专用饲料而使用鸡饲料的。对家鸭与野鸭的杂交品种喂以雏鸡和中雏鸡用饲料也得了满意的结果。另外，除给予配合饲料喂养鸭外，也有再用蚬蛄虾、螺蛳和小鱼类等作为补充饲料的。

表 3-52 家鸭雏、育成和产蛋饲料配方

组 分	含 量/%		
	雏(0~4周)	育成(4周以后)	产蛋(种鸭)
玉米	51.52	49.77	52.65
高粱	5.0	10.0	15.0
小麦	5.0	5.0	5.0
大豆油粕(粗蛋白45%)	10.0	4.0	8.5
鱼粉	6.0	6.0	5.0
鱼汁吸附饲料	2.0	2.0	2.0
肉骨粉	2.0	2.0	—
麦麸	9.0	9.0	—
脱脂米糠	5.0	9.0	—

续表

组 分	含 量/%		
	幼雏(0~4周)	育成(4周以后)	产蛋(种鸭)
紫苜蓿粉	2.0	2.0	2.0
圆酵母	1.0	—	—
食盐	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	0.6	0.5	6.5
磷酸二钙	—	—	1.1
赖氨酸	0.1	—	—
蛋氨酸	0.33	0.28	0.28
维生素预混物Ⅵ	0.1	0.1	—
维生素预混物Ⅶ	—	—	0.1
矿物质预混物Ⅰ	0.1	0.1	—
矿物质预混物Ⅱ	—	—	0.1
粗蛋白质(CP)	19.2	17.1	15.2
粗脂肪	3.9	4.0	5.4
粗纤维	3.5	3.6	2.6
粗灰分	5.2	5.3	10.2
代谢能/(kJ/kg)	11740	11724	12193
钙	0.90	0.90	2.85
总磷	0.74	0.80	0.65
赖氨酸	1.00	0.78	0.74
蛋氨酸	0.61	0.54	0.34
蛋氨酸+胱氨酸	0.90	0.80	0.55
苏氨酸	0.67	0.59	0.52
色氨酸	0.22	0.20	0.14

表 3-53 肉鸭前期和后期饲料配方

项 目	含 量/%	
	前期(0~3周)	后期(4周以后)
玉米	53.72	53.6
高粱	10.0	15.0
小麦	5.0	5.0

续表

项 目	含 量/%	
	前期(0~3周)	后期(4周以后)
大豆油粕(粗蛋白45%)	13.0	10.0
鱼粉	7.0	7.0
鱼汁吸附饲料	2.0	2.0
麦麸	2.0	2.0
紫苜蓿粉	2.0	2.0
玉米发酵干酒糟	1.0	—
动物性油脂	1.8	1.3
食盐	0.25	0.25
碳酸钙	0.5	0.7
磷酸二钙	1.0	0.8
赖氨酸	0.3	0.05
蛋氨酸	0.23	0.10
维生素预混物Ⅱ	0.1	0.1
矿物质预混物Ⅴ	0.1	0.1
粗蛋白质	18.6	16.6
粗脂肪	4.7	4.7
粗纤维	2.9	2.7
粗灰分	5.2	4.9
代谢能/(kJ/kg)	12356	12561
钙	0.92	0.96
总磷	0.70	0.70
赖氨酸	1.20	0.80
蛋氨酸	0.52	0.36
蛋氨酸+胱氨酸	0.57	0.52
苏氨酸	0.64	0.57
色氨酸	0.21	0.19

表 3-54 鸭饲料配方

组 分	含 量/%			
	前期 (0~2周龄)	后期 (3~8周龄)	种鸭(9周龄 以后维持)	种鸭产蛋用(采取 种蛋四周前开始)
玉米	48.5	61.5	32.0	49.0
紫苜蓿粉(17%)	3.0	2.5	1.5	10.0

续表

组 分	含 量/%			
	前期 (0~2周龄)	后期 (3~8周龄)	种鸭(9周龄 以后维持)	种鸭产蛋用(采取 种蛋四周前开始)
大豆油粕(47%)	14.5	17.0		13.0
小麦	10.0	5.0	17.5	5.0
大麦或野燕麦	10.0	5.0	—	5.0
酒类发酵残渣	4.0			2.5
玉米筛余物	—	—	40.0	—
糖蜜	—	2.5	5.0	—
肉骨粉	2.0	2.0	1.5	2.0
乳清粉	2.0	1.0		3.0
鱼粉(60%)	2.5	—	0.5	4.0
食盐	0.5	0.5	0.5	0.5
磷酸二钙	1.5	1.5	0.5	1.0
碳酸钙	1.0	1.0	0.5	4.5
维生素和矿物质预混物	0.25~0.5	0.25~0.5	0.25~0.5	0.25~0.5
粗蛋白质/%	18.0	16.1	13.4	18.1
代谢能/(kJ/kg)	8031	8458	5451	8554
钙/%	1.0	0.9	0.7	2.6
磷/%	0.9	0.7	0.6	0.7
维生素 A/IU	10907	10290	7062	27222
维生素 D ₃ /ICU	1540	1540	1540	1100
维生素 E/IU	12.1	9.4	8.4	26.8
维生素 B ₁₂ /(ng/kg)	10.8	9.0	8.1	13.6
核黄素/(mg/kg)	6.4	5.5	4.4	6.8
菸酸/(mg/kg)	52.6	44.2	45.5	48.2
泛酸/(mg/kg)	15.6	14.5	12.1	16.1
胆碱/(mg/kg)	1467	1212	829	1331

表 3-55 家鸭育雏饲料配方(中国台湾)

组 分	含 量/%				
	蛋雏鸭			肉雏鸭	
	1	2	3	4	5
玉米	53	54	55	59	58
米糠	8	7	6	8	8
大豆油粕	13	14	13.5	9.5	9.5
麦麸	10.5	9.5	10.0	10	10
鱼粉	9	9	9	7	7
叶粉	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
骨粉	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
牡蛎壳粉	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
动物性油脂	—	—	—	—	1.0
硫酸锰/(g/kg)	45	45	45	45	45
维生素 A、D、E	3	3	3	3	3
菸酸	6	6	6	6	6
泛酸	1	1	1	1	1

表 3-56 家鸭产蛋饲料配方(中国台湾)

组 分	含 量/%		
	1	2	3
玉米	51	53	55
米糠	6	5	6
大豆油粕	10	11	10
麦麸	4	5	4
鱼粉	8	8	9
叶粉	3	3	3
花生	5	5	3
甘薯粉	5	4	4
糖蜜	2	—	—
脂肪	1	1	1
骨粉	1	1	1
牡蛎壳粉	3.5	3.5	3.5
食盐	0.5	0.5	0.5

表 3-57 肉鸭饲料配方(中国台湾)

组 分	含 量/%			
	1	2	3	4
玉米	66	65	64	63
米糠	7.7	6.7	5.7	4.7
大豆油粕	7.3	8.3	9.3	10.3
麦麸	7.0	7.0	7.0	7.0
鱼粉	6.0	6.0	6.0	6.0
叶粉	3.0	3.0	3.0	3.0
动物性油脂	—	1.0	2.0	3.0
骨粉	2.0	2.0	2.0	2.0
牡蛎壳粉	1.0	1.0	1.0	1.0
碳酸锰/(g/100kg)	45	45	45	45
维生素 A、D、B/(g/100kg)	3	3	3	3
菸酸	6	6	6	6
泛酸	1	1	1	1

表 3-58 鸭肥育饲料配方

组 分	含 量/%			
	A		B	
	前 期	后 期	前 期	后 期
玉米	35.0	47.5	38.0	30.0
高粱	3.0	7.0	—	10.0
小麦	5.0	7.0	10.0	5.0
筛上粗粒	2.5	6.3	—	—
麦麸	10.0	7.0	13.0	8.0
米糠	10.0	4.2	5.0	8.0
亚麻油粕	—	—	2.0	5.0
大豆油粕	12.0	6.3	3.0	5.0
落花生油粕	2.0	2.1	—	7.0
鱼粕	10.0	7.0	5.0	2.0
蛹粕	3.0	—	10.0	2.0

续表

组 分	含 量/%			
	A		B	
	前 期	后 期	前 期	后 期
血粉	—	—	2.0	3.0
浓缩鱼汁	—	—	2.0	1.0
紫苜蓿粉	5.0	3.5	5.0	2.0
淀粉粕	—	—	2.0	9.0
碳酸钙	2.0	1.75	2.5	2.5
磷酸二钙	—	—	0.28	0.28
食盐	0.5	0.35	0.22	0.22
粗蛋白质	23.5	16.2	22.6	20.35
TDN	65.0	67.6	63.3	65.0
代谢能/(kJ/kg)	11267	11686	10974	11267

表 3-59 鸭肥育饲料配方(8 周龄 ~ 上市)

组 分	含 量/%		
	1	2	3
黄玉米	30	20	30
小麦粉	22	—	20
小麦	—	20	—
麦麸	20	20	10
野燕麦	10	5	10
紫苜蓿粉	5	5	5
小麦粉(二级品)	—	10	5
脱脂奶粉	3	5	10
废碎肉屑	5	5	5
北洋麦片	5	5	5
牡蛎壳粉	—	2	—
骨粉	—	2	—
食盐	—	1	—

表 3-60 种鸭饲料配方

组 分	含 量/%		
	No.1	No.2	No.3
黄玉米	30	40	35
麦麸	20	25	20
小麦粉	22	10	-
小麦粉(2级品)	-	-	12.5
野燕麦	10	10	10
紫苜蓿粉	5	5	5
废碎肉屑	5	3	10
鱼粉	5	3	2.5
脱脂奶粉	-	-	5
碳酸钙或牡蛎壳粉	-	2	-
骨粉	-	1	-

3.3.1 高油分玉米喂养土番鸡生产效果

养鸭成本中饲料约占生产成本 70%，而饲料组成中玉米占 60%~75%，对生产成本影响很大。

高油分玉米为新玉米品种，其油脂与蛋白质(氨基酸)含量较传统玉米高 2.9% 与 0.5%，并有较高的氨基酸消化率，用于家禽饲料能改善饲料利用效率，进而降低饲料成本。

将土番鸭，分为三组，每组 20 只，公母各半。

饲粮前期 0~3 周龄的粗蛋白质为 18.7%，代谢能为 12142kJ/kg，后期 4~10 周龄，粗蛋白质为 16%，代谢能为 12142kJ/kg。传统玉米与高油分玉米的一般组成与氨基酸组成如表 3-61，饲粮组成如表 3-62、表 3-63 所示。

表 3-61 传统玉米和高油分玉米营养组成

组 分	含 量/%	
	高油分玉米	传统玉米
精氨酸	0.53	0.44
组氨酸	0.24	0.20

续表

组 分	含 量/%	
	高油分玉米	传统玉米
异亮氨酸	0.30	0.25
亮氨酸	0.99	0.82
赖氨酸	0.28	0.24
蛋氨酸	0.16	0.13
苯丙氨酸	0.41	0.34
苏氨酸	0.29	0.25
缬氨酸	0.40	0.35
粗蛋白质(CP)	8.45	7.49
粗脂肪	7.44	2.72
粗纤维	1.59	1.77
粗灰分	1.31	1.25

表 3-62 饲料组成(0~3 周龄)

组 分	1 组	2 组	3 组
黄玉米	58.60	--	—
高油分玉米	—	62.00	58.60
大豆粕(44%)	28.00	26.00	28.00
麸皮	6.00	6.00	4.50
稻壳粉	—	--	2.50
大豆油	2.00		—
酵母粉	2.50	2.50	2.50
石灰石粉	0.75	0.75	0.75
磷酸氢钙	1.20	1.20	1.20
维生素预混物	0.30	0.30	0.30
矿物质预混物	0.20	0.20	0.20
DL-蛋氨酸	0.05	0.04	0.04
L-赖氨酸	0.11	0.11	0.11
碘化盐	0.30	0.30	0.30
成分估算值			
粗蛋白质/%	18.79	18.76	18.86

续表

组 分	1 组	2 组	3 组
代谢能/(kJ/kg)	12188	12243	12159
钙/%	0.77	0.77	0.77
有效磷/%	0.42	0.42	0.42
含硫氨基酸/%	0.80	0.80	0.80
赖氨酸/%	1.16	1.16	1.16
分析值/%			
粗蛋白质	18.06	18.01	18.05
钙	0.78	0.79	0.75
总磷	0.59	0.58	0.64

表 3-63 饲料组成(4~10 周龄)

组 分	1 组	2 组	3 组
黄玉米	65.00	—	—
高油分玉米		66.00	65.00
大豆粕(44%)	20.00	19.60	19.00
麸皮	6.00	9.00	9.60
稻壳粉	—	1.10	1.50
大豆油	1.10	—	—
酵母粉	2.00	2.00	2.00
石灰石粉	0.80	0.80	0.80
磷酸氢钙	1.20	1.20	1.20
维生素预混物	0.30	0.30	0.30
矿物质预混物	0.20	0.20	0.20
DL-蛋氨酸	0.04	0.04	0.04
L-赖氨酸	0.06	0.06	0.06
碘化盐	0.30	0.30	0.30
成分估算值			
粗蛋白质/%	16.05	16.05	16.05
代谢能/(kJ/kg)	12126	12239	12116
钙/%	0.77	0.77	0.77

续表

组 分	1 组	2 组	3 组
有效磷/%	0.36	0.36	0.36
含硫氨基酸/%	0.61	0.61	0.61
赖氨酸/%	0.91	0.91	0.91
分析值/%			
粗蛋白质	15.83	15.84	16.09
钙	0.80	0.76	0.75
总磷	0.64	0.63	0.63

喂饲高油分玉米对 0~3 周龄土番鸭生长性状的影响如表 3-64 所示, 在增重方面以 3 组的 516.04g 显著地高于 1 组与 2 组($P < 0.05$)。饲料利用效率与饲料采食量各组间均无显著之差异。就增重而言, 使用高油分玉米的 2 组与 3 组较使用传统的玉米的 1 组分别增加 2% 与 8.23%, 2 组与 3 组的饲料利用效率较 1 组提高了 3.18% 与 5.30%。

表 3-64 喂饲高油分玉米对 0~3 周龄土番鸭生长性状的影响

项目(0~3 周)	1 组	2 组	3 组
增重/g	473.55	483.23	516.04
饲料利用效率/%	2.83	2.74	2.68
饲料采食量/(g/d)	63.73	63.06	65.85

喂饲高油分玉米对 4~6 周龄土番鸡生长性状的影响如表 3-65 所示, 在增重、饲料利用效率与饲料采食量方面, 各组间无显著差异, 就增重而言, 使用高油分玉米的 2 组与 3 组较使用传统玉米的 1 组分别增加 1.56% 与 3.19%, 2 组与 3 组的饲料利用效率较 1 组提高了 4.29% 与 6.13%。

表 3-65 喂饲高油分玉米对 4~6 周龄土番鸭生长性状的影响

项目(4~6周)	1组	2组	3组
增生/g	969.69	985.03	1001.68
饲料利用效率/%	3.26	3.12	3.06
饲料采食量/(g/d)	150.65	146.15	145.75

喂饲高油分玉米对 7~10 周龄土番鸭生长性状之影响如表 3-66 所示, 在增重、饲料利用率与饲料采食量方面, 各组间皆无显著差异, 就增重而言, 使用高油分玉米的 2 组与 3 组较使用传统玉米的 1 组分别增重 1.20% 与 3.39%, 2 组与 3 组的饲料利用效率较 1 组提高了 4.49% 与 2.43%。

表 3-66 喂饲高油分玉米对 7~10 周龄土番鸭生长性状的影响

项目(7~10周)	1组	2组	3组
增重/g	960.77	972.42	994.44
饲料利用效率/%	5.35	5.11	5.22
饲料采食量/(g/d)	183.46	177.46	185.39

喂饲高油分玉米对 0~10 周龄土番鸭生长性状的影响如表 3-67 所示, 在增重方面以 3 组显著地较 1 组与 2 组重 ($P > 0.05$), 饲料利用效率与饲料采食方面, 各组间无显著差异, 就增重而言, 使用高油分玉米的 2 组与 3 组较使用传统玉米的 1 组分别增加 1.50% 与 5.06%, 2 组与 3 组的饲料利用效率较 2 组提高了 3.15% 与 3.94%。

表 3-67 喂饲高油分玉米对 0~10 周龄土番鸭生长性状的影响

项目(0~10周)	1组	2组	3组
增重/g	2404.01	2446.68	2532.16
饲料利用效率	3.81	3.69	3.66
饲料采食量/(g/d)	132.61	128.85	132.33

土番鸭喂饲高油分玉米之饲料成本分析显示：2组与3组每千克增重所需的饲料成本均较1组低。

结果显示：高油分玉米的使用，对土番鸭屠体重及可食内脏重虽无显著的影响，但对土番鸭的增重与饲料利用效率均较传统玉米为佳，可降低生产成本。

参考文献：潘金禾，饲料工业(中国台湾)，1999，(3)：10~16

3.3.2 几种抗菌素对肉鸭生产性能的影响

选用初生重基本一致，发育正常的1日龄杂交肉用麻鸭496只，分成4组，每组124只，分别饲喂基础日粮、基础日粮+50mg/kg金霉素、基础日粮+50mg/kg盐霉素、基础日粮+10mg/kg维吉尼霉素(50%速大肥)。

基础日粮为玉米-豆粕型日粮，分为2个阶段，即肉小鸭(0~21日龄)和肉中大鸭(22~42日龄)两个阶段，各阶段基础日粮组成如下：

组 分	含 量/%	
	0~21d	22~42d
玉米	59.0	64.2
次粉	8.4	9.5
豆粕	25.4	21.2
鱼粉	3.4	1.5
磷酸氢钙	1.79	1.55
石粉	0.71	0.75
食盐	0.3	0.3
预混料	1	1

实验结果表明，0~21d龄金霉素组、盐霉素组、维吉尼霉素组分别比对照组提高2.58%、2.85%、3.70%，差异显著($P < 0.05$)；22~42d龄各试验组较对照组分别提高2.14%($P < 0.05$)、1.21%、7.81%($P < 0.01$)；0~42d龄各

试验组较对照组分别提高 2.35% ($P < 0.05$)、1.96% ($P < 0.01$)、5.99% ($P < 0.01$)。结果表明：三种抗生素添加剂对肉鸭均具有促生长作用，其中维吉尼霉素效果较好，盐霉素较差。全期成活率分别为 97%、99%、98%，对照组为 95%，说明金霉素、盐霉素和维吉尼霉素均能提高肉鸭机体抗病能力。

参考文献：童建国等，中国饲料，1999，(15):15

3.3.3 L-肉碱在肉鸭配合饲料中的应用

由 DL-肉碱经酶转化成 L-肉碱，有效含量为 60%。

日粮分为前、中、后 3 期，其中前期 0~21 日龄、中期 22~42 日龄、后期 43~52 日龄，全程 52 天。设 3 组，其中第 1 组为较高粗蛋白质水平组，第 2 组为较低粗蛋白质水平组，第 3 组为较低粗蛋白质水平基础上添加 DL-肉碱产品 50mg/kg (含有效成分 L-肉碱 30mg/kg)。饲料为颗粒料，日粮配方及营养水平如表 3-68 所示。

表 3-68 日粮配方及营养水平

项 目	1 组			2、3 组		
	前	中	后	前	中	后
日粮组分/%						
玉米	54.0	57.5	57.5	59.6	63.1	63.1
豆粕	29.3	18.0	10.2	23.7	12.4	4.6
鱼粉	1.0	—	—	1.0	—	—
麸皮	—	5.0	10.0	—	5.0	10.0
次粉	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
菜籽粕	2.0	4.0	6.0	2.0	4.0	6.0
磷酸氢钙	1.7	1.5	1.3	1.7	1.5	1.3
石粉	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
食盐	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
沸石粉	—	2.0	3.0	—	2.0	3.0
复合预混料	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

续表

项 目	1 组			2,3 组		
	前	中	后	前	中	后
营养水平						
鸡代谢能/(mg/kg)	12.18	11.88	11.59	12.30	12.09	11.80
粗蛋白质/%	20.0	16.0	14.0	18.0	14.0	12.0
钙/%	0.80	0.70	0.62	0.80	0.70	0.61
有效磷/%	0.40	0.34	0.30	0.40	0.34	0.30

在肉鸭配合饲料中添加 L-肉碱后对增重、饲料利用率和成活率均无明显影响，但能明显提高胸肉重，降低腿皮脂率。在较低蛋白质条件下，添加 L-肉碱后，其经济效益明显提高。

参考文献：朱建平，中国饲料，1999，(22):14

3.3.4 饲粮中添加鱼油对鸭蛋中 $\omega-3$ 多元不饱和脂肪酸含量的影响

褐色蛋肉两用鸭在 30 周龄产蛋高峰开始，以玉米-豆粕为主的饲粮，分别添加 0%、2%、4%、6% 鱼油，各组的粗蛋白质均为 19%，代谢能 11724kJ/kg，每组在 6 周试验期间测定产蛋率、蛋重、采食量及分析蛋黄脂肪酸组成。结果显示，2% 鱼油添加组有显著较高的采食量，4% 鱼油添加组具有显著较高的产蛋率，6% 鱼油添加组则兼具有显著最低的采食量及产蛋率，但蛋重方面几乎不受饲粮添加鱼油所影响；鱼油的脂肪酸组成 EPA 占 13.14%、DHA 占 60.25%，对照组(0% 鱼油添加组)蛋黄中的脂肪酸 EPA 占 0.038%，DHA 占 0.86%，随着日粮鱼油添加量增加，蛋黄中 DHA(二十二碳六烯酸)及 EPA(二十碳五烯酸)含量均随之提高，当达第 6 周时，6% 鱼油添加组蛋黄中总脂肪的 EPA 含量为 0.77% (高出对照组约 20 倍)，DHA 为 4.97%

(高出对照组约 5.6 倍)。

参考文献：陈怡任、饲料工业(中国台湾)，1999，(45)：20

3.4 野鸡(雉)

野鸡饲料配方见表 3-69、表 3-70。

表 3-69 野鸡用饲料配方(—)

组 分	含 量/%			
	幼稚	育成	成年野鸡	种鸡(产蛋)
玉米	35.85	43.75	20.55	51.55
高粱	10.00	15.0	30.0	10.0
大豆油粕(45%)	30.0	5.0	2.0	14.0
棉籽油粕	—	—	2.0	—
菜籽油粕	—	2.0	—	—
鱼粉	10.0	4.0	3.0	6.0
白鱼粉	5.0	—	—	—
鱼汁吸附饲料	2.0	2.0	—	2.0
肉骨粉	3.0	—	—	2.0
麦麸	—	15.0	15.0	—
脱脂米糠	—	10.0	15.0	—
谷蛋白片	—	—	7.0	—
紫苜蓿粉	2.0	2.0	4.0	2.0
圆酵母	0.6	—	—	—
玉米发酵干酒糟	1.0	—	—	1.0
动物性油脂	—	—	—	1.0
食盐	0.25	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	0.1	0.8	1.0	4.8
磷酸二钙	—	—	—	0.2
赖氨酸	—	—	—	—
蛋氨酸	—	—	—	—
维生素预混物Ⅵ	0.1	0.1	—	—
维生素预混物Ⅶ	—	—	0.1	0.1

续表

组 分	含 量/%			
	幼稚	育成	成年野鸡	种鸡(产蛋)
矿物质预混物Ⅵ	0.1	0.1	—	—
矿物质预混物Ⅶ	—	—	0.1	0.1
粗蛋白质	30.8	16.4	15.5	19.1
粗脂肪	3.9	3.8	3.4	4.8
粗纤维	3.2	4.3	5.4	3.0
粗灰分	6.7	5.3	5.9	9.1
代谢能/(kJ/kg)	11803	11309	10550	11765
钙	1.31	0.72	0.73	2.55
总磷	0.95	0.74	0.83	0.65
赖氨酸	1.75	0.72	0.63	0.92
蛋氨酸	0.47	0.24	0.21	0.28
蛋氨酸+胱氨酸	0.87	0.50	0.45	0.57
苏氨酸	1.06	0.56	0.53	0.63
色氨酸	0.35	0.19	0.18	0.21

表 3-70 野鸡饲料配方(%)

组 分	含 量/%		
	开始(雏鸡)	育成	产蛋
玉米	25.5	36.75	50.25
大豆豆粕(45%)	47.25	35.25	12.0
紫苜蓿粉	2.5	2.5	5.0
小麦	5.0	5.0	10.0
野燕麦	5.0	5.0	5.0
鱼粉(粗蛋白 60%)	—	2.5	2.5
家禽副产物	2.5	—	—
肉骨粉	5.0	5.0	2.5
啤酒酵母	—	—	2.5
浓缩鱼汁	2.5	2.5	2.5
乳清粉	2.5	2.5	2.5
磷酸钙	0.75	0.5	1.25

续表

组 分	含 量/%		
	开始(雏鸡)	育成	产蛋
碳酸钙	2.0	2.0	3.5
食盐	0.475	0.475	0.475
硫酸锰	0.025	0.025	0.025
香料	0.025	0.025	0.025
粗蛋白质/%	30.05	25.97	18.02
代谢能/(kJ/kg)	6553	7076	7558
钙/%	1.71	1.66	2.13
磷/%	0.86	0.82	0.83

3.5 鹌 鹑

3.5.1 鹌鹑饲料基本配方

鹌鹑的饲料分幼稚用(育成用)与产蛋用两种,第一阶段由孵化后到开始产蛋,约 50 天使用幼稚用和育成用的饲料,以后即为产蛋用饲料。

鹌鹑幼稚用饲料中粗蛋白质含量为 21%~25%,随蛋白质含量增加而幼稚成长加快,但含量过高也不好,会使性成熟提前。

产蛋期鹌鹑每只每天采食 21g 时,饲料中粗蛋白质含量在 23.3%、代谢能 12561kJ/kg;采食 23g 时粗蛋白质含量在 21.3%、代谢能 11472kJ/kg 为好。

如果鹌鹑在密度过高、高温条件下饲养时,应适当增加营养必需量。粒状饲料为防止某种程度的膨润,要选择保水性好的原料。

鹌鹑从来就易于受到氧化的油脂、鱼粉的影响,因此要

选用优质的鱼粉。

表 3-71 鹌鹑幼雏用饲料配方

组 分	含 量/%		
	1	2	3
玉米	42.83	47.86	49.58
高粱	10.0	10.0	10.0
大豆油粕(粗蛋白 45%)	22.0	15.0	2.0
白鱼粉	9.0	8.0	10.0
鱼汁吸附饲料	2.0	2.0	2.0
麦麸	11.0	12.0	—
紫苜蓿粉	2.0	2.0	2.0
圆酵母	—	1.0	1.0
动物性油脂	—	—	1.8
食盐	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	0.2	0.7	0.4
磷酸二钙	0.3	0.5	0.5
赖氨酸	0.1	0.27	0.1
蛋氨酸	—	0.10	0.05
维生素预混物 I	0.1	0.1	0.1
氯化胆碱(50%)	0.12	0.12	0.12
矿物质预混物 I	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质(CP)	24.1	21.3	24.1
粗脂肪	3.6	3.7	5.1
粗纤维	3.6	3.5	2.9
粗灰分	5.6	5.3	5.2
代谢能/(kJ/kg)	11711	11824	15261
钙	0.91	0.94	0.93
总磷	0.70	0.71	0.71
赖氨酸	1.40	1.40	1.45
蛋氨酸	0.38	0.35	0.40
蛋氨酸+胱氨酸	0.74	0.75	0.78
苏氨酸	0.81	0.72	0.82
色氨酸	0.23	0.20	0.22

表 3-72 鹌鹑产蛋用饲料配方

组 分	含 量/%			
	1	2	3	4
玉米	44.9	44.65	52.89	48.93
高粱	10.0	10.0	—	10.0
大豆豆粕(粗蛋白 45%)	27.0	22.5	27.0	18.0
白鱼粉	10.0	9.0	9.0	9.0
鱼汁吸附饲料	—	—	—	2.0
麦麸	—	7.0	—	3.0
紫苜蓿粉	—	—	—	2.0
动物性油脂	0.8	—	4.1	—
食盐	0.25	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	5.4	5.3	5.4	5.4
磷酸二钙	1.4	1.0	1.1	1.1
赖氨酸	—	—	—	—
蛋氨酸	0.05	0.10	0.06	0.12
维生素预混物Ⅲ	0.1	0.1	0.1	0.1
矿物质预混物Ⅲ	0.1	0.1	0.1	0.1
粗蛋白质(CP)	24.2	22.2	23.3	21.5
粗脂肪	4.0	3.7	6.9	3.4
粗纤维	2.5	2.4	2.4	2.9
粗灰分	10.3	10.1	10.4	10.4
代谢能/(kJ/kg)	11728	11384	12561	11514
钙	2.85	2.84	2.85	2.85
总磷	0.82	0.81	0.80	0.80
赖氨酸	1.38	1.23	1.32	1.18
蛋氨酸	0.49	0.47	0.44	0.48
蛋氨酸+胱氨酸	0.81	0.80	0.80	0.80
苏氨酸	0.82	0.75	0.79	0.73
色氨酸	0.22	0.20	0.21	0.20

3.5.2 β -胡萝卜素对蛋用鹌鹑产蛋性能的影响

选择 10 月龄产蛋鹌鹑 800 只作为试验对象,分为 4 组。试验所用 β -胡萝卜素纯度为 1%,载体主要为麦芽糊精。

β -胡萝卜素添加量(mg/kg)分别为 90、60、30 和 0 (对照)。

日粮基本组成如下：

组分：	玉米	鱼粉	豆饼	麸皮	骨粉	菜籽饼	石粉
含量/%：	51	13	25	2	1	3	5

各组料槽、水槽独立，人工给料给水，日喂料 2 次，饮水不限。每两天配制一次日粮。其他管理按常规。

结果表明，凡在日粮中添加 β -胡萝卜素的各组鹌鹑的产蛋率均比常法饲养高，三组分别提高 1.85%、6.33% 和 7.98%；添加量以 30mg/kg 较好；在鹌鹑日粮中添加 β -胡萝卜素，可提高其产蛋率。

参考文献：张玉海等，中国饲料，1999，(10):13

3.6 珍珠鸡

珍珠鸡与鸡相比，蛋白质的利用率较低，对于同一饲料代谢能的测定比鸡稍低。然而其饲料组成与鸡无多大差别。

表 3-73 珍珠鸡用饲料配方

组 分	含 量/%			
	雏 鸡 (0~4 周)	育成-1 (4~8 周)	育成-2 (8 周以后)	种鸡用 (产蛋用)
玉米	51.85	52.85	64.75	44.95
高粱	10.0	15.0	15.0	15.0
大豆豆粕(粗蛋白质 45%)	21.0	19.5	5.0	5.0
鱼粉	10.0	8.0	6.0	5.0
鱼汁吸附饲料	1.0	—	—	2.0
麦麸	—	—	5.0	18.0
紫苜蓿粉	2.0	—	—	2.0

续表

组 分	含 量/%			
	幼稚 (0~4周)	育成-1 (4~8周)	育成-2 (8周以后)	种鸡用 (产蛋用)
圆酵母	1.0	—	—	—
玉米发酵干酒糟	—	—	—	1.0
动物油脂	2.0	3.1	2.1	—
食盐	0.25	0.25	0.25	0.25
碳酸钙	0.3	0.3	0.5	5.8
磷酸三钙	0.4	0.8	1.2	0.8
赖氨酸	—	—	—	—
蛋氨酸	—	—	—	—
维生素预混物Ⅶ	0.1	0.1	0.1	—
维生素预混物Ⅷ	—	—	—	0.1
矿物质预混物Ⅵ	0.1	0.1	0.1	—
矿物质预混物Ⅶ	—	—	—	0.1
粗蛋白质(CP)	23.0	20.2	14.2	15.3
粗脂肪	5.5	6.8	5.8	3.8
粗纤维	2.8	2.5	2.3	3.6
粗灰分	5.1	4.9	4.5	10.2
代谢能/(kJ/kg)	12590	12980	12988	11033
钙	0.90	0.91	0.92	2.86
总磷	0.71	0.72	0.70	0.65
赖氨酸	1.19	1.01	0.61	0.67
蛋氨酸	0.34	0.30	0.24	0.23
蛋氨酸+胱氨酸	0.67	0.61	0.48	0.46
苏氨酸	0.80	0.70	0.50	0.51
色氨酸	0.28	0.24	0.17	0.19

表 3-74 珍珠鸡育成用饲料(英国)

组 分	含 量/%			
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
玉米	55.5	74	28	31
野燕麦	—	—	36	50
鱼粉(70%)	10	—	2	—
大豆油粕(50%)	24.5	16.5	22	5
玉米谷朊粉	3.5	—	—	—
牛脂	4.2	4	—	—
紫苜蓿粉	—	1.5	8	10
骨粉	1	1	2.6	2.6
食盐	0.2	0.4	0.4	0.4
矿物质预混物	0.1	0.2	0.2	0.2
维生素预混物	0.5	0.5	0.5	0.5
碳酸钙	0.5	0.8	0.3	0.3
磷酸二钙	—	1.1	—	—
粗蛋白质	27.0	16.0	20.1	12.9
代谢能/(MJ/kg)	13.42	13.08	10.31	10.46
钙	0.88	0.82	1.03	0.95
有效磷	0.50	0.42	0.48	0.41
赖氨酸	1.49	0.75	1.06	0.61
蛋氨酸+胱氨酸	0.99	0.62	0.89	0.59

3.7 鹅

鹅饲料基本配方见表 3-75。

表 3-75 鹅饲料配方

组 分	含 量/%		
	成年及后备仔鹅	1~20 日龄	21~65 日龄
玉米	20.5	10.0	24.5
小麦	15.0	46.9	40.0
大麦(去壳)	25.0	15.0	6.0

续表

组 分	含 量/%		
	成年及后备仔鹅	1 ~ 20 日龄	21 ~ 65 日龄
燕麦麸	4.0	—	—
豌豆	3.0	—	—
糠麸	15.0	—	—
向日葵饼	3.6	9.0	15.0
酵母蛋白	2.0	7.0	2.0
鱼粉	1.0	7.0	3.0
肉骨粉	2.0	—	2.0
草粉	5.0	3.0	4.0
磷酸氢钙	0.8	—	0.6
石粉	2.6	2.0	2.7
食盐	0.5	0.1	0.2
代谢能/(kJ/kg)	10656	11816	11648
粗蛋白质	14.6	20.0	18.1
能量 - 蛋白比	174	141	154
粗脂肪	3.3	2.0	2.6
粗纤维	6.0	3.3	5.6
钙	1.41	1.44	1.57
磷	0.73	0.79	0.8
钠	0.36	0.38	0.39
赖氨酸	0.629	1.020	0.762
蛋氨酸 + 胱氨酸	0.457	0.722	0.645

第四章 鱼和其他水产品配合饲料

4.1 鳟(大马哈鱼)

美国的鳟鱼饲料鱼粉用量少，多用脱脂奶粉、棉籽油粕等，而日本以鱼粉为主。

鳟鱼配合饲料的蛋白质和脂质的适当比例如下：当蛋白质为酪蛋白，脂质为大豆油和鳕鱼肝油的混合油(3:2)时，蛋白质为35%，脂质为18%左右。如用优质鱼粉和鳕鱼肝油

表 4-1 美国鳟鱼饲料配方

组 分	含量/%		
	1	2	3
鱼粕	38.0	24.0	24.0
骨粉	5.0	5.0	5.0
脱脂奶粉	5.5	1.5	3.5
棉籽油粕	15.0	15.0	5.0
木粉(最次的麦粉)	22	19.0	7.0
啤酒酵母	10.0	10.0	10.0
酒糟	—	21	21
纤维素粉末	—	—	20
维生素预混物 ^①	1.5	1.5	1.5
维生素 AD 油	3.0	3.0	3.0

①维生素预混物组成为：B₁ 10g，B₂ 33g，B₆ 10g，菸酸 150g，泛酸 55g，肌醇 250g，生物素 2g，叶酸 2.8g，B₁₂ 0.02g，对氨基苯甲酸 70g，氯化胆碱 1500g，维生素 C 170g， α -生育酚(VE) 75g，2-甲基萘醌(VK) 10g，脱脂奶粉 4.536kg。

则为 44% 和 10%。除鱼粉外也可用肉粉、肉骨粉，其效果比鱼粉差，但价格低。羽毛粉含粗蛋白 85%，如制法适当，可代替 15% 鱼粉。鱼肝粉价高，但适口性好，并作为不明生长因子源而供幼鱼使用。玉米谷蛋白粉和鱼粉共用，比单用鱼粉的饲养效果好，但用量不可超过 10%。黄玉米的黄色色素会移向鳟鱼肉。油脂对鳟鱼成长和饲料效率可显著改善，由于油脂易氧化，一般在喂养时直接添加入粒状饲料中，用量为 5% ~ 10%。鳟鱼能利用水中钙，对饲料中含磷要求为 0.7% ~ 0.8%，但鱼粉含量在 30% 以上时，可不必另加磷酸盐。

表 4-2 鳟鱼配合饲料配方

组 分	含量/%							
	幼鱼前期用		幼鱼后期用		育成用颗粒			
	1	2	1	2	1	2	3	4
鱼粉	66	62	63	57	58	53	47	42
鱼肝末		2						
肉骨粉						2	2	
脱脂奶粉	4	4	2					
羽毛粉								10
大豆油粕(45%)					4	5	5	
大豆油粕(35%)			3	5				
玉米谷蛋白粉	2	3		4		3	7	7
圆酵母	2	2	3	3	2	2	2	2
脱脂小麦胚芽		3		3			3	5
未等麦粉	22.5	20.5	26.1	25.1	33.7	32.7	31.7	31.7
维生素预混物	2	2	1.5	1.5	1	1	1	1
氯化胆碱(50%)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
无机物预混物	1	1	1	1	1	1	1	1

表 4-3 鳟鱼用维生素预混物

组 分	含量/%			
	Holzer 配方	日本长野县水产指导所		改进配方
		育成用	亲鱼用	
维生素 B ₁	0.12	0.10	0.10	0.12
维生素 B ₂	0.40	0.30	0.80	0.40
维生素 B ₆	0.08	0.07	0.15	0.12
菸酸	1.60	1.00	1.00	1.00
D-泛酸钙	0.56	0.40	1.00	0.50
肌醇	8.00	1.00	1.00	4.00
生物素(2%)	0.60	0.25	0.25	0.15
叶酸	0.03	0.03	0.03	0.03
维生素 B ₁₂ (1mg/g)	0.18	0.15	0.20	0.20
对氨基苯甲酸	0.80	0.70	0.70	—
氯化胆碱	32.00	7.00	14.00	—
维生素 C 钙盐	4.00	1.00	1.25	3.00
维生素 A(50 万 IU/g)、 D ₃ (10 万 IU/g)	0.08	0.10	0.16	0.20
维生素 E(50%)	1.60	0.60	3.20	2.00
维生素 K ₃	0.08	0.01	0.01	0.10
小麦粉	49.87	87.29	76.15	88.18

表 4-4 鳟鱼用无机盐预混物组成

组 分	含量/%	组 分	含量/%
食盐	65.6	碳酸锌	0.6
硫酸镁(7H ₂ O)	30.0	硫酸锰(H ₂ O)	0.43
硫酸亚铁(H ₂ O)	3.0	硫酸钴	0.05
硫酸铜(5H ₂ O)	0.3	碘酸钙	0.02

4.2 鲤 鱼

4.2.1 鲤鱼饲料基本配方

鲤鱼为温水性的杂食鱼类，肠道很长，可较好地利用 α -淀粉。鲤鱼用饲料的蛋白质原料以鱼粉为主，也可用肉粉、肉骨粉和羽毛粉，羽毛粉用量在10%以下。鲤鱼能很好地利用植物蛋白质，大豆油粕和圆酵母效果相当于75%~82%的优质鱼粉价值，脱脂小麦胚芽甚至优于鱼粉，玉米谷蛋白可代替10%的鱼粉。鲤鱼也能很好地利用油脂，但随水温变化其利用程度不同，因此高温时应多喂，低水温时应少喂。为防止氧化，应在喂养时直接加入饲料中，用量为3%~5%。鲤鱼幼鱼在饲料多时会发生头部变形，可添加磷酸一钠预防。磷酸盐还可显著促进鲤鱼生长和提高饲料效率，以磷酸二钠最有效，但磷酸盐会使鱼体脂肪含量减少，鱼肉味变差，故仅用于夏季。在大鱼池饲养鲤鱼时，常用能浮于水面的多孔饲料，它是在饲料中添加20%水后用挤出成型机高温高压从小孔迅速挤出而成，而且淀粉 α 化易于消化，淀粉用量在20%~23%以上。蛹是优良蛋白质和油脂源，但其脂肪易氧化，是鲤鱼患背鳞病的原因，要和维生素E并用。鲤鱼孵化的仔鱼极小，应先喂红虫1~2周，以后逐步改喂糊状和固型饲料。幼鱼用屑状饲料供体重10g以下食用，其直径为0.5~2.0mm，分3~4种规格，育成用粒状饲料直径2.5~6.5mm，分4种规格，多孔粒状饲料直径为3~8mm，分3种规格。

4.2.2 鲤鱼饲料配方和酵母铬对生产性能的影响

在鲤鱼饲料中添加铬酵母可提高鲤鱼抗应激能力，提高

鲤鱼运输成活率，运输后暂养成活率，减少运输损耗率，降低饵料系数。

表 4-5 鲤鱼配合饲料配方(A)

组 分	含量/%							
	幼鱼用(糊状)		幼鱼用(屑状)		育成用(颗粒状)			
	1	2	1	2	1	2	3	4
鱼粉	53	48	53	48	43	39	34	30
肉骨粉						3	4	
羽毛粉								7
大豆油粕(45%)	6	8	6	8	11	15	17	20
玉米谷蛋白粉	3	5	3	5	4	5	6	4
圆酵母	3	3	3	3	2	2	2	2
脱脂小麦胚芽		5		5			5	7
小麦粉	30	26						
末等面粉			26	26	28	28	28	27.7
米糠油粕			4		9.7	5.7	1.7	
维生素预混物	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1
氯化胆碱(50%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
无机物预混物	1	1	1	1	1	1	1	1
磷酸钠	2	2	2	2	—	—	—	—

表 4-6 鲤鱼配合饲料配方(B)

组 分	含量/%							
	添加磷酸盐育成用颗粒			添加磷酸盐多孔颗粒			低蛋白质颗粒	
	1	2	3	1	2	3	1	2
鱼粉	43	39	34	40	35	30	24	19
肉骨粉		3	4	2	3	4	2	3
大豆油粕(45%)	13	17	19				13	18
大豆油粕(50%)				17	22	25		
玉米谷蛋白粉	4	4	6	3	4	5	2	4
脱脂小麦胚芽			5			3		
末等面粉	27	27	27.5	18.4	18.4	18.4	28	28
玉米				15	13	10		
米糠油粕							20	18

续表

组 分	含量/%							
	添加磷酸盐育成用颗粒			添加磷酸盐多孔颗粒			低蛋白质颗粒	
	1	2	3	1	2	3	1	2
谷蛋白片	8.7	5.7					8.6	7.6
维生素预混物	1	1	1	1.3	1.3	1.3	1	1
氯化胆碱(50%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
维生素 E(50%)							0.1	0.1
无机盐预混物	1	1	1	1	1	1	1	1
磷酸二钠				2	2	2		
磷酸氢钙	2	2	2					

表 4-7 鲤鱼用维生素预混物

组分	含量/%	组分	含量/%
维生素 B ₁	0.10	叶酸	0.02
维生素 B ₂	0.30	维生素 B ₁₂ (1mg/g)	0.15
维生素 B ₆	0.09	维生素 C 钙盐	1.50
菸酸	1.00	维生素 A(50 万 IU/g), D ₃ (10 万 IU/g)	0.20
D-泛酸钙	0.50	维生素 E(50%)	2.00
肌醇	4.00	维生素 K ₃	0.10
生物素	0.08	小麦粉	89.96

将 100g ~ 150g/尾鲤鱼分成两组,饲养于网箱或流水池中,饲养 7 个月。饲养管理同正常网箱或流水养鲤鱼方法。

对照组饲喂含 3%啤酒酵母的成鱼饵料,铬酵母组饲喂含 3%铬酵母的成鱼饵料(有机铬以 Cr^{3+} 计,含量为 $170 \times 10^{-9} \text{mg/kg}$)。

饲料配方如表 4-8 所示。

表 4-8 鲤鱼日粮组成及营养成分

项目	对照组	铬酵母组
日粮组成/%		
次粉	26.4	26.4
豆粕	23.8	23.8
菜籽粕	22.0	22.0
鱼粉	13.3	13.3
啤酒糟	5.0	5.0
啤酒酵母	3.0	—
铬酵母	—	3.0
碳酸钙	0.8	0.8
磷酸二氢钙	1.4	1.4
膨润土	3.0	3.0
添加剂	1.3	1.3
营养成分/%		
粗蛋白质	32.41	32.39
钙	1.58	1.58
总磷	1.39	1.39
赖氨酸	1.64	1.64
蛋氨酸	1.09	1.09

结果如表 4-9 所示。

表 4-9 酵母铬对鲤鱼生产性能的影响

项目	对照组	试验组
运输成活率/%	90 ± 2.87	99 ± 0.82
运输后暂养成活率/%	86.72 ± 8.99	98.57 ± 1.23
运输损耗率/%	4.28 ± 0.75	1.18 ± 0.56
饵料系数	1.81 ± 0.04	1.52 ± 0.03

由表 4-9 可知，铬酵母组运输成活率和运输后暂养成活率都明显高于啤酒酵母组；铬酵母组饵料系数低于啤酒酵母组，差异显著。

目前，铬的添加主要以吡啶羧酸铬和吡啶烟酸铬为主。日粮中添加量一般在 $200 \times 10^{-9} \sim 1000 \times 10^{-9}$ ，混合精度要求高。而铬酵母是利用微生物发酵，转化为有机铬，并均匀分散到饲料酵母中；加上铬酵母在日粮中添加量较大，因而铬在日粮中分布较均匀。

参考文献：邓国彬，饲料工业，1999，(4)：41

4.2.3 鲤鱼饲料配方和稀土添加剂

在饲料中添加适量稀土(常乐益植素，37.6%的稀土氧化物)，饲养当年杂交鲤鱼种(体重 $21.5\text{g} \pm 0.2\text{g}/\text{尾}$)和二龄鲤(体重 $257.3\text{g} \pm 7.7\text{g}/\text{尾}$)，基础饲料组成和营养水平见表4-10。

表 4-10 基础饲料组成和营养水平

饲料组成/%	鱼种饲料	成鱼饲料	营养水平/%	鱼种饲料	成鱼饲料
鱼粉	24.7	24.7	粗蛋白质	39.12	38.26
豆饼	14.8	24.7	粗脂肪	5.99	13.44
胡麻饼	29.6	19.7	粗纤维	3.11	4.21
玉米	14.8	19.7	灰分	10.20	9.33
小麦麸	14.8	9.9	钙	1.60	1.52
添加剂 ^①	1.3	1.3	磷	1.13	1.03

① 每 100kg 饲料含 0.1kg 赖氨酸,0.1kg 蛋氨酸,0.1kg 多维,1kg 矿物质。

鱼种分 9 组。设对照组和稀土添加量为 100、200、300、400、500、700、1000、1500mg/kg 的 1~8 组。成鱼分 5 组，设对照组和稀土添加量为 200、400、600、1000mg/kg 的 1~4 组。每天投喂 4 次，控制水温(21~26℃)，调节水质。鱼种饲养期为 154 天，成鱼为 45 天。然后测定鱼种肝胰脏中蛋白酶、脂肪酶、淀粉酶、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、过氧化

氢酶、黄嘌呤氧化酶等几种酶活性。结果蛋白酶活力在 1~5 组出现规律性增高,以 2 组增幅最显著,比对照组高 71%,其次为 1、3 组,再次为 4、5 组;脂肪酶活力 1~4 组较对照组高,1 组增幅较大,比对照组高 28%,2、3、4 次之;淀粉酶活力各稀土组均高于对照组,以 3 组最高,高于对照组 10%。另外,过氧化氢酶、黄嘌呤氧化酶、葡萄糖氧化酶、葡萄糖异构酶、谷草转氨酶的活力各稀土组程度不同地高于对照组,谷丙转氨酶活力变化不明显。

另对成鲤鱼抽血,测定其中过氧化氢酶、谷丙转氨酶、谷草转氨酶和 L-天门冬酰胺酶等四种酶活性,结果为过氧化氢酶活力各稀土组较对照组高,其中 3、4 组增幅较大,比对照组高 33.4%,1、2 组增幅较小。谷丙转氨酶、谷草转氨酶和 L-天冬酰胺酶的活力变化不明显。

由此可知:① 饲料中添加适量稀土可以提高鲤鱼蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶的活性,促进鱼体对营养物质的消化吸收;② 稀土添加到饲料中,鲤鱼过氧化氢酶活力增强,对改善鱼类的营养状况有利。

参考文献: 邵红星等,中国饲料,1999,(1): 21

4.2.4 鲤鱼养殖中常用的添加剂

(1) 双乙酸钠

双乙酸钠(简称 SDA)又名双乙酸氢钠,可提高饲料利用率,降低饵料系数,提高适口性,增加采食量,还能防治鱼常见的细菌性疾病,含双乙酸钠的饲料在水中不易腐败污染水质。在鲤鱼饲料中按 0.1%、0.2%、0.3% 添加双乙酸钠,每天喂 4 次,经过 50 天,鲤鱼增重提高 6.15%~15.11%。饵料系数降低 0.21%~0.27%。

(2) 甜菜碱

甜菜碱具有提高消化酶活性，促进脂肪代谢，调节渗透压等作用，还是一种理想的诱食剂。以添加 0.3% 甜菜碱的配合饲料喂鲤鱼，日增重可提高 41% ~ 49%，进食时间缩短 1/3，饵料系数降低 14% ~ 24%。

(3) 光合细菌

光合细菌简称 PSB，含 60% 以上的蛋白质，并富含多种维生素，特别是维生素 B₁₂、叶酸、生物素等含量是酵母的几千倍，还含有辅酶 Q、抗病毒物质的生长促进因子，可促进鱼虾生长，增强抗病能力，还可净化水质。能利用水中氨氮等有机物质，防止水体富营养化。在鱼虾养殖池中常因饲料或排泄物过多，水质恶化，导致鱼虾大量死亡，而加入 5 ~ 10mg/kg 的光合细菌液可使水质得到改善或恢复。以光合细菌的活菌投喂孵化后 2 天、体长 3mm 的鲤鱼苗，2 周后达 16 ~ 20mm，比对照组多增长 2 倍。在鱼种培育中，将光合细菌菌液喷洒颗粒饲料上，喷洒量为 2%，定点投喂，平均增重提高 21.1%，饵料系数降低 14%。

(4) 麦饭石

麦饭石含有能溶出的铁、铜、锌、锰、钴、硒等微量元素；有促进新陈代谢、生长发育及增强机体免疫机能等生物活性，并能通过吸附作用，将有害的微生物及金属离子和氰化物清除。用 1% 麦饭石添加在鲤鱼饲养中，总增重率提高 19.32%，饵料系数降低 18.33%。在鲤成鱼饲料中添加 0.5% 麦饭石粉末，饲养 3 个半月，个体平均多增重 30g，亩增产 50 ~ 70kg。在鲤成鱼池和越冬鱼池中施入麦饭石净化水质，水质明显好转，成活率提高 5%，溶氧量提高 0.5 ~ 2.0mg/L，亩产量可增加 50kg。

(5) 中草药

中草药有多种营养成分和生物活性物质，具有促进食欲、增强抗病力、催肥增重、提高饲料利用率等作用，且无毒、无残留。用草、鲤混养，在饲料中添加 1% 大蒜渣预混剂，鲤鱼成活率提高 15% 以上，饵料系数由 2.98 降到 2.28。在鱼饲料中添加 0.5% 艾叶，可使 1 龄鲤鱼增长率提高 15.39% ~ 22.4%。在鲤成鱼饲养中添加 1% 茯苓多糖，成活率为 95%，饵料系数为 2.6，而对照组为 86.7%，饵料系数为 5.4。另外，用枳实、当归、丹参、茵陈、地龙、雄黄等 29 味中药配制的鱼宝，添加到鱼饲料中，可加速鲤鱼生长，节约饲料 25% 左右，提高产量 20% ~ 30%。

参考文献：祝国强等，中国饲料，1999，(5)：21

4.2.5 鲤鱼种饲料中添加维吉尼霉素的效果

将维吉尼霉素(50% 含量)以 50mg/kg 含量添加在鲤鱼种饲料中，不添加的作为对照饲料。鲤鱼种饲料配方为：进口鱼粉 25%，豆粕 35%，芝麻渣 5%，肉骨粉 3%，酵母 4%，维生素和无机盐 2%，麸皮 26%。粗蛋白质含量为 38.81%，粗脂肪为 4.16%，灰分为 12.35%。

饲料分 1.5、2.0、2.5 和 3.0mm 4 种粒径，根据鱼的生长变化投喂不同粒径的饲料，分较高密度和低密度两种放养密度。饲养当年鲤鱼夏花，同时搭配放养平均体重为 125g/尾的白鲢鱼种 300 尾/亩，平均体重为 106g/尾的花鲢鱼种 50 尾/亩。

饲养共进行 70 天，日投饵 3 ~ 5 次，结果如表 4 - 11 所示。

维吉尼霉素是一种抗生素促生长剂，仅停留并作用于肠道内而无组织残留，可提高生长速度 8.26% ~ 25.07%，降低饵料系数 7.79% ~ 8.81%，提高亩产量 66.6kg。

表 4-11 鲤鱼种饲料中添加维吉霉素的效果

放养量/ (尾/亩)	鲤鱼种出塘情况				饵料系数	维吉尼霉素
	平均体重/ (g/尾)	平均体长/ cm	肥满度	鲤鱼种产量/ (kg/亩)		
1590	319.38	26.44	1.73	482.4	1.42	添加
1590	295.00	25.16	1.85	445.6	1.54	不加
8570	155.40	21.22	1.63	1265.2	1.45	添加
8750	124.25	19.51	1.67	1011.6	1.59	不加

参考文献：韩如政等，中国饲料，1999，(12)：21

4.3 香 鱼

香鱼饲料以屑状为主，幼鱼开始喂食时也有用粒状的。香鱼经一年成长为亲鱼，并在产卵后死亡，因此为加速成长，要多供饲料和采用易消化的优质原料。屑状饲料以小麦粉等为粘结剂，用量在 20% 左右。香鱼对糖利用较差， α -淀粉用量最大为 20%。颗粒状饲料是将微粉碎饲料在流化床干燥器中，与 2% ~ 4% 糊状淀粉或 1% ~ 2% CMC 液进行喷雾，在 40 ~ 50℃ 干燥成 0.1 ~ 0.4mm 颗粒再筛析而得。由于低温，饲料中维生素 C 的保存率达 80% ~ 96%。糊状饲料很少使用，它以小麦粉和聚丙烯酸钠为粘结剂，应用于和活食混合饲养的场合。

幼鱼用屑状饲料是供体重小于 10g 的幼鱼进食的，其直径为 0.3 ~ 0.8mm，分成 2 ~ 3 种规格，育成用屑状饲料直径为 1.2 ~ 2.5mm，分 3 ~ 4 种规格。

香鱼配合饲料配方见表 4-12。

表 4-12 香鱼配合饲料配方

组 分	含量%							
	幼鱼开始喂		幼鱼用		育成用		育成用	
	食用(粒状)		(屑状)		(屑状)		(糊状)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
鱼粉	63	57	62	57	56	52	50	45
脱脂奶粉	3	4						
大豆油粕(50%)			5	6	7	8	8	13
啤酒酵母	4	5	4	5				
圆酵母					3	4		2
脱脂小麦胚芽	4	7	3	6		4		
小麦谷蛋白粉		3		2	2	3	2	3
小麦粉							26	26
木等面粉	22.5	20.5	23.1	21.1	29.7	26	11.3	8.3
维生素预混物	2	2	1.5	1.5	1	1	1	1
氯化胆碱(50%)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
无机物预混物	1	1	1	1	1	1	1	1
聚丙烯酸钠盐							0.4	0.4
马铃薯淀粉(外加)	(3)	(3)						

4.4 鳗 鲡

鳗苗一般先用海蛆(游丝蚓)喂养, 7~10 天后换喂白仔鳗饲料约 1 个月, 1~3 月改喂黑仔鳗饲料, 3 月开始至体重约 10g 改喂幼鳗饲料, 体重 10g 以上喂以育成饲料。这些饲料都是糊状, 在喂养时加水 1.2~1.6 倍和油 3%~10% 制成饵料投放。由黑仔鳗到育成饲料的粘结剂都以 α 化马铃薯淀粉为主, 含量为 20%~25%, 加水 1.2~1.4 倍捍炼, 刚制成的饼状饵料有弹性, 不会粘附在机械和手上, 适于鳗鲡摄食。在各种原料配合时, 几乎所有原料或多或少都会影响

α 化马铃薯淀粉的粘弹性，尤其是鱼粉用量多时，如含酸价高的脂肪的鱼粉使饵料松散，啤酒酵母使饵料稍软，圆酵母使饵料变硬，而酪蛋白使饵料成粘稠状。因此在选择原料时，还要充分考虑它对粘弹性的影响。

鳗鲡配合饲料配方见表 4-13。

表 4-13 鳗鲡配合饲料配方

组 分	含量%									
	白仔鳗开始喂			黑仔鳗用		幼鳗用(种鳗		育成用		育成用 (粒状)
	食用(糊状)			(糊状)		用(糊状))		(糊状)		
	1	2	3	1	2	1	2	1	2	
鱼粉	72	71	70	70	66	70	65	69	65	63
酪蛋白酸钠		3	6		3					
脱脂奶粉	3									
鱼肝粉末	2	2	2	2	2		2			
活性小麦谷蛋白	10	6	8	3.8	5		3			
啤酒酵母	2	2	3		2.8	4.1	4.1	5.4	3	6
大豆油粕(50%)									4.4	
α 化马铃薯淀粉	4.8	9.5	5.8	20	16	22	22	22	22	
小麦粉										22.4
维生素预混物	2	2	2	1.5	1.5	1.3	1.3	1	1	1
氯化胆碱(50%)	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
无机物预混物	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
聚丙烯酸钠	0.2	0.3	0.2		0.2					
藻酸钠	0.2	0.4	0.2		0.8					
古柯豆胶	1	1								

4.5 罗非鱼(非洲鲫鱼)

4.5.1 罗非鱼饲料基本配方

罗非鱼原产非洲的热带地区，在淡水和富含空气的水中

生存，是温水性、杂食性鱼类。原来接近于草食性，能很好摄食池中植物浮游生物、水藻、浮草等。在较低蛋白质饲料饲养下可迅速成长，其幼鱼用和育成用饲料的蛋白质含量分别为40%和30%左右。动物蛋白质以鱼粉为主，也可用肉骨粉、肉粉。罗非鱼利用大豆粕的能力比其他鱼强。油脂用量为10%~15%时效果最佳，但粒状饲料吸附率仅为7%~10%，应在喂养时直接加入饲料。维生素由藻类得到补充，加上肠道长可由肠内细菌合成，最好添加鲤鱼用维生素预混物(见表4-7)。罗非鱼受精卵在雌鱼口中孵化，并在口中保护9~10天，先以植物浮游生物为食，稍大喂屑状饲料，其屑状粒状规格同鲤鱼饲料。罗非鱼饲料基本配方见表4-14。

表 4-14 罗非鱼配合饲料配方

组 分	含量/%					
	幼鱼用(糊状)			育成用(粒状)		
	1	2	3	1	2	3
鱼粉	45	40	35	30	25	20
大豆油粕(45%)	10	19	24	13	18	24
玉米谷蛋白粉	3	3	5		2	4
圆酵母	3	3	3	2	3	3
末等面粉	30	28.7	29.2	28	28	28
酒米粉(发酵米粉)				6	6	6
米糠油粕	6.7	4		18.7	15.7	11.2
维生素预混物	1	1	1	1	1	1
氯化胆碱(50%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
无机物预混物	1	1	1	1	1	1
磷酸一钙			1.5			1.5

4.5.2 罗非鱼饲料配方和麦饭石添加剂

麦饭石具有一定的生物活性，含有多种微量元素而价格低廉，在禽畜应用上效果十分明显。在饲料中添加麦饭石喂养罗非鱼，可提高鱼的增重率、降低饲料系数。

(1) 饲料配方和饲养条件

将罗非鱼(大阪壩的鱼种, 均为尼罗罗非鱼)分为2组, 网箱采用固定式, 平均水深1.8m, 平均透明度为0.34m, 平均水温为29℃, pH值为6.7, CO₂为0.6~14mg/L。

饲料均为浮性的膨化颗粒饲料, 直径为4mm, 在水中可浮24h不散, 饲料基础配方及营养指标见表4-15。

表4-15 尼罗罗非鱼配合饲料的基础配方和营养指标

组分	含量/%	营养指标	含量/%
豆饼	18	粗蛋白	26.662
棉籽饼	20	粗脂肪	5.840
进口鱼粉	4	粗纤维	10.270
菜籽饼	10	钙	1.210
麦麸	25	磷	1.018
松针粉	2	赖氨酸	1.058
玉米	15	蛋氨酸	0.752
磷酸氢钙	0.9	胱氨酸	0.380
矿物质添加剂	3.0	精氨酸	1.762
赖氨酸	0.1	无氮浸出物	39.090
复合维生素	1.0	灰分	6.663
食盐	1.0	水分	11.240

对照组喂基础饲料, 麦饭石组在基础饲料中添加3%的麦饭石, 日投饵率为4%~7%, 每天3次投喂, 以饱食为准。

(2) 饲养结果(表4-16)

表4-16 饲养结果

项目	对照组	麦饭石组
平均成活率/%	98.9	99.6
平均始重/(g/尾)	74.21	74.35
平均末重/(g/尾)	137.35	143.71
平均增重/(g/尾)	63.14	69.36
相对增重率/%	85.10	93.78
平均饲料系数	2.75	2.50
平均日增重率/%	1.53	1.66
肥满度(均值±标准差)	3.66±0.28	4.14±0.37

鱼用配合饲料中添加了 3% 的麦饭石矿补剂，对鱼体有显著的增重效果，相对增重率提高了 8.18%，日增重率由 1.53% 提高到 1.66%，而饲料系数降低了 10%，麦饭石组的肥满度显著高于对照组。

麦饭石组与对照组的尼罗罗非鱼成活率在 98.9% ~ 99.6%，血液生理指标基本一致，肌肉中的营养成分也没有明显差别，肌肉的微量元素含量特别是有毒元素含量在正常水平之内。

在饲料中添加 3% 的麦饭石，可使饲料成本降低 2.96%，经济效益提高 13.3%。

参考文献：黄凯等：饲料工业，1999，(1)：27

4.6 鲟 鱼

鲟鱼约有 30 种，主要养殖斑点叉尾鲟、长鳍叉尾鲟和白叉尾鲟，其中以斑点叉尾鲟最多。

鲟鱼是温水性、杂食性鱼类，能很好地摄取固体饲料，较好地利用植物性蛋白质。表 4-17 配方中蛋白质含量在 22% ~ 25% 范围内。

在低水温时喂低蛋白质饲料，随水温上升喂以高蛋白质饲料的分段给饲配方见表 4-18。如体重 30g 的斑点叉尾鲟在水温 24℃ 以下时用蛋白质为 25% 的饲料，水温 24 ~ 27℃ 用蛋白质为 30% 的饲料，水温 27℃ 以上时用蛋白质为 35% 的饲料。分段给饲法生产 1kg 鱼的饲料费，和分别单用一种蛋白质含量饲料相比为最低，其次为 35%、25% 和 30%。鲟鱼能很好利用油脂，以牛脂最经济。维生素可按鲤鱼、罗非鱼维生素预混物添加。

表 4-17 美国鲟鱼实用饲料配方

组 分	含量/(kg/1000kg)					
	Z-14	Z-19	Z-20	Z-21	Z-22	Z-25
鱼粉(60%)	79.9	79.9	22.7	22.7	85.4	85.4
肉骨粉(50%)	59.9	59.9	—		5.45	5.45
血粉	16.9	16.9				
大豆油粕(44%)	76.8	76.8	152.5	152.5	172.5	172.5
芝麻油粕			52.7	52.7		
蒸馏粕和可溶物	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4	45.4
高粱	159.2	159.6	201.1	201.5	142.7	143.1
紫苜蓿粉(17%)	90.8	90.8	90.8	90.8	188.9	188.9
麸皮	367.6	367.6	288.7	288.7	230.6	230.6
油脂			4.54	4.54	4.72	4.72
食盐	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54
磷酸二钙	5.18	5.18	30.9	30.9	20.65	20.65
石灰石			3.63	3.63		
维生素预混物 ^①	0.23	0	0.23	0	0.23	0
维生素 B ₁₂ (44.1mg/kg)	0.23	0	0.23	0	0.23	0
赖氨酸(50%)	0	0	7.9	7.9	0	0
蛋氨酸	0.82	0.82	1.67	1.67	1.36	1.36
金霉素(22.0mg/kg)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
蛋白质(%)	25	25	22	22	25	25

①每吨饲料中，维生素 B₂ 4g，泛酸钙 16g，菸酸 24g，氯化胆碱 80g。

表 4-18 鲟鱼分段给饲饲料配方

组 分	含量/%		
	蛋白质 25%	蛋白质 30%	蛋白质 35%
鱼粉	7.5	7.5	7.5
羽毛粉	5.0	5.0	5.0
鸡副产物	7.0	7.0	7.0
干燥乳清(脱乳糖)	2.5	2.5	2.5
大豆油粕	10.0	20.0	30.5
酒糟	7.5	7.5	7.5
紫苜蓿粉	5.0	5.0	5.0
米糠油粕	40.0	39.0	30.0
稻谷壳粉末	14.5	5.0	3.0
维生素预混物	0.5	0.5	0.5
磷酸二氢钙	1.5	1.5	1.5

斑点叉尾鲴鱼生长快、食性杂、产量高、耐精养。传统养殖中一直使用鱼粉等动物蛋白质，为降低饲料成本，可用植物蛋白质代替动物蛋白。

斑点叉尾鲴鱼种平均体重 69g/尾，密度为 24700 尾/公顷。投喂颗粒饲料分别含蛋白质 26%、28% 和 32%，其中鱼粉和血粉等动物蛋白含量分别为 0%、2%、4%、6%。肉骨粉和血粉含粗蛋白 65%，与鲢鱼粉蛋白含量相同。日饱食投饵 1 次，养殖 158 天，水体需增氧。其饲料配方见表 4-19。

表 4-19 饲料配方(%)

组 分	26%蛋白组			
	1	2	3	4
豆饼(含蛋白 48%)	38.6	35.7	32.9	30.0
玉米	38.7	39.8	41.0	42.1
麸皮	20.0	20.0	20.0	20.0
棉籽饼(含蛋白 41%)	0	0	0	0
肉骨、血粉(含蛋白 65%)	0	2.0	4.0	6.0
磷酸二钙	0.92	0.67	0.42	0.17
复合维生素(无 VC)	0.1	0.1	0.1	0.1
无机盐	0.1	0.1	0.1	0.1
VC	均为 0.065			
鱼油	1.5	1.5	1.5	1.5
饲料蛋白含量	26.0	26.8	26.2	24.8
能蛋比/(kJ/g)	45.56			

续表

组 分	28% 蛋白组			
	1	2	3	4
豆饼(含蛋白 48%)	41.0	38.1	35.2	32.4
玉米	33.4	34.6	35.7	36.8
麸皮	20.0	20.0	20.0	20.0
棉籽饼(含蛋白 41%)	3.0	3.0	3.0	3.0
肉骨、血粉(含蛋白 65%)	0	2.0	4.0	6.0
磷酸二钙	0.79	0.55	0.30	0.30
复合维生素(无 VC)	0.1	0.1	0.1	0.1
无机盐	0.1	0.1	0.1	0.1
VC	均为 0.065			
鱼油	1.5	1.5	1.5	1.5
饲料蛋白含量	28.0	28.5	28.8	28.8
能蛋比/(kJ/g)	42.64			
组 分	32% 蛋白组			
	1	2	3	4
豆饼(含蛋白 48%)	46.2	43.3	40.4	37.6
玉米	23.0	24.1	25.2	26.1
麸皮	20.0	20.0	20.0	20.0
棉籽饼(含蛋白 41%)	8.5	8.5	8.5	8.5
肉骨、血粉(含蛋白 65%)	0	2.0	4.0	6.0
磷酸二钙	0.56	0.31	0.05	0
复合维生素(无 VC)	0.1	0.1	0.1	0.1
无机盐	0.1	0.1	0.1	0.1
VC	均为 0.065			
鱼油	1.5	1.5	1.5	1.5
饲料蛋白含量	31.7	31.8	31.9	31.8
能蛋比/(kJ/g)	37.62			

用全植物饲料（表 4-20）连续养殖斑点叉尾鲷鱼 30 个月，鱼体规格达 340g 以上捕捞上市，并补充放养。水温 12℃ 以上日饱食投喂 1 次，日投饲量为鱼体重量的 4%。水温 12℃ 以下每周投喂 2 次，结果如下：

表 4-20 全植物饲料配方(%)

组分	对照饲料	全植物性饲料
豆饼(含蛋白 48%)	42.000	19.750
麸皮	20.000	25.000
玉米	27.250	11.425
鱼粉	8.000	0.000
鱼油	1.500	2.000
磷酸二钙	1.000	1.100
无机盐	0.025	0.025
复合维生素(无 VC)	0.100	0.100
VC	0.125	0.125
棉籽饼(含蛋白 41%)	0.000	40.000
赖氨酸	0.000	0.475

① 发现投喂不同饲料的鱼之增重(389 ~ 406g/尾)、饲料消耗量、饲料系数(1.48 ~ 1.51)、成活率以及血液红细胞压积值均无显著差异。投喂蛋白含量为 26% 饲料的鱼出肉率(55.4%)略低于投喂高蛋白含量饲料的鱼(56.3%)；投喂蛋白含量为 32% 的饲料、鱼内脏脂肪含量(2.90%)低于投喂含蛋白质 26% 和 28% 饲料的鱼(分别为 3.6% 和 3.4%)，但投喂不同浓度蛋白饲料的斑点叉尾鲷鱼片中的蛋白质、水分和

灰分含量无差异。饲料中的鱼粉等动物蛋白质对鱼的出肉率、内脏脂肪以及鱼片中的成分无显著影响。

② 投喂全植物饲料，年产鱼 3477kg/公顷，总产量 5562kg，共投喂饲料 13506kg。投喂含鱼粉 8% 的对照饲料，年产鱼 3650kg，总产量 5840kg，共消耗饲料 13335kg。饲料系数分别为 2.6 和 2.5。

因此，给斑点叉尾鲷鱼投喂蛋白质含量为 26% ~ 32% 的饲料可不用动物蛋白质。全植物饲料中棉籽饼占 40%、豆饼占 20% 并适量添加赖氨酸，斑点叉尾鲷鱼的生长与投喂含鱼粉 8% 饲料的鱼相比无显著差异。成本核算表明，全植物饲料比含鱼粉的饲料降低成本 15%。

参考文献：任维美，饲料工业，1999，(20)：42

4.7 真鲷(加级鱼)

粒状配合饲料分单用的高蛋白质饲料以及和活食并用的低蛋白质饲料，糊状也分补充营养的高蛋白质饲料和作为活食粘结剂并补充维生素的低蛋白质饲料。油脂能改善真鲷成长和饲料效率，用量 5% ~ 8%，在喂食时直接加入粒状饲料。维生素参考表 4-3，无机物可以将表 4-4 无机物预混物中的食盐和硫酸镁改为其他赋型剂。

为使真鲷皮肤赤色鲜明，提高高品价值，可配喂小虾、磷虾和藻类的栅列藻，使用色素虾黄素及其近缘物，并在暗处饲养。

用于幼鱼的屑状饲料直径为 1.5 ~ 2.5mm，分两种规格，用于育成粒状饲料的直径为 2.5 ~ 9.0mm，分 5 ~ 6 种规格。其饲料配方见表 4-21。

表 4-21 真鲷饲料配方

组分	含量/%											
	幼鱼用 (屑状)			育成用 (粒状)			育成用 (糊状)		低蛋白质 (粒状)		维生素强化 (糊状)	
	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	1	2
鱼粉	70	60	51	65	55	43	65	55	45	35	38	29
肉骨粉										2		
磷虾粉			2			25						
大豆油粕(45%)									3	13	13	22
大豆油粕(50%)		2			7	2		6				
玉米谷蛋白粉		7	3	3	8	3	3	8	3	5	3	6
圆酵母	2	3		3	3		3	3	2	3	3	5
小麦粉							25.8	24.8			39.1	34.1
米等面粉	24.5	24.5	22.5	26.7	24.7	24.7			33.7	31.7		
米糠油粕									10	7		
维生素预混物	2	2	2	1	1	1	1.5	1.5	2	2	2	2
氯化胆碱(50%)	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.5
无机物质混物	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
聚丙烯酸钠							0.3	0.3			0.4	0.4

4.8 鲷 鱼

5~30g 以下的鲷鱼幼鱼能很好摄食经水浸泡软化的屑状饲料，但随长大而减少进食。它不喜摄取粒状饲料，而对多孔质固型饲料适口性好，喂时加水变成十分柔软的饲料，替换活食也较容易。鲷鱼饲料含粗蛋白质 40%、脂质 24% 时，蛋白质利用率最高，但从综合利用观点出发以粗蛋白质 55%、脂质 17% 的饲料最佳。糊状饲料粘结剂采用谷蛋白含量多的小麦粉，用量 25%~30%，但蛋白质含量一般在 47% 左右。多孔质饲料制法同鲤鱼饲料一样。维生素预混物可参考表 4-3，但配制多孔质饲料时维生素会破坏，要适

当增量，维生素 C 更需制成后再添加。无机物预混物可参考真鲷饲料配方。

表 4-22 鲷鱼饲料配方

组分	含量/%					
	幼鱼用(糊状)		育成用(糊状)		多孔质饲料	
	1	2	1	2	1	2
鱼粉	62	57	56	51	70	60
肉骨粉	2	3	3	5		
大豆豆粕(45%)			5	7	4.1	8.1
玉米谷蛋白粉	3	7	3	6	3	7
小麦谷蛋白粉					5	7
圆酵母	2	2	2	3		
小麦粉	27.2	27.2	28.4	25.4		
木薯淀粉					15	15
维生素预混物	2	2	1	1	1.5	1.5
氯化胆碱(50%)	0.5	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4
无机物预混物	1	1	1	1	1	1
聚丙烯酸钠盐	0.3	0.3	0.3	0.3		

4.9 草 鱼

饲料配方举例如下：

组分	含量/%			
	1 组	2 组	3 组	4 组
豆粕	9	47	28	9
次粉	20	15	30	20
麦麸	14	5	—	14
米糠	5	6	6	5

续表

组分	含量/%			
	1 组	2 组	3 组	4 组
进口鱼粉	3	3	19	3
玉米蛋白粉	17	—	—	17
啤酒酵母	6	8	7	6
菜籽粕	18	6	—	18
纤维素	4	4	6	4
矿物质添加剂	1	1	1	1
维生素添加剂	0.5	0.5	0.5	0.5
磷酸二氢钙	1	1	1	1
菜籽油	1.5	1.5	1.5	1.5
营养水平				
精氨酸	—	—	—	0.982
赖氨酸	—	—	—	1.841
粗蛋白质	30.66	30.63	30.67	32.76
粗脂肪	7.0	6.8	7.0	7.0

将各原料过 60 目筛，混匀，加 40% 左右水调均后压制成型，60℃ 烘干备用。

参考文献：叶元士等，饲料工业，1999，(3)：39

4.10 鲫 鱼

鲫鱼饲料配方中可添加复方中草药。

中草药配制：由党参、黄芩、小茴香等 8 种中草药组成，其中包括抗菌促长、消导促长、免疫增强和抗应激的组分等。每 20g 中药加水 1000mL 浸泡 1h，大火煮 0.5h，重复 2 次。再将药液混合浓缩至 200mL 备用。

饲料配方见表 4-23。饲料粒径 1.2~1.5mm，水稳定性 1h 左右，粗蛋白含量为 31%。

表 4-23 饲料配方组成

组分	1 组	2 组	3 组
鱼粉/%	15	15	15
豆粕粉/%	38	38	38
玉米面/%	7	6.5	7
白面/%	4.5	4	4.5
麸皮/%	34	34	34
矿物质/%	1	1	1
多维/%	0.5	0.5	0.5
中草药/%		1	
黄霉素/(mg/kg)			4

将平均体重为 15.69g 鲫鱼种，分成 3 组。饲养期间水温在 18~25℃，溶氧为 4.5mg/L。每日 3 次投喂，日投饵率约为 3%，共 30 天。

饲料中添加复方中草药的第 2 组比对照组增重率高 21.5%，比第 3 组(黄霉素)高 14.31%，表现出明显的增重作用。

参考文献：段铭等，饲料工业，1999，(10)：32

4.11 大 黄 鱼

大黄鱼(*Pseudosciaena Crocea*)是我国的名贵经济鱼类，近年来随着人工育苗的成功，养殖技术日趋成熟，使用小杂鱼饲喂，残饵对养殖海区污染相当严重，鱼病危害明显，养殖成活率较低。湿颗粒饲料是用新鲜或冷冻的小杂鱼虾与具有特定营养成分的粉状配合饲料，混合，挤压而成。它可综合鲜鱼虾和硬颗粒饲料的长处，适合大黄鱼这种肉食性鱼类的摄食习性，适口性好。投喂湿颗粒饲料，鱼类的摄食率可达 80%~90%，残饵量仅为投喂鲜饵的 1/4~1/6，可明显减少残饵对海区水质的污染。

将大黄鱼的幼鱼和成鱼分别放入网箱内,海区水深15~20m,水温在11~23℃,pH值7.8~8.2,溶解氧值大于5.0。

饲料干粉料细度80目,主要原料组成为:鱼粉、酵母、淀粉、豆粕、多维维生素、矿物质、诱食剂、促生长剂、着色剂等,其营养成分的测定值见表4-24。生饵(小杂鱼)主要是冰冻的鲛科鱼类。

表4-24 饲料营养成分(%)

饲料	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	粗灰分
干粉料	6.63	53.28	6.30	1.80	13.60
小杂鱼	67.20	18.24	11.00	—	—
湿颗粒料	38.90	31.27	13.80	—	—

湿颗粒料是用小杂鱼与干粉料按1:1的比例,再加上3.5%的鱼油与少量水,搅拌混合,再用软颗粒机挤压成型。

生饵解冻后剁成块状,用绞肉机碾碎撒喂。湿颗粒饲料每2~3天制作1次。成鱼组每天投喂2次,幼鱼组在1~98天每天投喂2次,以后每天1次。饲养条件和结果见表4-25、表4-26。

表4-25 成鱼组饲养条件和结果

项目	对照组	湿颗粒饲料组	项目	对照组	湿颗粒饲料组
饲养天数/d	77	77	投饵量/kg	334.3	237.2
平均水温/℃	16.7	16.7	净增重/kg	45.8	62
放养情况			尾绝对增重/g	97	112.5
重量/kg	170.6	223.0	尾相对增重/%	25.0	28.3
尾数	449	561	尾平均日增重/g	1.26	1.46
规格/(g/尾)	388	397	成活率/%	97.1	97.7
出箱情况			饲料系数	7.30	3.82
重量/kg	221.5	279.5	平均饲料系数	7.30	3.87
尾数	436	548	饲料单价/(元/kg)	3.0	5.2
规格/(g/尾)	485	510	增重所需成本/(元/kg)	21.9	20.12

表 4-26 幼鱼组饲养条件和结果

项目	对照组	湿颗粒饲料组
网箱号	4	5
饲养天数/d	164	164
平均水温/℃	15.9	15.9
放养情况		
重量/kg	160	160
尾数	2000	2000
规格/(g/尾)	80	80
出箱情况		
重量/kg	297.7	360.7
尾数	1921	1950
规格/(g/尾)	155	185
投饵量/kg	706	489
净增重量/kg	145.6	205.4
尾绝对增重/g	75	105
尾相对增生/%	93.8	131.3
尾平均日增重/g	0.46	0.64
成活率/%	96.0	97.5
饲料系数	4.85	2.38
饲料单价/(元/kg)	3.0	5.2
增重所需成本/(元/kg)	14.55	12.38

由表 4-25、表 4-26 可知：

① 成鱼的尾平均日增重，湿颗粒饲料组比对照组多 18.26%；幼鱼尾平均日增重，湿颗粒饲料组比对照组多 39.13%。

② 幼鱼组成活率湿颗粒饲料组比对照组高 1.5%。

③ 成鱼湿颗粒饲料组的平均饲料系数为 3.87，对照组为 7.30，大黄鱼增重 1kg 所需饲料成本分别为 20.12 元和 21.90 元，相差 1.72 元。幼鱼湿颗粒饲料组的饲料系数为 2.38，对照组为 4.85，大黄鱼增重 1kg 所需饲料成本分别为 12.38 元和 14.55 元，相差 2.17 元。

参考文献：林建斌等．饲料工业，1999，(11)：35

4.12 月 鯉

月鯉鱼苗体重为 0.20 ~ 0.375g, 平均体重 0.299g, 全长为 2.7 ~ 3.5cm, 平均全长 3.0cm; 水源用经充分曝气的自来水。饲料用优质进口的褐色鱼粉作为蛋白源(粗蛋白质为 65%), 糊精、纤维素为填充剂, 调制成 4 种不同蛋白质水平的饲料, 配方见表 4-36。

表 4-27 月鯉饲料配方(%)

组分	1	2	3	4
鱼粉	53.8	61.5	69	76.5
α -淀粉	13	13	13	13
糊精	22.47	14.81	7.35	0
纤维素	2.73	2.69	2.65	2.60
粘结剂	1	1	1	1
鱼油	2	2	2	2
豆油	1	1	1	1
复合维生素 ^①	1	1	1	1
矿物质添加剂 ^②	3	3	3	3

① 100g 饲料中含维生素 B₁ 5mg, 维生素 B₂ 20mg, 维生素 B₆ 5mg, 烟酸 75mg, 泛酸钙 50mg, 生物素 0.5mg, 氯化胆碱 500mg, 维生素 C 200mg, 维生素 A 1000IU, 维生素 D₃ 5000IU。

② 1000g 矿物质中含 NaCl 143.5g, MgSO₄·7H₂O 137g, NaH₂PO₄·2H₂O 87.2g, KH₂PO₄ 135.8g, Ca(H₂PO₄)·H₂O 135.8g, 柠檬酸铁 29.7g, 乳酸钙 327.0g, AlCl₃ 180mg, ZnSO₄ 3570mg, CuCl₂ 110mg, KI 170mg, CoCl₂ 105mg。

鱼苗分为 4 组, 每组两个平行, 水平(A、B), 各组投喂相应的饲料。第天 4 次, 以饱食为准, 以免自相残食。隔 10 天抽样测定鱼体长、体重等。

月鯉属凶猛肉食性鱼类, 嗜食活饵, 为使其习惯于摄食

配合饲料，必须经过驯食。驯食初始，停止投食一日，使其处于饥饿状态，第二日在配合饲料之中掺大部分碎鱼肉，此后逐渐减少鱼肉至不添加鱼肉。根据养殖经验，月鳢苗种年龄较小阶段易驯食，月鳢喜食湿面条状饲料，不喜食硬沉性颗粒饲料。饲养期间水温为 27~28℃，pH 值为 6.9~7.1。

饲养结果如表 4-28 所示。

表 4-28 饲养结果

项目	饲料蛋白质/ %	开始前		结束后			
		尾数	总重/ g	总重/ g	投喂量/ g	相对增 重率/%	平均相对 增重率/%
1	35.97	75	22.35	78.71	150.38	252.17	258.12
1	35.97	75	22.54	82.06	153.24	264.06	
2	39.37	75	22.96	84.06	145.21	270.47	261.61
2		75	23.00	81.13	147.24	252.74	
3	44.56	75	24.09	89.50	134.90	271.52	264.14
3		75	23.10	82.41	137.28	256.75	
4	49.00	75	23.50	95.96	144.90	308.34	318.40
4		75	22.95	98.33	146.10	328.45	

以褐色鱼粉作为饲料蛋白源，月鳢饲料蛋白质含量以 45%~49% 较适宜。月鳢相对增重率随饲料蛋白质含量的增加而提高。饵料系数随着饲料蛋白质含量的增加而减小，即饲料效率随蛋白质含量的增加而提高。蛋白质利用率随饲料蛋白质增加而提高，44.56% 蛋白质含量组与 49.00% 蛋白质含量组的蛋白质利用率十分接近。鱼体蛋白质的含量、丰满度也随饲料蛋白质增加而提高。

参考文献：黄凯，中国饲料，1999，(23)：8

4.13 青 鱼

青鱼鱼种培育饲料配方：鱼粉 35%，豆饼 47.5%，大麦粉 15%，酵母粉 1%，矿物混合剂 1.5%。另外添加卵磷脂 100mg/kg，维生素 0.04%。饲料系数 2.26。

青鱼鱼种培育饲料配方：青干草粉 40%，蚕蛹 5%，鱼粉 5%，豆饼 10%，菜籽饼 5%，大麦粉 5%，棉仁饼 30%。另加矿物质预混物 1.5%，多维 0.04%，饲料系数 2.8。

青鱼育成期饲料配方：米糠 40%，麸皮 37.5%，鱼粉 10%，豆饼 10%，酵母 2%，维生素和微量元素添加剂 0.5%。饲料系数 1.93。

青鱼育成期饲料配方：稻草粉 40%，蚕蛹粉 30%，菜籽饼 10%，大麦粉 20%。另外添加矿物质预混物 1.5%，多维 0.04%。饲料系数 2.6。

4.14 对 虾

对虾在成长为幼虾前要经过浮游生物的幼生阶段，这里介绍的对虾用配合饲料是幼虾期以后的饵料。对虾的最优良天然饵料是蛤仔、壳菜等贝类和赤虾等杂虾，而配合饲料中不可缺少的成分是乌贼粉。

对虾配合饲料的形状为直径 2mm、长数厘米的颗粒，粗蛋白质含量高达 50% 左右，矿物质添加量也很多。要求饵料具有投饵后迅速下沉并在水中不会崩坏的特性。

4.14.1 基本配方

表 4-29 对虾饵料配方

组分	含量/%			
	1	2	3	4
乌贼粉	38.0	30.0	40.0	43.2
乌贼干萃取物		13.9		
鱼粉		30.0		
糠虾粉(虾粉)	10.0		3.0	(13.8)
鲸粉			15.0	
活性污泥	7.5		3.0	4.6
酵母	27.5		4.0	18.4
大豆蛋白质			12.0	
谷蛋白			3.0	
α -淀粉		12.18		
胆固醇				1.0
精氨酸		0.77		
维生素	17.0	4.8	5.0	2.7
矿物质	17.0		14.0	12.6
其他	17.0	8.35	1.0	1.0

饵料又称诱食剂，其用途有：①钓鱼；②放于海中或大江、大湖中，引诱鱼群，以便张网捕鱼；③用作鱼饲料及其添加剂，增加鱼饲料的吞食率、提高鱼饲料的利用率。

表 4-30 实验用饲料配方

配方 1		配方 2	
组分	含量/%	组分	含量/%
精制大豆蛋白质	50.0	酪蛋白	54.0
淀粉	4.0	鸡蛋蛋白(粘合剂)	6.0
葡萄糖	5.5	鳕肝油	3.0
蔗糖	10.0	大豆油	3.0
甲壳质	4.0	糖原	6.0
葡萄糖胺	1.5	矿物质	19.5
纤维素	4.0	维生素	4.0
大豆油	8.0	胆固醇	0.7
矿物质	7.7	葡萄糖胺	0.5
维生素	2.6	甜菜碱	
其他	2.2	其他	
琼脂(粘合剂)	5.0		
水	100ml		

维生素组成(mg/100g): 硫胺素盐酸盐 150, 核黄素 500, 维生素 B₆150, 菸酸 2000, 泛酸钙 750, 肌醇 10000, 生物素 15, 叶酸 37.5, 对氨基苯甲酸 1000, 氯化胆碱 20000, 抗坏血酸(维生素 C)25000, α -生育酚 1000, 2-甲基-1,4-萘醌(维生素 K₃)100, β -胡萝卜素 100, 钙化醇(维生素 D₂)15, 维生素 B₁₂1, 纤维素粉末 39181.5。

矿物质预混物组成(%): 磷酸氢二钾 10.0, 磷酸二氢钠 2.15, 磷酸二氢钙 Ca(H₂PO₄)₂·H₂O 26.5, 碳酸钙 10.5, 乳酸钙 16.5, 氯化钾 2.8, 七水合硫酸镁 10.0, 柠檬酸钙 1.2, AlCl₃·6H₂O 0.024, ZnSO₄·7H₂O 0.476, MnSO₄·6H₂O 0.107, CuCl₂ 0.015, KI 0.023, CaCl₂·6H₂O 0.140, 纤维素粉 0.215。

4.14.2 中国对虾饲料配方及其添加剂

(1) 饲料组成与制备

饲料原料, 经粉碎并过 40 目筛后备用。其基础饲料的组成见表 4-31。

表 4-31 基础饲料的组成

组分	配合量/%	组分	配合量/%
鱼粉	27	玉米 ^①	4.9
酵母	5	鱼油	1
虾糠	6	豆油	1
花生粕	35	柠檬酸	0.1
豆粕	4	维生素 ^②	1
面粉	8	矿物质 ^③	3
大豆	3	褐藻胶	1

① 分组时以玉米粉为载体, 使各组饲料中添加剂与玉米粉加量之和为 4.9%。

② 维生素组成(%): VA 0.1, VD 0.01, VB₁ 0.4, VB₂ 0.68, 泛酸钙 3, 烟酸 2.4, VB₆ 1, 叶酸 0.5, 生物素 0.04, VB₁₂ 0.01, VE 1.8, VK 0.6, 肌醇 14, VC 20, 玉米粉 55.46。

③ 矿物质组成(%): NaH₂PO₄ 10, KH₂PO₄ 21.5, Ca(H₂PO₄)₂·2H₂O 26.5, CaCO₃ 10.5, 乳酸钙 16.5, MgSO₄·7H₂O 10, CuCl 0.051, AlCl₃·6H₂O 1.2, 柠檬酸铁 0.061, ZnSO₄·7H₂O 0.511, MnSO₄·4~6H₂O 0.143, KCl 2.8, KJ 0.058, CoCl₂·6H₂O 0.176。

将各种原料按表 4-32 比例称重并混匀，用量较少的组分如维生素和矿物质采取分级混合，逐级扩大，再与其他干燥组分充分混匀，加入鱼油、豆油、褐藻胶，以绞肉机挤压成粒，于 60℃ 左右烘干至水分 10% 以下，密封包装备用。

按表 4-32 将各种添加剂加到预混料中，充分混匀，制成 4 组饲料，（设两个平行组）。

表 4-32 各组饲料中的添加剂添加量 (mg/kg)

组别	黄霉素	氯化胆碱	甜菜碱
1	20	4000	0
2	40	4000	0
3	60	4000	0
4	40	0	4000

(2) 饲喂方法、条件及效果

每天两次投喂，饲喂 30 天，全天充气，水温 23~27℃。饲喂效果如表 4-33 所示。

表 4-33 黄霉素不同用量饲喂效果

饲料号	平均存活率/%	平均初重/g	平均终重/g	平均增重率
1	58.0	2.96	4.82	55.8
		2.89	4.00	
2	77.4	2.93	5.44	74.4
		2.84	4.63	
3	66.1	2.88	5.17	72.2
		2.62	4.32	
4	62.3	3.50	4.72	67.6
		2.71	4.82	

由表 4-34 可见,黄霉素有促进对虾生长的作用,其在对虾饲料中的适宜添加量为 40mg/kg。添加氯化胆碱平均存活率和平均增重率都高于甜菜碱的平均存活率和平均增重率,说明作为中国对虾的饲料添加剂,氯化胆碱的效果优于甜菜碱。

参考文献:李爱杰等,中国饲料,1999(8):41

4.14.3 中国对虾饲料配方和促生长剂

饲料原料经粉碎过 40 目筛,基础饲料组成为豆饼粉 45%,鱼粉 25%,面粉 15%,麸皮 10%,虾糠 5%。

6 种饲料添加剂分别为:第 1 组为对照组,不加任何添加剂;第 2 组甜菜碱;第 3 组肉毒碱;第 4 组中性蛋白酶;第 5 组复合酶;第 6 组喹乙醇;第 7 组腐植酸钠。添加剂分别加入预混料中充分混匀,加入 2% 的褐藻酸钠作粘合剂,用螺旋机挤压成型,浸入 2% CaCl_2 溶液,晒干备用。

每天投喂 2 次,全天充氧,平均水温 28℃。其结果见表 4-34。

表 4-34 6 种促生长剂饲喂对虾的存活和增重情况

添加剂	平均存活率/%	始均重/g	终均重/g	平均增重率/%
对照组	60	0.86	1.28	49
甜菜碱	70	0.97	1.47	52
肉毒碱	55	0.80	1.19	49
中性蛋白酶	65	0.94	1.44	53
复合酶	65	1.03	1.41	37
喹乙醇	70	0.99	1.43	44
腐植酸钠	80	0.99	1.81	83

作为对虾生长的一项重要指标,其增重率以腐植酸钠为最好(83%),明显高于对照组的 49%,而且虾体健壮,弹跳力强,约比对照组增重 69%(对照组按 100%计)。可见,腐植酸钠能较大地促进对虾体重的增加,而且成活率较高;其次为中性蛋白酶、甜菜碱。

参考文献:梁萌青等.饲料工业,1999,(6):18

4.14.4 虾用维生素 C 衍生物饲料添加剂

L-抗坏血酸(维生素 C),一般使用在鱼类及虾类的饲料中。但它是水溶性、热稳定性差的维生素,很容易在制作及储藏的过程中,因为高温、氧气及光线的作用,被氧化成不活化的二酮古洛糖酸,在调制虾饲料的过程中几乎有 75% 的维生素 C 已经被破坏掉。而且虾类摄食习性慢,进一步降低抗坏血酸的可利用性。因此在虾饲料中要使用其他形态的抗坏血酸来增加维生素 C 活力的保存性。

具有高抗氧化作用的抗坏血酸的衍生物如 L-抗坏血酸-2-硫酸盐(C2S);L-抗坏血酸-2-单磷酸镁(C2MP-Mg);L-抗坏血酸单磷酸钠(C2MPNa);L-抗坏血酸-2-多磷酸盐(C2PP),能有效满足虾维生素 C 的需求量。例如,计算出的抗坏血酸需要量,由每千克饲料中含 2000mg 的 L-抗坏血酸降到每千克饲料中含 210mg 的 L-抗坏血酸基-2-多磷酸盐(C2PP),或每千克饲料中含 40mg 的 L-抗坏血酸基-单磷酸镁。

Penaeus monodon 虾, *P. monodon*, 日本虾 *P. japonicus*, 中国虾 *P. chinensis*, *P. vannamei* 及 *P. californiensis* 5 种虾的维生素需要量的范围列于表 4-35 中。*P. monodon* 日粮中所需的硫胺素、核黄素及菸酸比 *P. japonicus* 饲料中所需的量要低,这显示各品种对于维生素需求量有很大的差异。

表 4-35 斑节虾对维生素的需求量/(mg/kg 饲料)

维生素	斑节虾品种				
	<i>P. monodon</i>	<i>P. japonicus</i>	<i>P. chinensis</i>	<i>P. vannamei</i>	<i>P. californiensis</i>
硫胺素	13~14	60~120	—	—	—
核黄素	22.5	80	—	—	—
吡哆醇	—	120	—	80~100	—
维生素 B ₁₂	0.2	—	—	—	—
菸酸	7.2	400	—	—	—
生物素	2.0~2.4	—	—	—	—
叶酸	2~8	—	—	—	—
肌醇	—	2000~4000	4000	—	—
胆碱	4153	600	4000	—	—
泛酸	151	—	—	—	—
抗坏血酸	需	需	—	需	需
维生素 A	8700IU	—	—	—	—
维生素 D ₃	0.1	—	—	—	—
维生素 E	—	—	—	99	—
维生素 K	30~40	—	185	—	—

参考文献：肖锡延，饲料工业(中国台湾)，1999，(42)：10

4.14.5 对虾的几种诱食添加剂

在饲料中添加诱食物质，能刺激水产动物的嗅觉、味觉和视觉等，使它们聚集在饲料周围，从而提高动物的食欲，并促进摄食行为。因此，提高水产动物对饲料的嗜好性，是提高其摄食率，减少饲料浪费，提高饲料效率，增加养殖业经济效益的一个不可忽视的途径。

在同一实用饲料中加入不同的诱食剂，来比较它们对对虾的不同诱食效果。

(1) 采食情况

8 组配方，每组饵料的基础配方相同，只是添加不同的诱食剂，分别为甜菜碱、大蒜素、贻贝粉、牛磺酸和甘氨酸的混合物、甜菜碱和贻贝粉的混合物、大蒜素和贻贝粉的混合物及乌鱼内脏粉，另有一组对照组(未添加诱食剂)。将平

均体重为 1.19g 的幼虾分为 8 组，分别投喂上述 8 种饲料，投喂量分别占体重 1.5%，观察对虾在 1h 内的采食情况。结果：对虾对贻贝粉饵料的采食情况最好，在 20min 内即将所投饵料全部吃完，胃内充满食物。说明添加贻贝粉的诱食效果最好。

(2) 诱食情况

使用“Y”型透明水槽，它由主槽和两个分槽组成，分槽与主槽的交界处设有挡板。主槽内放入对虾，在两个分槽分别放入等量的含诱食剂饵料和对照饵料，5min 后撤去挡板，开始计时，记录对虾进入各分槽的总尾数，持续记录 20min，所得结果与采食情况的结果基本相一致。

(3) 生长情况

添加贻贝粉的饲料，其日摄食率最高，为 15.41% ~ 16.32%；其次为添加乌鱼粉的饲料，说明贻贝粉对对虾的诱食效果最强。从增重率来看，最高的也是添加贻贝粉组，为 56.1% ~ 60.89%。说明添加贻贝粉使得配合饲料的营养成分更加平衡，更加接近于对虾的生理需要。

参考文献：常青，饲料工业，1999，(6)：19

4.15 鲍 鱼

鲍鱼为软体动物，其软体部分可食用，其壳可制作工艺品。鲍鱼成长非常缓慢，一般要 4 ~ 7 年才长到壳长 7.5 ~ 11cm。鲍鱼孵化后也要经过浮游生物，然后进入匍匐期。在匍匐期后的天然饵料有裙带菜、茶色海藻(褐色海带)、石莼等。配合饲料使用藻酸为赋形剂以防止饲料在水中腐败和崩坏。

鲍鱼饵料配方见表 4-36。

表 4-36 鲍鱼饵料配方

配方 1		配方 2	
组分	含量/%	组分	含量/%
鱼粉	60	鱼粉	50
藻酸钠	20	裙带菜(嫩叶)粉末	20
糊精	12	藻酸钠	15
纤维素	2	小麦粉	13
干酵母	2	维生素	2
大豆油	1	麦科勒姆盐 ^①	1
Panvitan ^②	1		
矿物质	1		

① 维生素 A、D₂、B₁、B₂、B₆、B₁₂、C、E、K、叶酸、菸酰胺、泛酸钙复合制剂。

② McCollum 盐参见表 6-18。

4.16 钓 饵

配合钓饵一般使用鱼类喜食的鱼粉、鱼膏、虾粉和虾膏等为原料,以藻酸、天然胶、谷蛋白(面筋)等为粘合剂加工成型,对鱼类具有良好的引诱、摄食而捕获的效果。

为了诱捕鱼类在饵料中常添加诱食剂,例如甜菜碱、氨基酸、核苷酸和一些具有挥发性气味的物质,都有很好的集鱼作用。

钓饵配方见表 4-37、4-38。

表 4-37 钓饵配方

组分	含量/%		组分	含量/%
	A	B		C
小麦粉	69	65	鸡肺	65
脱脂米糠	23	5	脱脂米糠	20
鱼粉	4	5	虾粉	2
鱼可溶物	4	4	鱼可溶物	2
海糠虾粉末	—	10	大豆油	5
碳酸钙	—	10	碳酸钙	5
			防腐剂	1

表 4-38 胶状钓饵配方

组分	含量/g		组分	含量/%		
	A	B		C	D	E
明胶	3.0	5.0	红藻酸	50		25
卡拉胶	2.5	2.0	罗望子豆胶	10	10	25
罗望子豆胶	2.5	1.0	琼脂	—	50	25
虾粉	2.0	2.0	生鸡蛋黄	100	100	100
鱼粉	2.0	—	生虾	180	180	180
蛹粉		2.0	D-山梨糖醇	700	700	700
肝油	0.1	0.1	水	500	500	500
含香料的饲料	45.0	45.0				
水	43.0	42.0				

4.17 人工浮游生物

水蚤等动物性浮游生物是对虾幼生阶段和青鱼、真鲷等幼鱼的初期饲料，现已使用小球绿藻和酵母等单细胞生物及其加工品。

表 4-39 是可以部分代替这些生物饵料，和天然饵料并用的人工浮游生物配方。

表 4-39 人工浮游生物配方一

组分	含量/%	组分	含量/%
鱼粉	51.6	纤维素	5.0
蛋黄粉	10.0	维生素	2.0
牛肝粉	5.0	矿物质	4.0
酵母	5.0		

表 4-40 人工浮游生物配方二

组分	含量/%	组分	含量/%
鱼粉(肽消化物)	30.0	维生素	1.0
蛋黄	68.0	矿物质	1.0

4.18 水产饵料和添加剂

4.18.1 发酵榨汁废渣制鱼介类饵料

摄食效率高的鱼介类饵料(诱食剂),用于渔业和水产业。它是在含植物榨汁渣的微生物发酵物或其粉碎物的基质材料中,添加碳原子数为2~3的低碳氨基酸A和碳原子数为4以上的高碳氨基酸B(摩尔比 $A/B = 1 \sim 40$)而成。

例1 温州桔(黄橙)果实洗净,用压榨机榨汁,得到重量大体相当的液汁(果汁中含若干d-柠檬苦素的混合物)和榨汁渣。该榨汁渣中含水分约80%,d-柠檬苦素0.5%,在干燥后其成分为碳水化合物15%~20%,粗纤维1.5%~2.0%,粗脂肪约0.2%,粗蛋白约1.0%,总氮含量约1.0%,灰分0.5%~1.0%,pH4.0~4.5。因为其中含果胶质,所以向干燥前的榨汁渣中加入石灰乳中和(pH5.0~5.5),搅拌后,再压缩,得到相当于原料果实约20%的液体,将其在50~60℃下减压浓缩。浓缩物是含水分20%~25%,糖分35%~40%,蔗糖12%~20%,总氮约0.5%~0.6%,灰分0.2%~1.0%,pH5.0~5.5的糖浆。另用下列组分组成培养基:

组 分	含量
85% H_3PO_4	3.2g/L
KOH	1.2g/L
NaOH	0.02g/L
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	1.0g/L
$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	1.5mg/L
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.1mg/L

KI	0.2mg/L
MnSO ₄ ·H ₂ O	1.5mg/l.
ZnSO ₄ ·6H ₂ O	1.0mg/L

在以上培养基中，分别添加由浓度分别为 16g/L 和 8g/L 的 (NH₄)₂SO₄ 和尿素构成的溶液，调 pH5.5 ~ 6.6。取 1.2L 培养基加入上制的 200g 柑桔糖浆混合，再加入 10g 假丝酵母，在 25 ~ 35℃ 下一边搅拌一边通风，发酵 48h。反应后静置得到沉淀，将其过滤水洗减压干燥，得到约 50g (收率约 71%) 柑桔酵母。其中含水分 4.5%，粗蛋白质 50% ~ 60%，脂质 0.5%，碳水化合物 19% ~ 20%，灰分 2.5%，所含成分不比鱼粉、大豆油渣、亚麻油渣差。只是其本身直接引起鱼介类嗅觉的部分少，不能构成饵料，因此，下面说明氨基酸赋香方法及饵料加工法等。

例 2 ~ 17 将例 1 中所得柑桔酵母 50g 充分粉碎作为基质，加入 6g 0.1mol 表 4-41 所示氨基酸溶解或分散的 0.5% 淀粉水溶液，混炼，在压片机上分别成型为 0.5g 锭剂，室温干燥，在干燥器中减压保存。在锭剂圆板中央打孔，用不锈钢针吊在水槽上，向塑料水槽中加入淡水或海水 150L，放入至少 5 条预先养殖的同种中等大小鱼介类，静态通风并水循环过滤。在相对较暗照明下，观察鱼介类活动。将实验开始后 60min 内，总数 60% 以上的鱼介类聚集在锭剂附近进行类似摄饵行动的情况判断为实现诱引。以贝类伸出水管或将要进行探索行动的数目进行判断。其结果示于表 4-41 中。

例 18 ~ 28 由例 2 ~ 例 17 的结果出发，为制取更强力的饵料，按表 4-42 所示摩尔比混合低碳氨基酸 A 和高碳氨基酸 B，使混合物在短梗孢糖 (α -1, 4-葡聚糖； α -1, 6-葡聚糖) 的 1% 水溶液中溶解，分散。将 3mL 所得混合液加

入 50g 例 1 的柑桔酵母(基质)中混炼, 与例 2~例 17 一样压片, 实验结果如表 4-42 所示。

表 4-41

例号	氨基酸种类	被引诱的鱼介类
2	甘氨酸	康吉鳗、粗单角鲈属、菱体兔牙海鲷、鸡鱼、鲷鱼、鲔鱼、对虾、章鱼
3	1- α -丙氨酸	康吉鳗、鲭鱼、鲷鱼、小蛤蜊、鲤鱼
4	1-缬氨酸	菱体兔牙海鲷、哈仔、鲷鱼
5	1-亮氨酸	菱体兔牙海鲷、虹鳟、鲷
6	1-异亮氨酸	菱体兔牙海鲷、鲷鱼、鲷鱼、鲷鱼
7	1-蛋氨酸	鲷鱼、鳕虎鱼、鲷鱼
8	1-谷氨酸	鲷鱼
9	1-精氨酸	菱体兔牙海鲷、螺、鲷鱼
10	1-酪氨酸	菱体兔牙海鲷、虹鳟
11	1-脯氨酸	菱体兔牙海鲷
12	1-组氨酸	河豚、哈仔、螺、鲷鱼
13	1-谷氨酸	黑鲷、针鱼、鲷鱼
14	1-苯基丙氨酸	哈仔、仙虾、鲷鱼、小蛤蜊
15	甜菜碱	比目鱼、鸡鱼、河豚、鲭鱼
16	1-色氨酸	竹荚鱼、菱体兔牙海鲷、虹鳟
17	1-赖氨酸	鲷鱼、虹鳟、鲷鱼

表 4-42

例号	A(含量/mol)	B(含量/mol)	引诱的鱼介类	引诱率/%
18	甘氨酸(0.1)	1-谷氨酸(0.1)	菱体兔牙海鲷、鲷鱼、鲷鱼	65 以上
19	甘氨酸(0.3)	1-谷氨酸(0.1)	菱体兔牙海鲷、鲷鱼、黑鲷	70 以上
20	甘氨酸(0.6)	1-谷氨酸(0.1)	菱体兔牙海鲷、鲷鱼、黑鲷	80 以上
21	甘氨酸(0.8)	1-谷氨酸(0.1)	菱体兔牙海鲷、鲷鱼、黑鲷、斑鲷鱼	90 以上
22	甘氨酸(1.0)	1-谷氨酸(0.1)	菱体兔牙海鲷、鲷鱼、黑鲷、斑鲷鱼	95 以上
23	1- α -丙氨酸(0.5)	1-谷氨酸(0.1)	鲷鱼、鲭鱼、大口黑鲈	70 以上

续表

例号	A(含量/mol)	B(含量/mol)	引诱的鱼介类	引诱率/%
24	1- α -丙氨酸(1.0)	1-谷氨酸(0.1)	鲷鱼、鳊鱼、大口黑鲈	80以上
25	牛磺酸(0.1)	1-赖氨酸(0.1)	鲷鱼、条石鲷	70以上
26	牛磺酸(0.2)	1-赖氨酸(0.1)	鲷鱼、条石鲷	75以上
27	牛磺酸(0.5)	1-赖氨酸(0.1)	鲷鱼、条石鲷、黑鲷	80以上
28	牛磺酸(1.0)	1-赖氨酸(0.1)	鲷鱼、条石鲷、黑鲷	90以上

例 29 将例1的温州桔榨汁渣 250g 和水 100g 加入搅拌器中，充分粉碎，使成糊状。由于糊状物含油溶性成分，因此，用乙醇提取，去除柠檬烯和其他的萜烯类、黄酮类。将该除油后的糊状物减压干燥，粉碎成粉末。用此粉末充填玻璃管，其一端连结加入 50g 无水硝酸的玻璃安瓿瓶， NO_2 气体自发地常压接触粉末，在冷暗室中保存一周，使所得氧化粉末可完全溶解于稀氢氧化钠水溶液中，将此氧化粉末混合到例 1 所示培养基组成的 1000mL 水溶液中，调整 pH 为 5.5~5.6 后，加入 10g 假丝酵母，搅拌通风，在 20~30℃ 反应 50h。过滤，分离反应混合物。水洗、干燥、粉末化后得到约 40g 柑桔酵母（水分 4.7%，粗蛋白质 59%，脂质 0.6%，碳水化合物 17%，灰分 5.3%）。采取此方式将大部分柑桔榨汁渣固态物变成基质材料。不过，其本身并不刺激鱼介类嗅觉，因此同例 18~例 28 一样，进行氨基酸赋香，使其集鱼效果和摄饵效果得到提高。

例 30~38 将 1mol 1-谷氨酸和 3mol 甘氨酸溶于 1L 热水中，加入天然多糖类糊料葡萄糖甘露聚糖使之稳定化，分别取表 4-44 中所示的由各种含植物榨汁渣制得的微生物或酵母基质材料，喷雾添加 10g 稳定后的氨基酸溶液，干燥后粉碎，使其成为杂食性淡水鱼饵料粉末。基质材料是通过将表 4-43 所示原料的干燥粉末 100g 加入玻璃管中，与例 29

同样进行部分化学氧化，将所得物用表 4-43 所示酵母同实施例 1 一样进行发酵而制备的。

表 4-43

例号	原料	微生物或酵母	微生物发酵物的用途
30	咖啡豆提取渣	绿色木霉	鲤鱼、鲫鱼饵料
31	绿茶榨汁渣	黑曲霉	罗非鱼饵料
32	乌龙茶榨汁渣	串珠镰孢	罗非鱼饵料
33	麦茶榨汁渣	异常汉逊氏酵母	金鱼饵料
34	胶木茶榨汁渣	热带假丝酵母	黑鲈饵料
35	粗茶榨汁渣	皱褶假丝酵母	金鱼饵料
36	红茶榨汁渣	产朊假丝酵母	鲤鱼、鲫鱼饵料
37	萝卜榨汁渣	产朊假丝酵母	鳊鱼饵料
38	土豆榨汁渣	产朊假丝酵母	鳊鱼饵料

例 39 将洗净的巴伦西亚桔(中国桔)果实，用压榨机榨汁得到重量大致相当的液汁(果汁中含若干 d-柠檬苦素混合物)和榨汁渣。榨汁渣含水分约 80%，d-柠檬苦素约 0.7%~1.2%，干燥后含碳水化合物 14%~18%，粗纤维 2.2%~2.5%，粗脂肪约 0.2%，粗蛋白约 1.0%，总氮含量约 1.0%，灰分 0.8%，pH 为 3.7，向其中加入 0.6% 的石灰乳中和，混炼后放置 30min，发生脱水，将其再压缩，得到相当于初始原料果实约 20% 的液体。经减压浓缩，得到含糖分约 40% 的糖浆。

将 200g 该糖浆混合到例 1 的培养基组成液中，加 8g 驯化的柑桔酵母，通风发酵 6h，分离，干燥并粉碎，得到约 60g 由巴伦西亚桔酵母构成的基质材料。它含有约 60% 的粗蛋白质，并不逊色于鱼粉的饵料原料，但成分与鱼粉相比赖氨酸、蛋氨酸和维生素略显不足，因此需另外添加强化，并对此强化饵料进行满足鱼介类嗜好性的赋香处理。最一般的

赋香料是含 1mol 1- α -丙氨酸、1mol 甘氨酸、1mol 1-谷氨酸的水性糊状物(糊剂是明胶)，将 3% 该糊状物加入前述巴伦西亚酵母中在搅拌器中充分混碎、压片成型后干燥。

此外，作为小鱼、仔鱼饵料时，将混碎物适当通过网状筛，自然干燥即可。此饵料可替代一般养鱼用鱼粉和大豆油渣使用。在需要提高营养价值的脂质时，可向上述混碎物中单独或以两种以上的混合物加入合计量为 1% ~ 5% 的卵磷脂、亚麻酸、二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)等，这对小鱼和仔鱼的生长具有很好的效果。

例 40 以葡萄柚(柑桔属)、夏桔(夏酸橙)、中国原产柑桔的小粒果实为原料，在搅拌器中充分破碎，将其用压榨机榨汁后，取 100g 榨汁渣和 100g 水的混合物，搅拌成为糊浆状。用乙醚洗涤该糊状物，除去 d-柠檬苦素、其他的萜烯和油状物。然后，向该糊状物中加入 1ml 10% 过氧化氢水溶液，再与 100g 水混合，将所得混合物放入搅拌器中充分混合。向此混合物中加入 1L 组成如下的培养基：

组 分	含量
NaH_2PO_4	0.6g/L
KH_2PO_4	0.4g/L
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.2g/L
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	16.7g/L
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.66mg/L
$\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.18mg/L
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.16mg/L
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.15mg/L
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.18mg/L

用浓度为 15g/L 的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和浓度为 7g/L 的尿素，调整 pH 为 5.5 ~ 6.0，向此混合液中加入 10g 驯化的巴伦西亚酵母，吹进混入 2% 酶的空气，在 25 ~ 30℃ 反应 50h。反应后，过滤沉淀，水洗、干燥后粉碎，得到收率约 70% 的酵母(粗蛋白 61%)。向此酵母基质中喷入 5 ~ 6mL 含 0.2mol l - α - 丙氨酸、0.2mol 牛磺酸、0.05mol l - 谷氨酸、0.05mol l - 天冬氨酸和 0.05mol l - 赖氨酸的混合液充分混合后成型。将此成型品粉碎即成为热带观赏鱼用饵料。

例 41 将例 40 的基质按其用途混入鱼粉、大豆油渣。但对鲮鱼来说，混入 30% 以上的大豆油渣时，有消化率下降，从而生长迟缓的趋势。但无论鱼粉配合量多少都有良好的促生长效果。这种配合基质的饵料以干粉、软干粉、湿粉等形式饲养鲮鱼，但不管哪种都得考虑必需氨基酸平衡问题，并且必须减少碳水化合物含量。应用此基质制取的配合饵料可使鱼粉使用量减少到约一半以下。向例 40 的酵母基质中喷入 10 ~ 11mL 含 0.2mol l - α - 丙氨酸、0.2mol 牛磺酸、0.2mol d, l - 蛋白酶、0.2mol l - 赖氨酸和 0.3mol 谷氨酸的瓜耳胶水溶液，充分混合后成型，再加工成不均匀颗粒、碎粉等，大大改善了鲮鱼的摄饵效率。

例 42 用粉碎机粉碎由温州桔(黄橙)果实榨汁得到的干燥榨汁渣(含碳水化合物 15% ~ 20%，粗纤维 1.5% ~ 2.0%，粗脂肪约 0.2%，粗蛋白质约 0.1%，总氮含量约 1.0%，灰分 0.5% ~ 1.0%，pH4.0 ~ 4.5)，成为 1 ~ 2mm 粒状物。将 500mL 水(含 1g KH_2PO_4 ，3g NH_4NO_3)加到 500g 此粒状物中，混合，在 120℃ 保持 20min，杀菌，冷却至 30℃ 后，加入 10g 米曲霉，在 25 ~ 30℃ 下搅拌通风发酵 70 ~ 80h。接着干燥该混合物，粉碎得到约 600g 粉末，有类似啤酒酵母

臭气，呈淡褐色至褐色含水分 20% ~ 30%，粗蛋白质 30% ~ 45%，脂质 0.5% ~ 1%，碳水化合物 15% ~ 20%，灰分 3% ~ 5%。按例 20 所示方法，用含 0.6mol 甘氨酸和 0.1mol 1-谷氨酸的普鲁兰水溶液进行氨基酸赋香处理。它对菱体兔牙海鲷、鲷鱼、黑鲷的引诱率为 70% ~ 80%。

例 43 用例 42 中的米曲霉在液相中反应。将 200g 糖分在 50% 以上的废糖蜜或糖浆混合成 1.2L 培养液，置于 5L 的发酵罐中加入 10g 米曲霉，一边以 1vvm 通风，一边缓慢搅拌，且在 30℃ 反应 72h。培养液组成如下：

组 分	含量
醋酸钠($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)	12.0g
$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	7.0g
K_2HPO_4	1.0g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1.0g
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.1g
玉米浆	1.0g

将以上组分溶解在 1L 水中，调节 pH 至 6.0(醋酸浓度 1% ~ 2%)，温和通气、搅拌，反应时间较长一些为佳。培养结束后，过滤悬浊物，水洗干燥得到约 60g(收率约 80%)的菌体。它含有：水分 5%、粗蛋白质 50% ~ 60%、脂质 5%、碳水化合物 18% ~ 20% 灰分 5%，为略有臭气的黄褐色粉末。将其与例 42 一样进行氨基酸赋香处理，即成为优良的海水鱼饵料。

例 44 ~ 50 用 10g 表 4-44 所示微生物代替例 42 中的米曲霉，进行同样操作，得到表 4-44 中的生成物。反应温度为 27 ~ 30℃。

表 4-44

例号	微生物	生成物	含量/%				
			水分	粗蛋白	脂质	碳水化合物	灰分
44	啤酒糖酵母	褐色粉末	22	44	0.6	18	5
45	变黑色根霉	茶色粉末	30	45	0.6	15	6
46	黑曲霉	茶色粉末	25	46	0.8	16	5
47	异常汉逊酵母	淡褐色粉末	28	41	0.4	17	5
48	短芽孢杆菌	黄褐色粉末	27	42	0.3	18	4
49	醋酸化酞杆菌	淡褐色粉末	26	40	0.5	20	3
50	保加利亚乳芽孢杆菌	褐色粉末	23	41	0.5	19	4

例 51 在例 42 中，将反应时间改为 35h，得到含水 28%、粗蛋白质 30%、脂质 0.2%、碳水化合物 33%、灰分 4% 的褐色粉末。它的粗蛋白含量低，不适于海水鱼，但进行适当的赋香处理后，可以用作草食性或杂食性鲤鱼科鱼类的养殖饵料使用。

即将 10g 氨基酸水溶液(1L 水中溶解 0.01mol 1-异亮氨酸、0.01mol 1-谷氨酸、0.3mol 甘氨酸，并加入淀粉糊制成的水溶液)加到 100g 以上褐色粉末中，充分混合，从喷嘴压出成线状，切断，在 120℃ 干燥，加入乳钵中，轻轻敲打，所得碎团块可作为鲤鱼、鲫鱼、金鱼等的饵料。

参考文献：中国专利 1172417A(1998)

4.18.2 水产饲料粘合剂脲醛树脂

此水产饲料粘合剂能提高水产饲料的耐水性，防止营养成分在水中的溶散，又可提高饲料效率，防止水质恶化。

(1) 粘合剂的合成

在装有搅拌器、冷凝管和温度计的三颈瓶中加入 37% 甲醛溶液 100mL，在搅拌下，加入 1% 氢氧化钠和氨水配合的溶液，调 pH = 7 ~ 7.5，加入 35g 尿素，溶解后用水浴加热，待温度缓缓上升至 90℃ 时，恒温加热 1h。拆除回馏装

置，继续加热，在 10min 内使温度升至 95~98℃，再恒温加热 0.5~1h，pH 接近 5 时，加入剩下的 2g 尿素，继续加热 10min 以上，在不断搅拌下使水蒸气逸出，粘度渐增。检查反应到达终点后，移开水浴锅，停止加热，待温度降至 50℃以下，调 pH7~8，出料，密封备用。

(2) 应用试验

先将玉米粉以 4% 的比例与水煮成粘稠的玉米糊。然后，取一定量的玉米糊(玉米糊的量以能与颗粒饲料拌匀为标准)，加入一定比例的脲醛树脂及与脲醛树脂成 1% 比例的氯化铵，搅拌均匀，倒入不断搅拌的颗粒饲料中，再搅拌均匀。在 80℃左右烘干，保存备用。

四种配比粘合剂样品试验结果见表 4-45。

表 4-45

项 目	1	2	3	4
颗粒饲料重量/g	50	50	50	50
淀粉糊/mL	10	10	10	10
脲醛树脂/g	0	0.2	0.25	0.5
氯化铵/g	0	0.002	0.0025	0.005
散碎率/% 浸泡 30min	24	12	10	10
浸泡 4h	—	14	12	12

由表 4-45 可知，树脂的用量以 0.5% (3 号配方) 较为合适。

参考文献：姚佩琪，中国饲料，1999，(1)：20

4.18.3 生理活性的鱼饲料添加剂

本鱼饲料添加剂以绿硫细菌代谢物作为其有效成分，它易于由大量培养绿硫菌而制得。例如绿菌属的里米绿菌 *Chlorobium limicola* (DSM 245) 等，过滤培养基汁液，去除菌

体，得到的其代谢物即可用作鱼饲料添加剂，可用来饲养鳗鱼、鱈鱼、泥鳅、甜鱼、鲾科鱼、红鲷科海鱼、金鱼、鳊鱼和对虾等，对鱼类有优良的生理活性。

绿硫菌是一种厌气性的绿色光合作用细菌，它能利用硫化氢、胶体硫、硫代硫酸盐和分子氢作为电子给予体而进行光合作用。绿硫菌的光合系统为每个细胞都含有互相独立的少量的细菌叶绿素和绿菌叶绿素，此两者之间可发生能量转移，其条件是少量醋酸与 H_2S 共存。绿硫菌的代谢产物能明显改善鱼的消化能力，从而可改善鱼饲料的有效性。

绿硫菌的发酵条件： $pH7.5 \sim 6.3$ ；培养液面光照不小于 $2000Lx \cdot s$ ；在绝对厌气条件下，温度 $20 \sim 30^{\circ}C$ ，于培养基中添加 0.05% 醋酸钠作为有机成分。

以鱼粉、淀粉等作为主要成分；以增稠剂、维生素、矿物质等作为添加剂。将含有绿硫菌的代谢物的培养基过滤，以除去细菌的细胞(或含有细胞的培养基)，添加到饲料中作为鱼饲料添加剂，含绿硫菌的培养基可用水稀释(也可不稀释)，然后与糊状饲料混合。也可以将颗粒状饲料浸入此培养基中，由此即可制得本鱼饲料添加剂，对鱼的生理功能良好。

与其他细菌相比，绿硫菌的培养基成本低，增殖速度高；在用 $0.2\mu m$ 滤膜过滤除去细胞后，得到的代谢物可以长期保存。绿硫菌占饲料的比率最好为 0.1% 左右(干重)。

例 1~2 将15尾同样体重的金鱼分为5组，分别饲养于同样的容器中，各组供应的饲料如下：

a. 例 1 含 4% 过滤过的绿硫菌培养基(不含菌细胞)的金鱼饲料；

b. 对照组，为普通金鱼饲料；

- c. 例 2 含 4%绿硫菌培养基(含菌细胞)的金鱼饲料;
- d. 比较例 1 含 4%经过滤和洗涤过与例 2 同样的菌细胞的金鱼饲料;
- e. 比较例 2 含 4%与例 2 同样培养基成分的饲料。

试验结果, 例 1 的金鱼的体重增加为 5%/d; 培养基浓度相当于饲料总质量的 4%, 总质量变化见表 4-46。

表 4-46

项目	例 1	对照组	例 2	比较例 1	比较例 2
初始质量/g	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0
5d 后质量/g	89.2	82.1	91.5	84.3	81.6
10d 后质量/g	101.1	88.9	102.1	91.4	87.4
15d 后质量/g	110.9	98.7	113.3	100.7	96.9

体重的增加变化见表 4-47。

表 4-47

项目	例 1	对照组	例 2	比较例 1	比较例 2
初始	0	0	0	0	0
5d 后增重/g	12.2	5.1	14.5	7.3	4.6
10d 后增重/g	23.1	11.9	25.1	14.4	10.4
15d 后增重/g	33.9	21.7	36.3	23.7	19.9

由此可知鱼的生长为: 比较例 1 稍好于对照组; 例 1 和例 2 都有明显的改善; 比较例 2 比对照组更差, 说明培养基对鱼的生长没有影响。

例 3~4 240尾幼小红鲷科海鱼分为4组饲养, 分别供应以下 4 种饲料, 试验其生长情况:

- a. 对照组 红海鲷的普通饲料;
- b. 例 3 含 2%绿硫菌培养基(包括菌细胞)的鱼饲料;
- c. 例 4 含 2%经过滤的绿硫菌培养基(不包括菌细胞)的

鱼饲料；

d. 比较例 3 含有经过滤和洗涤的绿硫菌细胞的鱼饲料。

1 个月后，试验结果如表 4-48 所示。

表 4-48

项 目	对照组	例 3	例 4	比较例 3
初始质量/g	12.0	12.0	12.0	12.0
试验后质量/g	264.0	300.0	289.0	266.0
增重/g	252.0	288.0	277.0	254.0
饲料量/g	239.0	239.0	239.0	239.0
饲料效率/%	105.4	120.5	115.9	106.3
增重率/%	2200	2500	2408	2217
存活率/%	90.0	98.3	93.3	98.3

例 1~4 所用的绿硫菌为里米绿菌 *Chlorobium limicola*，其培养温度 30℃，光照 5000Lx·s，时间一天，培养基 pH6.8±0.2，组成如下：

组 分	含量
磷酸氢二钾	0.5g
硫酸铵	0.5g
硫酸镁	0.2g
氯化钙	0.05g
氯化钠	0.1g
碳酸氢钠	1.0g
硫化钠	1.0g
硫代硫酸钠	1.0g
EDTA(乙二胺四乙酸)	微量
EDTA 铁盐	微量

EDTA 钴盐	微量
硼酸	微量
硫酸铜	微量
硫酸锌	微量
钼酸钠	微量
氯化镍	微量
氯化锰	微量
水	1000mL

参考文献：美国专利 5820902(1998)

4.18.4 L-肉碱在水产动物营养中的作用

(1) L-肉碱的结构及合成

L-肉碱又叫肉毒碱，是一种水溶性的氨基酸。肉碱有两种旋光异构体即 D-肉碱和 L-肉碱。L-肉碱主要在成年动物的肝、肾、脑中合成。其合成过程始于体内的必需氨基酸(EAA)-赖氨酸(Lys)和 3 个蛋氨酸(Met)，同时在烟酸、抗坏血酸、维生素 B₆、Fe²⁺ 及各种酶的参与下逐步合成。L-肉碱是微生物及动植物的基本成分，由于新生动物没有发育完善，而无合成 L-肉碱的能力、因此需在其饲料中添加适量的 L-肉碱以满足需要。

(2) L-肉碱在水产养殖中的作用

① 提高鱼类的增重率。在 12g 的鲶苗饲料中添加 0.1% L-肉碱，于 28℃ 水温下饲养 12 周，鱼苗平均日增重为 0.74g，比对照组高 7.25%。在日本鳊鲮和美洲鳊鲮的饲料中，添加 L-肉碱 200mg/kg，分别经 32d 和 70d 的饲养后，增重较对照组分别提高了 28% 和 23.06%；在罗氏沼虾和中国对虾饲料中添加 L-肉碱 100mg/kg，其平均增重率分别可达 100%、19.3% (10.7% ~ 30.1%)；在鲤鱼、虹鳟饲料中

添加 100mg/kg L-肉碱，其平均增重率分别可达 18.7%、32.3%。鲈鱼、中华鳖等饲料中添加也有近似的结果，说明 L-肉碱能提高鱼类的增重率，在鱼类不同生长期添加 L-肉碱，其增重效果明显不同。L-肉碱对鳊苗的增重率提高 11%，对成鳊的增重率则提高 55%。

② 降低养殖鱼体脂和提高鱼类肉品质。集约化养殖中，由于鱼类活动减少和配合饲料中蛋白质偏低，碳水化合物和脂肪含量高，因此易引起鱼脂肪在肝脏和肌肉中的沉积，如在 12g 重的鳊苗饲料中，添加 0.1%~0.3% 的 L-肉碱，可使鱼体脂肪减少 2%~3%。在斑点叉尾鲴鱼饲料中添加 L-肉碱，发现斑点叉尾鲴鱼整体脂类含量随添加 L-肉碱而降低，整体蛋白质含量则随添加 L-肉碱而提高，且显著降低了其肌肉和内脏中脂肪含量。在网养鲤鱼种和成鱼饲料中添加 L-肉碱，结果鲤鱼肉蛋白质提高 3.02%，含脂量下降 5.42%，可食部分比例提高 4.7%，且 EAA 比例、必需氨基酸指数(EAAI 指数)及蛋白价(PE)，均分别提高了 2.8%、6.8%和 5.6%，说明 L-肉碱不但有促生长作用，也能改善鱼体营养价值和鱼肉品质。

③ 节约饲料蛋白质和提高蛋白质利用率。配合饲料原料里往往 Lys 和 Met 不足，而添加游离的 EAA 又不能同步吸收，影响鱼体合成其所必需的 L-肉碱、同时多余的其余 AA 也不能合成动物蛋白质，而被氧化供能，浪费了蛋白质原料。在鱼饲料中添加 100mg/kg L-肉碱后，则起到了节约饲料蛋白质的作用。

④ 降低饵料系数、增加氮(N)储，减少水体中 NH_3 含量和降低鱼类死亡率。在鲤鱼、虹鳟饲料中分别添加 L-肉碱 100mg/kg，其饵料系数分别平均降低 13.28%、16.98%，成

活率分别提高 1.78%、2.49%。

⑤ 提高鱼类的繁殖率。L-肉碱对雄体的精子有促成成熟作用。繁殖季节中，每天雄鱼饲料中添加 L-肉碱的量，应不少于 200mg。

参考文献：向泉等，中国饲料，1999，(18)：18

4.18.5 柠檬酸对鱼饲料鱼粉中矿物元素有效性的影响

鱼粉是人工配合饲料中蛋白质的主要来源，尤其在肉食性鱼类饲料中所占比例更大。鱼粉中含有丰富的矿物质，但是鱼类对其利用率不高，磷的表观利用率为 11.8% ~ 50.2%，这就需要一方面再补充矿物质，另一方面要减少鱼粉中不被利用的矿物质随粪便排入水中所造成的水体污染。

鲤鱼及一些无胃鱼类不能有效地利用鱼粉中的磷，主要原因在于它们很少或不分泌胃酸。因此，可添加柠檬酸以提高这类鱼对鱼粉中磷的利用性。

分别以柠檬酸的含量为 0%、2%、5% 分成 3 组。鱼粉占饲料组成的 50%，是饲料中矿物质的主要来源。以 Y_2O_3 作为内标物来测定矿物质的表观利用率。

基础饵料组成^①如下：

组 分	含 量/%
鱼粉	50
鱼油	5.0
豆油	10.0
α -纤维素	10.0
糊精	10.0
玉米淀粉	10.0
羧甲基纤维素	2.0
氯化胆碱	1.0

混合维生素	1.8
维生素 C ^②	0.1
三氧化二钇	0.1
(水)	(40)

① 基础饵料含有($\mu\text{g/g}$ 干物质): Ca 14400; P 10900; Mg 1040; K 3270; Na 4970; Cu 2.19; Fe 133; Mn 5.90; Sr 24.9; Zn 78.6; 灰分 5.78(% 干物质)。

② 包膜维生素 C, 活性为 90%。

将虹鳟(单胃鱼, 开始平均体重 256.4g 放于 3 个水族箱中, 每箱放 5 尾鱼。每天投喂饲料每箱 20g。水温 $19^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。将虹鳟的粪便和水样收集 4 周, 用它们所含矿物质的差值来确定水中矿物质的净排泄量, 并进行测定, 结果见表 4-49。

表 4-49 补充柠檬酸对虹鳟鱼饲料中矿物质表观利用率的影响

矿物质	方法	表观利用率/%		
		0%(对照)	2%柠檬酸	5%柠檬酸
Ca	沉淀法	29.6 ± 9.6	41.8 ± 7.2	60.6 ± 2.0
P	沉淀法	73.8 ± 2.9	77.3 ± 3.4	88.3 ± 1.1
Mg	沉淀法	65.7 ± 5.7	70.3 ± 2.9	78.9 ± 2.5

由表 4-49 可见, 补充柠檬酸明显提高了 Ca、P 和 Mg 的表观利用率。

参考文献: 常青, 饲料工业, 1999, (1): 22

4.18.6 含谷胱甘肽和葡聚糖甘露聚糖的鱼饲料

含谷胱甘肽和葡聚糖甘露聚糖的饲料专用于喂养观赏鱼、水族箱鱼, 可以防止鱼在运输时因振动而死亡。

参考文献: 日本特许公开 10-313796

4.18.7 高油含量的鱼饲料颗粒的制造

高油含量的鱼饲料颗粒的制法包括：将鱼饲料的母体粒子与添加剂和常温下为多孔性的粒子一起挤出造粒，其中添加剂是脂类或脂肪酸。这种油类因而被吸附到多孔粒子中，从而形成了高油含量的鱼饲料颗粒。最为适用的添加剂是动物油或植物油的氢化产物，或者是脂类乳化剂，例如单脂肪酸甘油酯、二脂肪酸甘油酯，也可以是三脂肪酸甘油酯。所得的鱼饲料的含油量可以高达 50%。在储存期内和在使用时漏油的可能性非常小，几乎没有漏油现象。

参考文献：国际专利 WO - 98 - 49904

4.18.8 养鱼池用固体饲料的改良

将聚氧乙烯失水山梨醇脂肪酸酯添加到养鱼场用的固体饲料中。这种饲料能逐渐下沉而不留在水的表面，便于鱼类吞食。

参考文献：日本特许公开 11 - 00112

4.18.9 鱼饲料微胶囊的制备

鱼饲料微胶囊制法：将含有水溶性营养素的水相分散在含油溶性营养素的油相中，再将这种混合物包埋在生物可降解的聚合物薄膜形成的微胶囊中。油相中含有 DHA(二十二碳六烯酸)，EPA(二十碳五烯酸)和溶解这些脂肪酸的油；而水相中含氨基酸和水溶性蛋白质，此微胶囊直径为 5 ~ 20 μm ，适用于作鱼类饲料。

参考文献：日本特许公开 10 - 327770

第五章 宠物和昆虫配合饲料

5.1 狗

狗是历史上最早饲养的家畜。狗的配合饲料多种多样，有颗粒状的、饼干形状的、膨化型的干饲料和罐头，还有半干型、软湿型和香肠型等。宠畜化的狗没有必要作为食肉兽来对待，其食性已和人非常类似。

虽然狗用干饲料有许多长处，但从狗的嗜好性来看，更喜食湿润的饲料。如将某些膨化饲料以干料形式喂狗，还不如添加温汤的饲料适口性好。

5.1.1 狗的配合饲料

其配合饲料配方见表 5-1、5-2、5-3 和 5-4。

表 5-1 干饲料配方(一)

组 分	含 量/%			
	1	2	3	4
玉米	—	26.70	41.3	26.75
肉粉(肉骨粉)	8.0	15.0	18.0	15.0
鱼粉	5.0	3.0	1.5	3.0
大豆油粕	12.0	19.0	8.5	19.0
小麦胚芽	8.0	5.0	8.5	5.0
小麦	51.23	—	5.0	26.7
脱脂奶粉	4.0	2.5	4.0	2.5
牛油(动物性脂肪)	2.0	—	4.0	0.5

续表

组 分	含 量/%			
	1	2	3	4
酵母	2.0	0.5	2.0	0.5
骨粉	2.0	—	—	—
紫苜蓿	—	—	1.5	—
蕃茄皮	—	—	2.0	—
肝粉(DS)	(1.0)	—	1.0	—
乳酪、干酪	—	—	1.5	—
食盐	0.5	0.25	—	0.25
维生素、矿物质	0.27	0.13	1.2	1.3

表 5-2 干饲料配方(%)

组 分	含 量/%			
	实 验 用		市 售 品	
	1	2	德国	日本
玉米	58.1	—	8.0	26.0
小麦或小麦粉	—	30.0	13.0	25.0
燕麦或黑麦	—	—	14.0	—
肉骨粉	—	—	14.0	17.0
脱脂奶粉	5.0	21.0	2.0	—
酪蛋白	9.0	5.0	—	—
大豆油粕	—	17.0	16.0	15.0
鱼粉(血粉)	13.5	(3.0)	2.0	5.0
麦麸	—	—	10.0	—
小麦胚芽	—	—	3.0	3.0
酵母	—	9.0	2.0	3.0
肝粉	—	2.0	4.0	—
牛油或植物油	3.5	15.0	3.0	4.0
葡萄糖	5.0	—	—	—
维生素和矿物质	2.4	7.0	7.0	6.0

表 5-3 精制饲料配方

组 分	含 量/%	
	1	2
预混维生素的酪蛋白	21.0	8.0
蔗糖	66.1	15.0
葡萄糖	—	23.0
明胶	—	15.0
糊精	—	22.8
白色奶油	8.0	—
植物油	—	10.0
纤维素	—	2.7
肝油	—	1.0
DL-蛋氨酸	—	0.3
DL-色氨酸	—	0.2
食盐	1.0	—
维生素	0.1	适量
矿物质	0.8	适量

表 5-4 半干饲料配方

配 方 1		配 方 1	
组 分	含 量/%	组 分	含 量/%
动物内脏	22.0	大豆	1.0
生牛肉	9.0	磷酸-2-钙	2.5
蔗糖	20.0	丙二醇	2.5
大豆蛋白	23.5	乳化剂	1.0
脱脂奶粉	2.0	食盐	1.0
木薯淀粉	7.5	山梨酸钾	0.35
小麦谷蛋白	4.0	水	53.5
α 化玉米	4.0	维生素 ^①	0.13
杂动物油脂	1.5	其他(色素)	0.039

续表

配 方 2		配 方 2	
组 分	含 量/%	组 分	含 量/%
淀粉	15.0	占柯豆胶	1.5
糯性谷物淀粉	4.0	柠檬酸	1.0
饴糖	4.0	食盐	1.0
乳酪	20.0	其他	0.25
大豆蛋白质	10.0	水	28.3
鸡油	15.0		

① 维生素组成如下：硫胺素的盐酸盐 0.24mg/100g, 核黄素 0.30mg/100g, 菸酸 0.12mg/100g, 泛酸钙 1.2mg/100g, 吡哆素(维生素 B₆) 0.24mg/100g, 叶酸 0.015mg/100g, 生物素 0.0015mg/100g, 对氨基苯甲酸 6mg/100g, 氰钴胺素(维生素 B₁₂) 9μg/100g, 抗坏血酸 6mg/100g, 肌醇 1200mg/100g, 氯化胆碱 180mg/100g, 2-甲基-1,4-萘醌(维生素 K₃) 0.18mg/100g, 维生素 A 1250IU/100g, 维生素 D₃ 1248IU/100g, 维生素 E 92 IU/100g。

5.1.2 促进小狗骨骼生长的宠物饲料

能促进小狗骨骼生长的宠物饲料含有：钙 0.75% ~ 0.95%，最好 0.86%；磷 0.62% ~ 0.72%，最好 0.67%；钙与磷之比为 1.2:1 ~ 1.3:1，此饲料组合物还含有蛋白质源、纤维源和脂肪源等。其基本组成如下：

组 分	含 量
蛋白质	24% ~ 28%
脂 肪	12% ~ 16%
纤维素	4% ~ 6%
碳水化合物	40% ~ 45%
维生素	0.45% ~ 0.65%
矿物质	4% ~ 8%
水	余量

此宠物饲料用于大量繁殖的小狗，以使其骨骼生长最优化并减少骨骼发生畸形。

通常，如小狗之类宠畜，常喂以营养太丰富的饲料，易引起营养失衡，生长畸形，本饲料就是针对这个问题而设计的。它可以喂养狗生长到 30kg 以上。

适当的钙源是碳酸钙和磷酸二钙而磷源为磷酸二钙；适当的蛋白质源为鸡及其副产物，鸡汁，酿造干酵母和 D,L-蛋氨酸等；适当的脂肪源包括鸡油（用 BHA 保鲜）、鱼油和亚麻油等。饲料中至少含有 $\Delta-6$ 脂肪酸 2.44% 和至少含 $\Delta-3$ 脂肪酸 0.49%；饲料最好含 5% 纤维，其来源包括干燥甜菜渣、阿拉伯胶、欧车前草、米糠、角豆胶、桔渣、果胶、果糖低聚糖、甘露低聚糖及其混合物；此饲料也包括碳水化合物源，如玉米粉、大米粉、酿酒用大米和高粱粉等。饲料中还含维生素和矿物质类的预混物，如氧化锌、维生素 E、维生素 C、硫酸铜、硫酸锰、生物素、氧化锰、维生素 A 醋酸酯、泛酸钙、硫胺素单硝酸酯、维生素 B₁₂ 菸碱，核黄素、肌醇、维生素 B₆、碘化钾、维生素 D₃、叶酸、硒酸钠和碳酸钴等；其含水量约为 10%。

参考文献：美国专利 5851573(1998)

5.2 猫

猫与狗不同，几乎都是家中饲养的。作为宠畜，猫比狗更喜欢肉食，从来多用生饵和罐头，但单用狗饲料喂食曾发生猫失明症，这是缺乏牛磺酸的原因。后又出现猫用干饲料使雄猫多发尿路结石症。

猫的嗜好性与狗相比，个体差异显著，因此猫用干饲料

的商品牌号众多，其饲料形状几乎全部为膨化加工的。用于饲料喂食场合，应充分供给饮水。

猫饲料配方见表 5-5、5-6、5-7、5-8。

表 5-5 猫(NRC)用配合饲料配方

组 分	含 量/%	
	A	B
酪蛋白	10	10
奶粉	20	—
牛肝	35	—
牛肉	—	20
沙丁鱼	—	20
燕麦或黑麦	30	20
马铃薯	—	15
奶油、猪油或植物油	5	10
肝油	—	3.0
骨粉	—	2.0

表 5-6 猫用饲料配方

组 分	含 量/%	
	A	B
玉米	16.0	26.0
小麦粉	10.0	25.0
黑麦或燕麦	1.0	—
啤酒酵母	1.0	3.0
小麦胚芽(麦芽)	(2.0)	(3.0)
大豆豆粕	16.0	15.0
玉米谷蛋白	6.0	—
鱼粉	2.0	0.5
肉粉	—	17.0
鸡副产品	18.0	—
奶粉	0.6	—
浓鱼汁干燥粉末	3.0	—
维生素和矿物质	3.0	2.0

表 5-7 猫用精制饲料配方

组 分	1	2	3
预混维生素的酪蛋白	8.0	32.1	36.0
明胶	15.0	—	—
糊精(玉米)	(52.0)	—	34.5
蔗糖	—	37.6	10.0
玉米油(葵花子油)	(18.0)	12.5	(15.0)
加氢油脂(油脂)	—	12.5	—
肝油	2.5	1.0	—
Hegstedt 盐(Rabin 盐)(参见表 6-17)	4.0	4.0	(4.0)
DL-蛋氨酸	0.2	—	—
维生素	0.3	0.3	0.2

表 5-8a 含氨基酸的饲料配方

组 分	含量/%	组 分	含量/%
氨基酸预混物	34.7	Hegstedt 盐(参见表 6-17)	4.0
火鸡脂肪	25.0	维生素预混物	1.0
玉米淀粉	19.27	氯化胆碱	0.33
蔗糖	15.7		

表 5-8b 氨基酸预混物配方

组 分	含量/%	组 分	含量/%
L-组氨酸	1.20	L-缬氨酸	1.80
L-异亮氨酸	1.80	L-精氨酸	2.00
L-亮氨酸	2.40	L-天冬氨酸	2.00
L-赖氨酸	2.80	L-丝氨酸	1.00
L-蛋氨酸	1.10	L-脯氨酸	2.00
L-胱氨酸	0.80	L-纈氨酸	2.00
L-苯丙氨酸	1.50	L-谷氨酸	6.00
L-酪氨酸	1.00	L-丙氨酸	1.00
L-苏氨酸	1.40	醋酸钠	2.50
L-色氨酸	0.40		

维生素预混物组成如下：硫胺素盐酸盐 0.54mg/100g，核黄素 1.06mg/100g，吡哆素盐酸盐(维生素 B₆) 0.54mg/100g，菸酸 0.53mg/100g，泛酸钙 0.27mg/100g，对氨基苯甲酸 0.53mg/100g，叶酸 0.14mg/100g，生物素 0.026mg/100g，氰钴胺素(维生素 B₁₂) 0.006mg/100g，2-甲基-1,4-萘醌(维生素 K₃) 0.026mg/100g，氯化胆碱 300mg/100g，肌醇 1.06mg/100g，维生素 A 4000 IU，维生素 D₃ 266 IU，维生素 E 5mg。

猫饲料还可以与诱食剂混炼，也可以用琼脂胶化而成为精制饲料。

5.3 鸟 类

5.3.1 磨(碎)饲与播饲

鸟有野鸟和饲养鸟之分，饲养鸟有中国鸟、日本鸟及外国鸟。用于饲养鸟的固体配合饲料是近 20~30 年来逐步开发的。

鸟用饲料分磨碎的鸟饲和粒饲。例如，用炒过的米糠 8 份、糙米粉 2 份和鱼粉 5 份、少量蔬菜研磨混合，加水可制成磨碎鸟饲。由青米稗子、小米、黍子、白苏子、油菜籽等混合可制而成鸟用粒饲。

磨碎的鸟用饲料配方举例见表 5-9。

表 5-9 磨碎的鸟用饲料配方

组 分	含量/%	组 分	含量/%
小麦粉	52.0	紫苜蓿粉	2.4
脱脂米糠	10.0	蛋氨酸	0.05
大豆油粕	10.0	矿物质	5.56
鱼粉	20.0	维生素	0.2

5.3.2 八哥饲料

八哥是一种深受人们喜爱的家鸟，饲养十分普遍。雏鸟用炒过的米糠、糙米粉和鱼粉加少量小松菜(油菜的变种)、鹅肠菜、白菜充分磨碎混合，再加水制成饵料喂食。成鸟除喂由植物和动物原料制的饵料外，再补充香蕉、西红柿等水果和蔬菜，还有煮鸡蛋。表5-10是用膨化加工法制造八哥饲料的配方。使用时，应使饵料吸水后喂鸟。

表 5-10 八哥饲料配方

组 分	含 量/%	
	1	2
鱼粉	30.0	50.0
小麦粉	30.0	30.0
麦麸	20.0	10.0
玉米	7.0	—
大豆油粕	5.0	2.0
紫苜蓿粉	3.0	3.0
酵母	1.0	3.0
矿物质	1.0	1.0
维生素	1.0	1.0

5.3.3 金丝雀、雀类饲料

金丝雀和雀类可喂食屑状和颗粒状配合饲料，但适口性不及粒饵，即使干的粒饵也喜食。一般配合饲料加水后可增加采食量。

雀类对粒料的嗜好性还随其种类而异，如红金丝雀喜食白苏子、小米、油菜籽、黍子等，十姐妹(燕雀类)喜食青米、小米、黍子等。

其饲料配方见表5-11、5-12、5-13。

表 5-11 金丝雀、雀类饲料配方

组 分	含 量/%		
	1	2	3
小麦粉	92.0	60.0	46.4
高粱	—	—	10.0
大豆豆粕	—	—	5.0
麦麸	—	—	15.0
紫苜蓿粉	1.5	1.5	8.0
鱼粉	—	—	4.0
大豆油	—	—	1.0
淀粉	—	32.0	—
芝麻油	3.0	3.0	—
矿物质	3.0	3.0	1.4
维生素	0.5	0.5	0.2

表 5-12 粒饵状饲料配方

组 分	含 量/%		
	金 丝 雀		十姐妹
	德 国	日 本	日 本
金丝雀籽	35	20	15
油菜籽	21.0	10.0	10
小麦	14.0	—	—
油菊籽	5.0	5.0	—
青米	—	—	10
核桃	5.0	—	—
亚麻	3.0	—	—
芥菜籽	3.0	—	—
稗子	—	—	35.0
小米	—	30.0	20.0
黍子	—	35.0	10.0
其他	14.0	—	—

表 5-13 颗粒状饲料配方

组 分	含量/%	组 分	含量/%
玉米	30.0	鱼粉	3.0
小麦粉	30.0	紫苜蓿	3.0
高粱	32.0	维生素、矿物质	2.0

德国的配方饲料是丰富多彩的，如大豆油粕、酵母、糕饼屑、蜂蜜、血粉、紫苜蓿、甜菜渣、萝卜和卵磷脂类，都可用作金丝雀配合饲料的原料，而斑螫黄质(一种红色的类胡萝卜素，加入烤用小鸡的饲料中，可得颜色较红的皮肉；加入鱒鱼的饲料，可得肉色鲜明的皮肉；加入蛋鸡饲料中，可使鸡蛋黄色变深)、 β -胡萝卜素、小球藻和螺旋藻等都可用于使鸟的羽毛产生鲜艳的色彩。

5.3.4 鸽

鸽的饲料简单易得，长期以来将养鸡的颗粒配方饲料用于养鸽。其粒饵配方参见表 5-14。

表 5-14 鸽用粒饵配方

组 分	含 量/份	
	例 1	例 2
玉米	70	50
小麦	40	50
野生豌豆	40	50
高粱	30	40
大麻果实	10	—
燕麦	10	10

5.3.5 野鸟

许多野鸟属于保护动物，将饵料散播在庭园中让野鸟来

啄食以便欣赏，对路过的候鸟暂时提供饵料以便保护，因而开发了野鸟用配合饲料。对于水禽还要考虑用膨化饲料，使饲料浮在水面供其采食，避免在地上被陆地鸟争食。尤其在大雪和寒潮之际，给予配合饲料可保护野鸟安全过冬。用于野鸟的粒饵配方见表 5-15。

表 5-15 野鸟粒饵配方

组 分	含 量/份	
	例 1	例 2
红稷	60	100
白稷	30	—
高粱	20	20
小麦	20	20
向日葵	20	20
玉米	20	—
燕麦	20	20
花生渣	10	20

5.3.6 鸟用粒状饲料

鸟用颗粒饲料制法为，将 5% 以上(最好 12% 以上)砂糖溶于热水中，使其白利糖度为 10 ~ 80Bx，混入饲料其他成分，在压力为 0.49 ~ 1.96MPa 下成型，即可得鸟用颗粒饲料，此饲料即使风吹雨打，也不会松散。

例 1

组 分	含量
小米(粒状)	45.2%
稗子(粒状)	45.2%
高粱(粒状)	6.5%
葵花籽(粒状)	3.1%

均匀混合得到粒状混合物 1kg。另将砂糖 112.5g 与水 37.5g 混合，加热到 110℃，使糖液浓度高达 77%。将上制粒状混合物与糖的热水溶液混合，放入模具，在 1.47MPa 下压制成型。将所得的成型物吊挂在野外的树木上，鸟很喜爱啄食，且经风雨不散失。

例 2 用与例 1 同样的方法进行配料与操作，但使用砂糖 75g 和水 75g，成型压力为 1.96MPa。所得的成型物鸟喜爱啄食，且经风雨不散失。

参考文献：日本特许公报 04 - 74988

5.4 观赏鱼

观赏鱼分热带鱼、海水鱼和淡水鱼，均多姿多彩，所用饵料基本上和水产养鱼饵料一样。为使金鱼、锦鲤色彩鲜艳，在饲料中配入含有叶黄素、虾黄素、玉米黄质等的天然原料，如紫苜蓿、雏菊、小球藻等可用作叶黄素源；糠虾、虾壳、蟹壳等可用作虾黄素源；蓝藻的螺旋藻等可作为玉米黄质源。

观赏鱼饵料一般喜用浮饵，以易于了解饵料是否被食完，避免残饵影响水质。

观赏鱼饲料配方见表 5-16。

表 5-16 观赏鱼用特种饲料配方(片状)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
肝粉	100	酵母	15
燕麦粉	120	15%明胶(动物胶)	适量
青海藻(紫菜)	15		

5.5 昆 虫

昆虫有专食动物、专食植物、只食活物、只食死物、动植物都食、专食腐植物之分，还有像蜻蜓那样只食活动的食物。昆虫的幼虫和成虫的食饵常常完全不同。昆虫吃饵料时，有咬食、舔食、吸食等。即使啃咬饵料，还有从饵料外部开始啃食和咬食并进入饵料中两种方式。因此，在配制人工饵料时必须考虑昆虫的食性和习性。

5.5.1 果蝇

果蝇饲料配方见表 5-17、5-18。

表 5-17 果蝇饲料配方

组 分	含 量/g			
	黄果蝇		黑果蝇	
	1	2	3	4
玉米	100	12	13	100
糖蜜	135	—	—	—
蔗糖	—	8	5	40
酵母	—	—	少量	—
燕麦片	—	4	—	—
琼脂	15	—	1.5	10
水	700	76	100	800

表 5-18 精制饲料配方

组 分	含 量	
	1	2
酪蛋白	6g	—
酪蛋白水解物	—	125mg/5mL
蔗糖	—	25g
葡萄糖	10g	—
琼脂	10g	—
维生素	(+)	(+)
矿物质	(+)	(+)
其他	(+)	(+)

表 5-18 中配方 25mL 饲料含有以下的维生素(μg): 氯化胆碱 100, 硫胺素 50, 核黄素 25, 菸酸 50, 吡哆胺(维生素 B_6) 50, 泛酸钙 50, PABA(对氨基苯甲酸) 50, 肌醇 50, 叶酸 3, 生物素 0.25。矿物质组成(mg): MgSO_4 10, KH_2PO_4 10, CaCl_2 100, MnSO_4 100, NaCl 适量。此外, 含有: 硼砂 88mg, 钼酸铵 64mg, 氯化铁 500mg, 硫酸锌 2g, 氯化铜 270mg, 氯化亚锰 45mg 在 1L 水中的溶液——滴。在 5mL 培养基中, 添加: 色氨酸 2.5mg, 胱氨酸 0.25mg, 腺嘌呤硫酸盐 500 μg , 尿嘧啶 500 μg , 鸟嘌呤盐酸盐 250 μg , 麦角固醇 250 μg 。

也可用氨基酸培养基饲养果蝇。

5.5.2 家蝇

家蝇饲料配方见表 5-19。

表 5-19 家蝇饲料配方

组 分	含 量/g					
	1	2	3	4	5	6
大麦外皮	5	10	25	—	—	5
稻壳	—	—	—	10	—	5
豆莢粉	—	—	—	—	10	5
麦麸	80	75	60	75	75	70
鼠用粉末饲料	10	10	10	10	10	10
干酵母	5	5	5	5	5	5
水	150	150	150	150	150	150

5.5.3 二化螟虫

二化螟蛾的幼虫是稻田主要害虫，它咬食并进入生长中的稻茎，使稻枯萎。为防治此害虫的需要，研究配制了人工饵料，见表 5-20。

表 5-20 二化螟虫饲料配方

组 分	含 量/g	
	1	2
水	42	40
琼脂	0.7	0.6
纤维素	1.0	0.5
葡萄糖	1.5	0.7
蔗糖	—	0.3
酪蛋白	2.0	1.0
胆固醇	0.02	0.02
McCullum 盐(参见表 6-18)	0.2	0.2
干酵母	1.0	1.0
水稻水萃取物(粉末)	0.5~1.0	(20)
氯化胆碱	—	0.02

5.5.4 夜盗虫、凤蝶、黑凤蝶

夜盗虫的人工饲料和凤蝶幼虫人工饲料的不同之处是，前者采用卷心菜(甘蓝)叶粉，后者采用枸橘叶粉，而黑凤蝶幼虫使用蜜橘叶粉末。以后又开发了无干燥叶粉的饲料配方饲养凤蝶的幼虫。

蝶类幼虫饲料配方见表 5-21。

表 5-21 蝶类幼虫饲料配方

组 分	含 量/g		
	凤 蝶	黑凤蝶	夜盗虫
水	100	125	100
琼脂	3.0	6.25	3.0
粉末滤纸	5.0	5.0	5.0
蔗糖	2.0	8.75	2.0
葡萄糖	1.0	—	1.0
酪蛋白	2.0	8.75	2.0
干酵母(麦芽萃取物)	2.0	7.5	2.0
			(爱表斯啤酒酵母)
Wesson 盐(参见表 6-25)	0.3	2.5	0.3
胆固醇	0.1	0.125	0.1
氯化胆碱	0.2	0.25	0.2
抗坏血酸	0.3	1.0	0.3
叶粉	20(枸橘叶)	0	20.0(卷心菜)
其他	(+)	(+)	(+)

5.5.5 蟋蟀

蟋蟀用于养鸡饲料、养鱼饲料、狗饲料、实验室用的兔和白鼠饲料。蟋蟀对各种饵料都吃，其生长曲线随饲料而

异，6周后平均体重可达170~350mg。表5-22为蟋蟀用精制饲料配方。

表5-22 蟋蟀饲料配方

组 分	含 量/%	
	A	B
酪蛋白	29.0	30.0
蔗糖	19.0	12.0
玉米油	8.0	8.0
聚乙烯	34.0	—
纤维素	—	30.0
L-精氨酸	1.2	—
维生素和矿物质等	8.8	8.0

其中矿物质组成(每100g饲料中克数)如下:醋酸钾2.0, CaCO_3 1.8, Na_2HPO_4 1.2, CaHPO_4 1.35, NaCl 3.0, KI 0.0045, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.45, MgO 0.4, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.075, $\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$ 0.45, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.023, $\text{CoCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.003, $\text{NaMnO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.030, 硫酸锌 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.006, 四硼酸钠 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 0.003, 硫酸钾铝 $\text{KAl}(\text{SO}_4) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 0.0045。

5.5.6 蚜虫、浮尘子

这些半翅目昆虫用吸管口进食,吸取植物汁液,有通过薄膜吸汁的习性。因此配合饲料应为液体,但需有人工膜。如采用石蜡M为薄膜,使蚜虫吸食氨基酸合成饲料。

蚜虫配合饲料见表5-23。

表 5-23 蚜虫配合饲料

组 分	含 量/(mg/mL)		
	蚜 虫	褐稻虱	黑尾叶蝉
丙氨酸	100	150	100
γ -氨基丁酸	—	—	20
精氨酸	270	—	405
天门冬酰胺	550	450	300
天门冬氨酸	140	150	100
半胱氨酸	10	80	50
胱氨酸	—	—	5
谷氨酸	140	300	200
谷氨酰胺	150	950	600
甘氨酸	40	—	20
高丝氨酸	—	—	800
组氨酸	40	300	200
异亮氨酸	30	300	800
亮氨酸	40	300	200
赖氨酸	120	300	200
蛋氨酸	10	150	100
苯丙氨酸	40	—	100
脯氨酸	40	—	100
丝氨酸	80	150	100
苏氨酸	140	300	200
色氨酸	40	—	100
酪氨酸	40	—	20
缬氨酸	40	—	200
硫胺素	2.5	2.5	2.5
核黄素	2.5	5.0	5.0

续表

组 分	含 量/(mg/mL)		
	蚜 虫	褐 稻 蚤	黑尾叶蝉
菸酸	10.0	10.0	10.0
吡哆醇(维生素 B ₆)	2.5	2.5	2.5
叶酸	0.5	1.0	1.0
泛酸钙	5.0	5.0	5.0
肌醇	50.0	50.0	50.0
氯化胆碱	50.0	50.0	50.0
生物素	0.1	0.1	0.1
抗坏血酸	100	100	100
蔗糖	1800	5000	5000
K ₃ PO ₄	500	—	—
KH ₂ PO ₄	—	500	500
MgCl ₂ ·6H ₂ O	500	200	200
FeCl ₃ ·6H ₂ O	—	2.0	2.2
CuCl ₂	—	0.3	0.27
MnCl ₂	—	0.8	0.79
ZnCl ₂	—	0.4	0.4
CuCl ₂	—	3.0	3.1
胆固醇	20	—	100
水	100ml.	100ml.	100ml.

5.5.7 蠕虫

作为饲料昆虫的蠕虫，易于用粉碎玉米、脱脂米糠、麦麸、次粉等量混合，添加 10% 左右的干酵母，而得的配合饲料进行饲养。为防止饲料过于干燥，在饲料中可埋入马铃薯

薯片，以保持适度的湿度。表 5-24 是这种昆虫用的精制饲料配方。

表 5-24 蠕虫饲料配方

组 分	含 量/g
无维生素的酪蛋白	20.0
葡萄糖	80.0
McCormick 盐(参见表 6-18)	2.0
胆固醇	1.0

1g 饲料中维生素添加量(μg)为：硫胺素 25，核黄素 12.5，菸酸 50，吡哆醇(维生素 B_6)12.5，泛酸 25，氯化胆碱 500，叶酸 2.5，生物素 0.25。

5.5.8 蜜蜂

蔗糖、花粉、酵母等的混合液可以暂时饲养蜜蜂。奶粉和牛或猪的胃或肝脏用乳酸菌处理后的产品，混入蔗糖，添加矿物质也可以制成蜜蜂饲料。

第六章 实验动物配合饲料

6.1 鼠和白鼠

以前用大白鼠和小鼠做动物实验时，一般以周为单位，最长也仅6个月。但因癌症实验和对动物一生安全性确认试验等的需要，实验时间已从60周发展到120周、160周。因此对长期饲育饲料要求全面考虑，避免饲料对动物产生不利影响(如营养过剩、微量残留物存在)。

大白鼠和小鼠饲料配方见表6-1，其他饲料配方见表6-2、6-3、6-4、6-5、6-6。

表6-1 大白鼠和小鼠饲料配方

组 分	含 量/%				
	NIH-07	NIH-31 高 压 灭菌用	鼠用	长 期 饲养用	放射线 灭菌用 (25kGy)
玉米	24.5	21.0	12.5	—	10.0
小麦(小麦粉)	23.0	35.5	36.25	(47.0)	40.0
次粉(大麦)	10.0	10.0	(25.0)	—	(51)
黑麦、燕麦	—	10.0	—	40.0	18.1
脱脂奶粉	5.0	—	—	3.0	7.5
鱼粉	10.0	9.0	10.0	8.0	5.0
大豆豆粕	12.0	5.0	11.25	—	10

续表

组 分	含 量/%				
	NIH-07	NIH-31 高 压 灭菌用	鼠用	长 期 饲养用	放射线 灭菌用 (25kGy)
紫苜蓿	4.0	2.0	—	—	—
玉米面筋粉	3.0	2.0	—	—	—
酵母	2.0	1.0	—	1.0	2.5
糖浆(干燥)	1.5	—	(5.0)	—	—
大豆油	2.5	1.5	—	—	—
维生素、矿物质及其他	2.5	3.0	—	1.0	1.8

1kg NIH-31 饲料, 维生素含量如下: 维生素 A 22.000IU, 维生素 D₃ 850IU, 维生素 K 20mg, 维生素 E 15mg, 氯化胆碱 0.7g, 叶酸 1mg, 菸酸 20mg, 泛酸钙 25mg, 核黄素 5mg, 硫胺素 6.5mg, 维生素 B₁₂ 14 μ g, 吡哆醇(维生素 B₆) 2mg, 生物素 120mg。矿物质含量如下: 碳酸钴 0.4mg, 硫酸铜 4mg, 硫酸亚铁 60mg, 氧化镁 450mg, 氧化锰 10mg, 氧化锌 10mg, 碘化钾 1.5mg。

表 6-2 鼠用饲料配方(—)

组 分	含 量/%			
	1	2	3	4
小麦	51.5	39.25	56.0	60.2
脱脂奶粉	20.0	12.0	20.0	20.0
大豆油粕	11.25	6.75	11.25	2.50
玉米油	10.25	3.45	5.75	10.25

续表

组 分	含 量/%			
	1	2	3	4
啤酒酵母	4.0	2.4	4.00	4.00
小麦胚芽	—	40.0	—	—
食盐	1.375	1.375	1.375	1.375
磷酸二钙	1.0	1.0	1.0	1.0
柠檬酸铁	0.125	0.075	0.125	0.125
维生素	0.50	0.50	0.50	0.50

表 6-3 鼠用饲料配方(二)

组 分	含 量/%				
	1	2	3	4	5
小麦	40.0	46.0	53.0	5.0	61.5
大麦(燕麦)	33.3	(40.0)	15.0	—	—
玉米	—	—	—	41.3	—
小麦胚芽	—	—	—	8.5	—
鱼粉	5.0	8.0	2.0	1.5	—
脱脂奶粉	—	3.0	5.0	4.0	23.3
大豆油粕	7.5	—	5.0	8.5	—
肉粉	—	—	5.0	18.0	—
紫苜蓿粉	5.0	—	2.0	1.5	—
牛油、猪油(玉米油)	2.0	—	—	4.0	5.8
酵母	2.0	1.0	3.5	0.1	4.0
骨粉	1.3	—	3.0	—	—
其他	3.9	2.0	6.5	7.6	5.4

表 6-4 鼠用饲料配方(德国)

组 分	含 量/%		
	小家鼠用	大白鼠用	(大白鼠) 高压灭菌用
小麦	12.0	12.0	18.0
燕麦	32.0	18.0	18.0
玉米	6.0	10.0	10.0
大麦	14.0	33.0	8.0
麦麸	4.0	3.0	23.0
鱼粉	8.4	6.1	8.0
脱脂奶粉	2.2	1.0	5.0
紫苜蓿	2.5	1.5	3.0
小麦胚芽	3.0	—	—
葵花籽渣	3.0	—	—
酵母	1.5	—	—
糖蜜	—	1.0	1.0
维生素、矿物质	—	0.5	0.8
其他	11.4	10.6	5.1

表 6-5 鼠用饲料特殊配方

无 菌 鼠 用 组 分	含量/%	大白鼠用液体饲料 组 分	含量/%
玉米	58.9625	乳清蛋白	20.0
大豆油粕	30.0	葡萄糖	35.05
紫苜蓿	3.5	玉米淀粉	35.05
玉米油	3.0	玉米油	5.0
食盐	1.0	蛋氨酸	0.3
磷酸二钙	0.5	氯化胆碱	0.2
L-赖氨酸	0.5	维生素	0.4
DL-蛋氨酸	0.5	矿物质	4.0
叔丁基对羟基甲苯	0.0125		
维生素	1.0		
矿物质	0.025		

表 6-6 含氨基酸的饲料配合

组 分	含 量/%	组 分	含 量/%
玉米油	10.0	维生素	0.5
矿物质	5.0	氯化胆碱	0.2
氨基酸预混物	16.05	糊精和蔗糖(2:1)	68.25

表 6-6 中, 氨基酸预混物组成如下:

组 分	含量/%
精氨酸盐酸盐	0.42
组氨酸盐酸盐	0.46
异亮氨酸	0.96
亮氨酸	1.21
赖氨酸盐酸盐	2.01
蛋氨酸	0.88
苯丙氨酸	1.27
苏氨酸	0.88
色氨酸	0.19
缬氨酸	0.95
丙氨酸	0.19
天门冬氨酸	0.19
胱氨酸	0.19
谷氨酸	2.43
甘氨酸	1.46
脯氨酸	0.19
丝氨酸	0.19
酪氨酸	0.19
醋酸钠	1.80

1kg 氨基酸饲料中维生素添加量(mg)为：硫氮素盐酸盐 5，核黄素 5，烟酰胺 25，泛酸钙 20，吡哆醇盐酸盐(维生素 B₆)5，叶酸 0.5，2-甲基-1,4-萘醌(维生素 K₃)0.5，d-生物素 0.2，氰钴胺素(维生素 B₁₂)(0.1%)30，抗坏血酸 50，维生素 E(25%)450，维生素 A 4000IU，维生素 D₂ 400IU。

矿物质预混物组成(%)：CaCO₃ 29.29, CaHPO₄·2H₂O 0.43, KH₂PO₄ 34.31, NaCl 25.06, MgSO₄·7H₂O 9.98, Fe(C₆H₅O₇)·6H₂O 0.623, 硫酸铜 CuSO₄ 0.156, MnSO₄·H₂O 0.121, ZnCl₂ 0.020, KI 0.0005, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O 0.0025, Na₂SeO₃·5H₂O 0.0015。

6.2 大鼠、仓鼠

仓鼠和大白鼠不同，尾短，有颊袋，而且不是大白鼠那样的单胃动物，它有前胃，胃内容物的 37% 在前胃里。该前胃与反刍动物一样有微生物共生，可发酵生成挥发性脂肪酸而被动物吸收。

其饲料配方见表 6-7、6-8、6-9。

表 6-7 仓鼠饲料配方

配方 1		配方 2	
组 分	含量/%	组 分	含量/%
小麦	28.0	小麦	8.0
玉米	20.0	玉米	8.0
脱脂奶粉	15.0	啤酒酵母	8.0
亚麻油渣	12.0	紫苜蓿	1.0
啤酒酵母	10.0	蔗糖	28.0
小麦胚芽	7.0	玉米淀粉	27.0
紫苜蓿	5.0	酪蛋白	14.0
碳酸钙	1.0	猪肝粉	3.0
氯化钠	1.0	矿物质	3.0
维生素 AD	1.0		

表 6-8 仓鼠精制饲料配方

组 分	含 量/%		
	1	2	3
葡萄糖	60.0	—	—
蔗糖	—	57.4	49.0
乳糖	20.0	24.0	24.0
纤维素	3.0	3.0	8.0
油脂	7.0 (猪油)	5.0 (玉米油)	10.0 (棉籽油)
维生素	5.0	5.0	5.0
矿物质	4.0 (Hubbell 盐, 见表 6-16)	4.0 (Hegsted 盐, 见表 6-17)	4.0
其他	1.0	1.6	—

表 6-9 金田鼠饲料配方

组 分	含量/%	组 分	含量/%
基础饲料	71.81	纤维素	1.05
玉米淀粉	21.24	维生素	1.00
大豆油	4.04	矿物质	0.86

表 6-9 中:

① 基础饲料组成如下: 小麦 25.0%, 燕麦 14.0%, 紫苜蓿 4.0%, 大豆粕 20.0%, 啤酒酵母 12.0%, 玉米 16.0%, 鱼粉 9.0%。

② 1kg 维生素预混物中含: 维生素 A 2 000 000 IU, 维生素 D 200 000 IU, 维生素 E 10 000 IU, 甲基萘醌 (维生素 K) 0.5g, 胆碱 200g, 对氨基苯甲酸 10g, 肌醇 10g, 菸酸 4g, 泛酸钙 4g, 核黄素 0.8g, 硫胺素盐酸盐 0.5g, 叶酸 0.2g, 生物素 40mg, 维生素 B₁₂ 3mg, 葡萄糖加到 1kg。

③ 矿物质预混物: NaCl 139.4528, KH_2PO_4 57.3g, CaCO_3 381.4g, FeSO_4 27g, MnSO_4 4.01g, CuSO_4 0.79g, CoCl_2 0.023g。

6.3 土拨鼠

土拨鼠是南美家畜化的啮齿目草食兽，其粗纤维的消化率比兔高，和马一样达 38%。对蛋白质、钾、镁的含量要求高。作为宠物饲养有短毛英吉利、长毛秘鲁和卷毛阿比西尼亚土拨鼠。用于实验的是白色、短毛红眼的哈特雷系白化体品种，妊娠期极长(达 70d)，仔鼠出生时即开眼，长有着被毛和恒齿。它体内不能合成维生素 C。其配合饲料一般为粒状，配方见表 6-10、6-11。

表 6-10 土拨鼠配合饲料配方

组 分	含 量/%		
	1	2	3
燕麦	17.7	40.0	15.0
小麦	28.9	—	5.0
紫苜蓿	38.0	8.0	27.0
大豆粕	13.25	—	13.6
麦麸	—	15.0	20.0
玉米	—	—	3.0
奶粉(脱脂)	—	20.0	(0.6)
棉籽油	—	5.0	—
乳酪	—	10.0	—
鱼粉	—	—	8.3
糖蜜	—	—	3.0
维生素	} 2.15	} 2.0	1.0
矿物质			1.5
其他			2.0

表 6-11a 土拨鼠用基础饲料配方

组 分	含量/%	组 分	含量/%
圆酵母	32.0	玉米淀粉	20.0
蔗糖	42.0	蔗糖	15.0
纤维素	15.0	麦麸	20.0
猪油	4.0	乳酪	20.0
Hubbell 盐(表 6-16)	4.0	紫苜蓿	10.0
维生素	1.0	大豆油	10.0
其他	2.0	McCullum 盐(表 6-18)	4.0
		维生素	1.0

表 6-11b 精制饲料配方

组 分	含 量/%			
	1	2	3	4
乳酪	30.0	30.0	21.72	30.0
玉米淀粉	—	20.0	0.97	20.0
蔗糖	43.5	10.3	16.72	10.0
葡萄糖	—	7.8	16.68	6.4
纤维素	—	—	—	15.0
赛璐玢	—	15.0	—	—
阿拉伯胶	15.0	—	—	—
玉米油	—	7.3	15.02	5.0
大豆油	4.0	—	—	—
矿物质	4.0	6.0	4.50	6.0
醋酸钾	—	—	—	2.5
维生素及其他	3.5	3.6	1.7	5.1
琼脂	—	—	3.59	—
水	—	—	100mL	—

表 6-11b 中:

1kg 精制饲料中维生素含量(mg)为: 生物素 0.5, 泛酸钙 40, 叶酸 10, 菸酸 200, 吡哆素盐酸盐(维生素 B₆)15, 核黄素 16, 硫胺素盐酸盐 16, 抗坏血酸 2000, 氯化胆碱 2000, 肌醇 2000, 维生素 B₁₂0.05, 维生素 A₆, 维生素 E 20, 维生素 D₃0.04, 2-甲基-1,4-萘醌(维生素 K₃)2。

其矿物质含量(g)为: MgO 5.0, ZnCO₃ 0.13, CaCO₃ 9.0, CaHPO₄ 20.4, MgSO₄ 6.0, NaCl 12.6, Na₂HPO₄·7H₂O 12.8, KCl 7.7, 柠檬酸铁 0.36, CuSO₄ 0.02, KIO₃ 0.017。

6.4 矿物质预混物

饲料用矿物质预混物有以下几种, 见表 6-12 ~ 表 6-26。

表 6-12 Briggs 盐

组 分	含 量/g		组 分	含 量/g	
	鸡用(1)	鸡用(2)		鸡用(1)	鸡用(2)
CaHPO ₃	—	2840	MnSO ₄ ·H ₂ O	42	25
CaCO ₃	1500	1000	KI	4	—
Ca ₃ (PO ₄) ₂	1400	—	KIO ₃	—	1
K ₂ HPO ₄	900	—	ZnCO ₃	2	13
Na ₂ HPO ₄	730	700	CuSO ₄	—	1
NaCl	880	400	CuSO ₄ ·5H ₂ O	2	—
KCl	—	700	葡萄糖	256	—
MgSO ₄	244	300	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	—	0.550
柠檬酸铁	40	20	Na ₂ SeO ₃	—	0.219

表 6-13 Bernhart 盐(大白鼠、小鼠用)

组 分	含 量/g		组 分	含 量/g	
	A	B		A	B
CaHPO_4	693.0	735.0	CaCO_3	58.2	21.0
K_2HPO_4	152.0	81	Na_2HPO_4	22.0	21.4
K_2SO_4		68.0	MgO	25.5	25.0
NaCl	31.0	30.6	微量元素预混物 ^①	18.3	18.0

① 微量元素预混物组成如下:柠檬酸铁(16.7% Fe)31.0g,碳酸锌(56% Zn)4.5g,碳酸锰(44.4% Mn)23.4g,碳酸铜(55.5% Cu)1.85g,碘化钾 0.04g,柠檬酸加到 100g.

表 6-14 Draper 盐(小鼠、大白鼠用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
NaCl	108.09	$\text{FeC}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	16.00
$\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$	236.53	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.18
K_2HPO_4	77.33	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1.38
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	355.56	KI	0.04
CaCO_3	163.56	ZnCO_3	0.44
MgCO_3	40.89		

表 6-15 Hubbell 盐(仓鼠、土拨鼠、猴、小鼠、大白鼠等用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
CaCO_3	543.0	$\text{FePO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	20.5
MgCO_3	25.0	KI	0.08
MgSO_4	16.0	MnSO_4	0.35
NaCl	69.0	NaF	1.00
KCl	112.0	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$	0.17
KH_2PO_4	212.0	CuSO_4	0.90

表 6-16 Jones Foster 盐(大白鼠、小鼠用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
NaCl	292.5	KI	1.66
KH ₂ PO ₄	816.6	MnSO ₄ ·2H ₂ O	9.35
MgSO ₄	120.3	ZnCl ₂	0.5452
CaCO ₃	800.8	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.9988
FeSO ₄ ·7H ₂ O	56.6	CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.0476

表 6-17 Hegsted 盐(鸡、仓鼠、猴、猫等用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
CaCO ₃	600	Fe(C ₆ H ₅ O ₇) ₂ ·6H ₂ O	55
K ₂ HPO ₄	645	KI	1.6
CaH ₂ PO ₄ ·2H ₂ O	150	MnSO ₄ ·4H ₂ O	10.0
MgSO ₄ ·7H ₂ O	204	ZnCl ₂	0.5
NaCl	335	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.6

表 6-18 McCollum 盐(小鼠、大白鼠、昆虫、猴用)

组 分	含 量/g				
	1	2	3	4	5
NaCl	0.173	1.067	1.400	0.5148	0.520
MgSO ₄	0.266	—	—	—	—
NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	0.347	—	—	—	—
K ₂ HPO ₄	0.954	3.016	2.531	0.3113	—
CaH ₄ (PO ₄) ₂ ·H ₂ O	0.540	—	—	—	0.276
乳酸钙	1.300	5.553	7.058	2.878	1.971
柠檬酸钾·H ₂ O	—	0.203	0.710	0.5562	0.799
柠檬酸铁	0.118	0.150	—	—	—
CaCl ₂	—	0.386	—	—	0.2569
CuSO ₄	—	0.381	0.578	—	—
醋酸铁	—	—	—	—	0.100

表 6-19 Rogers-Harper 盐(小鼠、大白鼠、土拨鼠用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
CaCO_3	29.29	CuSO_4	0.156
$\text{CaHP}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.43	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.121
KH_2PO_4	34.31	ZnCl_2	0.020
NaCl	25.06	KI	0.0005
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	9.98	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.0025
$\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.623	$\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.0015

表 6-20 Phillips-Hart 盐(大白鼠、小鼠、水貂用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
NaCl	15.0	KI	0.0717
$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	37.8	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.0314
$\text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	8.51	ZnCl_2	0.0224
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	9.14	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.0269
CaCO_3	26.9	CoCl_2 (后加)	0.005
$\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	2.46		

表 6-21 SteenBock 盐(大白鼠、小鼠用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
NaCl	23.36	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	35.8
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	24.6	$\text{CaN}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	68.8
K_2HPO_4	69.6	柠檬酸铁 $\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	5.98
乳酸钙 $\cdot 5\text{H}_2\text{O}$	15.4	KI	0.16

表 6-22 Spector 盐(大白鼠、小鼠、猴、兔用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
NaCl	243.198	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.4
$\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$	533.0	MnSO_4	2.8
K_2HPO_4	174.0	$\text{K}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	0.2
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	800	KI	0.1
CaCO_3	368.0	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.2
MgCO_3	92.0	ZnCO_3	0.1
$\text{FeC}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	36.0	NaF	0.002

表 6-23 Salmon 盐(大白鼠、小鼠、兔用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	2050	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	20
K_2HPO_4	1030	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	600	ZnCO_3	10
NaCl	500	KI	5
柠檬酸铁	130		

表 6-24 Sure 盐(大白鼠、小鼠用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
NaCl	335.0	ZnCl_2	0.5
K_2HPO_4 (无水)	645.0	CuSO_4 (无水)	0.4
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	190.0	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$	0.4
MgSO_4 (无水)	99.0	NaF	0.5
柠檬酸铁	55.0	CoCl_2	0.5
KI	1.6	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	0.5
MnSO_4 (无水)	8.0	CaCO_3	600

表 6-25 Wesson 盐(大白鼠、小鼠、昆虫用)

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
CaCO_3	21.00	KCl	12.000
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.039	KH_2PO_4	31.000
FePO_4	1.470	KI	0.005
MnSO_4 (无水)	0.020	NaCl	10.500
MgSO_4 (无水)	9.000	NaF	0.057
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	0.009	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	14.900

表 6-26 美国药典提供的矿物质组成

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
预混物 A ^①	16.2	MgSO_4 (无水)	38.3
CaCO_3	68.6	KCl	124.7
柠檬酸钙	308.3	K_2HPO_4	218.8
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	112.8	NaCl	77
MgCO_3	35.2		

① 预混物 A 组成如下: CuSO_4 0.48g, 硫酸铁铵 94.33g, MnSO_5 1.24g, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 0.57g, KI 0.25g, NaF 3.13g.

第七章 家蚕配合饲料

7.1 家蚕和野蚕

家蚕人工饲料最初是为桑叶受早霜危害时的应急技术。早期以桑叶粉末为主，用琼脂粘结而成。以后通过对家蚕食性研究，逐步了解这是桑叶中存在诱引因子柠檬醛、咬嚼因子 β -谷甾醇、桑色素或栲素和吞食因子纤维素以及辅助因子磷酸氢钾、蔗糖、肌醇等的作用，诱使家蚕进行摄食行动。采用这些化学物质制成精制饲料饲养家蚕已获得成功。还用氨基酸饲料、激素添加饲料增加了蚕茧的重量和产量，完全不用桑叶的人工饲料已经实用化。

不同饲料配方见表7-1~表7-5。

表7-1 采用桑叶粉的饲料配方

组 分	含 量/g			
	1	2	3	4
桑叶粉	5.35	1.5	2.0	5.0
大豆	2.50	3.0	1.5	2.0
葡萄糖	0.50	--	—	—
淀粉	1.00	1.5	1.5	2.0
纤维素	—	3.5	3.5	0.8
琼脂	0.5	0.2	—	1.2
磷酸盐	—	—	0.05	0.1
蔗糖	—	—	1.0	—
抗坏血酸	0.15	--	0.05	0.2
水	30	23	16	30
防腐剂和其他	(+)	(+)	(+)	(+)

表 7-1 中其他包括维生素和矿物质等, 如 β -谷甾醇 0.05g, 肌醇 0.05g, 乙酰胆碱 0.005g, 没食子酸 0.05g, 卵磷脂 0.05g, 氯化胆碱 0.005g。

2 号配方中添加肌醇、磷酸盐、氯化胆碱、亚油酸、绿原酸和没食子酸各 0.05g。

表 7-2a 精制饲料配方

组 分	含 量/g	
	1	2
淀粉	10.0	1.50
蔗糖	10.0	1.0
乳酪	20.0	—
大豆粕	—	2.00
大豆油	3.0	—
纤维素	34.7	5.20
韦森(Wesson)盐(表 6-25)	4.0	0.09
琼脂	15.0	—
抗坏血酸	2.0	—
β -谷甾醇	0.5	0.05
桑黄素(桑色素)	0.3	0.05
水	300	300
其他	(+)	(+)

表 7-2b 实用饲料配方

组 分	含 量/%	组 分	含 量/%
玉米	59.0	抗坏血酸	2.0
大豆油粕	35.0	丙酸	1.5
矿物质	1.0	维生素等	适量
大豆固醇	0.3	水	2.33mL/g 干饲料
柠檬酸	1.0		

表 7-3 氨基酸合成饲料配方

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
马铃薯淀粉	5.0	抗坏血酸	2.0
蔗糖	15.0	纤维素	35.2
氨基酸混合物	24.0	桑黄素(morin)	0.3
精制大豆油	3.0	琼脂	15.0
β -谷甾醇	0.5	桑叶部分	15mg/g
Wesson 盐(见表 6-25)	4.0		

表 7-3 中, 氨基酸混合物的组成如下:

组 分	含量/%
丙氨酸	7.0
天门冬氨酸钠	12.0
谷氨酸钠	12.0
精氨酸盐酸盐	6.0
胱氨酸	2.5
甘氨酸	4.5
组氨酸盐酸盐	2.5
异亮氨酸	5.5
赖氨酸盐酸盐	6.0
苯丙氨酸	5.5
丝氨酸	3.5
色氨酸	4.0
缬氨酸	6.0
羟基脯氨酸	1.0
亮氨酸	8.5
蛋氨酸	2.5
脯氨酸	4.0

苏氨酸

5.0

酪氨酸

2.0

表 7-4 野蚕用人工饲料配方

组 分	含量/g			
	野蚕用	蓖麻蚕用 (一)	蓖麻蚕用 (二)	柞蚕用
柞树叶粉末	50	—	—	—
蓖麻叶粉末 (大豆叶粉末)	—	(6.2)	5.5	6.0
紫苜蓿粉	—	8.9	—	—
大豆油粕 (奎宁树皮粉)	25	—	(1.0)	(1.0)
淀粉	5	—	—	—
玉米面筋粉	—	5.14	—	—
羽毛粉	—	1.7	—	—
葡萄糖	10	—	—	—
蔗糖	—	—	(1.0)	1.0
抗坏血酸	1	0.42	—	—
琼脂	9	2.80	1.5	1.0
水	200	74.50	22.2	21
其他	—	—	—	—

表 7-5 野蚕用精制饲料配方

组 分	含 量/g		
	蓖麻蚕用	柞蚕、天蚕(樟蚕)用	蓖麻蚕用
大豆粉末	2.0	2.0	2.5
乳酪蛋白	1.0	—	1.3
乳清蛋白	—	1.0	—
干酵母	1.0	—	1.0
蔗糖	1.0	—	1.0
葡萄糖	—	1.0	—
纤维素	1.9	3.41	1.0
维生素	(+)	(+)	(+)
矿物质(Wesson 盐,见表 6-25)	0.3	0.3	0.3
β -谷甾醇	0.1	0.1	0.1
琼脂	1.5	1.0	1.5
其他	(+)	(+)	(+)

7.2 含微波干燥法桑叶的人工饲料

蚕用人工饲料的制法通常是，将桑叶加热、干燥、粉碎，与脱脂大豆、糖类、维生素类和矿物质等蚕成长所必需的营养成分混合，加适量水蒸煮，然后混合成型。其中桑叶干燥的通常方法有：

① 将桑叶在沸腾的水中浸渍 5min 后，立即在 70 ~ 80℃ 进行干燥。此法由于桑叶表面吸附水分，需要长时间干燥。

② 将桑叶以 0.5m/s 速度通过 60℃ 左右热风区而干燥。此法在处理大量桑叶时，由于桑叶层叠较厚而热风透气不均，桑叶产生褐变闷坏，故不适于大量处理。

③ 利用制茶技术干燥方法，将切断的桑叶先用 100 ~ 125℃ 蒸汽处理，然后边揉边用 100 ~ 125℃ 热风干燥。此法也因叶面水分过多要长时间进行干燥，而且干燥不均。

④ 将桑叶用微波加热处理，但微波照射不均匀，如照射时间延长又会使桑叶局部焦化，并引起蚕的适口性恶化，蚕的生长发育不良。针对以上问题，改进的干燥桑叶方法为：将桑叶制成 10mm 以下的压扁状细片，用微波辐射 30 ~ 150s，破坏桑叶的细胞，然后短时间热风干燥。

例 1 将从桑条分离的桑叶及嫩芽用辊压扁，切成宽 3mm 的薄片，用微波加热处理 150s，然后用 100℃ 热风干燥，使用时将此薄片用具有 0.5mm 网筛的粉碎机粉碎，所得干燥桑叶粉末按以下配方制备蚕用饲料。

组 分	含量/份
干燥桑叶粉末	30
脱脂大豆粉末	40

葡萄糖	10
淀粉	7
维生素预混物	3
矿物质预混物	2
柠檬酸	3
琼脂	5

混合后添加含防腐剂的 3 倍质量的水，混炼后蒸煮 15min，冷却后可得人工饲料。

将制得的饲料饲养家蚕 8d，其中 No1 用本法制的干燥桑叶粉；No2 用茶叶技术干燥的桑叶；No3 为热风干燥产品；No4 则用微波干燥的产品。饲养结果如表 7-6。

表 7-6

项 目	平均每条体重/g	3 龄率 ^① /%	生存率/%
No1	49.5	85.0	100
No2	43.2	75.0	100
No3	40.1	65.0	100
No4	42.5	75.0	100

① 表示经三次蜕皮。

例 2 在例 1 中，除对桑叶不蒸煮 15min 外，其余完全与例 1 相同，试验结果如表 7-7 所示。

表 7-7

项 目	平均每条体重/g	3 龄率/%	生存率/%
No1	47.8	85.0	100
No2	38.5	55.0	100
No3	30.9	25.0	90
No4	36.5	40.0	100

参考文献：日本特许公报 04-7186

第八章 动物园养殖配合饲料

对于动物园中的野生动物使用的配合饲料，最初是以防止野生动物因营养不良而发生疾病，进而以野生动物的健康为目的。由于动物园中有许多珍奇稀有禽兽和各种保护动物，因而饲料的更换要慎重对待，对其配合饲料既要适口性和成长率好，还要保证不影响动物寿命和繁殖。

8.1 草食动物和杂食动物

草食、杂食动物饲料配方见表 8-1 ~ 表 8-6。

表 8-1 草食兽用饲料配方

组 分	含 量/%		组 分	含 量/%	
	1	2		1	2
大麦	10.0	20.0	麦麸	—	5.0
玉米(高粱)	15.0	(8.0)	马铃薯片	—	2.0
小麦	10.0	10.0	苹果粕	—	3.0
黑麦(燕麦)	10.0	15.0	甘草粉末	—	1.0
大豆油粕(花生油粕)	10.0	(10.0)	牡蛎壳(碳酸钙)	2.5	(1.0)
亚麻油粕	10.0	3.0	骨粉	—	2.0
紫苜蓿粉	26.0	10.0	食盐	1.0	0.9
酵母	5.2	1.0	维生素预混物(AD 油)	(0.3)	1.1

表 8-2 杂食兽用饲料配方

组 分	含量/%		组 分	含量/%	
	1	2		1	2
玉米	15.0	12.0	酵母	10.0	10.0
小麦	15.0	10.0	脱脂奶粉	10.0	10.0
大麦	10.0	10.0	大豆油(AD油)	2.0	5.0
黑麦(燕麦)	10.0	10.0	蔗糖	—	5.0
花生油粕	10.0	10.0	骨粉	—	2.0
大豆油粕	10.0	8.0	食盐	1.0	1.0
小麦胚芽	—	5.0	牡蛎壳	2.0	—
紫苜蓿粉	5.0	—	维生素预混物	—	2.0

表 8-3 笼养鸟类用配合饲料

组 分	含量/%		组 分	含量/%	
	1	2		1	2
玉米	7.5	15.0	粉碎生胡萝卜	20.0	—
小麦	7.5	10.0	熟肉	20.0	—
大麦	5.0	10.0	附壳煮鸡蛋	8.0	—
黑麦(燕麦)	5.0	10.0	苜蓿萃取液	—	1.0
花生粕	5.0	8.0	骨粉(牡蛎壳)	(1.0)	2.0
大豆油粕	5.0	8.0	大豆油(AD油)	(3.0)	5.0
紫苜蓿(苜蓿)	2.5	(6.0)	食盐	0.5	1.0
酵母	5.0	12.0	维生素预混物	—	2.0
脱脂奶粉	5.0	10.0			

表 8-4 饼干型饲料配方(狗用)

组 分	含 量/%	组 分	含 量/%
小麦粉	84	磷酸二钙	1.0
油脂	5.0	食盐	1.0
圆大豆粉	5.0	维生素	0.5
碳酸钙	1.5		

表 8-5 膨化加工饲料配方

组 分	含量/%		组 分	含量/%	
	A	B		A	B
谷物	50.0	44.5	酵母	2.0	2.0
肉骨粉	20.0	20.0	小麦胚芽	2.0	2.0
鱼粉	3.0	15.0	动物脂肪	6.0	3.0
大豆蛋白质	14.0	10.0	食盐	0.5	0.5
脱脂奶粉	2.0	2.0	维生素	0.5	1.0

表 8-6 软湿饲料配方

组 分	含量/%		组 分	含量/%	
	狗用	猫用		狗用	猫用
肉(内脏粉)	34.0	36.0	酵母	2.0	2.0
大豆蛋白质	32.6	30.0	磷酸二钙	2.0	2.0
蔗糖	20.0	—	维生素	0.5	1.0
干物	—	10.0	羧甲基纤维素钠	0.5	0.5
玉米糖浆	—	3.0	食盐	0.5	0.5
丙二醇	3.0	10.0	山梨酸钾	0.2	0.3
山梨醇	2.0	2.0	色素、香料	0.2	0.2
动物脂肪	2.5	2.5			

8.2 贫 齿 类

犭狢、食蚁兽、树懒等贫齿类动物的天然饲料是昆虫和水果等，喜食含优良蛋白质且柔软的饵料。可喂以蠕虫、蟋蟀等昆虫和苹果、香蕉、香瓜等水果。

但通常使用马肉、牛奶、煮鸡蛋等作为蛋白质源，添加维生素、矿物质进行强化配成的流质或半流质作为基础饲料，再根据不同动物补充其他饵料。

其饲料配方参见表 8-7 ~ 表 8-9。

表 8-7 狢狢类用饲料配方^①

组 分	含 量	组 分	含 量
马肉	6.75kg	蜂蜜	1/3 杯
水貂用饲料	6.75kg	花生油	1/4 杯
煮鸡蛋	10 个	维生素	(+)
肝油	1 杯	矿物质	(+)
糖浆	2/3 杯		

① 其他：香蕉、煮过的甘薯等适量给予补充。

表 8-8 食蚁兽用饲料配方

组 分	含 量	组 分	含 量
牛乳	180ml.	粉末蛋白质	2 杯
水	180ml.	维生素	(+)
水貂用马肉	2 杯	矿物质	(+)

表 8-9 树懒用饲料配方

组 分	含 量/%	组 分	含 量/%
新鲜水果蔬菜类	90	维生素	(+)
马肉罐头、狗用饲料等	10	矿物质	(+)

8.3 走禽类

红鹳类可使用前述表 8-3 中配方 2，添加斑螫黄(10%制剂)0.1%作为饲料，它能使其羽毛颜色鲜艳。斑螫黄应经

常供给。鹤类繁殖用配合饲料见表 8-10。

表 8-10 鹤用饲料配方

组 分	含 量/kg	组 分	含 量/kg
大豆油粕	519	磷酸盐	36
动物性脂肪	9	碳酸钙	68
鸡用预混物	36	食盐	11
肉骨粉	138	火鸡、初始用	36
紫苜蓿	91	预混物	适量

8.4 蝙 蝠

热带产蝙蝠，主要分布在美洲大陆，它的饲食是多样的，包括水果、花、花粉等，以昆虫作为动物蛋白的来源。

其饲料配方见表 8-11、8-12。

表 8-11a 液体饲料配方

组 分	含 量/g	组 分	含 量/g
鸡蛋	500	牛肉萃取物	85
炼乳(无糖)	560	骨粉	15
蜂蜜或草莓浆	1370	酪蛋白水解物	6
婴儿食品	256	维生素、矿物质等	160
速溶蛋白质	130	水	5700

表 8-11b 固体饲料配方

组 分	含 量	组 分	含 量
香蕉	22 个	猫用罐头饲料	604g
苹果	1 个	微生物和矿物质及其他	适量
葡萄干	1 把		

8.5 猿 猴

猿猴用固型饲料的形状有颗粒型、饼干型、膨化加工型等。但用固型饲料喂食时，要适当补充蔬菜、水果及其汁液，因猿猴不具备合成抗坏血酸的能力。许多固型饲料是供实验动物恒河猴(红毛猴)、猕猴等使用的。

卷尾猴、狨、蛛猴等新大陆猴不能利用维生素 D_2 而必须使用维生素 D_3 ，在选择维生素预混物时应注意。

表 8-12a NRC 饲料配方

组 分	含 量/%	组 分	含 量/%
小麦	76.25	蔗糖	0.75
大豆豆粕	12.50	酵母	1.25
全脂奶粉	4.50	维生素、矿物质等	2.75
紫苜蓿粉	2.00		

表 8-12b 实验饲料配方

配 方 1		配 方 2	
组 分	含 量/%	组 分	含 量/%
酪蛋白	18.0	大豆蛋白质	20.0
蔗糖	73.0	葡萄糖	71.0
玉米油	2.0	甘油三油酸酯	3.0
Hegsted 盐(见表 6-17)	4.0	亚油酸甲酯	0.6
其他	3.0	矿物质(见表 6-22)	4.0
		DL-蛋氨酸	0.5
		维生素	0.2

表 8-12b 中, 配方 2 维生素无维生素 K, 其每 100g 饲料中, 其他维生素含量(mg)为: 硫胺素硫酸盐 0.35, 核黄素 0.35, 吡哆素(维生素 B₆)盐酸盐 0.35, 泛酸钙 2.0, 菸酸 2.5, 氰钴胺素(维生素 B₁₂)0.1, 生物素 0.02, 叶酸 0.2, 对氨基苯甲酸 30.0, 肌醇 20.0, 氯化胆碱 100, 维生素 A3000IU, 维生素 D500 IU, 维生素 E 7.3, 抗坏血酸每天 50mg, 在饮水中供给。

表 8-13 新大陆^①猴用精制饲料配方

组 分	含 量/%		
	1	2	3
酪蛋白	25.0	18.0	21.25
蔗糖	61.0	65.88	38.46
玉米油	8.0	—	20.19
棉籽油	—	10.0	—
Hubbell 盐(见表 6-15)	—	3.82	—
Hegsted 盐(见表 6-17)	4.0	—	3.40
维生素	2.0	2.0	1.70 ^②
紫苜蓿	—	—	15.00

① 南北美洲、澳大利亚的猴。

② 1kg 饲料中的维生素含量: 维生素 A 醋酸酯 12.5mg, α -生育酚 100mg, 抗坏血酸 500mg, 肌醇 1g, 胆碱 5g, 2-甲基-1,4-萘醌(维生素 K₃)40mg, 菸酸 49mg, 核黄素 10mg, 硫胺素 10mg, 吡哆素(维生素 B₆)10mg, 泛酸钙 30mg, 生物素 0.2mg, 叶酸 1mg, 维生素 B₁₂ 0.02mg, 结晶胆固醇 0.05g/10.24g 葡萄糖。

表 8-14 猴用液体饲料配方

组 分	含 量/%	组 分	含 量/%
酪蛋白	33.3	矿物质(见表 6-26)	5.6
蔗糖	51.1	维生素	4.4
纤维素	5.6		

每吨干混合物中的维生素含量: 维生素 A 18000IU, 维生素 D₃ 2000 IU, 维生素 E 100mg, 抗坏血酸 900mg, 肌醇

100mg, 氯化胆碱 1500mg, 2-甲基-1,4-萘醌(维生素 K₃) 45mg, 对氨基苯甲酸 100mg, 菸酸 90mg, 核黄素 20mg, 吡哆素(维生素 B₆) 20mg, 硫胺素盐酸盐 20mg, 泛酸钙 60mg, 生物素 0.4mg, 叶酸 1.8mg, 维生素 B₁₂ 0.027mg。

8.6 幼 狐

将小狐狸分成 2 组, 即新配方组和原配方组。基础饲料配方为: 海杂鱼 50%、鸡下杂 10%、蔬菜 5%、谷物 35%。将生物活性氨基酸添加剂(MAR)与基础饲料均匀搅拌后饲喂新配方组。第一阶段 8d, 两组都喂基础饲料, 新配方组每天每只添加 5mL MAR。第二阶段 8d, 原配方组饲喂基础饲料, 新配方组基础饲料中海杂鱼的比例降至 30%, 仍每天每只添加 5mL MAR。

饲养结果如下:

① 增重: 第一阶段新配方组平均增重比原配方组多 0.12kg, 差异明显; 第二阶段新配方组平均增重比原配方组多 0.02kg, 差异不明显。

② 狐狸毛色发育情况: 第一阶段末新配方组狐狸针毛开始发育, 白色针毛尖比较浓密可见, 而原配方组针毛未见明显生长; 第二阶段末新配方组针毛发育加快, 毛色光亮且松软, 而原配方组毛色发育明显慢于新配方组。

MAR 为微生物制剂, 通过在狐狸体内进行的一系列生化反应, 显著提高了对饲料的消化利用, 降低了饲养成本。此外, MAR 中胱氨酸的含量最高, 其主要作用就是促进皮毛的发育, 因此 MAR 对提高狐狸皮毛质量有明显功效。

参考文献: 刘宏远等, 中国饲料, 1999, (20): 24

第九章 饲料添加剂

对于主要用于一种或一类动物的饲料添加剂已在前述各章中介绍，下面介绍能适用几种或几类动物的饲料添加剂。

9.1 酶

9.1.1 微生物酶的分类、作用及来源

(1) 淀粉酶

包括 α -淀粉酶、 β -淀粉酶、糖化酶和异淀粉酶。

α -淀粉酶能将淀粉水解为麦芽糖，是含有 6 个葡萄糖单位的寡糖。生产此酶主要有枯草杆菌、黑曲霉、米曲霉和根霉。

糖化酶能使淀粉生成葡萄糖和带有 α -1,6-糖苷键的寡糖。此酶产生菌主要是黑曲霉(左美曲霉、泡盛曲霉)、根霉(雪白根酶、德氏根霉)、拟内孢霉、红曲霉。

异淀粉酶又称分枝酶，可将枝链淀粉转化成直链淀粉。产生异淀粉酶的菌主要是嫌气杆菌、芽孢杆菌及某些假单胞杆菌等细菌。

(2) 蛋白酶

蛋白酶能将蛋白质分解为蛋白胨、多肽及游离氨基酸。按其来源可分为植物蛋白酶、动物蛋白酶、微生物蛋白酶；按作用形式可分为肽链内切酶、肽链外切酶；按所产蛋白酶性能分为酸性蛋白酶、霉菌蛋白酶、中性蛋白酶、碱性蛋

白酶。

酸性蛋白酶(最适 $\text{pH} = 2 \sim 5$)产生菌主要是黑曲霉、米曲霉、根霉、微小毛霉、似青霉、青霉、血红色螺孔菌等的某些种;中性蛋白酶(最适 $\text{pH} = 7 \sim 8$)产生菌主要是枯草杆菌、巨大芽孢杆菌、蜡状芽孢杆菌、米曲霉、栖土曲霉、灰色链霉菌、微白色链霉菌、耐热性解蛋白质杆菌等;碱性蛋白酶(最适 $\text{pH} = 9 \sim 11$)主要产生菌为枯草杆菌、腊状芽孢杆菌、米曲霉、栖土曲霉、灰色链霉菌、镰刀菌等。

微生物产生的蛋白酶大多是几种酶的混合物,只不过是主次之分而已。

(3) 纤维素酶

主要包括 Cl 酶、 Cx 酶和 β -葡萄糖苷酶。 Cx 酶又可分为 Cx_1 酶和 Cx_2 酶。这些酶协同作用可将纤维素彻底降解为还原糖-葡萄糖。纤维素酶可破解富含纤维的细胞壁,使其包含的蛋白质、淀粉等营养物质释放出来并加以利用,同时又可将纤维降解为可被畜禽机体消化吸收的还原糖,从而提高饲料利用率。生产纤维素酶的主要是木菌、黑曲霉、青霉和根霉。由于纤维素酶难以提纯,一般还含有半纤维素酶和其他相关的酶如果胶酶、淀粉酶、蛋白酶等。

(4) 半纤维素酶

主要包括 β -葡聚糖酶、半乳聚糖酶、木聚糖酶和甘露聚糖酶,可降解畜禽消化道内的非淀粉多糖,降低肠道内容物的粘性,促进营养物质的消化吸收,减少畜禽下痢,从而促进畜禽生长和提高饲料利用率。半纤维素酶主要由各种曲霉、根霉、木霉发酵产生。 β -葡聚糖酶应用于以大麦替代玉米的日粮中,可降低饲养成本,而达到与玉米相同的饲喂效果。

(5) 果胶酶

通常包括原果胶酶、果胶甲酯水解酶、果胶酸酶三种酶。这三种酶的联合作用使果胶质得以完全分解，放出能量。工业生产果胶酶的菌种主要是霉菌，有文氏曲霉、苹果青霉、黑曲霉、白腐核菌、米曲霉、酵母等，果胶酶多用于提高青储饲料的品质。

(6) 脂肪酶

脂肪酶可将脂肪分解成脂肪酸和甘油。生产脂肪酶的有假丝酵母、圆酵母、黑曲霉、根霉、白腐核菌、白地霉、青霉、毛霉、镰刀霉及假单孢菌、无色杆菌、葡萄球菌等。

(7) 植酸酶

在饲料中添加植酸酶，可将植酸和植酸盐水解成肌醇和磷酸盐，供动物吸收利用，减少饲料中磷源的添加和粪便中磷的排出，减少环境污染。产生植酸酶的微生物主要是酵母菌、霉菌和细菌。

9.1.2 微生物酶的生产

(1) 培养基

培养基不同，微生物的比生长速率和酶形成能力也不同。酶制剂生产中所用原料主要包括碳源(单糖、双糖和淀粉、纤维素等多糖)、氮源(豆饼粉、花生饼粕、鱼粉、蚕蛹粉、酵母粉、玉米浆等有机氮源和铵盐、硝酸盐等无机氮源)、无机盐和诱导物，固体发酵往往还要加入一定量通风的载体如稻壳、玉米皮等。培养基中氮源过多，造成微生物生长过盛，而碳源供应不足，容易引起菌体衰老和自溶，而氮源不足，微生物生长过慢，容易引起杂菌感染。因此，应根据各种微生物的特性，恰当地选择适宜的 C/N 比值。各种无机盐类和微量元素如磷、硫、镁、铁、钾、钠、钙、

锌、锰等，是微生物细胞结构的重要成分或酶的组成成分，或维持酶的活性，能促进微生物生长、发育，刺激酶的生成，培养基中不可或缺。

（2）产酶微生物的要求

生产酶制剂所用菌种要能利用比较廉价和简单的原料，且食性越广越好，在不需添加诱导剂的条件下生长迅速；产生的酶容易分离纯化和浓缩，酶活性要高，稳定性要好，活性谱要宽；产酶微生物应具有稳定的生理特性，而且不形成有毒或抑制免疫的代谢物。

（3）发酵生产

主要采用液体深层发酵和固体发酵两种方式。由于饲料工业附加值低，饲料用酶无需精制，因此，采用固态发酵更为合适。国内复合酶制剂的生产一般采用固态发酵，液态发酵主要用于植酸酶的生产，或生产单酶制剂用于复配合酶制剂。

（4）酶的提取

饲料用酶无需纯酶，且发酵所用基质及菌体在生长过程中所产生的氨基酸、维生素、核苷酸、促生长因子等成分对畜禽生长都是有利的，因此饲料用酶无需精制，只要将发酵基质进行浓缩(对液体发酵来讲)、干燥获得粗酶制品即可。

（5）酶的保藏

一般含水量高时酶易失活，含水量超过 10%，在室温或低温下均易失活；含水量降至 5% 时，在室温或低温下较稳定，最好在低温下保存酶制品。酶应避免日光直射。一些重金属离子(如铜、铁、铅、汞、银等)会抑制酶的活力，甚至会使酶失活，应尽量避免与这些物质接触。酶的底物和某些物质具有保存酶的作用，因此酶储存时应根据酶的不同特

性添加酶的稳定剂或进行包被处理，以使酶长期保存不失活。

9.1.3 微生物酶的应用

酶制剂在饲料工业中广泛应用于仔猪、肉鸡生长猪、蛋禽、珍禽及草食动物、水产养殖中，除了植酸酶还作单项酶制剂应用外，普遍使用复合酶制剂。由于各酶类之间相互协同相互促进，因而复合酶制剂的使用效果较好。复合酶制剂，有的是采用多种单一酶制剂复配而成，有的是用多株菌种协同发酵而成，使用效果比复配的酶制剂要好。复合酶制剂应根据各种酶的特性、活性及饲料原料、饲养对象的不同而设计。复合酶制剂所含酶的种类也并非越多越好，应根据饲料原料及饲喂对象而选择。

参考文献：赵德英等.中国饲料,1999,(8):13

9.1.4 酶饲料添加剂及其配合饲料

用作饲料添加剂的酶包括木糖酶、蛋白酶和很少的 β -葡聚糖酶，它们能改善动物对于谷物类饲料的消化。

木糖酶来自木霉菌属的利木霉(*Trichoderma viride*)和长木霉(*Trichoderma longibrachiatum*)；蛋白酶水解所得的氨基酸中包括酪氨酸和亮氨酸等。添加酶的饲料适用于饲养猪和鸡等，特别是小鸡。

配方1 21d的小鸡饲料。

组 分	含量/(g/kg)
小麦	637.1
大豆粉	300.0
石灰石粉	13.3
磷酸二钙	13.0
DL-蛋氨酸	3.1

精氨酸	1.2
L-赖氨酸盐酸盐	1.3
维生素混合物	1.0
矿物质混合物	1.0
玉米油	35.0
食盐	4.0
营养成分如下:	
代谢能	12578kg/kJ
粗蛋白质(CP)	22.8%
钙	0.87%
可吸收磷	0.40%
蛋氨酸	0.64%
蛋氨酸和胱氨酸	1.01%
赖氨酸	1.29%

在以上的基本饲料配方中,添加来自木霉菌属的利木霉 *Trichoderma viride* 和/或长木霉 *Trichoderma longibrachiatum* 的木糖酶,前者产生 55 单位 β -葡聚糖酶和 1000 单位木糖酶。试验证明: β -葡聚糖酶的存在不利于饲料转化率(FCR)的增加,木糖酶的活性至少为葡聚糖酶的 100 倍,最好在 1000 倍以上。

配方 2 0~21d 和 22~42d 的小鸡饲料。

组 分	含量/(kg/t)	
	0~21d	22~42d
小麦	612.2	668.9
大豆粉(48%粗蛋白质)	318.8	240.9
豆油	32.6	55.4
食盐	3.03	3.01

DL-蛋氨酸	2.01	0.4
石灰石粉	13.8	14.7
磷酸二钙	12.5	11.7
维生素和矿物质	10.0	10.0
营养成分/(%)如下:		
粗蛋白	23.0	20.0
钙	0.90	0.90
总磷	0.67	0.63
有效磷	0.42	0.40
脂肪	4.63	6.82
纤维	2.58	4.46
赖氨酸	1.21	0.99
蛋氨酸	0.54	0.33
钠	0.15	0.15
钾	0.92	0.78
氯化物	0.24	0.24

在基本饲料中添加木糖酶 3000 单位/kg 和蛋白酶(酶制法参见 WO 92 - 06209), 计算所得的平均 FCR 为 1.82 ~ 1.84。

配方 3 7 ~ 21d 小鸡饲料。

组 分	含量/%
软麦	65.5
大豆粉(48%粗蛋白)	27.3
豆油	3.1
食盐	0.3
DL-蛋氨酸	0.2
石灰石粉	1.4

磷酸二钙 1.2

维生素和矿物质 1.0

添加木糖酶 184 单位/kg, FCR 由 2.00 降低到 1.89。

配方 4 10周小猪饲料。

组 分	含量/(g/kg)		
玉米	424	224	19
小麦	200	400	600
粗麦粉	100	100	100
大豆粉(44%粗蛋白)	200	200	200
肉骨粉	50	50	50
Canola 油	-	-	5
L-赖氨酸盐酸盐	1.35	1.15	0.95
维生素和矿物质	25	25	25

添加木糖酶 6270 单位/kg 饲料, 小猪体重增加比不加酶的
提高 9%。

配方 5 大于21d 火鸡饲料。

组 分	含量/%
玉米	36.65
大豆粉(45.6%粗蛋白)	55.4
动物-植物脂肪	3.2
磷酸二钙	2.3
石灰石粉	1.5
矿物质预混合物	0.3
维生素预混合物	0.3
食盐	0.15
DL-蛋氨酸	0.2

添加木糖酶 2000 ~ 4000 单位/kg, 有利于降低饲料的

FCR 值。

参考文献：美国专利 5612055(1997)

9.1.5 植酸酶与畜禽钙磷代谢的关系

植酸酶属于磷酸单酯水解酶，是磷酶的一种特殊类型，它能够水解饲料中的植酸而释放出磷，提高植物性饲料中磷的利用率。植物性饲料中植酸磷含量通常占总磷的 60% ~ 80%，猪禽等单胃动物体内缺少植酸酶，故对植酸磷的利用率很低，为满足需要，不得不依靠添加无机磷。

(1) 植酸酶对猪禽磷利用率的影响

植酸酶分植物性植酸酶和微生物植酸酶。植物性植酸酶存在于大多数禾谷类作物中，但其活性具有很大差异，大麦和小麦等有很高的植酸酶活性，而玉米、高粱、黑麦和油菜籽植酸酶活性很低，其最佳 pH 范围为 4.0 ~ 6.0，在前胃酸性环境(pH1.0 ~ 2.5)下大部分酶失去活性。微生物植酸酶来源于真菌、细菌、酵母等，它能在 pH2.5 ~ 5.5 内保持活性，在胃肠道中比植物性植酸酶效率要高。

植酸酶提高植酸磷利用率的幅度一般为 20% ~ 45%。用微生物植酸酶喂肉鸡，对低磷日粮，其磷的利用率可提高 60%，粪便中磷排出量减少约 40%，同时提高了肉鸡增重速度和饲料转化率，促进了骨骼的生长；在 23 ~ 38 周龄的产蛋鸡饲料中添加米曲霉植酸酶 300U/kg 可以达到 1.3% 磷酸氢钙的饲养效果；在 22 ~ 46 周龄北京红鸡饲料中添加 300U/kg 黑曲霉植酸酶可替代 1.86% 磷酸氢钙；在玉米 + 豆粕型猪日粮中添加植酸酶，磷的利用率提高 30%；添加 300U/kg 植酸酶与添加 0.8g 有效磷的效果大致相当。

(2) 植酸酶对猪禽钙利用率的影响

植酸又称肌醇六磷酸酯，结构复杂，其分子含磷

28.2%，磷酸基团对阳离子具有亲合力，在猪禽消化道的pH范围内，1mol植酸平均约可结合3~6mol钙而形成不溶性的植酸盐，从而使钙、磷均不可利用。

将植酸酶添加到低磷饲料中，植酸盐在胃里受植酸酶的影响，不仅使磷的消化率直接提高，而且使钙的消化率间接提高。以猪体增重和消化钙为指标，500U的植酸酶可分别替代1.1g磷和0.6g钙；在30kg猪的低钙(0.43%)、低磷(0.43%)饲料中添加300U/kg和600U/kg的植酸酶，可提高钙和磷的消化率。以肉用仔猪体重为指标，500U的植酸酶可替代0.35g钙；在火鸡饲料中，添加植酸酶对钙、磷沉积反应较明显；饲喂植物来源的植酸酶，伴随着磷沉积提高钙沉积也提高。可见，植酸酶可以改善钙的利用率。

(3) 植酸酶对猪禽生产性能及环保的影响

植酸酶在低磷日粮中，对仔猪促生长作用最为显著，达17%；当日粮中可利用磷水平达到0.54%时，促生长作用降为7.8%。生长猪日粮中添加植酸酶，平均增重提高21.62%~68.31%，饲料回报率提高10.11%~58.60%；在鸡日粮中添加植酸酶，可显著促进鸡的生长发育，产蛋鸡和雏鸡的饲料转化率提高11.6%~38.8%；不同有效磷水平日粮添加植酸酶，均明显提高肉鸡体增重和饲料利用率。

另外，大量研究表明，饲料中添加植酸酶可使猪鸡粪便中磷的排出量减少50%左右，对环境保护也有积极作用。

参考文献：刘成理等.中国饲料,1999,(19):14

9.1.6 植酸酶营养与应用

反刍动物瘤胃微生物可产生大量的植酸酶，因而它能很好地利用植酸磷；而猪和家禽等单胃动物，由于其肠道中植酸酶活性极其微弱，且易于被日粮某些成分(如钙)所抑制，

因而对植酸磷的利用率很低，需额外添加无机磷。

(1) 植酸酶的最适反应条件

大多数植酸酶的最适 pH 在 4.2 ~ 5.5，但也有一些酶，其最适 pH 为 8.0，微生物植酸酶的最适温度在 45 ~ 55℃，个别可高达 80℃ 以上，如来源于黑曲霉菌的植酸酶在 90℃ 维持 30min，其活性损失不超过 1.6%。

① 日粮添加植酸酶对畜禽生产性能的影响：日粮中添加植酸酶，其日增重和日耗料均显著增加，饲料转化效率不变或变化不大，因而认为日粮添加酶后促进增重，主要是由于采食量增加的结果。

② 添加植酸酶对日粮中磷利用的影响：添加微生物源植酸酶，能明显提高日粮植酸磷的生物学利用率，即使日粮磷水平已接近营养需要推荐水平，添加植酸酶还可进一步提高仔猪对磷的表观吸收。添加植酸酶提高了日粮中磷的利用率，减少添加无机磷，降低作为肥料的粪尿中磷水平，从而减少磷造成的环境污染。

③ 添加植酸酶对日粮中其他矿物元素的影响：在单胃动物日粮中添加外源植酸酶可提高植酸盐螯合物中矿物元素的生物学利用率；如低磷的玉米 - 豆粕型日粮中添加植酸酶 (600U/kg) 可分别增加 3 周龄雄性肉仔鸡体内钙、铜和锌的存留 12.2%、19.3% 和 62.3%，起促生长的作用。

④ 添加植酸酶对日粮中蛋白质和氨基酸代谢的影响：小鸡、生长猪和鸭日粮中添加植酸酶可明显提高氨基酸和氮的表观消化率。

⑤ 日粮中添加植酸酶可提高饲料干物质的表观消化率和存留。

⑥ 日粮添加植酸酶对饲料配方的改善：植酸酶可以替

代矿物元素尤其是磷，节约了添加矿物元素(如磷酸氢钙)的费用，而空出了的饲料空间可用其他饲料原料如玉米来代替，这样就可提高日粮营养水平或降低饲料成本，改善了整个配方。

(2) 植酸酶的应用

日粮中植酸酶的添加量依其植酸含量、动物品种及其他一些因素而定。肉仔鸡、猪(仔猪和生长猪)和产蛋鸡的添加量分别为 500 ~ 700、400 ~ 500 和 300 ~ 500U/kg 日粮。

酶的应用还存在酶最大反应剂量问题。猪日粮中添加植酸酶的最大反应剂量为 700 ~ 1200U/kg，在低磷日粮中平均为 1000U/kg。

此外植酸酶、1,25 - 二羟基维生素 D₃ 和日粮中 Ca:TP 比是影响植酸降解和提高日粮中磷和钙利用率的重要因素。如 Ca:TP 比从 2.0:1 下降到 1.2:1，可使植酸酶的作用增加 16%，提高钙、磷的消化率和血浆钙水平，增进骨骼性能，改善生产性能。

参考文献：吴妙宗等.中国饲料,1999,(23):11

9.1.7 热稳定性的木糖酶用作饲料添加剂

在动物消化饲料时，由于存在谷物细胞壁中的非淀粉多糖，例如 β -葡聚糖和阿拉伯木聚糖等，不是可溶性的，不易被消化系统分解，造成动物肠道食糜粘度增加，使营养成分不易扩散和内源酶活性不足，减少了营养成分的消化吸收。本饲料添加剂可以酶解非淀粉多糖，降低肠道食糜粘度，增加饲料转化率，改善动物对饲料的消化功能，它含有生理上可接受的谷物载体和来自微四孢曲霉菌 ACTT 35864 热稳定性木糖酶类。此木糖酶在水浴中能加热至 95℃，1min 而不失去活性，且能在 pH 为 7.0 ~ 10.0 的碱性条件下不失

活。含此木糖酶的鸡饲料或猪饲料中谷物含量在 20% 以上，这种酶在较高的饲料加工温度条件下不会失去活性。

五种木糖酶的特征如下：

① 分子量约 33100，pH 8.5，在 pH7.0 ~ 7.5 和温度约 70℃ 有最大活性；

② 分子量约 33300，pH 7.5，在 pH7.0 ~ 7.5 和温度约 65℃ 有最大活性；

③ 分子量约 31000，pH 6.2，在 pH7.5 和温度约 65℃ 有最大活性；

④ 分子量约 50000，pH 5.8，在 pH7.5 和温度约 65℃ 有最大活性；

⑤ 分子量约 35000，pH 5.3，在 pH7.5 和温度约 70℃ 有最大活性。

上述谷物载体包括磨碎的小麦、大麦、玉米、高粱、黑麦、燕麦、大豆、大米和它们的副产品。饲料中可添加上述热稳定性木糖酶蛋白质 0.00001 ~ 10g/kg。

参考文献：美国专利 6132716(2000)

9.1.8 青储饲料专用酶 WC-18

用作青储饲料的青绿桔杆富含纤维素、半纤维素等物质。在青储草料中添加纤维素酶(FPA)、半纤维素酶、木聚糖酶等植物细胞崩解酶，不仅可有效地将纤维素等非淀粉多糖(NSP)分解为低聚糖、葡萄糖等物质，供乳酸菌等细菌利用，而且使植物细胞壁崩解，细胞内含物如淀粉、可溶性糖类(WSC)、蛋白质及油脂等物质溢出，极大地提高了青储料的营养价值。

(1) 菌种选育

① 出发菌株：绿色木霉 TN-9612 在以稻草粉为主要基

质的培养基上 FPA 达 2520U/g, 木聚糖酶达 415IU/g。将该菌株作为进一步诱变处理的出发菌株。

② 诱变结果: 以 TN-9612 为出发菌种, 用⁶⁰Co 不同剂量辐射处理。按孢子类型挑选单菌落 130 个, 经初筛得 10 个产酶活力明显高于出发菌株的菌种。再经复筛、再复筛, 获得了产 FPA、木聚糖酶稳定、活力较高的菌株 4 个, 即 WC-15、WC-18、WC-36 和 WC-85, 产 FPA 和木聚糖酶活力分别达 3600~4000U/g 和 510~605IU/g, 平均比出发菌株提高了 1.38~1.56 倍和 1.22~1.45 倍。

③ WC-18 菌株的传代性能: FPA 产生菌的最大缺陷是传代不稳定, 但 WC-18 菌种在麸皮 2 号培养基斜面上连续传代 6 次, 其产酶性能稳定。

(2) WC-18 菌株产酶条件

① 发酵方式: 为了缩短 WC-18 菌的产酶周期, 进一步提高产酶活力, 采用液-固两级发酵。

② 种子培养基: 固体产酶发酵培养基为:

组 分	含量
稻草粉	70%
麸皮	25%
硫酸	3%
无机盐	2%

培养时间: 96h。

液体种子培养基如下:

组 分	含量
麸皮	3%
葡萄糖	1%
KH ₂ PO ₄	0.2%

种龄：18h。

培养时间：96h，为该菌种的产酶发酵周期。

③ 最佳产酶培养基配方：

组 分	含量
稻草粉	65%
玉米秸秆粉	15%
麸皮	15%
硫酸	3%
其他	2%
含水量	70%

固液比 1:1.5；液 - 固优化发酵工艺为：种龄 18h，接种量 10%；培养温度 28 ~ 30℃；发酵周期 96h。在此条件下，WC - 18 菌产 FPA 和木聚糖酶分别达到 4500U/g 和 750IU/g。

(3) 青储专用酶剂型

将发酵结束后的酶曲直接干燥，加入适宜和适量的载体制成固体粉剂，具有工艺简单，酶活无损失，生产成本低等优点。使用时将这种粉剂用水适当稀释后，混入青储料中即可。

参考文献：许尧兴等。中国饲料，1999，(24):6

9.1.9 秸秆饲料稀酶速效转化剂

本剂可将干秸秆转化分解成牲畜爱吃并易于消化吸收的秸秆饲料，它工艺简便，造价低廉，使用时发酵时间短，对秸秆不需氨化、青储、不需在厌氧、密封条件下发酵，因而无异味，适口性好，牲畜爱吃，易于消化，吃后增重快、产奶率高，同时也节省了粮食。

这种秸秆饲料稀酶速效转化剂，其主要组成如下：

组 分	含量
轻稀土	0.1% ~ 0.2%
纤维素酶	5% ~ 6%
复合酶	2% ~ 3%
碳酸钙	20% ~ 22%
麦饭石	4% ~ 5%
β -葡聚糖酶	1% ~ 2%
饲用酵母	40% ~ 50%
氯化钠	16% ~ 20%

实例

组 分	含量
内蒙古产的轻稀土	0.15kg
活力为 9000 的纤维素酶	5.5kg
活力为 9000 的复合酶	2.5kg
含钙量在 98% 的碳酸钙	21kg
内蒙古产的麦饭石	4.5kg
活力为 9000 的 β -葡聚糖酶	1.5kg
活细胞在 90% 的饲用酵母	46.85kg
含钠量在 50% 的氯化钠	18kg

将上述成分中的块状和颗粒状原料，用粉碎机、球磨机加工粉碎成 135 目的细粉，以麦饭石作为载体与轻稀土拌合后搅拌均匀，再将上述其他粉碎好所有的原料混合在一起，反复搅拌均匀，即得本产品。

参考文献：中国专利 1176750A(1998)

9.1.10 饲料用碳水化合物基的酶颗粒

饲料用含酶的颗粒制法为：将含酶的水溶液混入可食用的碳水化合物固体(如淀粉)载体中，过筛，加工成为颗粒，

然后进行干燥。这种含酶的颗粒可混入饲料中，用蒸汽处理，后再次造粒。此法可以改进在造粒过程中酶的稳定性。

参考文献：国际专利 WO 98 - 54980

9.1.11 大豆酶处理制造的营养品

将油料植物的种子，特别是大豆，进行酶处理，可制成一种营养品。如将完整油料种子机械破碎，添加水，得到实际上包括全部纤维和蛋白质类物质的含水物料，其中蛋白质处于非变性状态。然后添加蛋白酶，使混合物在一定足够时间内进行酶解，使油料种子蛋白和所有非营养成分发生降解。由于原料和种子中的非变性蛋白质降解和溶解，可不必加热而破坏那些抗营养物质。用这种酶处理法处理油类种子，特别适用于由大豆制取鱼饲料。

参考文献：国际专利 WO 98 - 56260

9.1.12 在饲料加工中应用微波增强酶的作用

同时使用酶和微波辐射可以增加饲料中的可新陈代谢的食物成分含量。

例如：制作烤鸡用的原料鸡的饲料米糠，可以联合使用木聚糖酶和微波(2.45GHz, 68℃, 10min)而得到改善。

参考文献：国际专利 WO 98 - 54305

9.2 发酵饲料类

9.2.1 发酵饲料添加剂

由含 33% 以上发酵产物组成的稳定的动物饲料添加剂颗粒，其松密度至少为 550kg/m^3 ，90% 粒度不大于 1mm，至少 10% 小于 100 μm ，其成分含有：

氨基酸	40% ~ 90%、最好 40% ~ 82%
-----	------------------------

蛋白质	0.5% ~ 20%、最好 10% ~ 16%
< 8C 羧酸类	< 13%、最好 < 8%
总糖	< 10%、最好 2% ~ 10%
油脂	< 6%
矿物质	3% ~ 30%、最好 5% ~ 25%

其氨基酸中富含赖氨酸等动物必需氨基酸，因此利用发酵法制造这种饲料添加剂，比直接添加这些氨基酸成本低得多，而效果极好。

例 1 150kg 成分如下的灭菌水溶液，放入装有搅拌器和通气系统的发酵罐内：

组 分	含量
水	132kg
糖蜜	0.8kg
蔗糖	3.7kg
含硫酸的玉米蛋白水解物	9.2kg
硫酸铵	1.5kg
微量元素矿物盐	0.4kg

用氨溶液调节 pH 到 7.5，取 15L 同样的培养基接种棒状杆菌，在另一发酵罐中于 33 ~ 35℃ 发酵，然后在 42h 添加 78L 成分如下的灭菌水溶液(先中和到 pH7.5)：

组 分	含量
水	37.0kg
糖蜜	2.5kg
蔗糖	43.0kg
含硫酸的玉米蛋白水溶液	8.2kg
硫酸铵	0.9kg
微量元素矿物盐	0.2kg

在整个发酵期，用氨溶液使 pH 值保持在 7.0 ~ 7.5，搅拌速度调节到 600r/min，通气速度 0.5 ~ 0.7vvm。发酵后得到粗发酵液 252kg，固体含量 31.2kg，L-赖氨酸 13.7kg，糖含量 0.6kg。加热杀灭微生物，用降膜式薄膜蒸发器在减压下加热浓缩到固体含量 52%，以流化床喷雾干燥成为浅棕色粉末，其松密度为 0.5kg/L，成分如下：

组 分	含量
L-赖氨酸	44.7%
其他 α -氨基酸	1.2%
蛋白质	14.5%
< 8C 羧酸	5.2%
糖	1.9%
油脂	3.5%
矿物质	20.2%
水	4.1%

然后取 2.5kg 这种细粉放入 10L、5000r/min 高速搅拌器中，再添加 550mL 同样的细颗粒在水中的悬浮体(55%)，5min 后成为粒子，产物在方形干燥室中于循环空气中干燥。其干燥前后的技术指标如下：

项 目	指标	
	初始	产品
吸水率/% (72% 相对湿度) 60min	1.24	0.81
	120min	1.75
松密度/(kg/m ³)	500	700
筛分率/% < 100 μ m	82	1
	> 1000 μ m	8
可流动性(1 最优；6 最差)	6	2

筛分后 100 ~ 1000 μ m 颗粒产率 > 90%。

例 2 150kg 成分如下的灭菌水溶液，放入例 1 同样的发酵罐内：

组 分	含量
水	130L
葡萄糖	12.4kg
含硫酸的玉米蛋白水解物	9.0kg
硫酸铵	1.5kg
微量元素矿物盐	0.4kg

用氨溶液调 pH 到 7.5。取 12L 同样的培养基接种棒状杆菌，在另一发酵罐中于 33 ~ 35℃ 发酵。然后在 40h 内添加 77L 成分如下的灭菌消毒水溶液(预先中和到 pH7.5)：

组 分	含量
水	38L
葡萄糖	40.0kg
含硫酸的玉米蛋白水解物	8.3kg
硫酸铵	0.9kg
消泡剂	0.08kg
微量元素矿物盐	0.2kg

在整个发酵期用氨溶液使 pH 保持 7.0 ~ 7.5，搅拌速度调到 600r/min，通气速度 0.5 ~ 0.7vvm。由此得粗发酵液 275kg，固体含量 34.1kg，含 L-赖氨酸 15.5kg，糖含量 0.71kg。加热杀微生物，再倾析分离、用降膜式薄膜蒸发器在减压下经加热浓缩到固体含量为 52%，再喷雾干燥成为浅棕色粉末，其松密度为 0.51kg/L，成分如下：

组 分	含量
L-赖氨酸	51.2%

其他 α - 氨基酸	2.5%
蛋白质	8.8%
< 8C 羧酸	6.8%
糖	2.4%
油脂	2.5%
矿物质	21.1%
水	1.6%

将此细粉用与例 1 同样方法造粒，得到无尘的产品，其粒度 < 1mm 的颗粒为 80%，松密度为 0.65kg/L。

例 3 与例 2 同样方法进行发酵，但以硫酸玉米蛋白水解物 3.5kg 和硫酸生物物质水解物 13.8kg 的混合物代替纯硫酸玉米蛋白水解物，由此得到粗发酵液 272kg，固体含量 36.2kg，L- 赖氨酸含量 17.1kg，糖含量 0.55kg。

不必预处理，用超滤除去生物物质，再以例 2 的方法浓缩到固体含量为 53%。然后将部分预浓缩物在流化床干燥器中干燥，得浅棕色 - 米黄色粉末，松密度为 0.53kg/L，成分如下：

组 分	含量
L- 赖氨酸	62.1%
其他 α - 氨基酸	1.2%
蛋白质	2.6%
< 8C 羧酸	3.1%
糖	2.0%
油脂	1.7%
矿物质	24.4%
水	1.6%

在另一部分预浓缩物中添加玉米芯粉，同法得到的固体含 L- 赖氨酸 60%。

例 4 苏氨酸饲料添加剂可用下法制造：

在发酵培养基中按美国专利 5175107 培养大肠杆菌菌株 BKIIM B-3996 可以制得含 85g/L L- 苏氨酸的发酵液。

然后用超滤膜除去来自基因改性的微生物的生物物质，再以例 1 的方法在流化床干燥器中干燥或喷雾干燥，将细颗粒进行造粒。

例 5 用常法得到的苏氨酸发酵液喷雾干燥成为细粉，将此 2.5kg 产物放入 10L、5000r/min 的高速混合器中，添加 375mL 此细粉在水中的悬浮体(45%)，15min 后造粒完成，产品在循环空气室中干燥，性能指标如下：

项 目	指标	
	初始	产品
吸湿性/% (72% 相对湿度 60、120min 后)	0	0
松密度/(kg/m ³)	530	830
筛分率/% < 100 μ m	97	2
> 1000 μ m	0	9
可流动性(1 最优，6 最差)	6	2
筛后 100 ~ 1000 μ m 颗粒产率		> 88%
苏氨酸		52.0%
水		2.5%

例 6 用常法得到的含 17% 干物质的氯四环素发酵液喷雾干燥成为细粉，取此产物 2.5kg 放入 10L、5000r/min 的高速混合器中，添加 800mL 水，15min 后造粒结束，产品在循环空气干燥室中干燥。其干燥前后技术指标如下：

项 目	指 标	
	初始	产品
吸湿性/% (72%相对湿度)60min 后	1.47	1.00
120min 后	3.03	2.26
	有粘性	可流动
筛分率/% < 100 μ m	84	1
> 1000 μ m	0	6
可流动性(1 最优; 6 最差)	6	2
筛后 100 ~ 1000 μ m 颗粒产率		> 90%
氯四环素盐酸盐		13.7%
水		3.8%

参考文献：美国专利 5622710(1997)

9.2.2 含氨基酸等发酵产品和抗结饼剂的颗粒状饲料添加剂

该饲料添加剂含有：

含氨基酸的发酵液经干燥或固化而得的颗粒

30% ~ 90%，最好 30% ~ 60%

抗结饼剂

0.1% ~ 5%

该饲料添加剂具有优良的可流动性，不会吸湿而结饼，便于使用和储存。

其中抗结饼剂选自：硅胶，蔗糖脂肪酸酯，甘油脂肪酸酯，有支链的氨基酸，钙盐(磷酸氢钙、磷酸二氢钙、碳酸钙、磷酸三钙、硅酸钙、无水氯化钙、氢氧化钙和葡萄糖酸钙等)，镁盐(碳酸镁、氢氧化镁、硅酸镁、氯化镁和无水硫酸镁等)，硅酸铝，氧化镁，氧化铝，沸石，滑石粉，硅藻土，珠光石和磷酸氢二钠等。此抗结饼剂与上述颗粒之比为 0.001 ~ 0.05；颗粒的松密度为 400 ~ 800kg/m³(最好为 500 ~

800kg/m³), 80% ~ 95% 的颗粒的粒度为 300 ~ 500 μ m(最好为 400 ~ 1500 μ m); 50% 颗粒直径为 1 ~ 50 μ m。此颗粒可含有 L-赖氨酸、L-色氨酸或 L-苏氨酸、甘氨酸、丙氨酸、半胱氨酸、缬氨酸和苯丙氨酸等。此添加剂特别适用于猪饲料。

例 1 将乳酸发酵短杆菌 AJ 12593 (FERM BP-3240) 菌株接种于成分如下的培养基中:

组 分	含量
废糖蜜(以蔗糖计)	80g/L
(NH ₄) ₂ SO ₄	50g/L
KH ₂ PO ₄	1g/L
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1g/L
水解大豆蛋白(以氮计)	10mg/L
硫胺素盐酸盐	0.1mg/L
碳酸钙	50g/L
生物素	0.3mg/L

混合, 在搅拌中于 31.5℃ 培养 72h, 制成 L-赖氨酸发酵汁液。然后将此产物用圆筒型干燥器干燥成 5kg 干燥片状产品, 其成分如下:

组 分	含量
L-赖氨酸	50.9%
其他氨基酸	3.7%
总氮	12.4%
氨态氮	0.2%
细菌菌体	13.4%
含水量	8.0%

将部分干的片状产物用钉型磨粉碎成 750g 粉末, 其平均直径为 100 μ m。作为晶种加入圆筒型流化床造粒器中, 喷

入其余的发酵汁液(6kg)，在以下条件下造粒：

热气流温度	100℃
流化床温度	45 ~ 50℃
排出阀门级别	6 ~ 9
流体阀级别	6 ~ 10
狭长阀级别	10
汁液进料量(在控温的流化床中)	20mL/min
旋筒转速	400r/min
搅拌器转速	1200r/min
结块破碎器转速	4000r/min

结果得 1.47kg 颗粒(含水 3.6)和 0.34kg 袋粉。其性能如下：

项目	指标
平均直径 D50	724 μ m
D10	1064 μ m
D90	455 μ m
松密度	610kg/m ³
含水量	3.6%
L-赖氨酸	53.5%
其他氨基酸	4.0%

取所得的颗粒 1kg，用小型流化床干燥器干燥 60min，使含水量减少到 2.3%，再次筛选到粒径 500 ~ 1000 μ m。

将所得的筛过的颗粒分装在聚氯乙烯袋中，每袋 30g，各添加抗结饼剂 0.09g(0.3%)，搅拌混合 3min。使用的抗结饼剂如下：

细颗粒硅胶，L-亮氨酸，L-异亮氨酸，缬氨酸，蔗糖脂肪酸酯，甘油脂肪酸酯，碳酸钙，磷酸氢钙，磷酸二氢

钙，磷酸三钙，硅酸钙，无水氯化钙，氢氧化钙，葡萄糖酸钙，氧化镁，碳酸镁，氢氧化镁，无水硫酸镁，硅酸镁，氯化镁，天然硅酸铝，磷酸氢二钠，氧化铝，沸石，滑石粉，硅藻土，珠光石。

试验表明，在 25℃、湿度为 33% 时抗结饼性最好的有：细颗粒硅胶，L-亮氨酸，L-异亮氨酸，缬氨酸，甘油脂肪酸酯，碳酸钙，磷酸三钙，氧化镁，碳酸镁，硅藻土，珠光石。在 25℃、湿度为 43% 时只有甘油脂肪酸酯为最佳。

在 25℃、湿度为 33% 时，添加 0.3% ~ 0.5% 抗结饼剂，其粒度以 125 ~ 2000 μm 为宜，而湿度为 43% 时以 1000 ~ 2000 μm 最好。

例 2 类似例 1，以碳酸钙为抗结饼剂，结果也类似。

例 3 将例 1 所得的发酵汁液离心分离其微生物细胞，与例 1 同法干燥，形成 4.5kg 成分如下的片状产物：

组 分	含量
L-赖氨酸	55.3%
其他氨基酸	4.1%
总氮	12.7%
氨态氮	0.2%
微生物细胞	6.8%
水分	7.0%

用类似例 1 的方法制成颗粒，粒度 500 ~ 1000 μm 。添加 0.3% 细粒硅胶、碳酸钙或碳酸镁作为抗结饼剂，效果同样良好。

例 4 将大肠杆菌 KB 862 - pGH5 菌株 (见 WO 94 - 08031) 接种于成分如下的培养基 (pH6.5) 中：

组 分	含量
葡萄糖	130g/L

硫酸铵	25g/L
反丁烯二酸	12g/L
醋酸	3mL/L
KH ₂ PO ₄	1g/L
MnSO ₄ ·H ₂ O	10mg/L
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1g/L
水解大豆蛋白(以氮计)	10mg/L
硫胺素盐酸盐	2mg/L
碳酸钙	50g/L
生物素	0.05mg/L

在 30℃ 搅拌中培养 72h，形成 L-色氨酸发酵汁液，然后用小型喷雾干燥器干燥，得到成分如下的 400g 粉末：

组 分	含量
L-色氨酸	34.7%
其他氨基酸	5.4%
总氮	9.6%
氨态氮	2.8%
细菌菌体	18.3%
水分	5.0%

以此粉末作晶种，用类似例 1 的操作制成 900g 颗粒(含水 5.1%)和 210g 袋粉，前者性能如下：

项目	指标
平均直径 D50	634μm
D10	985μm
D90	385μm
松密度	620kg/m ³
水含量	5.1%

L-色氨酸	37.3%
其他氨基酸	5.6%

将 0.8kg 所得的颗粒用小型流化床干燥器干燥 60min, 使水分含量减少到 2.8%, 筛分到 425 ~ 1000 μ m, 类似例 1 添加各种抗结饼剂 0.3%, 试验结果以细粒硅胶、L-亮氨酸、L-异亮氨酸、L-缬氨酸、碳酸钙、磷酸三钙和碳酸镁的效果较好。

例 5 将大肠杆菌菌株 BKIM B - 3996 (美国专利 5175107) 接种于成分如下的培养基(pH7.0)中:

组 分	含量
蔗糖	40g/L
硫酸铵	5g/L
KH ₂ PO ₄	2g/L
MnSO ₄ ·7H ₂ O	20mg/L
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.4g/L
FeSO ₄ ·7H ₂ O	20mg/L
酵母萃取物	2g/L
NaCl	0.6g/L

在搅拌中于 37℃ 培养 36h, 形成 L-苏氨酸发酵汁液, 再喷雾干燥得 500g 粉末, 其组成如下:

组 分	含量
L-苏氨酸	47.5%
其他氨基酸	7.9%
总氮	10.1%
氨态氮	1.0%
微生物细胞	17.3%

水分	7.0%
----	------

用类似例 1 的方法制成的颗粒，其性能如下：

项目	指标
平均直径 D50	800 μm
D10	1120 μm
D90	530 μm
松密度	540kg/m ³
水分	5.9%
L- 苏氨酸	50.3%
其他氨基酸	8.3%

取此种产品 0.8kg，在小型流化床干燥器中干燥 60min，使水分减少到 3.8%，筛分粒度为 425 ~ 1000 μm 。以 0.3% 各种抗结饼剂试验，结果以细粒硅胶、L- 亮氨酸、L- 异亮氨酸、L- 缬氨酸、碳酸钙、磷酸三钙和碳酸镁为最佳。

参考文献：美国专利 5935635(1999)

9.2.3 草秆生物饲料发酵剂

一种能将农作物秸秆(包括稻草、麦秆、高粱秆、黄豆秆、绿豆秆、花生禾、红薯藤、甘蔗渣和剑麻渣等)发酵转化为供多种畜禽吸收利用的饲料的发酵剂。它由石灰、尿素、食糖、食盐、味精、苏打粉、微量元素、酶、菌体及维生素等多种成分复配而成。其制作饲料的周期为 7d。

该发酵剂由如下成分组成：

石灰	41% ~ 43%	味精	6% ~ 8%
尿素	22% ~ 24%	苏打粉	22% ~ 24%
食糖	2.5%	微量元素载体	0.5%
食盐	3.5%	酶、菌体及维生素	0.5%

其中微量元素载体配比如下：

硫酸铜	8% ~ 13%	硫酸亚铁	8% ~ 13%
硫酸锌	11% ~ 22%	二氧化锰	6.5% ~ 11.5%
硫酸钠	14% ~ 19%	磷酸二氢钾	17% ~ 22%
氯化钴	6.5% ~ 11.5%	五氧化二钒	8% ~ 13%
碘化钾	16% ~ 21%		

酶、菌体及维生素配比如下：

糖化酶	30% ~ 32%	复合维生素粉	10% ~ 12%
产蛋白酶	8% ~ 10%	酵母菌	15% ~ 17%
复合纤维素分解酶			25% ~ 27%
复合菌体(多孔菌、异型乳酸菌、复胃单孢菌等)			10% ~ 12%

实例

① 配制微量元素载体。取硫酸铜 10 份、硫酸锌 16 份、硫酸钠 17 份、氯化钴 8 份、碘化钾 18 份、硫酸亚铁 10 份、二氧化锰 8 份、磷酸二氢钾 20 份，五氧化二钒 10 份，充分混合均匀，从中取出 0.5kg 备用。

② 配制酶、菌体及维生素混合物。取糖化酶 31 份、产蛋白酶 10 份，复合纤维素分解酶 26 份、复合维生素粉 10 份、酵母菌 16 份、复合菌体(多孔菌、异型乳酸菌、复胃单孢菌各占 1/3)12 份，充分混合均匀，从中取出 0.5kg 备用。

③ 配制草秆生物饲料发酵剂。取石灰 41kg、尿素 23kg、食糖 2.5kg，食盐 3.5kg、味精 6kg、苏打粉 23kg、上述配制的微量元素载体 0.5kg、上述配制的酶、菌体及维生素混合物 0.5kg，充分混合，均匀搅拌 15 ~ 20min，即为成品。将此成品立即封装于塑料袋内，保持于荫凉、通风、干燥的地方，有效期可达 2 年。

用此发酵剂制作的秸秆饲料适用范围广泛，可用于猪、

鸡、鸭、鱼、奶牛等多种畜禽，可代替 40% ~ 70% 的粮食饲料，降低 40% ~ 50% 的饲养成本；并且饲养周期短、见效快、喂猪可提前 1 ~ 1.5 个月出栏；同时成本低、回报率高、料肉比为 (3.5 ~ 4):1，每头猪可获利 260 ~ 300 元。喂肉鸭，45d 可新增利润 1 倍以上；喂奶牛，可日提高产奶量 20%，节约成本 50%。

参考文献：中国专利 1177450A(1998)

9.2.4 利用味精废水发酵生产蛋白饲料的方法

用味精废水发酵生产蛋白饲料的方法，适用于谷氨酸及味精制备行业，它是将味精废水通过浓缩加碱调 pH 值后，与辅料麦麸、米糠、豆粕、粉渣和菜粕等混合接种进行固体发酵生产，本法具有低成本、低能耗、无污染、高效益等优点，是一种比较适合我国国情的解决味精行业废水排放问题的治理方案。产品粗蛋白含量在 30% 以上，富含多种 B 族维生素及多种促生长因子，适合喂养畜禽鱼虾。

例 1 取经过灭菌后浓缩至固形物含量为 30% 的味精废水 500L，用生石灰调 pH 为 6.5，按照浓缩液与麦麸 1:1 (质量比) 的比例添加麦麸，然后按照辅料的 1% (质量比) 接入固体霉菌菌种，均匀混合后平摊于通风发酵池中，保持其温度 $32^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 发酵 36h，最后烘干粉碎，得到含粗蛋白 34.8% 的生物蛋白饲料 528kg，该蛋白饲料外观呈黄褐色，具浓厚曲香味，经测定含多种 B 族维生素及多种促生长因子。

例 2 取经过灭菌后浓缩至固形物含量为 38% 的味精废水 200L，用生石灰调 pH 为 6.8，按照浓缩液与麦麸 1:1.2 (质量比) 的比例添加麦麸，然后按照辅料的 5% (质量比) 接入液体酵母菌种，均匀混合后平摊于通风发酵池中，保持其

温度 $32^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 发酵 36h, 最后烘干粉碎, 得到含粗蛋白 38.7% 的生物蛋白饲料 260kg, 该蛋白饲料外观呈黄褐色, 具浓厚曲香味, 经测定富含多种 B 族维生素及多种促生长因子。

例 3 取经过灭菌后浓缩至固形物含量为 25% 的味精废水 300L, 用氢氧化钠调 pH 为 6.7, 按照浓缩液与菜粕和啤酒糟 1:1:1 (质量比) 的比例添加菜粕和啤酒糟, 然后按照辅料(菜粕和啤酒糟总质量)的 1.2% (质量比) 接入固体霉菌菌种, 均匀混合后平摊于通风发酵池中, 保持其温度 $30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 发酵 32h, 最后烘干粉碎, 得到含粗蛋白 36.8% 的生物蛋白饲料 670kg, 该蛋白饲料外观呈黄褐色, 具浓厚腥香味, 经测定含多种 B 族维生素及多种促生长因子。

参考文献: 中国专利 1172593A(1998)

9.2.5 肠道菌(*Enteromorpha clathrata*)的培养和加工制造发酵饲料

用肠道菌 *Enteromorpha clathrata* 培养加工制造发酵饲料有很高的产量和经济效益, 方法是反复供给海水或含盐量低的淡盐水、对含有小鱼等水生物的海藻进行发酵, 成为饲料。可使用某些肥料(如尿素和磷酸), 以促进菌类的生长繁殖。得到的饲料含有叶黄素(胡萝卜醇), 适用于饲养哺乳动物和家禽。将丝状的发酵产品干燥到水含量在 50% 以下, 压制、辊轧和挤出造粒, 最后干燥到含水量小于 20%, 即可。

参考文献: 美国专利 5843762

9.3 低聚糖

低聚糖又名寡糖类或少糖类, 通常是 1~10 个单糖以糖

苷键连接的结合物，11 个单糖以上的结合物则称为大糖类，100~200 个单糖结合物则称为多糖类。由于单糖分子结合位置和结合类型不同，低聚糖种类繁多，已知有 1000 种以上。依据组成单糖分子数多少，有二糖、三糖、四糖、五糖、六糖、七糖以至十糖。例如：某些麦芽糖、麦芽三糖、异麦芽糖、异麦芽三糖、异麦芽四糖、果糖低聚糖等。这两种低聚糖都能促进人和家禽肠道内双歧杆菌等有益细菌群迅速增殖，有害细菌不能利用它们，使有益细菌占绝对优势。而双歧杆菌具有：防止病原菌感染，抑制肠内腐败物，制造维生素，促进肠运动，防止便秘，预防下痢、有治疗效果，提高免疫力，分解肠内致癌物质等作用。

9.3.1 低聚糖在畜禽方面的应用

刚离乳的仔猪由于种种原因会发生下痢，体重增加缓慢，发育不良。添加 0.25% 果糖低聚糖后发生下痢软便猪的频率下降，日增重提高 3.96%，日采食量增加 3.0%。

长期使用果糖低聚糖可获得如下效果：

(1) 猪

- ① 产仔数平均增加 0.7 头；
- ② 公猪精子数增加 20%~25%，提高受胎率；
- ③ 分娩前后，减少母猪便秘；
- ④ 离乳仔猪体重平均从 5.4kg 增加至 6.3kg；
- ⑤ 改善夏季采食量下降状况；
- ⑥ 减少仔猪期抗菌素添加剂的用量。

(2) 鸡

- ① 鸡雏育成效果好，饮水量增加；
- ② 使从 2 周龄至育成鸡的育成率、饲料转化率、增重等均有改善；

③ 在不使用抗菌素情况下，对产蛋鸡能提高产蛋率；

④ 喂雏鸡能防止沙门氏菌感染的细菌性食物中毒。

(3) 牛羊

① 防止犊牛、羔羊下痢；

② 制备优质青储饲料时添加低聚糖很有效。

参考文献：金丰秋等．中国饲料，1999，(5):16

9.3.2 微生物效应添加剂——甘露寡糖的应用

(1) 饲料用甘露寡糖的来源及代谢特点

甘露寡糖(MOS)指由甘露糖和葡萄糖组成的寡糖，一般在生理 pH 值和通常饲料加工条件下较为稳定，易溶于水和其他极性溶剂，当溶液中加入有机溶剂时会使其沉淀或结晶，它的甜度低于蔗糖。

饲料 MOS 主要来源于酵母细胞壁提取物。目前可提出 60 种不同的甘露蛋白复合物，而作为饲料添加剂用的 MOS 多为二糖、三糖、四糖等结构的混合物。

MOS 饲料添加剂的代谢特点是：不为单胃动物消化道酶分解，在小肠中几乎不被消化利用，而进入消化道后段被浓缩，并为动物消化道菌群(主要为消化道后段菌群)选择性发酵利用，以有机酸、 CH_4 、 CO_2 、 H_2 的形式释出，或参与代谢，提供能量。

(2) 饲料 MOS 提高畜禽生产性能

断奶仔猪料中添加 MOS，体重提高 0.13kg/头，料肉比下降 0.09。鸡饲料中添加 0.2% MOS，成活率平均提高 0.4%。在犊牛饲料中添加 MOS，35d 时平均体重提高 2.1kg/头，并可减少呼吸道疾病。断奶仔兔饲料中添加 0.2% MOS，断奶 35d 时饲料报酬降低 0.15，死亡率下降 3.6%，日增重提高 3g/只；在严重应激状况下，断奶仔兔饲

料中添加 1% 或 2% 的 MOS, 可以降低死亡率。商品鸵鸟饲料中添加 MOS(前 3 周 0.91kg/t, 3~17 周 0.46kg/t), 饲料转化率提高 0.05%, 成活率提高 4.43%, 增重提高 0.191kg/只。鸡饲料中添加 0.1% MOS, 可减少盲肠、肝、脾沙门氏杆菌数。在非洲鲶鱼饲料中添加 0.1% MOS 并同时接种水生气单孢菌, 接种 12、24h 后分别查血、脾中的细菌数, 发现有明显减少。

(3) 影响饲料 MOS 使用效果的因素

① 过量添加 MOS(每天超过 20g), 会引起轻微腹泻, 一般断奶仔猪的用量不超过 0.4%。

② 由于单糖的连接方式多种多样, 结构不同, 故生物学活性有很大的差别。

③ 粗放条件下比优饲条件下添加效果明显; 在有疫病历史的畜舍中饲喂时, 添加 MOS 效果明显。

④ 寡糖多添加于单胃幼畜禽的断奶日粮中。

⑤ 饲料成分可以影响肠道的内环境。

(4) 寡糖的联合使用效果

① 许多饲料本身就含有或经消化后可形成各种寡糖, 所以在饲料中添加寡糖所产生的效果, 都是多种寡糖的复合效果。

② 寡糖与饲用微生物同时使用, 可以延长饲用微生物的保存时间, 增强饲用微生物到达后肠的成活数, 促进外源有益微生物在肠内的定植和生长。如微胶囊包埋的双歧杆菌活菌加寡聚糖粉剂, 在鸡料中同时添加 0.75% 寡果糖和饲用微生物, 第 7 天沙门氏菌感染鸡的百分率比单独添加饲用微生物降低 42%, 表明将两者联用更有效。

③ 饲用抗生素可有效杀伤有害微生物, 但抗生素滥用

还会影响畜禽的免疫功能。而饲料寡糖可促进肠道有益微生物的生长繁殖,改善肠道微生态失调,提高畜禽免疫力,促进生长。将寡糖与抗生素联合使用(如将 MOS 与抗生素联用),对小公猪、小母猪的体增重,效果均优于单一使用抗生素。

参考文献:潘淑媛等,中国饲料,1999,(22):15

9.3.3 支链低聚糖——化学益生菌

(1) 化学益生菌的成分及肠道有益菌选择性的依据

化学益生菌有:异麦芽糖、异麦芽三糖、潘糖、异麦芽四糖、果寡三糖、果寡四糖、果寡五糖、半乳寡糖、甘露寡糖、大豆寡糖、龙胆寡糖、木糖寡糖等。青春双歧杆菌、短双歧杆菌、婴儿双歧杆菌对所有的低聚糖均能利用,而两歧双歧杆菌仅对乳糖类低聚糖利用性较好。产气真杆菌对低聚果糖与乳糖类低聚糖利用性较好,枯液真杆菌对异麦芽糖、低聚果糖、大豆低聚糖等利用性较好,念珠状真杆菌对乳糖、乳酮糖可充分利用。

有益菌中的乳酸杆菌主要利用乳糖类寡糖、果寡糖等,部分利用异麦芽寡糖,而对其他短链分支糖利用不定或不能利用。有害菌中的粪腐败梭菌、产气膜梭菌等,对各类短链带分支的糖类物质几乎均不能利用。

(2) 化学益生菌的主要功能及与活菌剂相比的优势

主要功能如下:

① 惟一选择性刺激动物肠道有益菌的增加,抑制有害菌的繁殖,形成肠道最佳的微生态区系。

② 减少消化道疾病的发生,减少病原菌对动物体的侵害,提高动物的免疫力,最终提高动物的健康水平,生产性能也随之得到改善。

③ 替代抗生素，降低饲料成本，畜禽、水产品无药物残留。

与活菌制剂相比的优势如下：

① 制作配方时，无任何配伍禁忌。

② 能耐受氧气、高温等，所以粉料、颗粒料、膨化料均可使用。

③ 能耐受胃酸的失活作用。

④ 通过刺激肠道固有有益菌增殖，克服了外源性活菌制剂肠道定殖能力不强的缺陷。

(3) 化学益生素的使用注意事项

化学益生素为糖类物质，易吸湿，对动物又属非消化性寡糖类物质，动物不能消化吸收，所以使用时需注意如下事项：

① 不可直接加入大批饲料中混合，需先与 5~8 倍含水量低的载体（如石粉等）预混合后再投入大批饲料中，搅拌至均匀。一次未用完需扎紧包装袋，否则也会使产品形成结块，但吸湿对功效并无影响。

② 过多添加会引起动物消化不良性腹泻。一般来说各种动物饲料最大添加量不能大于 5% 而仔猪不能大于 1%。

③ 根据不同用途，可选用粉料、颗粒料、膨化料，也可用于饮水。

参考文献：刘亚力，中国饲料，1999，(9)：12

9.4 维生素、矿物质和氨基酸等

9.4.1 维生素 C

(1) 维生素 C 的作用

维生素 C 在机体内的作用为：参与铁的吸收；参与类固醇的合成；参与肉毒碱的合成；参与酪氨酸的降解；参与去甲肾上腺素的生物合成；抑制亚硝酸胺的形成；参与四氢生物蝶呤的再循环；参与胆固醇的降解；参与羟化脯氨酸的生成；参与肽的酰胺化。在畜禽养殖中，添加维生素 C 的主要目的是提高机体免疫力和抗应激能力(畜禽本身可以合成一定量的维生素 C)，从而提高畜禽的生产性能和经济效益。在水产养殖业中，由于鱼类本身不能合成维生素 C，加上水产养殖的高度集约化和环境应激因素的影响，所以维生素 C 在水产养殖业中的应用更为广泛，用量也较大。

(2) 影响维生素 C 稳定性的环境因素

影响维生素 C 稳定性的环境因素有微量元素、光、氧化剂和 pH 值。维生素 C 的不稳定性源于其氧化还原性，对生物有机体来说，还原型维生素 C 和氧化型维生素 C 具有相同的生物学效价，但氧化型维生素 C 进一步氧化的产物——二酮古洛糖酸则完全不具有维生素 C 的生物学效价。维生素 C 的衍生物包括抗坏血酸、脱氢抗坏血酸、抗坏血酸钠、抗坏血酸钙、抗坏血酸硫酸酯、抗坏血酸软脂酸酯、抗坏血酸磷酸酯以及各种微囊包被抗坏血酸。脱氢抗坏血酸、抗坏血酸钠、抗坏血酸钙和抗坏血酸的生物学效价基本相同。而 Vc 磷酸酯剂型和脂肪包被及乙基包被剂型较普通 Vc 稳定。

(3) 提高维生素 C 稳定性的方法

最常用的方法之一是在那些对维生素 C 的稳定性影响剧烈的加工工序(如制粒、膨化)后再添加维生素 C，但这种方法的主要缺陷有：

- ① 使维生素 C 维持于水溶液中有困难；

② 液体介质中的维生素 C 没有任何防护；

③ 维生素 C 只能包敷于颗粒外表面(喷涂于热颗粒上会增加渗透作用，但也会增加维生素 C 的损失)；

④ 维生素 C 在饲料中的分布会不均匀，变异系数为 15% ~ 40%；喷涂维生素 C 的饲料储存 2 ~ 6 周后，会有很高的维生素 C 损失率。

另一种方法是减少加工中增加维生素 C 损失的因素，包括：

① 减少预混料储存时间；

② 降低制粒温度和减少调质时间；

③ 减少饲料储存时间。

但是，确定预混料储存时间和制粒工艺条件时，有一些其他因素比维生素 C 的稳定性更需优先考虑。因此饲料加工最常用的选择是用超量添加维生素 C 的手段来补偿维生素 C 的损失。

参考文献：马永喜等. 中国饲料, 1999, (16): 12

9.4.2 维生素 E

日粮添加维生素 E 对猪肉与禽肉品质有如下作用：

(1) 阻止脂质氧化的发生

日粮加维生素 E 可明显提高猪与禽组织中 α -生育酚的含量，组织中 α -生育酚含量取决于日粮中维生素 E 的添加量及添加期的长短。如：在猪日粮中添加 200mg/kg 的 α -生育酚醋酸酯，可明显防止生猪肉及经烹调猪肉在 4℃ 储藏条件下发生脂质氧化达 8 天。日粮添加 100mg/kg 的维生素 E 能防止猪肉发生脂质氧化，并在真空条件下储藏熟肉的货架期大于 56 天。对火鸡日粮添加 dl- α -生育酚醋酸酯，剂量分别为 NRC 推荐量(0 ~ 8 周龄为 12IU/kg, 9 ~ 18 周龄

为 10IU/kg)5 倍、10 倍、25 倍,结果表明,随口粮维生素 E 添加量的提高,冷藏与冷冻鸡胸肉的 TBARS 值明显降低,风味显著增强。宰前 3 周对肉仔鸡日粮添加 150mg/kg α -生育酚,降低了碎鸡肉与储藏鸡肉的 TBARS 值,并维持了肉的风味。日粮添加 300mg/kg 维生素 E,可较未添加组明显降低肉仔鸡胴体的 TBARS 值($P < 0.01$),为有效防止肉鸡胴体脂质过氧化,至少应在宰前 4 周对其日粮添加 200mg/kg α -生育酚醋酸酯。生育酚防止肉发生脂质氧化的效果与肉的包装条件有关,维生素 E 在热与冷的真空条件下包装可防止肉的脂质氧化,而在散装条件下则无此效果。

(2) 减少胆固醇的氧化

胆固醇也可通过多不饱和脂肪酸过氧化或氧自由基从其分子中夺去一个不稳定的氢而发生自动氧化,猪肉在烹调时及随后的冷藏期内胆固醇氧化物(COPS)明显增加。采食高维生素 E (100 或 200mg/kg)日粮组猪肉中胆固醇氧化物明显低于采食低维生素 E (10mg/kg)组猪肉的相应值。肉仔鸡日粮添加维生素 E,也明显减少了其腿肌与胸肌中胆固醇的氧化。

(3) 稳定肉的色泽

猪肉冷藏 3 和 6 天后,采食添加 200mg/kg 维生素 E 日粮组的猪肉的亨特值(表示猪肉表面红色程度)明显高于采食基础日粮组(含 10mg/kg 维生素 E)或添加中等水平维生素 E (100mg/kg)组的相应值。对火鸡饲喂不同水平的 d1- α -生育酚醋酸酯,结果表明,随维生素 E 添加量的提高及添加期的延长,平均肉色评分均明显增加。于宰前 3 周对肉仔鸡日粮加 150mg/kg 的 α -生育酚,其未经加热的肌肉在 -20°C 条件下储藏 8 周仍可维持肉的红色。

(4) 减少肉的滴水损失

日粮添加高水平的维生素 E 可减少猪肉的滴水损失, 增加可售肉的产量。如日粮添加 α -生育酚(200mg/kg)可降低猪肉的滴水损失。猪日粮添加 500mg/kg 维生素 E, 可防止苍白、柔软、渗出性(PSE)肉的发生, 并提高了肉的持水力。

总之, 维生素 E 作为重要的抗氧化剂, 可降低脂类(包括多不饱和脂肪酸与胆固醇)的氧化速度, 延缓氧合肌红蛋白的氧化, 维持宰后细胞膜的完整性, 从而改善肉的质量, 使肉能较长久地保持新鲜的外观和颜色, 也使滴水损失降低, 从而使这些猪肉和禽肉受到消费者的喜爱。除此之外, 猪与禽日粮添加类胡萝卜素、维生素 C、硒、锌、铜、锰、铬、莫哈夫丝兰提取物及饲料中的电解质均对肉质有一定影响, 配制日粮时必须加以考虑, 以保证肉具有最佳的滋味、口感和品质。

参考文献: 邢廷铎等. 中国饲料, 1999, (3): 9

9.4.3 维生素 A

(1) 维生素 A 与营养

维生素 A 对视觉功能的作用归功于 11-顺式视黄醛, 它与视蛋白结合生成视紫红质, 而视紫红质是视网膜杆细胞对弱光敏感的感光物质。当维生素 A 缺乏时, 11-顺式视黄醛生成不足, 对弱光的敏感度降低而引起夜盲症。维生素 A 缺乏, 软骨上皮的成骨细胞和破骨细胞的活动受到影响, 使骨发生形变, 继而发生退化。维生素 A 与繁殖有关, 当缺乏时会使胚胎死亡率升高, 胚胎发育畸形, 精子产生减少, 母畜不发情, 胚胎或被重吸收, 或为死胎。维生素 A 缺乏还会导致家禽产蛋量下降, 种蛋受精率降低。维生素 A

可促进肾上腺皮质酮的分泌，还具有某些与类固醇激素相似的功能，因而它既具有脂溶性维生素的营养功能，同时也具有调节机体代谢的激素功能。

(2) 维生素 A 与免疫

适量的维生素 A 具有免疫促进作用，当维生素 A 缺乏时，家禽的胸腺萎缩，法氏囊过早消失。若适当提高日粮中维生素 A 含量，有提高肉雏增重、饲料报酬和免疫器官相对质量的趋势。但维生素 A 过量(1000mg/kg)会使雏鸡的死亡率、发病率升高，免疫功能受到抑制。

其他的维生素如维生素 E、维生素 C、维生素 B₆ 等也有添加效应。它们之间有的有协同作用，有的则有拮抗作用。其中维生素 A 与维生素 E 之间的作用最为突出，二者之间存在着拮抗作用。日粮中添加高水平的维生素 A，可减少维生素 E 在肠道前段的呼吸，增加其在肠道后段的排出，导致血浆及肝脏中维生素 E 水平下降。维生素 E 对维生素 A 有保护作用。维生素 C 及维生素 D 的蓄存对维生素 A 也有影响，当日粮中大量添加维生素 C 时，蛋黄中 β -胡萝卜素浓度升高。

参考文献： [1] 兰芳. 中国饲料, 1999, (15): 17

9.4.4 牛磺酸

9.4.4.1 牛磺酸的性质、功能及分布

牛磺酸(Taurine)又称牛胆碱、牛胆素，化学名为 2-氨基乙磺酸，化学结构式为 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{H}$ ，分子量为 125.15，无色，系四面针状结晶，约 300℃ 分解，溶于 15.5 份 12℃ 的水，17℃ 时 100 份 95% 乙醇可溶 0.004 份牛磺酸，不溶于无水乙醇。

牛磺酸的主要功能是与胆酸结合形成牛磺胆酸，在脂类

消化吸收中发挥作用。缺乏牛磺酸会导致失明，牛磺酸还具有广泛的营养、药理作用，尤其在心血管系统、中枢神经等方面具有重要的调节作用，具有如抗惊厥、兴奋呼吸、强心、增强免疫力、利胆、保肝等作用，参与血管张力调节，并可能是一种神经递质。

在哺乳动物体内，牛磺酸可由蛋氨酸和半胱氨酸代谢的中间产物半胱亚磺酸以半胱亚磺酸脱羧酶(CSAD)脱羧成亚牛磺酸，再经氧化获得。肝、脑、心是合成牛磺酸的主要器官。不同种动物的CSAD的活力不同，因而其合成牛磺酸的能力亦不同。不同生长阶段其合成能力也不同，新生动物的合成能力通常较成年动物弱。动物所需的牛磺酸，来源于食物和体内合成，新生动物体内合成牛磺酸不足而需从食物中补充。

牛磺酸在体内分解，一是参与形成牛磺胆酸，二是生成羟乙基磺酸。当牛磺酸过量时，多余部分随尿排出。

在自然界中，牛磺酸普遍存在于有机体内，动物体内的牛磺酸含量远高于植物。在鱼虾类中牛磺酸含量较高，为 $9.1 \sim 41.4 \mu\text{mol}$ (湿重)，畜禽肉类中含量 $1.4 \sim 6.6 \mu\text{mol/g}$ (湿重)。

9.4.4.2 牛磺酸的制备方法

(1) 从天然物中提取

牛胆汁中牛磺酸含量最高，但不能简单地分离提取。在牡蛎、雄鸡冠等天然物中含量相对较高，但来源有限。

(2) 发酵法制备

用链球菌或微生物提取的酶，从结合型胆汁酸制取游离牛磺酸，将来源于牛肉的链球菌，在含有 1.5kg 牛胆汁提取物和葡萄糖的培养基中于 37°C 下培养2天，可以产 45g 牛磺

酸。将一株谷氨酸棒状杆菌在含有葡萄糖、蛋白胨、 KH_2PO_4 、 K_2HPO_4 、 MgSO_4 、生物素、酵母膏、尿素和维生素 B_1 的培养基中，于 28°C 下摇瓶发酵24h，然后在含有糖浆、酵母膏、 KH_2PO_4 、 MgSO_4 、 CaCO_3 、维生素 B_1 的培养基中，于 28°C 下摇瓶发酵4天，最后牛磺酸产量为 870mg/L 。

(3) 化学合成法

① 二氯乙烷法。以二氯乙烷为原料，用磺化、氨化、酸化三步合成。优点是原料易获得，缺点是生产步骤多，原料消耗多，副产物多，成本高。

② 乙醇胺法。用氯化、磺化两步进行。先在盐酸中滴加乙醇胺，然后用氯化氢气体得氯化 $-\beta$ -氯乙胺晶体，收率为76.1%，再在亚硫酸钠溶液中滴加氯化 $-\beta$ -氯乙胺溶液，然后浓缩，用乙醇结晶、精制，收率为63%。两步制备牛磺酸的总收率为47.9%，纯度为98.8%。后来改进了操作方法，并用电渗析法脱盐。第一步氯乙胺盐酸盐的收率为91.3%，第二步牛磺酸的收率为91.4%，总收率为83.6%，纯度为99.6%。有的收率更高，为94.8%，纯度为99.6%。将亚硫酸钠溶液与氯乙胺盐酸盐先在室温至 65°C 反应，然后加热并保持在 65°C 、2h， 80°C 、2h， 90°C 、2h，最后在沸点下回流1h，产率达93.6%。用氯化亚砷在等当量的羧酸存在下，于 60°C 与乙醇胺盐酸盐反应7h，产率高达99.1%，反应条件温和，产品纯度高，问题是反应尾气回收困难，易污染环境，腐蚀设备。

③ 亚乙基亚胺法。亚乙基亚胺与亚硫酸直接反应，一步合成牛磺酸，反应温和，没有副产物，精制方便，纯度达99.4%，产率达88.9%，缺点是亚乙基亚胺毒性大，易聚合、爆炸，难保存。为克服这一缺点，产生了用乙醇胺催化

脱水环化法生产亚乙基亚胺的方法。另有以 $\text{Cs}_{0.9}\text{Ba}_{0.1}\text{P}_{0.8}$ 化合物为催化剂，以氮为稀释剂，其与乙醇胺的体积配比为 2:98，反应后含有亚乙基亚胺的气体直接通入 5℃ 亚硫酸氢铵溶液而制得牛磺酸，产率为 84%，生产过程中没有无机物排放，也无需精制设备。

9.4.4.3 牛磺酸在饲料中的应用

(1) 在猫饲料中的应用

猫体内缺乏合成牛磺酸的能力，所以牛磺酸是猫的必需营养物质。

牛磺酸与猫的繁殖有关，它是母猫正常妊娠、分娩、仔猫成活和正常发育的必需营养物质。若缺乏，则表现为繁殖能力低、流产、死产等症状，即使产下活仔，婴幼儿猫的体重轻、生长速度显著降低，且易发育异常。牛磺酸与猫的心脏功能有关。若缺少会引起扩张性心肌病(DCM)，甚至心肌破裂；牛磺酸还具有增加心肌收缩力的作用。牛磺酸还与猫的视力，神经功能与免疫功能有关。猫饲料中牛磺酸的需要量 NRC (1986) 为 400mg/kg 干饲料。若考虑加工、运输、储存、饲喂等环节中受到的影响，配料时添加量应大于此数值。一般应添加 2.5g/kg 干饲料的牛磺酸。

(2) 牛磺酸在鸡饲料中的应用

1 日龄的肉用仔鸡自由采食含 0、0.3%、0.6% 牛磺酸的日粮，饲养 56 天，喂以 0.3% 牛磺酸后的仔鸡在 21 天时有较大增重，但添加 0.6% 的牛磺酸在 42、56 天称重时发现有负面影响。

(3) 牛磺酸在仔猪料中的应用

仔猪在前 5 周可以采食不添加牛磺酸的饲料。

(4) 牛磺酸在鱼饲料中的应用

体重约 10g 的虹鳟，喂以含 50% 酪蛋白的日粮 2 周，然后分别投喂基础日粮、添加 1% 牛磺酸的日粮，每日投喂 4 次，饲喂 15 天。结果采食添加牛磺酸日粮的鱼，在肝脏和肌肉中的牛磺酸含量增加。采食添加牛磺酸日粮的夏鲮鱼，整体和组织中的牛磺酸水平，都高于采食基础日粮的夏鲮鱼；采食添加牛磺酸日粮的仔鳊，整体和组织中的牛磺酸水平稍高于采食基础日粮的；幼鳊整体的牛磺酸水平随日粮中牛磺酸增加而增加。

(5) 牛磺酸在兔饲料中的应用

牛磺酸能显著增加饲喂高脂家兔中血清锌含量，而维生素 E 显著降低血清铜含量。总的牛磺酸和维生素 E 都非常显著地降低了饲喂高脂家兔的血清铜/锌的比值，对血清铁和钙无显著影响。提示牛磺酸和维生素 E 可能通过调节体内的锌、铜代谢而影响脂质代谢及动脉粥样硬化的形成。

参考文献：赵建伟等，中国饲料，1999，(10)：10

9.4.5 矿物元素蛋白盐

(1) 矿物元素蛋白盐的营养作用

① 提高矿物元素的生物利用率。微量元素的吸收是影响利用率的主要因素。以无机盐形式存在的微量元素，在动物体内的利用受 pH、其他无机盐、维生素、脂肪、蛋白质、纤维、草酸盐、磷酸盐、碳酸盐、植酸等的影响，利用率很低，而矿物元素蛋白盐中矿物质所依附的肽提高了矿物元素将被吸收的效率。如无机铁盐的最大利用率不超过 1% ~ 6%，而 10% 的铁蛋白盐的利用率可达 95%。铜最好的利用形式是酪蛋白铜，利用率相当于硫酸铜的 170%，其次是丙酮酸铜（152%）、乙酸铜（142%）和蛋氨酸铜（103% ~ 106%）。矿物元素蛋白盐与矿物元素螯合物利用率要比相应

的无机矿物元素高 20% ~ 70%。

② 矿物质的靶组织：以矿物元素蛋白盐形式提供矿物质时，一方面配体氨基酸和(或)小肽是其利用率的可靠部分，另一方面矿物元素蛋白盐进入血液后这些配体分子朝着各自习惯性的特定的组织部位转运。当然配体所携带的矿物元素也必须是该组织部位所需要的。

③ 矿物元素蛋白盐和其他活性成分的相互影响。矿物元素之间有相互拮抗作用，影响其吸收。竞争性拮抗作用可发生于微量元素之间、常量元素之间或微量与常量元素之间。但铜螯合物以不同于无机盐的机制吸收，和锌、铁等元素的相互干扰大大减少。矿物元素蛋白盐用于饲料复合预混料还能提高维生素 A、C 的存留率，蛋白盐组维生素 A、C 存留率分别为 94.7%、68.9%，无机盐组则分别为 73.9%、22.6%，差异非常显著。

(2) 矿物元素蛋白盐应用中的问题与对策

矿物元素蛋白盐或氨基酸螯合物在饲料工业中的研究和应用，如美国的氨基酸螯合物产品，主要以蛋氨酸、赖氨酸等单一氨基酸为原料和微量元素结合形成一个螯合环的结构，也有蛋白质部分水解物为配体的矿物元素蛋白盐产品；以非食用鱼为原料合成矿物元素蛋白盐，加工成含 DHA、EPA 等营养素的复合添加剂。突出的问题是产品的螯合率，严格的测定目前仅限于单一氨基酸为配体的螯合物。我国目前氨基酸螯合物或矿物元素蛋白盐在饲料工业的应用已经起步。

关于蛋白盐最佳配体问题，以小肽为主要配体合成矿物元素蛋白盐更有利于微量元素生物学效价的提高。动物体内的二肽、三肽的转运系统，具有转运速度快、耗能低、不易

饱和的特点，是摄入氨基酸的主要途径。当金属离子和一个小肽螯合后就能抑制肽酶的水解活性，防止肽的水解，提高肽的利用率，同时因为金属离子在消化道经过胃及小肠中离子的吸收部位时都以螯合状态存在，这种螯合的金属离子吸收速度就高得多。

矿物元素蛋白盐由于其毒性小，生物利用率高，它可作为饲料添加剂改善饲养效果。

参考文献：张晓鸣，中国饲料，1999，(16)：14

9.4.6 新型饲料添加剂烟酸铬

烟酸铬 (Chromium nicotinate) 是葡萄糖耐量因子 (GTF, Glucose tolerance factor) 的重要组成成分。它能促进胰岛素与细胞膜受体结合，增强胰岛素活性，参与并影响糖类、脂类、蛋白质和核酸的代谢。烟酸铬是一种营养素。

(1) 烟酸铬的生产工艺

烟酸铬系紫红色结晶粉末。生产方法主要有两种：一是在装有回流冷凝器的三口反应器中先加入一定量的溶剂和烟酸，加热搅拌溶解后加入一定比例的铬(Ⅲ)溶液(如三氯化铬)，加热回流 0.5h 后冷却结晶，离心，过滤，干燥即得产品。二是将一定量的溶剂和烟酸加入一个三口反应器中，搅拌条件下滴加稀氢氧化钠溶液至烟酸完全溶解，再加入一定比例的三氯化铬溶液，继续搅拌 0.5h，过滤，干燥即得产品。

(2) 应用

在牛饲料中同时添加烟酸和铬(Ⅲ)，可提高饲料报酬，增强抗应激能力。与其他有机铬和无机铬盐相比，烟酸铬明显提高了健康动物血液 Fe 和 TIBC 浓度，说明添加烟酸和铬可防止应激导致的 Fe 从尿中损失，从而改善 Fe 的状况。

在无应激的情况下，添加烟酸铬可改善仔猪的生长性能，促进淋巴细胞增生；在应激条件下，烟酸铬添加组提高了对绵羊红细胞(SRBC)免疫抗体效价。在猪饲料中添加烟酸铬后，猪背膘厚度下降 8.1% ~ 15.66%，其胴体瘦肉率有所提高，在肥育期的最后 6 ~ 9 周添加烟酸铬更加有利，能使肥育猪的售后利润每千克提高 2.4%。

用烟酸铬喂杂交肥育猪，添加烟酸铬组比对照组眼肌面积提高 21.2%，瘦肉率提高 5.37%，背膘厚度呈均匀下降。

参考文献：李坤等，中国饲料，1999，(5)：15

9.4.7 有机锌盐化合物

该促进动物生长的饲料添加剂含有：

丁二酸锌	45% ~ 57%
硫酸钠	3% ~ 5%
膨润土	40% ~ 52%

此种饲料添加剂成本低，易于使用，具有高效促进家畜与家禽生长的作用。

参考文献：中国专利 1124137

9.4.8 甜菜碱

甜菜碱是动物机体内的一种天然化合物，其活性甲基团能参与氨基酸代谢和脂肪代谢，具有促进动物采食和生长、提高饲料转化效率、改善胴体组成、提高肉质、缓和应激等多种生物功能。

(1) 甜菜碱对动物生产性能的影响

在全植物性基础饲粮中添加甜菜碱透析浓缩物能显著提高单冠白色洛岛红肉鸡的生长速度。在以玉米和豆粕为主的饲粮(粗蛋白质 23%、代谢能 13.38MJ/kg、蛋氨酸 0.37%、含硫氨基酸 0.74%)中添加 0.23%甜菜碱盐酸盐，可提高 21

日龄肉鸡日增重 14.53%，降低料重比 5.56%。在含蛋氨酸 0.35% 的饲料中添加甜菜碱 622mg/kg，可提高 24~36 周龄 1SL 母鸡的总产蛋数 2%，降低料蛋比 2%。

将 0.5%~1.5% 甜菜碱添加到饲料中，对红海乌鲂、鳊鱼、鳊鱼及对虾等具有显著的刺激生长作用。如甜菜碱可使虹鳊鱼提高增重及饲料转化效率约 20%。对大西洋大马哈鱼，甜菜碱可提高增重 31.9%，降低饵料系数 24.60%。在粗蛋白质 31.69%、粗脂肪 3.89% 的二龄鲤鱼饲料中添加 0.3% 甜菜碱(98%)，平均尾重提高 49.32%，饵料系数降低 24.16%。在饵料中用甜菜碱取代适量氯化胆碱，150 天罗氏沼虾平均体长增加 27.63%，平均尾重提高 20.27%，饵料系数降低 8%。

(2) 甜菜碱对动物胴体组成及内脏器官的影响

饲用甜菜碱的幼禽，体内脂肪量较低，体脂分布比较分散，肉质较松，味道更可口。在青年母猪肥育期日粮(消化能 13.5MJ/kg)中添加甜菜碱 1250mg/kg，降低背膘厚 14.8%，增加眼肌面积，并且提高了胴体的整齐度。在配合饲料中添加甜菜碱，能降低草鱼肝脏的脂肪含量。

(3) 甜菜碱与诱食

甜菜碱的诱食效能与水生动物的味觉有关。如鲤鱼对甜菜碱具有独立的味觉感受，它还能增加其他氨基酸的味觉感受反应。

参考文献：吴万福等，中国饲料，1999，(6)：9

9.4.9 支链氨基酸

支链氨基酸包括亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸，是畜禽体内不能合成而必须从饲料中获得的必需氨基酸。亮氨酸和异亮氨酸为不同结构的 α -氨基己酸，理化性质各异。缬氨酸

的化学结构为 α -氨基异戊酸。近年来，为节约蛋白质饲料，降低饲料成本，减轻动物应激（断奶仔猪腹泻和笼养鸡的高温应激）及降低动物排泄物导致的环境污染等，在低蛋白质日粮中添加合成赖氨酸和蛋氨酸已经普遍，合成色氨酸和苏氨酸的应用也正逐渐盛行。这些氨基酸的应用，导致日粮中支链氨基酸特别是异亮氨酸和缬氨酸的缺乏。如粗蛋白质 13% 的蛋鸡日粮，添加合成赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸和苏氨酸，蛋鸡生产水平不能达到日粮粗蛋白质为 16% 时的生产水平；而再添加 0.2% 的异亮氨酸和缬氨酸，则蛋鸡生产水平明显优于日粮粗蛋白质为 16% 时的生产水平。

支链氨基酸在体内除用于蛋白质合成外，还是重要的分解供能物质，并具有调节蛋白质代谢的作用。如亮氨酸的转氨基作用产物 α -酮戊己酸具有抑制蛋白质降解的作用。给阉牛饲喂瘤胃保护性 α -酮戊己酸的钙盐，可增加日增重 14%，提高饲料转化率 8%，对胴体品质不产生副作用，而且牛的免疫功能也得到明显提高。给羔羊腹膜内注射 α -酮戊己酸的钠盐或饲喂瘤胃保护性与未保护性 α -酮戊己酸均有提高日增重、促进肌肉生长、提高饲料利用率和降低脂肪沉积的作用。亮氨酸的另外一种代谢产物 β -羟- β -甲基丁酸(HMB)也有调节蛋白质代谢的作用。

支链氨基酸特别是缬氨酸对母畜泌乳有特殊作用。在母猪泌乳期间当日粮赖氨酸含量超过 0.80% 时，缬氨酸将成为第一限制性氨基酸。如母猪在为期 24 天的泌乳期间，喂给含赖氨酸 1.20% 的饲粮时，用缬氨酸 1.44%（即为赖氨酸的 120%）的效果最好。产前 3~4 天给母猪每天饲喂 2g 亮氨酸代谢产物 HMR，可使乳脂含量于泌乳第一天增加 41%。在 0.5% 日粮异亮氨酸浓度下，将缬氨酸从 0.72% 增至

1.42%，可显著增加母猪乳中干物质和乳脂含量，显著降低乳糖含量；在 0.72% 或 1.07% 日粮缬氨酸浓度下，提高异亮氨酸含量，同样可提高乳中干物质和乳脂含量。此外，增加日粮支链氨基酸总量可显著增加乳中酪蛋白含量，降低乳清含量。当支链氨基酸平衡时，高产泌乳母猪对支链氨基酸的总需要量至少占饲料的 3.27%。母猪日粮中添加支链氨基酸还能改善断奶仔猪生产性能。

参考文献：郑春田等,中国饲料,1999,(7):6;1999,(8):6

9.4.10 由磷酸与生物来源的钙盐反应而得的矿物饲料预混物

含钙、磷、钠和镁的预混物可用作饲料添加剂，其可溶物≥67%。将磷酸与来自骨骼的磷酸钙、及磷酸氢钙，或来自蛋壳的碳酸钙，和磷酸钠、碳酸镁或氧化镁进行反应即可得到这种预混物。

实例

组 分	含量
磷酸钙(来自骨粉)	20.7g
磷酸氢钙二水合物	133.9g
碳酸钠	206g
氧化镁	40g
磷酸	489.9g

反应温度约为 82℃。

参考文献：德国专利 19743592

9.4.11 耐候性矿物和蛋白质配制日增强营养饲料

耐候性矿物质和蛋白质增强动物饲料，其新型制造工艺为：能自由流动的颗粒形式的微量元素预混合物按以下步骤进行。

① 将液体粘结剂与比较粗的颗粒矿物质的饲料成分混合以形成潮湿粘结剂涂层的芯料；

② 在润湿的同时，将涂粘结剂的芯料混以微量元素基的混合物；

③ 将此带有外层而加粗了的微量元素混以使其具有耐水性外壳的材料；

④ 将尘状微量元素粉末涂布在上制物料上以完成微量元素预混合颗粒的配方；

将此预混合颗粒混以饲料配方中的大颗粒矿物质成分，氧化铁和耐水性的涂料溶液。

一种较好的选择是：在步骤③中耐水性的外壳由脂肪酸混入物料中而形成，而使这种脂肪酸沉积在金属氧化物上，且与其发生反应。

另一方法，预混合的粗大颗粒的矿物质饲料成分混以氧化铁，包括耐水性涂料的液体以及一种或多种蛋白质类成分，可形成耐候性蛋白质增补的饲料颗粒。

参考文献：国际专利 99-26488

9.4.12 用磷酸湿法制造磷酸氢钙饲料

用氢氧化钙中和磷酸水溶液到 pH2.8 ~ 3.0，以沉淀氟化物，得 30% ~ 40% 磷酸氢钙水溶液，在此溶液中添加 20 ~ 40mg/kg 硫化钠，以去除重金属。过滤，将含有 30% ~ 40% 五氧化二磷的滤饼溶于磷酸中。将此过程重复 3 ~ 5 次，用氢氧化钙中和上制滤液到 pH6.0 ~ 6.5，收集磷酸氢钙沉淀并进行干燥，得到饲料级磷酸氢钙，其产率(以 P_2O_5 计) $\geq 97.2\%$ 。

参考文献：中国专利 CN 1118332

9.5 抗氧化剂和增香剂

9.5.1 饲料抗氧化剂

饲料在工业化生产、运输、储存过程中为防止氧化需用饲料抗氧化剂。

9.5.1.1 油溶性抗氧化剂

(1) 抗氧喹

抗氧喹是单一品种中首选的抗氧化剂，抗氧喹化学名为6-乙氧基-2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉，简称乙氧基喹。抗氧喹对维生素的保护作用更佳。抗氧喹为油状液体，在粉体物料中具有“蠕流、扩散”等特性，如果抗氧喹的原油或粉剂与饲料(或饲料原料)混合得不均匀，经过储存或运输后，抗氧喹会慢慢地渗透到饲料的每个组分中去。因此，常用抗氧喹作为保护维生素A、D、E、K、胡萝卜素、鱼肝油、脂肪以及鱼粉、肉粉、血粉、骨粉、羽毛粉等易于氧化物质的抗氧化剂。抗氧喹使用安全，只要不超量添加，动物不超量摄入，通常在毒理上不存在什么问题。但是，抗氧喹对油脂的抗氧化效果不甚理想，另外在预混料中大量使用时由于抗氧喹的色泽急剧转深，易被误认为饲料的质量发生变化(其实并不影响饲料质量)。

(2) 2,6-二叔丁基对甲酚(BHT)

2,6-二叔丁基对甲酚或称二叔丁基羟基甲苯，是传统的食品抗氧化添加剂。BHT有抑制人体呼吸酶活性之嫌，但由于成本低，长期来一些饲料企业还在使用。BHT是白色结晶颗粒，即使磨成极细的粉末，与饲料中易于氧化的组分混匀后组成的预混料或配合饲料各种组分仍是单独的颗粒，因

此 BHT 在其中无法充分起到抗氧化作用。

(3) 叔丁基羟基茴香醚

日常使用的是 2-叔丁基羟基茴香醚和 3-叔丁基羟基茴香醚的混合物，其中以叔丁基位置与羟基相邻的 BHA 抗氧化效果为优。BHA 的抗氧化效果优于 BHT，且有较强的抗菌力，但因价格昂贵饲料中几乎没有单独将 BHA 作抗氧化剂使用的。BHA 仅局限于维生素中使用或部分复合的抗氧化剂中少量使用。

(4) 其他油溶性抗氧化剂

① PG。PG 是没食子酸丙酯，由于价格高且在油脂中溶解度小，在饲料中不可能单独使用。除了没食子酸丙酯外，还有辛酯、异戊酯、十二酯等基本上与丙酯类似。

② 生育酚。生育酚又称维生素 E，由于结构上分为生育酚类和生育三烯酚类，再加上甲基位置分别有 α 、 β 、 γ 和 δ ，因此共有 8 种活性物质。抗氧化效果 $\delta > \gamma > \beta > \alpha$ ，虽然该类物质抗氧化效果不太理想，但安全性高，与其他抗氧化剂合用时有协同增效作用。但成本高。

③ 茶多酚。茶多酚在维生素 A 中使用，抗氧化效果逊于抗氧喹，在碱性环境中使用性能极不稳定。由于价格高和资源有限的制约，较难在饲料中推广使用。

9.5.1.2 复合抗氧化剂

抗氧化剂之间、抗氧化剂与增效剂以及抗氧化剂与金属离子的络合剂(或称螯合剂)之间合理的配伍能明显地增强抗氧化作用。复合产品往往采用不同类型的几个品种的抗氧化剂组成。抗氧喹系酮胺类的化合物，分子结构中有 $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{N-H} \\ \diagdown \end{array}$ 的基团，酚类或其他许多抗氧化剂中具有酚羟基—OH。由

于不同的结构其抗氧化活性不同，即使同样是酚羟基—OH，由于羟基在分子结构中位置的变化，抗氧化活性差异很大。

柠檬酸、磷酸、抗坏血酸(维生素 C)以及它们的酯类、EDTA 及其钠盐和钙盐等化合物是很好的抗氧化增效剂，其机理除增强酚羟基—OH 的活性外，还可使某些抗氧化剂获得“再生”，也就是说“反复”起到抗氧化作用。许多增效剂又是络合物，它除了可作为间接的抗氧化剂外，又能络合金属离子，从而抑制了某些金属离子对维生素和油脂的氧化催化作用。

下面介绍几种复合抗氧化剂的配方。

例 1 鲜灵

组 分	含量/%
BHA	2.0
乙氧基喹	3.0
EDTA 钠盐、柠檬酸、磷酸、单酸和二酸甘油酯等	少量

例 2 保乐鲜

组 分	含量/%
BHT	10.0
BHA	1.0
丙基没食子酸盐	1.0
柠檬酸	4.0

例 3 抗氧安

组 分	含量/%
乙氧基喹	2.65
BHT	1.45

例 4 克氧

组分	含量/%
----	------

BHT	15
乙氧基喹	10

例 5 速氧服 1606-Z

组 分	含量/%
乙氧基喹和 PG	8.50 ± 1.0
柠檬酸	5.00 ± 0.7
磷酸钠	2.20 ± 0.20

例 6 CCA 抗氧安

组 分	含量/%
乙氧基喹	10
BHT	5
磷酸--钙	5
柠檬酸	4

例 7 克氧灵(基本组成)

组 分	含量/%
抗氧喹原油	约 50
BHT 和 BHA	25
增效剂、络合剂和乳化剂	25

9.5.1.3 高铜饲料专用的抗氧化剂

高铜饲料中的铜元素具有促进生长以及与抗生素的协同增效作用而被我国的养猪业广泛采用。但高铜饲料饲喂后动物粪便中的铜离子引起环境污染。现在克氧灵的基础上增加了有选择性地络合铜离子的络合剂，制出了高铜饲料的抗氧化剂。

参考文献：李侯根，中国饲料，1999，(14)：8

9.5.2 饲料复合防霉抗氧化剂

饲料复合防霉抗氧化剂由防霉剂 DMF(富马酸二甲酯)，

多种抗氧剂如 EMQ(乙氧基喹)、BHA(叔丁基羟基茴香醚)、BHT(二叔丁基羟基甲苯), 增效剂经加热、混合、与载体混和均匀配制而成。其中 DMF 系高效的防霉剂品种之一, 具有“升华”的特性, BHA、BHT 均能溶解于 EMQ 中, 具有“蠕流”作用。增效剂以磷酸和柠檬酸为主, 对防霉和抗氧均有明显的增效作用。各物料之间能互相协同增效, 是一种成本低、效益高、生产工艺简单、设备投资少, 无三废污染, 理想的饲料复合防霉抗氧剂, 特别适用于鸡饲料和猪饲料。

(1) 饲料复合防霉抗氧剂 1 号

配方实例

组 分	含量
防霉剂: DMF	100g
抗氧剂: EMQ	100g
BHA	1g
BHT	20g
增效剂: 磷酸(含量 85% 以上)	100g
柠檬酸	100g
乙二胺四乙酸二钠盐	1g
载体: 白炭黑	30g

制备方法:

① 抗氧剂制备。将三种抗氧剂加热至 80℃, 搅拌均匀, 使其 BHA 和 BHT 全部溶解在 EMQ 中, 备用。

② 增效剂制备。将磷酸、柠檬酸和乙二胺四乙酸二钠盐, 加热至 80℃, 搅拌均匀, 使柠檬酸和乙二胺四乙酸二钠盐全部溶解在磷酸中, 备用。

③ 物料的混合。称取 100gDMF, 例入 30g 白炭黑混匀, 再加入混合抗氧剂 30g 和增效剂 15g, 充分搅拌均匀, 得总

量 175g 复合防霉抗氧剂产品。剩余的抗氧剂和增效剂可保存备用。

产品有效成分极高，每千克饲料中添加 0.2 ~ 0.5g 即可，防霉抗氧效果好。

(2) 饲料复合防霉抗氧剂 2 号

配方实例

组 分	含量
防霉剂：DMF	100g
抗氧剂：EMQ	100g
BHA	3g
BHT	60g
增效剂：磷酸(含量 85%以上)	100g
柠檬酸	40g
乙二胺四乙酸二钠盐	6g
载体：沸石粉(细度 80 目以上，含水量 <3.0%)	800g

制备方法：

① 抗氧剂制备。同例 1。

② 增效剂制备。由于柠檬酸和乙二胺四乙酸二钠盐的比例较大，需加入 50g 水，再按例 1 的方法制备才能全部溶解。

③ 物料的混合。称取 100gDMF，加入 800g 沸石粉混匀，再添加混合抗氧剂 60g 和增效剂 40g，充分搅拌均匀，得总量 1000g 复合防霉抗氧剂产品。剩余的抗氧剂和增效剂保存备用。

产品有效成分较低，售价低，每千克饲料需添加 1.0 ~ 2.5g。

(3) 饲料复合防霉抗氧剂 3 号

配方实例

组 分	含量
防霉剂：DMF	100kg
抗氧化剂：EMQ	36kg
BHA	1kg
BHT	14kg
增效剂：磷酸(含量 85%以上)	18kg
柠檬酸	2kg
乙二胺四乙酸二钠	1kg
载体：硅藻土(细度 80 目以上)	80kg
沸石粉(细度 60 目以上，水份 < 3.0%)	250kg

制备方法：

① 将配方中的抗氧化剂和增效剂全部投入 100L 的反应釜内，加热至 80℃，采用高剪切力的乳化机将物料充分混匀，得粘稠的油状物料 72kg。

② 在 300L 的锥形不对称双螺旋式混和器中先投入 80kg 硅藻土，然后均匀地喷入 72kg 抗氧化剂和增效剂的混合物，搅拌均匀备用。

③ 在 1000L 的混和器中先投入 250kg 沸石粉，再投入 100kgDMF，搅拌均匀；然后再投入①和②步制备的物料 152kg，搅拌 10min，得产品共计 502kg。

参考文献：CN 1173998A(1998)

9.5.3 新型抗氧化剂及畜禽生长剂——二氢吡啶

二氢吡啶的化学名称为 2,6-二甲基-3,5-二乙酯基-1,4-二氢吡啶，又名多特锭、吉芦金，是无毒、无味的淡黄色粉末结晶，熔点 176 ~ 183℃。适用于家畜、家禽、水貂、鱼类和蚕等，能促进生长，提高饲料报酬和降低饲料成

本，抑制体内脂肪形成，提高肉鸡及猪的瘦肉率，能明显改善动物的繁殖性能。是各种动植物油抗氧化剂，维生素 A 和胡萝卜素的稳定剂。

二氢吡啶对畜禽生长及生产性能有以下作用：

① 提高畜禽的日增重及饲料利用率。用二氢吡啶饲喂犍牛、育成牛及杂种肉牛，平均日增重分别提高 32.9%、14.9% 和 12.5%。在绵羊日粮中添加 100mg/kg 的二氢吡啶，母羊、公羊和幼羊的日增重分别提高 19.07%、13.44% 和 18.25%。还能提高水貂、鹌鹑和蚕的增重、成活率、产蛋率及产卵率。

② 提高家禽的产蛋率。用 150mg/kg 二氢吡啶添加到蛋鸡饲料中，能延长产蛋期，降低饲料系数，后期产蛋率提高 11.48% ~ 15.04%，蛋重可提高 11.61% ~ 17.17%，节约成本 13.48%；在种鸭日粮中添加二氢吡啶 150mg/kg 可提高母鸭的产蛋率 6.4%、饲料报酬 4.8%。

③ 提高畜禽的繁殖性能。在颗粒饲料中添加 250mg/kg 二氢吡啶能明显提高公兔的精液品质和母兔的秋季受胎率。在绵羊日粮中添加 100mg/kg 的二氢吡啶，母羊受胎率提高 6.11%，公羊精子数提高 39.60%。二氢吡啶饲喂种公牛可提高精子活力 16.6%。在哺乳母猪日粮中添加 100mg/kg 二氢吡啶，从临产前 15 ~ 20 天到乳猪 20 日龄为止，可提高仔猪增重 6.06%。

④ 提高奶牛产奶量。在奶牛日粮中添加 100mg/kg 二氢吡啶，总产奶量提高 13.1%，泌乳牛单产提高 7.13%。

二氢吡啶的用量为：鸡、鸭 150mg/kg，牛 100 ~ 150mg/kg 或每千克体重 4 ~ 6mg，羊 100mg/kg，猪 200mg/kg，长毛兔 250mg/kg，水貂 1000mg/kg，家蚕 500mg/kg 溶液。

参考文献：王振来等.中国饲料,1999,(1):12

9.5.4 香味增效剂托马丁多肽

托马丁多肽(Thaumatococcus)是一种天然的多肽类蛋白质，是从西非一种叫 *Thaumatococcus danellibush* 的植物果实中分离出来的“高效甜味剂”。它的化学结构非常复杂，由 207 个氨基酸连接而成，其分子量是 22200，是已知的甜味剂中最甜的物质之一，其甜度为蔗糖的 1500 ~ 2500 倍。

托马丁多肽除了本身具有释放较慢的甜味以外，还有很强的风味强化作用，具有在很低的浓度下能够强化其他甜味剂的甜度、延长甜味的感觉，遮盖其他甜味剂的不良余味。如托马丁多肽与糖精钠共用时，能把糖精钠的甜度提高 40%，并且能把糖精钠的苦余味遮盖，所以托马丁多肽又被称为“增效剂”或“强化剂”。

在饲料行业中，糖精钠是最常用的甜味剂，甜度高(300)，成本低，其缺点是具有类金属苦余味，仔猪对此十分敏感，往往影响采食。如把糖精钠与托马丁多肽混合使用效果良好，因为托马丁多肽的甜味释放较慢，这种缓慢释放的甜味正好能把糖精钠的苦余味遮盖。此外两种物质之间的增效作用，能把糖精钠的甜度提高 40%，同时还能遮盖饲料中适口性欠佳的原料例如个别蛋白质原料、抗生素、矿物质等的异味，改善饲料适口性，提高采食量。

虽然添加甜味剂是提高仔猪采食量的一种方法，可是如果饲料中原料品质愈好，添加同等数量的甜味剂的效果呈下降趋势。但在使用最低成本配方中，添加甜味剂往往能够改善日粮的适口性，提高采食量。

参考文献：王红星等.中国饲料,1999,(11):16

9.6 其 他

9.6.1 血粉饲料

9.6.1.1 血粉的生产方法

(1) 蒸煮血粉

将鲜血搅拌加热或将高压蒸汽直接通入血中蒸煮。边煮边搅拌，直到血形成脆松团块止。为了延长鲜血保质期，可加生石灰(CaO 70%)0.5% ~ 1.5%，在血凝固前，将其拌匀，或在煮血时加入0.5% ~ 1.0%生石灰，边加边搅拌。然后脱水，将其含水率降到50%以下。最后烘干，干燥温度不应超过60℃。

(2) 喷雾血粉

将鲜血搅拌脱纤2min，用30目尼龙网筛过滤，再用40目铜丝筛网复滤。然后，将血液喷雾，与150~170℃温度的热空气接触，迅速蒸发水分，成为粉末。

9.6.1.2 血粉的营养成分

血粉的营养成分见表9-1~表9-4。

表9-1 血粉的营养含量(%)

项 目	喷雾血粉	蒸煮血粉
干物质	88.9	87.8
粗蛋白质	84.7	84.6
粗纤维	0.06	0.08
粗脂肪	0.4	0.05
无氮浸出物	0.5	0.55
粗灰分	3.2	2.52
钙	0.04	0.13
磷	0.22	0.25

续表

项 目	喷雾血粉	蒸点血粉
总能/(MJ/kg)	20.52	20.36
消化能(猪)/(MJ/kg)	11.86	12.16
代谢能(猪)/(MJ/kg)	9.36	9.28
可消化蛋白质/(g/kg)	664	663

表 9-2 血粉中必需氨基酸含量(%)

项 目	喷雾血粉	蒸煮血粉
赖氨酸	7.79	7.98
色氨酸	1.43	1.33
蛋氨酸	0.68	0.96
胱氨酸	1.69	0.18
苏氨酸	3.51	3.10
异亮氨酸	0.88	0.47
组氨酸	6.01	5.95
缬氨酸	7.64	8.20
亮氨酸	11.96	12.48
精氨酸	4.13	3.29
苯丙氨酸	6.05	6.16
酪氨酸	2.16	2.16
甘氨酸	4.21	4.94

表 9-3 血粉中矿物元素含量

项 目	蒸点血粉	喷雾血粉
F物质/%	88.2	100.0
钾/%	0.62	0.70
钠/%	0.49	0.56
镁/%	0.03	0.03
铁/(mg/kg)	1784	2023
铜/(mg/kg)	7.5	8.6
锰/(mg/kg)	0.9	1.0
锌/(mg/kg)	20.5	23.2
钼/(mg/kg)	0.7	0.8
硒/(mg/kg)	0.31	0.35

表 9-4 血粉中维生素含量

项 目	蒸煮血粉	喷雾血粉
干物质/%	94.0	93.0
硫胺素/(mg/kg)	0.4	0.5
核黄素/(mg/kg)	2.6	1.3
烟酸/(mg/kg)	29.0	13.0
泛酸/(mg/kg)	0.2	5.0
胆碱/(mg/kg)	695	280
叶酸/(mg/kg)	0.1	0.4

血粉中粗蛋白质含量很高，但溶解度较低。血粉中氨基酸含量很不平衡。矿物元素钙、磷含量很少，而铁含量很高（约 0.2%）。

由于血粉的消化率仅 70% 左右，所以常对血粉进行发酵处理，发酵后血粉中粗蛋白质消化率达 94% ~ 97%，能量消化率达 77% ~ 81%。

9.6.1.3 血粉的应用

由于适口性较差，消化率不高，故作畜禽饲料时，仅能少量使用，适宜用量为日粮的 3% ~ 4%。一般在猪、鸡日粮中不宜超过 5%。但血粉发酵后，其用量可大大增加。

参考文献：邓红，中国饲料，1999，(7)：22

9.6.2 稳定的饲料添加剂——甲基纤维素包涂的杆菌肽锌

本饲料添加剂有改进的稳定性，能耐热、耐湿和耐机械加工而保持它的生物学活性，并可在长期的不利条件下储存。使用它饲养动物时，只要小剂量就可获得很高的效益。杆菌肽锌(bacitracin zinc)是杀菌类抗生素，它是一种环状的多肽，其在固体和溶解状态时较稳定，但在加工为颗粒状饲

料时，杆菌肽锌在高热、高湿和机械应力下不稳定，还有铜、铁等重金属的存在也使其不稳定。使用涂复材料包涂杆菌肽锌可以使其稳定化，适用的涂复材料包括纤维素衍生物，特别是如羟丙基纤维素、甲基纤维素等。涂复材料的含量为 2.5% ~ 30%，最好 4% ~ 20% 这种涂复材料还可以用于包涂维吉尼霉素、金霉素、泰乐菌素、螺旋霉素、四环素、新霉素、红霉素和痢特灵等饲料添加剂。

实例

组 分	含量
杆菌肽锌	95g
甲基纤维素	5g
杆菌肽锌颗粒	100.0g

将杆菌肽粉末粒度 $1 \sim 40\mu\text{m}$ (主部分 $10 \sim 15\mu\text{m}$)，放入气控颗粒化系统 (SKD)，另外制备 5% 甲基纤维素溶液以用作造粒液。将空气流入粉末层形成流化床，喷入造粒液体，流化床的工艺参数为：进气量 $150 \sim 250\text{m}^3/\text{h}$ ，气温 $60 \sim 70^\circ\text{C}$ ，喷头直径 1.2mm，平均喷雾速度 $18\text{mL}/\text{min}$ ，转速 $3\text{r}/\text{min}$ ，总喷雾时间 155min，干燥时间 25min，总过程 180min。此后按常法造粒，15min 后可得产品。

本添加剂在饲料中的浓度为 $20 \sim 100\text{mg}/\text{kg}$ 。

参考文献：美国专利 USP 5750135(1998)

9.6.3 高能量饲料补充剂

畜禽用固态高能量饲料补充剂是以吸附值较高的固态粉末为载体，将液态的动植物油脂吸附于其上，再加入适量辅助成分而成。

将肉联厂、屠宰场的副产品动物油脂经净化提纯后，约以 1/3 的比例加入植物油脂预混均匀，并加入 0.2% 的复合

抗氧化剂作为主料备用。称取 25% ~ 28% 吸油值 ≥ 280 的白炭黑作为吸附载体，加入 0.1% ~ 0.3% 调味剂，0.2% 复合抗氧化剂，3% ~ 5% 食糖，0.8% ~ 2% 的助流剂混合均匀后作为辅料。然后将主料缓慢倒入辅料中进行拌和。当液态的油脂被固态的载体充分吸附均匀后，进行过筛，称量分装即为成品。该产品的生产配方是，动物油 40% ~ 50%，植物油 15% ~ 20%，食糖 3% ~ 6%，抗氧化剂 0.2% ~ 0.5%，调味剂 0.1% ~ 0.3%，助流剂 0.5% ~ 1.5%，载体白炭黑 20% ~ 30%。助流剂的成分为医用滑石粉，调味剂为乙酸乙酯和其他少量芳香型内酯的混合物。这样构成的高能量饲料添加剂，其消化能高达 25122kJ/kg，具有特殊的香味，能较易配制高热能的全价饲料，改善畜禽的换肉率并促进生长，而且提高饲料的适口性，增加采食量。

参考文献：中国专利 CN 1173978A(1998)

9.6.4 酒糟湿法生产配合饲料

现有酒糟处理方法是酒糟直接喂养牲畜，或是将酒糟干燥处理后加工成简易饲料，由于酒糟内含有一定量的酸性物质，适口性差，利用率低，进行干燥处理则饲料的成本过高。

湿法处理酒糟生产配合饲料的方法为：一是在酒糟中加入一定量的碱性或弱碱性物质以中和酒糟中的酸；二是根据需要加入相应的营养物质；三是对酒糟进行高速粉碎。

在酒糟中加入碱性或弱碱性含钙的物质，将酒糟中的有机酸转变成有机酸钙，起到了中和酸的作用，又补充了钙，从而提高了饲料的品质，如加入石灰粉(CaO)或/和石灰石粉末(CaCO_3)，加入量为酒糟量的 $< 1.5\%$ 。配料则根据酒糟中的已有成分和饲养对象而加入相应的营养物质。高速粉碎

是在转速为 5000r/min 以上进行。得到酒糟配合饲料，可直接喂养畜禽，也可膨化造粒制成颗粒饲料。

本法简单易行，制成的饲料成本低，适口性好，营养物质较全面。

参考文献：中国专利 CN 1176062A(1998)

9.6.5 从农副产品下脚料中制取核酸有机饲料的方法

从农副产品下脚料(如碎玉米、碎大米、豆粕、花生粕、菜籽粕、水产品加工后的肠杂等)制取核酸有机饲料的方法：将原料研磨粉碎至 60 目以上，在以氯化钠溶液作溶剂的碱性条件下，匀质、裂解，使核酸与蛋白质解离，并将核酸生物大分子进行物理的和化学的切割，同时进行高温灭菌。所得裂解液调 pH 值后，直接干燥，得粉状核酸有机饲料，或者将裂解液调 pH 值后离心分离，将沉淀物干燥成粉料即为核酸有机饲料，将上清液喷雾干燥所得含核酸成分较高的粉料可作为核酸有机饲料添加剂

实例 取 50kg 豆粕将其研磨成 80 目以上的豆粉，在豆粉中加入含有 0.14mol/L 的氯化钠溶液 1000kg 进行稀释，用氢氧化钠将稀释液调 pH 值在 9 ~ 10 之间，碱性稀释液在 100℃的条件下以 10000r/min 的速度在匀浆机内匀质裂解 45min，所得裂解液用盐酸调至 pH7，然后进行喷雾干燥，所得粉料即为核酸有机饲料，亦可作为肥料。

将用上述方法获得的裂解液进行检测所得结果如下：

核酸	3.8/100g
蛋白含量	2.3%
钾	410.23mg/kg
钙	25.87mg/kg
锌	49.54mg/kg