

为最佳成本饲料配方确定原料价值

Don H. Bushman 博士 美国大豆协会

引言

原料价格可能会变化得很剧烈。例如，玉米价格曾从约800元/吨涨到2000元/吨以上，不久后又跌回到800元/吨，而最近的时价接近1400元/吨。麦麸价格通常比玉米的低15%，并随玉米价格一起涨落。在国际市场上鱼粉价格有随豆粕价格波动的趋势。合成氨基酸的价格也有很大波动，如赖氨酸的价格曾从20元/千克余涨到50元/千克以上，现在的时价是32~35元/千克。于是，问题便在于如何确定某原料是否应予采用及其使用的水平。

通常，首先想到“最低成本”配方。但这种配方会受到很多因素的影响。我想我们大家的共识是，在平衡一个日粮时要考虑到以下三点：1) 动物的营养需要；2) 原料的营养含量；3) 营养的可利用性（各种养分可被动物实际利用的程度）。

但是，如果我说我们的共识仅此而已，您也许会吃惊，因为我们还要考虑另一些重要因素：4) 饲喂管理（对动物限饲还是不限饲？如若限饲，一天饲给几次？）；5) 氨基酸比例；6) 饲料生产者的类型：是敬业的饲料厂家？家畜生产者？或联营养殖企业？

许多最低成本配方的存在已开始变得显而易见，问题在于针对你的具体情况哪一种配方能带来最大的利润，该配方就是最值得你感兴趣的。

营养需要

你在为某种动物配合日粮时，了解它们的营养需要是极其重要的。评定动物的营养需要曾是“非常简单”的我们可以从NRC标准或类似书刊中找出现成的。但是，现在的动物饲养已成为一种非常复杂的科学。例如依阿华大学猪生命周期营养标准（Holden等，1996）对断奶到上市的猪给出38种不同的营养需要，又给出了16种条件，这些条件可以影响这38种营养需要。上述标准不是高科技刊物，而是旨在为普通猪农所用。

营养需要受诸多因素的影响：如年龄/生产阶段，遗传，性别，应激水平，性能度量方法，总体农场管理和日粮能量水平。

年龄/生产阶段：动物总是处于不断变化的状态，幼年生长动物的营养需要几乎每天都在变动。配方应多久调整一次？以前只配乳猪料，生长猪料和肥育猪料的做法曾是很普遍的，而今天的优秀猪农要给保育期仔猪饲喂三或四种不同的乳猪料，并在幼猪每增重10千克时换日粮。同理，现代的肉鸡生产者要使用四或五种不同的配方，蛋鸡生产者则采用阶段饲养等技术。

遗传：高产动物的营养需要比低产动物高。例如高瘦肉型猪对赖氨酸的需要量比同龄同生产阶段的脂肪型猪高35%。产蛋率为90%的蛋鸡的营养需要高于70%的蛋鸡。

性别：公畜比母畜生长快，产瘦肉多，饲料利用率好。母畜比去势家畜瘦肉多，饲料利用率好。因此，公畜的营养需要高于母猪，而母畜的营养需要又高于去势家畜。通常这些差别是显著的，可用以优化经济效益。

在遗传和性别的共同作用下，营养需要的差别是很大的。例如低瘦肉型生长期阉猪每日只需13.7克可消化赖氨酸即可满足最大瘦肉生长需要，而高瘦肉型生长期小母猪每日可

能需要15.3克可消化赖氨酸才能满足。差别将近12%。又由于小母猪的食量较小，因此在这两种猪的配方中，可消化赖氨酸的含量可相差17%。

应激：有一种普遍的错误观念，即应该增加应激动物日粮的营养浓度，其实，由于应激动物是在减产（生长更慢、产蛋更少、产乳更少等），其营养需要可能是下降的。缓和应激影响的唯一途径是去除应激因子。

性能度量方法：动物生产者通常会考虑单位增重或每千克蛋、乳所需要的饲料，往往忘了考虑单位产品所需的成本，这不仅仅是饲料转化率（FCR）的问题。饲料转化率可以是成本核算的重要组成部分，但实践中饲料转化率较差的日粮也可能导致更经济的生产成本。猪在达到最大瘦肉产量时需要的赖氨酸高于达到最大日增重和最佳饲料转化率时需要的赖氨酸。肉鸡达到最佳饲料转化率时需要的赖氨酸高于达到最大增重时需要的赖氨酸。

农场管理：动物是否分性别饲养？是否采用全进全出制？畜舍的通风控制程度如何？动物及其性能乃至其营养需要受应激影响的程度将取决于所有上述因子。

能量水平：必需氨基酸的需要量与日粮的能量水平有直接的相关。（Peisker, 1996; Van Lumen and Cole, 1996）。我们将看到氨基酸需要量是用相对代谢能或消化能的百分比表示的。

表1 各种饲料原料的营养成分

饲料原料	干物质%	代谢能		粗蛋白 %	粗纤维 维%	赖氨酸 %	蛋氨酸 %	蛋氨酸+胱氨酸 %	苏氨酸 %	色氨酸 %
		千卡/千克								
		猪	禽							
中国玉米	86	3,304	3,240	8.70	1.60	0.24	0.18	0.42	0.30	0.07
中国玉米	86	3,052	3,220	8.00	2.10	0.24	0.16	0.40	0.30	0.06
美国玉米	88	3,384-3,420	3,350	8.0-8.5	2.30	0.26	0.18	0.38	0.28-0.31	0.05-0.07
中国豆粕（44）	87	2,906	2,300	43.00	5.10	2.38	0.59	1.20	1.88	0.68
美国豆粕（44）	90	3,220	2,230	44.00	7.30	2.69	0.62	1.28	1.70	0.74
美国豆粕（44）	90	3,225		44.00	7.30	2.83-2.90	0.62	1.18-1.32	1.70	0.64
中国豆粕(去皮)	87	3,017	2,350	46.80	3.90	2.81	0.56	1.16	1.89	0.74
美国豆粕(去皮)	90	3,385	2,440	48.50	3.90	2.96	0.67	1.39	1.90	0.74
美国豆粕（44）	90	3,390		46.5-47.5	3.50	3.00-3.04	0.66	1.40	1.88	0.66
中国棉籽粕	88	2,163	1,750	42.50	10.10				1.31	0.44
美国棉籽粕	92	2,555	2,400	41.70	10.8-13.6	1.70	0.52	1.14	1.32	0.47
中国花生粕	88	2,752	2,600	47.80	6.20	1.40	0.41	1.81	1.11	0.45
美国花生粕	93	2,910	2,200	49.00	9.90	1.54	0.54	1.17	1.24	0.48
中国血粉	88	2,135	2,460	82.80	0.00	6.67	0.74	1.72	2.86	1.11
美国血粉喷干	93	2,330	3,420	86.00	1.00	7.44	1.05	2.08	3.92	1.35
美国血粉风干	94		3,830	81.10	0.50	7.05	0.55	1.07	3.15	1.29
中国肉骨粉	93	2,540	1,960	50.00	2.80	2.60	0.67	1.00	1.63	0.26
美国肉骨粉	94	2,280	2,495	50.90	2.40	2.61	0.68	1.38	1.74	0.28
美国肉骨粉	94	2,260		50.90	2.40	2.40-2.89	0.62	1.11	1.60	0.28

NRC (1988, 1994) ; CFIA (中国饲料成分及营养价值表) (1996)。

原料的营养含量：有趣的是我们可以把营养需要订得精确到十分之一个百分点，而在估计某种饲料的消化率时出现三十个百分点的差别。在五十年代和六十年代不少国家致力于饲料分析技术和饲料营养成分表，但是由于没有系统规范，这些努力大多未见成效，很难得到常用饲料的即时营养成分数据。考虑到非常规饲料的营养成分数据时问题就更多了。显然，掌握可靠营养成分数据的人具有重要的经济优势。因此大饲料公司通常投以巨资建立并保持饲料原料的基本资料，这些资料服务于各公司本身的利益，因而很少公开见到。

表1提供的例子说明饲料原料的营养成分有较大变差。应该理解表中的数据只是书面值在此仅用作示例。因此，在实际设计配方之前对所用饲料原料的真实营养成分作一测定是非常重要的。这样做并非易事，小规模畜主和小规模饲料厂家可能难以实行，可能需要借助于“最佳估计值”。

营养的利用率

大多数天然饲料中的养分是不能完全被消化、吸收和利用的。为了合理地进行配方了解动物对饲料中养分吸收利用的程度是必要的。与原料总营养素水平的变异类似，饲料营养素的消化率或利用率也有高度变异。

我们习惯于用消化能或代谢能来表达（动物的）营养需要和营养含量。氨基酸的需要量和含量又当如何表达？以前氨基酸需要量的测定试验大多是在玉米-豆饼日粮基础上进行，的随着多样化饲料原料的利用和有鉴于氨基酸消化率的巨大变异，用可消化氨基酸来表达氨基酸营养需要就变得更为重要了。

表2 猪和禽对常用饲料养分的消化率

饲料原料	赖氨酸		蛋氨酸		苏氨酸		色氨酸	
	猪	禽	猪	禽	猪	禽	猪	禽
玉米	68	81	85	91	69	82	67	78
玉米蛋白粉, 60%	74	88	91	97	80	92	65	
玉米蛋白粉, 22%	64	72	82	84	64	75	58	
棉籽粕	59	61	72	74	61	66	68	84
鱼粉	87	90	85	93	81	91	78	88
肉骨粉<55%	72	86	79	89	67	88	56	82
肉骨粉>55%	75	74	82	81	66	74	63	74
花生粕	78	77	83	86	75	83	75	76
菜籽粕	72	79	85	93	69	79	70	80
大米	82	80	88	90	80	82	81	91
米糠	69	75	72	78	56	70	64	
豆粕44%	83	88	83	94	76	87	77	
豆粕47.5%	84	91	84	92	78	88	81	88
小麦	72	82	84	87	70	82	79	
小麦麸	68	75	75	79	59	75	59	83
小麦次粉	62	79	71	79	52	78	57	84

Heartland (1997) ; NRC (1994) ; Degussa (1996)

某些常用饲料氨基酸消化率的估计值列于表2。合成氨基酸的消化率通常被认为是很高的。如L-型的所有合成氨基酸的消化率都被认为是100%。但D-型氨基酸消化率的变异较大。一般认为DL-蛋氨酸，DL-羟基蛋氨酸的消化率为100%，而D-赖氨酸和D-苏氨酸不能被消化，D-色氨酸的消化率仅为60%，DL-色氨酸的消化率为80%。商品赖氨酸一般都做成盐酸赖氨酸(L-lysine·HCl)形式以提高其稳定性。应注意盐酸赖氨酸消化率虽然达100%，但只含78.5%的赖氨酸。

氨基酸比例模式

理解氨基酸比例模式的概念是很重要的，该模式是描述某一日粮中各氨基酸的配比浓度。所谓理想蛋白是说其氨基酸配比浓度正合适。理想蛋白的定义很简单，但在实践中配起来很难(如果可能的话)。我们经常发现饲料中氨基酸的比例不合适，总有一种或一种以上的氨基酸超过了合适的比例，我们把这种情况叫做氨基酸不平衡，这种不平衡会使动物生产性能下降。摄入量的减少和代谢过剩氨基酸的能耗支付，这两种因素造成了生产性能的抑制。

有多种猪和禽的理想氨基酸比例已被制定出来。通常选用赖氨酸为参照，其他氨基酸的需要量以与赖氨酸的比例表示，表3给出了理想氨基酸比例。

表3 猪和肉鸡的理想氨基酸建议比例¹

氨基酸	猪			肉 鸡			
	UN			IICP		RPNG	
	开料猪	生长猪	肥育猪	0-21天	22-42天	0-21天	22-42天
赖氨酸	100	100	100	100	100	100	100
蛋氨酸	27	27	27	36	37	51	48
蛋氨酸+胱氨酸	50	55	60	72	75	79	81
苏氨酸	62.5	65	67.5	67	70	65	67
色氨酸	18	19	20	16	17	19	19

¹ Peisker (1996)

UN=Nebraska大学；IICP=Illinois理想鸡蛋白；RPNG=Rhone-Poulenc营养指南

饲料管理

这是考虑日粮配方时的又一个重要因素，特别是在使用合成氨基酸时。合成氨基酸被动物食入后几乎是立即消化，速度很快。而饲料蛋白中的氨基酸要经过小肠中酶的水解作用，在晚些时候才能被消化吸收。如果“游离”氨基酸已经到达了体细胞蛋白合成地点而结合在饲料蛋白中的氨基酸还没有到位，那么这些游离氨基酸就不能被利用而被分解掉。可见，如果用补充氨基酸的配方饲喂动物，维持所有氨基酸从小肠到体细胞的稳定流量是很重要的。如果动物日喂4次以上，饲喂间隔时间相等就能使流量稳定。对于不限饲的动物，流量稳定的问题自然解决了。但是，对于分次饲喂的动物就必须计划一下饲喂管理方案。如果动物是分次饲喂或限饲每日一次，则合成氨基酸的利用率是很差的。

合成氨基酸只有在成为平衡氨基酸组成中的一部分时才有价值，理解这一点很重要。有时配料倾向于加些过量的赖氨酸和蛋氨酸，或加得与其他必需氨基酸不成比例。这种做

法是无用的，可能抑制动物的生产性能。成品料中各种氨基酸比例应尽量与理想蛋白所确定的保持一致。

关于合成氨基酸还要说明一点，有些证据说明哺乳母猪需要较多的支链型氨基酸、亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸。事实上有些研究员建议哺乳母猪缬氨酸需要量为赖氨酸的120%左右，这在一般的实用日粮中是难以做到的。于是我们不主张在哺乳母猪日粮中添加合成赖氨酸以免氨基酸的平衡更加恶化。

安全系数

我们都知道配方中养分设计不足会导致动物生产性能降低，饲料利用率变差，推迟动物的上市时间，增加畜舍、劳力和工具的消耗，从而增加了成本；此外，原料的营养素含量都有变异。为了确保我们设计的配方能满足动物的营养需要，在配合日粮时给营养含量增加一个“安全系数”的做法非常普遍，特别是对于维生素，有时也用于蛋白质/氨基酸。但是安全系数是否真正安全？会不会导致成本增加和性能降低？图1显示赖氨酸/能量比例欠佳对现代基因型猪蛋白质沉积量的影响。日粮中的赖氨酸：能量低于需要量20%导致猪的蛋白质沉积量减少10克/日，但赖氨酸如果过量也会导致类似的减产。

配方中的安全系数即过量营养的代价是多少？我们利用表4的价格来算下面两个例子。

例1：如果35~60千克低瘦肉猪的赖氨酸需要量0.20%可消化赖氨酸/1000千卡代谢能（Kcal ME），而配方中给到0.216%可消化赖氨酸/1000千卡代谢能，相当于中等瘦肉猪的需要量，成本将会如何？0.216%可消化赖氨酸/1000千卡代谢能日粮价格为1680.03元/吨，而0.20%可消化赖氨酸/1000千卡代谢能日粮价格仅1667.67元/吨，比前者省15.36元/吨。

例2：假如我们从出版的饲养标准营养需要中查得36~60千克中等瘦肉猪在温和气候无应激条件下采用3160千卡代谢能/千克（典型的玉米大豆日粮）的饲料营养浓度，需要0.68%的可消化赖氨酸，但如果我们饲喂的猪是低瘦肉基因型的，饲养在寒冷环境中采食2900千卡代谢能/千克的低能日粮，则可消化赖氨酸的需要量仅0.56%。根据表4的饲料价格，能量2900千卡代谢能/千克可消化赖氨酸0.68%的日粮成本是1711.20元/吨，而该日粮的可消化赖氨酸如果降到0.56%，则成本可降到1576.03元/吨，每吨节省135.17元。当赖氨酸的需要量增加时，其他氨基酸需要量也按理想氨基酸比例增加。记住这一点是非常重要的。

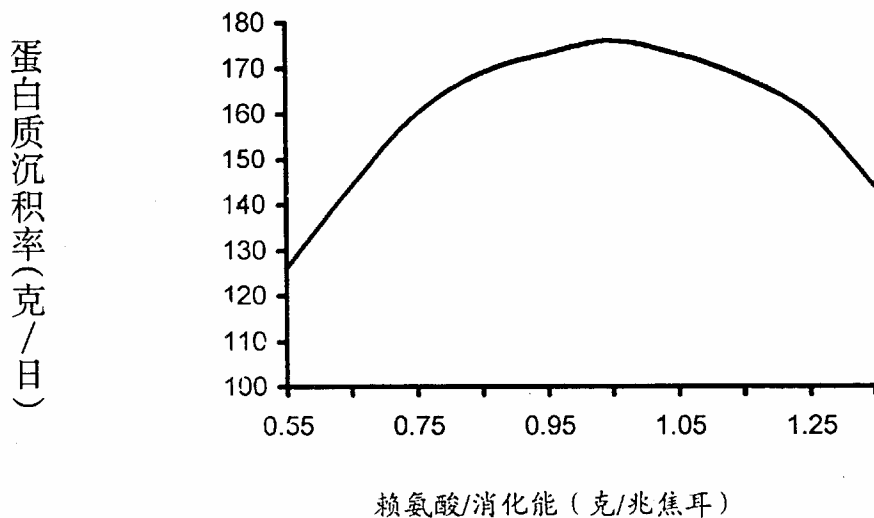


图1 日粮赖氨酸比例对25-90 千克重快长猪蛋白质沉积率的影响

表4 饲料价格

饲料原料	价格 元/千克	饲料原料	价格 元/千克
玉 米	1.40	菜籽粕	1.10
麦 麸	1.17	棉籽粕	1.40
豆 粕	2.90	赖氨酸	35.00

饲料生产者的类型

“您是饲料厂家，家畜生产者，还是联营企业？”这问题似乎荒诞。但取决于饲料生产者在类型，饲料配方会有很大的不同。不同饲料生产者的目的都是为了获利，但做法大不相同。

饲料厂家的工作是最难做的，他们生产的饲料要满足不同客户的各种需求。例如他们要生产蛋鸡料、肉鸡料、蛋鸭料、肉鸭料、鹅料等禽类饲料、猪饲料、牛饲料、水产养殖饲料等。此外，不同客户养的动物可能又有很大的遗传差别，而且厂家能生产的不同饲料品种和市场都是有限的。因此，饲料厂家的生产只好迎合一般的普通客户。哪些客户是厂家的普通客户取决于厂家本身。厂家为客户生产的饲料必须在价格和质量两方面都具有竞争力。此外，对于购买量大的客户厂家可以专门为他们配料。

三种饲料生产者类型中的另一种是家畜养殖者，他们只考虑单位产品的成本，每公斤增重的成本，每公斤蛋的成本等。因此，他们可以自配饲料也可以买商品饲料。如果家畜生产者的经营规模不大，商品饲料又是营养平衡并能满足动物的营养需要，那么家畜养殖者购入饲料的做法可能更经济。

联营企业：其生产成本应以每袋包装商品肉的成本和每公斤蛋的市售价为基准。大型联营企业可利用上述营养需要的差异相应地进行配方。例如他们可以确定饲养的阉猪和母猪在不同生长阶段的赖氨酸需要量，也可以准确地按每增重10千克体重调整一次配方。此外，作为联营企业还要考虑生产商品动物的成本（包括种畜种禽的维持成本，送至农场的每个雏鸡雏鸭的成本，最终生产杂交仔猪的母系成本等）。

饲料原料的选用及其价格的确定

一旦我们确定了动物达到理想生产水平的营养需要，了解了现有饲料的可消化营养成分，我们就可以进行日粮配方了。

正如引言所述，配方时我们马上会想到最低成本配方，其实我们应该想最佳成本配方最低成本配方。是通过选用最低成本饲料原料组方而达到指定的营养浓度。该程序不考虑饲料加工成本，除非把饲料加工成本加入饲料原料成本。例如，如果我们生产颗粒料，就要考虑到麦麸纳入配方后，由于体积大和增加制粒设备磨损所增加的额外的成本是多少？如果我们是家畜生产者，我们还会考虑到，高纤维饲料用多了以后，日粮容积变大，将来厩肥的处理成本有多高？这不是说加工副产品不能用，而是表示一种饲料的表观价值，并不一定能反映出它在生产日粮或在最终生产成本中的价值/成本。

在某一营养浓度水平配出的最低成本日粮并不一定就会导致最低生产成本。因为动物每天的营养需要有一个量的概念，如多少千卡代谢能，多少克赖氨酸，所以我们还应拟定出最经济的营养浓度来满足动物每天的营养需要。

最佳成本日粮的最佳营养浓度将随饲料原料价格而变化。通常我们认为随着饲料价格上扬我们应选用营养浓度较低的日粮饲喂动物。但是从下图可以看出，事实正好相反，饲料价格上扬时营养浓度较高的日粮饲喂效果更经济。

参数配方：对一系列营养浓度进行低成本优化组方并拟定出一个能使动物发挥理想性能的最低成本配方或最低生产成本配方。参数配方对饲料厂家、自产饲料的家畜生产者和联营企业都是很有用的工具。参数法不仅有助于更好地选用饲料的种类，还有助于拟定日粮应配多高的营养浓度

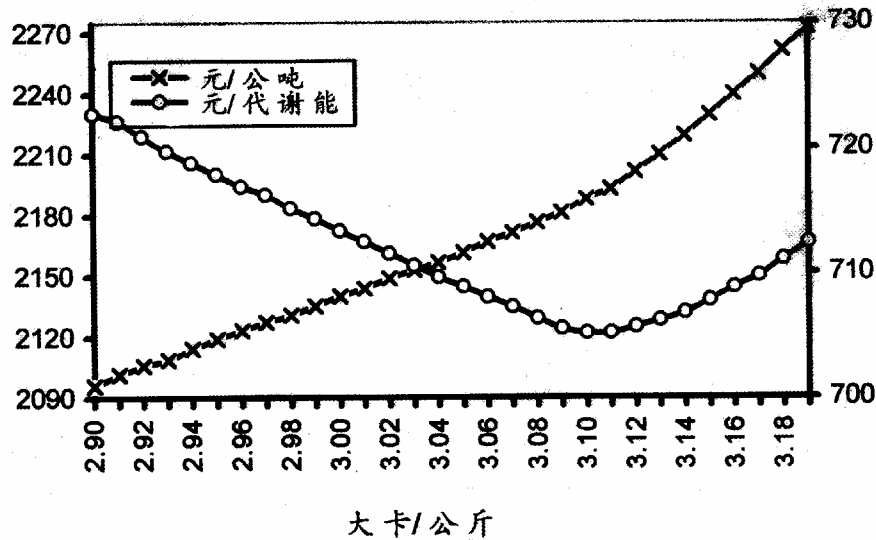


图2 最佳营养浓度

从2900kcal ME/kg (千卡代谢能/千克)到3200kcal ME/kg每隔10kcal ME/kg增量算出一个最低成本配方形成一个系列。随着营养浓度的增加日粮的成本也增加，但每单位代谢能的成本和每天的饲养成本却下降了，这种下降趋势一直保持到最佳营养浓度，在本例中是3110kcal ME/kg。如果营养浓度超过此值，动物的饲养成本就开始上升。

3200kcal ME/kg的日粮会产生最佳的饲料转化率，而2900kcal ME/kg的日粮则最差，3110kcal ME/kg的日粮只会有中等的饲料转化率，但却能带来最佳的经济效益。

但是，最佳营养浓度高度地取决于各种饲料原料特别是各种谷物间的价格对比，这一点会变得很明显。在饲料原料及其价格的确定方面，参数法和影子价格能提供很好的信息和指南。影子价格表示：当其他原料价格不变时，某种原料在何种价格下将被纳入配方或开始降低在配方中的用量。影子价格的低价是指：某原料的价格如低于此价则该原料要被纳入配方（如果原来还没有纳入）或增加其在配方中的百分比（如果原来已经纳入配方）。影子价格的高价是指在此价格下配方中的百分比将开始下降。表5给出了参数配方系列中价格变化的饲料原料，借此说明在确定最佳营养浓度时价格变化（表6）和营养含量的关系。

表5 参数配方中原料的营养含量和价格

饲料	代谢能 ME 千卡/千 克	粗蛋白 %	可消化 赖氨酸 %	可消化 蛋氨酸 %	可消化 蛋氨酸+ 胱氨酸%	可消化 苏氨酸 %	可消化 色氨酸 %
玉米	3210	8.3	0.16	0.15	0.30	0.23	0.04
麦麸	2035	15.5	0.39	0.10	0.28	0.23	0.14

去皮豆粕	3385	47.5	2.59	0.58	1.14	1.52	0.53
低质豆粕43%	3025	43.0	2.08	0.53	1.01	1.27	0.46
优质豆粕44%	3220	44.0	2.38	0.53	1.04	1.31	0.48
菜籽粕	2275	38.6	0.95	0.52	1.17	1.00	0.38
棉籽粕	2160	42.5	1.00	0.32	0.88	0.81	0.33
花生粕	2750	47.8	1.06	0.32	0.61	0.81	0.32
进口鱼粉	2860	62.8	4.17	1.54	1.84	2.06	0.56
豆油	8360						
棕榈油	7220						

表6 参数配方中所用原料及其价格

饲料原料	价格 元/吨					
	低		中		高	
玉米	800		1,400		2,000	
麦麸	700		1,190		1,700	
豆粕	2,900	3,000	2,900	3,000	2,900	3,000
去皮豆粕	3,100	3,200	3,100	3,200	3,100	3,200

玉米有3种不同价格（低、中、高）。麦麸在各相应档次中比玉米低15%。针对每一个玉米价格，都有两个普通豆粕价即低质豆粕和优质豆粕（44%）。去皮豆粕比（低质或优质）普通豆粕贵200元/吨。这些价格列于表6中。菜籽粕（1.10元），棉籽粕（1.40元），花生粕（2.00元），鱼粉（5.50元），赖氨酸（35.00元），植物油（棕榈油6.80元，豆油7.00元），预混料和常量元素的价格不变。

低价玉米和低价豆粕

当玉米价在800元/吨，麦麸价在700元/吨时，最佳成本配方（参数配方）是一种低能日粮（2900kcal ME/kg）。配方列于表7。尽管去皮豆粕比普通豆粕贵200元/吨，它还是被优先选入配

表7 配方：低价玉米和低价豆粕（2900千卡代谢能/千克）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉米	63.81	0.80	0.21	1.02
麦麸	18.05	0.70	0.62	1.05
去皮豆粕	8.96	3.10	2.92	3.15
优质豆粕		2.90	2.85	
低质豆粕		2.90	2.59	
菜籽粕	3.00	1.10		1.63
棉籽粕	3.00	1.40		1.47
维生素/矿物质	2.97			
赖氨酸	0.21	35.00		49.57
花生粕			1.70	

鱼粉	4.07
大豆油	2.57
棕榈油	2.13
L-色氨酸	226.53
代谢能，千卡/千克	2,900
配方成本，元/吨	1,147.57
成本，元/千卡代谢能	0.3957
饲料成本，元/猪/天	2.7067

方。本例中不管普通豆粕的价格是2900元/吨还是3000元/吨，配方结果是一样的，只不过两种普通豆粕配出来的日粮成本相差10元/吨。注意本表中影子价格很重要。比如各种不同质量豆粕的价格关系，当优质普通豆粕价格是2900元/吨，时去皮豆粕的价格必须上扬到3150元/吨，优质普通豆粕才有可能进入配方或去皮豆粕在配方中的百分比开始下跌。优质普通豆粕的价格必须降至2850元/吨，才有可能进入配方。另一方面，低质普通豆粕的价值仅2590元/吨。换言之，优质普通豆粕对低质普通豆粕的合理差价是260元/吨（2850-2590元/吨），去皮豆粕对低质普通豆粕的合理差价是510元/吨（3100-2590元/吨），而对优质普通豆粕为250元/吨（3100-2850元/吨）。

合成赖氨酸的配入比例是0.21%（2.1千克/吨日粮）。使用这种合成氨基酸含量高的日粮时，实施良好的饲喂管理是很重要的。即使合成赖氨酸的价格再便宜，它的配入比例也不会再增加，因为日粮中还有一种更贵的氨基酸——色氨酸。按现在所用的可消化色氨酸水平，合成色氨酸价格超过200元/kg时还会被采用。在各种玉米豆粕价格档次中L色氨酸的可接收价格（机会价格）都非常高，特别是配方中有棉籽粕和菜籽粕时。由于目前还没有饲用的合成色氨酸，所以在其他配方中没有给出影子价格，此外，合成赖氨酸的影子价格中的高价是49.57元/kg。于是，如果合成赖氨酸的价格达到50元/kg，那末它在配方中的比例就会减少，而去皮豆粕的含量会增加。

假如3%是菜籽粕和棉籽粕配入生长猪日粮的安全量，那么在它们的价格分别上扬到1.47元/kg和1.63元/kg之前，它们在配方中的比例不会下降。花生粕的价格在1.70元/kg以下时就会进入配方。鱼粉价格要跌到4000元/吨，才有可能纳入配方，故本配方中无鱼粉。鱼粉可接受价低的原因是鱼粉的代谢能只有2860/kg，此水平是根据中国饲料成分及营养价值（1996）。

本低能日粮中玉米和麦麸的影子价格揭示价格并不很敏感，玉米和麦麸在日粮中的配方量不会变化，除非饲料的价格有较大变化。豆油在下跌到2.57元/kg之前；棕榈油在下跌到2.13元/kg之前不会被纳入配方。甚至在玉米价上扬时油和脂的可接受价都保持在低水平。但是，油脂能减少粉料的粉尘，从而也可能减少呼吸道疾病和饲料浪费的功效没有在配方价值中显示出来。在各种玉米和豆粕价格下油脂可接受价格都很低，因此油脂的影子价格在其他配方表格中不再列出。

如果饲料原料中没有去皮豆粕，日粮配方的成本将如何变化？配方见表8和表9。如果可得到优质普通豆粕，则日粮配方成本将增至1151.30元/吨，增加3.73元/吨。如果只有低质普通豆粕，则配方成本将增到1181.07元/吨，增加33.50元/吨。

这些差别似乎不大，但是如果我们一年要配100000吨饲料，通过合理配方我们可以省出40万到300万元的额外利润。

此外，在上述优质普通豆粕和低质普通豆粕的配方中，赖氨酸的影子价格分别上扬到52.70元/kg和78.94元/kg。换言之，在合成赖氨酸价格很高时，还会被配方以此水平接受。此外，色氨酸的影子价格也会上扬。

低价玉米，高价豆粕

如果普通豆粕的价格上扬到3000元/吨，那么去皮豆粕在价格上扬到3270元/吨之前都会是配方中唯一的豆粕来源，即配方不变（见表10）。不出所料，优质普通豆粕和低质普通豆粕的可接受价格分别上扬至2940元/吨和2670元/吨。此时，去皮豆粕对优质豆粕和低质豆粕的价格优势略有增加，分别为260元/吨和530元/吨。优质普通豆粕对低质普通豆粕的价格优势为270元/吨。如果普通豆粕的统价是3000元/吨，那么用优质普通豆粕和低质普通豆粕分别取代去皮豆粕，则配方成本分别为1161.46元/吨（增加4.93元/吨）和1192.26元/吨（增加35.72元/吨）。在高价豆粕条件下，只要去皮豆粕还用在配方中，赖氨酸的影子价格高价是57.57元/kg。换言之，赖氨酸价格较高时还会保持较高水平的用量。如果没有去皮豆粕，改用优质普通豆粕和低质普通豆粕，则赖氨酸的可接收价格将上扬到61.23元/千克和71.93元/千克。合成色氨酸的影子价格很高，提示可消化色氨酸依然是一个主要制约因素。

表8 配方：低价玉米和低价豆粕（没有去皮豆粕）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉米	63.80	0.80	0.19	1.08
麦 麸	16.91	0.70	0.59	1.05
优质豆粕	0.16	2.90	2.69	3.19
低质豆粕		2.90	2.64	
菜籽粕	3.00	1.10		1.66
棉籽粕	3.33	1.40		1.50
维生素/矿物质	2.93			
赖氨酸	0.20	35.00		52.70
花生粕			1.78	
鱼 粉			4.41	
代谢能，千卡/千克	2,900			
配方成本，元/吨	1,151.30			
成本，元/千卡代谢能	0.4004			
饲料成本，元/猪/天	2.7391			

表9 配方：低价玉米和低价豆粕（没有去皮豆粕和优质普通豆粕）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高

玉 米	64.57	0.80	0.12	1.54
麦 麸	15.11	0.70	0.42	1.11
低质豆粕	11.18	2.90	2.45	3.53
菜籽粕	3.00	1.10		1.83
棉籽粕	3.33	1.40		1.63
维生素/矿物质	2.92			
赖氨酸	0.22	35.00	78.94	
花生粕			1.88	
鱼 粉			4.65	
代谢能，千卡/千克	2,900			
配方成本，元/吨	1,181.07			
成本，元/千卡代谢能	0.4073			
饲料成本，元/猪/天	2.7857			

表10 配方：低价玉米和高价豆粕的配方（2900千卡代谢能/千克）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉 米	63.81	0.80	0.21	1.13
麦 麸	18.05	0.70	0.58	1.07
去皮豆粕	8.96	3.20	2.92	3.27
优质豆粕		3.00	2.94	
低质豆粕		3.00	2.67	
菜籽粕	3.00	1.10		1.69
棉籽粕	3.00	1.40		1.51
维生素/矿物质	2.97			
赖氨酸	0.21	35.00		57.57
花生粕			1.75	
鱼 粉			4.18	
代谢能，千卡/千克	2,900			
配方成本，元/吨	1,156.53			
成本，元/千卡代谢能	0.3988			
饲料成本，元/猪/天	2.7278			

中价玉米和低价豆粕

如果玉米价格上扬到1400元/吨又会怎样呢？我们把配方调到2900kcalME/kg就会看到某些变化（表11）。有趣的是本例中优质普通豆粕进入了配方，但优质普通豆粕和去皮豆粕之间的价格关系非常敏感。只要去皮豆粕价格下跌10元/吨，或优质普通豆粕价格上扬10元/吨优质普通豆粕就会被去皮豆粕取代。对于低质普通豆粕的可接受价格来说，优质普通

豆粕和去皮豆粕分别有230元/吨和420元/吨的合理差价。

配方中麦麸用量略有减少，麦麸和玉米之间的价格关系变得很敏感。例如麦麸价格如果再上扬80元/千克，达到1270元/千克，它在配方中占有的比例就会减少。如果赖氨酸的价格下跌到21元/千克，我们会看到赖氨酸在配方中的比例增加同时伴随着麦麸比例的增加和豆粕比例的减少。反之，如果赖氨酸价格上扬到52元/千克，我们会看到合成赖氨酸比例减少伴随着麦麸比例的减少和豆粕比例的增加。

最佳营养浓度：随着玉米价格的上扬我们就能看出参数配方的优越性。本例中最佳成本配方的能量水平是3070kcal ME/kg。配方列于表12。配方中麦麸的含量从17%剧降到3%，伴随着玉米和豆粕含量的显著增加。如同配方调到2900kcal ME/kg的实例中，优质普通豆粕和去皮豆粕之间的价格关系很敏感，两种豆粕中只要有10元/千克的价格变化就会引起所用豆粕的变化。

随着配方中豆粕比例的增加，合成赖氨酸的水平从0.20%降到0.15%，但赖氨酸的影子价格范围不变。因此，除非赖氨酸的价格上扬到52元/千克以上或下跌到21元/千克以下，配方中的赖氨酸比例不会改变。

表11 配方：中价玉米和低价豆粕（2900千卡代谢能/千克）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉米	63.81	1.40	1.18	1.90
麦 麸	16.91	1.19	1.10	1.27
去皮豆粕		3.10	3.097	
优质豆粕	10.16	2.90	2.60	2.91
低质豆粕		2.90	2.67	
菜籽粕	3.00	1.10		1.82
棉籽粕	3.00	1.40		1.72
维生素/矿物质	2.93			
赖氨酸	0.20	35.00	21.07	52.33
花生粕			1.96	
鱼 粉			3.91	
代谢能，千卡/千克	2,900			
配方成本，元/吨	1,616.93			
成本，元/千卡代谢能	0.5576			
饲料成本，元/猪/天	3.8137			

表12 最佳营养浓度配方：中价玉米和低价豆粕（3070千卡代谢能/千克）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉米	73.01	1.40	1.18	1.90
麦 麸	2.79	1.19	1.10	1.27

去皮豆粕		3.10	3.09	
优质豆粕	14.97	2.90	2.60	2.91
低质豆粕		2.90	2.67	
菜籽粕	3.00	1.10		1.82
棉籽粕	3.00	1.40		1.72
维生素/矿物质	3.08			
赖氨酸	0.15	35.00	21.07	52.33
花生粕			1.96	
鱼粉			3.91	
代谢能，千卡/千克	3,070			
配方成本，元/吨	1,704.53			
成本，元/千卡代谢能	0.5551			
饲料成本，元/猪/天	3.7972			

从每100千卡代谢能成本可以看出参数配方的作用。将配方调到2900kcal ME/kg时每100kcal ME的成本是0.5576元，而调到最佳成本能量水平3070kcal ME/kg时，每100kcal ME的成本降至0.5551元。这种单位代谢能成本的降低甚至出现在日粮成本从1616.93元/吨升到1704.20元/吨时（增加87.27元/吨）。尽管每千克日粮的成本提高了，但每头猪每天的饲料成本从3.8137元降到了3.7972元，节约了0.0165元。如果年出栏1000头猪，这点差价并不容易引起注意；但如果年产100000头猪，节约的成本就很可观了。

在这里我们可以看出饲料厂家、家畜生产者和联营企业的兴趣有所不同。作为饲料厂家，如果额外将饲料价格提高90元/吨，那还能维持和增加客户吗？恐怕不行，特别是小规模家畜生产者，他们的日粮成本已经增加了470元/吨（和玉米800元/吨时的差别），这样总体增加的日粮成本达555元/吨。作为另一种情况，大规模家畜生产者或联营企业通过上述90元/吨的提价而明显地变得更有经济效益。

中价玉米和高价豆粕

当玉米价格是1400元/千克，普通豆粕和去皮豆粕分别上扬到3000元/千克和3200元/千克时配方又会如何？

当配方调到2900kcal ME/kg时去皮豆粕取代了优质普通豆粕（表13），但上述两种豆粕间的价格关系极为敏感。只要去皮豆粕价格略增一点或优质普通豆粕价格略降一点，优质普通豆粕就会取代去皮豆粕。由于配方中用了去皮豆粕，整个配方中豆粕类用量略有下降，同时麦麸的用量相应上升。

表13 中价玉米和高价豆粕的配方（2900千卡代谢能/千克）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉米	63.81	1.40	1.11	1.99
麦麸	18.05	1.19	0.08	1.21
去皮豆粕	8.96	3.20	2.75	3.20

优质豆粕		3.00	3.00	
低质豆粕		3.00	2.67	
菜籽粕	3.00	1.10		1.88
棉籽粕	3.00	1.40		1.77
维生素/矿物质	2.97			
赖氨酸	0.21	35.00		38.20
花生粕			2.01	
鱼粉			4.02	
代谢能，千卡/千克	2,900			
配方成本，元/吨	1,627.86			
成本，元/千卡代谢能	0.5613			
饲料成本，元/猪/天	3.8395			

合成赖氨酸的价格也很敏感，如果再上扬3.20元/千克，达到38.20元/千克时，配方中合成赖氨酸的比例就会下降而去皮豆粕比例相应上升。

如果原料中没有去皮豆粕我们得到的配方相当于去皮豆粕3100元/吨，优质普通豆粕2900元/吨的配方结果。不管有无去皮豆粕，日粮成本不变，只是没有去皮豆粕时合成赖氨酸的影子价格增至52.33元/千克。所有饲料的影子价格列于表13。饲料间的价格关系基本上和其他配方类似。没有大幅度的价格变动，玉米和麦麸的含量不会变。去皮豆粕和优质普通豆粕都对低质普通豆粕有明显的价格优势。

最佳营养浓度：和低价豆粕配方类似，最佳成本配方营养浓度有调高的趋势。本例中是3110kcal ME/kg（表14），比低价豆粕配方3070kcal ME/kg水平略高一点。

表14 最佳营养浓度配方：中价玉米和高价豆粕（3110千卡代谢能/千克）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉米	75.20	1.40	1.11	1.99
麦麸	1.28	1.19	0.80	1.21
去皮豆粕	4.20	3.20	2.75	3.20
优质豆粕		3.00	3.00	
低质豆粕		3.00	2.67	
菜籽粕	3.00	1.10		1.88
棉籽粕	3.00	1.40		1.77
维生素/矿物质	3.17			
赖氨酸	0.15	35.00		38.20
花生粕			2.01	
鱼粉			4.02	

代谢能，千卡/千克	3,110
配方成本，元/吨	1,740.69
成本，元/千卡代谢能	0.5597
饲料成本，元/猪/天	3.8284

去皮豆粕依然是首选入配方的豆粕。但是只要去皮豆粕一提价或优质普通豆粕一降价，前者就会部分地被后者取代。本方类似低价豆粕最佳营养浓度配方，当有去皮豆粕可用时，赖氨酸影子价格高价只有38.20元/千克，而没有去皮豆粕可用时该价格会上扬到52.33元/千克。

高价玉米和低价豆粕

当玉米价格非常高时我们会得到一些异常的配方。玉米的高价给配方的能量成本造成压力。此外由于豆粕与菜籽粕以及棉子粕间价格差异悬殊，也由于可消化色氨酸的需要较难满足，单纯地约束日粮成本会导致很高的日粮蛋白水平，超过需要量的4%（在述及“安全系数”时已提到蛋白水平过高会影响生产），还会导致较高的粗纤维含量。当日粮粗纤维含量达5%时就可能影响动物的生长速度（Campbell等1986）。幼龄生长猪消化道容量有限，难以摄入足够的饲料来满足最大生长速度对能量的需要，此种情况下更有必要在配方中限制蛋白质和粗纤维的含量，所以配方的代谢能调得较高约2950kcal/kg。

表15是一个配方示例。按本配方能量水平，优质普通豆粕是饲料蛋白质的主要来源。去皮豆粕进入配方挤走了一些棉籽粕。按表中影子价格，如果优质普通豆粕提价50元/千克或去皮豆粕降价50元/千克，去皮豆粕就会进一步取代优质普通豆粕。棉籽粕价格在160元/千克以上时，棉籽粕在配方中的含量不会增加。

随着谷物饲料价格的上扬，蛋白质饲料的质量变得越加重要。合成赖氨酸在价格超过70元/千克之前不会在配方中消失。据现有饲料原料的分析，本配方中最大的限制氨基酸是可消化色氨酸。合成色氨酸的影子价格可超过300元/千克。

玉米和麦麸之间的可接受价格比依然很有弹性。玉米、麦麸和其他饲料的影子价格见表15。

最佳营养浓度：在高价玉米的情况下，我们可以看出参数配方的真正作用。本例中最佳成本配方将营养浓度调到3140kcal ME/kg，使每头猪每天的饲料成本有了显著的减少，节约0.11元，相当于中价玉米（1400元/吨）情况下节约量的8倍（表16）。

上述计算未考虑饲料加工成本，如果将饲料加工成本一并计入，最佳成本配方的节约量还要大。问题是由于玉米价上扬，饲料价也不得上扬，通过最佳成本参数配方又使饲料再上扬86元/吨的情况下，饲料厂家还能维护或增加客户吗？

表15 配方：高价玉米和低价豆粕（2950千卡代谢能/千克）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉米	65.78	2.00	1.38	2.78
麦 麸	14.85	1.70	1.44	2.12
去皮豆粕	1.79	3.10	3.05	3.33

优质豆粕	10.71	2.90	2.72	2.95
低质豆粕		2.90	2.69	
菜籽粕	3.00	1.10		1.70
棉籽粕	0.61	1.40	0.61	1.98
维生素/矿物质	3.08			
赖氨酸	0.18	35.00		70.04
花生粕			1.44	
鱼粉			3.47	
代谢能，千卡/千克	2,950			
配方成本，元/吨	2,123.56			
成本，元/千卡代谢能	0.7199			
饲料成本，元/猪/天	4.9238			

当配方调到最佳营养浓度，去皮豆粕含量已经调高时，去皮豆粕和优质普通豆粕间的价格比例关系非常敏感。只要优质普通豆粕价格再上扬20元/吨或去皮豆粕价格再下跌20元/吨，皮豆粕在配方中的含量就会继续上升。相反如果去皮豆粕价格再上扬30元/吨，其含量就会减少而优质普通豆粕的含量就会增加。

表16 最佳营养浓度配方：高价玉米和低价豆粕（3140千卡代谢能/千克）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉米	75.92	2.00	1.52	2.18
麦麸		1.70	1.62	
去皮豆粕	5.81	3.10	3.08	3.13
优质豆粕	11.84	2.90	2.88	2.92
低质豆粕		2.90	2.55	
菜籽粕	3.00	1.42		1.42
棉籽粕		1.40		0.78
维生素/矿物质	23.31			
赖氨酸	0.21	35.00	10.88	55.68
花生粕			0.61	
鱼粉			2.92	
代谢能，千卡/千克	3,140			
配方成本，元/吨	2,210.25			
成本，元/千卡代谢能	0.7039			
饲料成本，元/猪/天	4.8147			

合成赖氨酸在配方中的含量有所减少，其可接受价格亦下降。但在赖氨酸价格达到55.68元/千克之前，本配方中赖氨酸含量不变。可消化色氨酸依然是配方成本的主要约束

因素，这和低能配方的情况类似。

麦麸和棉籽粕已被排出配方之外，它们的价格必须分别下降到1620元/吨和780元/吨以下才有可能被重新纳入配方。花生粕在价格跌至610元/吨之前难以进入配方，这是因为花生粕的可消化色氨酸水平。油脂因其能量成本较高难以进入配方，除非其价格下跌到4750元/吨~5500元/吨（依油脂品种而异）。本配方未将油脂减少饲料粉尘的额外经济效益计入。

高价玉米和高价豆粕

在高价玉米和豆粕条件下，如果不对蛋白质和粗纤维含量进行上限约束的话，配方中蛋白质和粗纤维含量就会过高。本条件下的低能配方完全类似低价豆粕配方，但本配方中的饲料价格比例关系略敏感些，特别是蛋白质饲料（表17）。配方成本大约提高13元/吨。

最佳营养浓度：在高价玉米和豆粕条件下，本配方最佳营养浓度依然是3140kcal ME/kg，本例配方最佳营养浓度和高价玉米低价豆粕条件时一样，只是价格关系变得更敏感了（表18）。

例如，只要优质普通豆粕价格再上扬10元/千克或去皮豆粕价格再下跌10元/千克，我们就会看到配方中去皮豆粕的用量增加。反之，如果去皮豆粕价格上扬40元/千克或优质普通豆粕价格下跌40元/千克，我们就会看到配方中去皮豆粕的用量减少。

本例中其他饲料间的价格关系与低价豆粕配方的情况类似。

表17 配方：高价玉米和高价豆粕（2950千卡代谢能/千克）

饲料原料	%	价格 元/千克	影子价格 元/千克	
			低	高
玉米	65.78	2.00	1.29	2.74
麦麸	14.85	1.70	1.50	2.18
去皮豆粕	1.79	3.20	3.16	3.47
优质豆粕	10.71	3.00	2.80	3.03
低质豆粕		3.00	2.76	
菜籽粕	3.00	1.10		1.75
棉籽粕	0.61	1.40	0.52	2.02
维生素/矿物质	3.08			
赖氨酸	0.18	35.00		74.58
花生粕			1.42	
鱼粉			3.53	
代谢能，千卡/千克	2,950			
配方成本，元/吨	2,136.06			
成本，元/千卡代谢能	0.7241			
饲料成本，元/猪/天	4.9528			

表18 最佳营养浓度配方：高价玉米和高价豆粕（3140千卡代谢能/千克）

饲料原料	价格	影子价格 元/千克
------	----	-----------

	%	元/千克	低	高
玉米	75.92	2.00	1.78	2.16
麦麸		1.70	1.63	
去皮豆粕	5.81	3.20	3.19	3.24
优质豆粕	11.84	3.00	2.96	3.01
低质豆粕		3.00	2.68	
菜籽粕	3.00	1.10		1.61
棉籽粕		1.40		1.11
维生素/矿物质	3.31			
赖氨酸	0.12	35.00	17.94	68.45
花生粕			1.05	
鱼粉			3.26	
代谢能，千卡/千克	3,140			
配方成本，元/吨	2,227.90			
成本，元/千卡代谢能	0.7095			
饲料成本，元/猪/天	4.8531			

评 论

所有上述配方是作为演示范例，并不是要真的推荐采用。实践中幼猪的消化道容量不足难以满足最大生长速度的能量摄入。较大的老猪，特别是中、低瘦肉型猪饲喂低能日粮不会有问题。上述配方是严格按照动物的营养需要用最廉价的可行方案配制的。在有些情况下，粗蛋白水平会配得高于动物的营养需要，特别是配方中没有合成赖氨酸的时候，配方中的粗蛋白含量可能会比营养需要高2%，其原因是通过豆粕获取赖氨酸和其他氨基酸更为便宜。这种现象一般不会带来生产问题。在热应激时期降低日粮蛋白质水平可能会对动物生产性能有所改进。在正常温度环境中如果日粮蛋白质水平过高（例如高价玉米配方）时，对日粮蛋白质水平设一上限，动物生产性能也能得以改善。

有没有其他的配方处理？这可能会意味着提高赖氨酸和合成色氨酸的用量，这样我们会得到一组完全不同的配方和价格关系。配方变换的取舍和动物性能改善潜力之间有一个权衡利弊的关系。

本文中未能详细述及的是：据报导中国饲料（玉米、低质豆粕、特别是棉籽粕、菜籽粕）的色氨酸含量很低（CFIA1996），已有多次报导通过饲用色氨酸可以使生产成本显著节约。这也清楚地说明了通晓所用饲料原料的营养分析结果是必要的。

这些基本原则对猪或鸡进行配方时同样适用。

限饲：对于限饲动物如肉种鸡、妊娠母猪等又怎样处理呢？参数配方的原理同样适用，将氨基酸和其他营养素的需要量与能量需要量置于比例关系。因此，我们必须先测定动物的代谢能日需要量，氨基酸日需要量或其他营养素的需要量，然后用同样的参数配方。法求出最佳成本配方配方中的影子价格会给我们指出不同饲料间价格关系的敏感度。

参数配方的实践：我们已知道参数配方的功用。在中国进行的肉鸡肉鸭饲养试验已清

楚地表明最佳成本配方的经济效益。在山东进行的一个试验中，每处理12000只肉鸡的结果表明，参数配方日粮组的每一只鸡比对照组节约1.35元的饲料成本。在山东还进行了一个每处理8000只鸭的试验，结果表明用参数配方日粮组的每一只鸭比对照组节约1.14元的饲料成本。

总 结

日粮配方中饲料原料的选用及其在配方中的比例取决于一系列因素：

- 饲料原料的价格对配方有重大影响；
- 所有原料之间的价格关系；
- 最低的每吨饲料成本并不一定，也很可能不会产生最低生产成本，除非玉米的价格非常低；
- 饲料的质量对其价格和该饲料是否被选用都有重大影响，这一点可以从低质普通豆粕的价格劣势中得以证明；
- 合成氨基酸的价格；
- 饲料生产者的类型：
 - 饲料厂家
 - 小规模家畜生产者
 - 大规模家畜生产者
 - 联营企业
- 参数配方是一个很有用的工具，特别是对大规模家畜生产者/联营企业和生产高质量饲料的生产厂家；
- 当我们考虑更替饲料时，影子价格是饲料价格敏感性的极好标志；
- 向最佳营养浓度优化可能会改变配方中很多原料的配入比例，并影响它们的影子价格。

参考文献

- Campbell ,R.G. ,M.R.Taverner and D.M.Curic. 1986.**The effects of dietary fiber ,source of fat and dietary energy concentration on the voluntary feed intake and performance of growing pigs.Anim.Prod , 43:327.
- CFIA.1996.**Tables of Feed Composition and Nutritive Value in China ,1996 Edition Feed Database in China.China Feed Industry Assn. , Beijing , China.
- Degussa.1996.**Amino Acid Recommendations for Pigs.Degussa AG Feed Additives Division , Frankfurt am Main.
- Heartland.1997.**Digestibility of Essential Amino Acids for Poultry & Swine (version 3.40).Heartland Lysine Inc.Chicago
- Holden ,R.E.Ewan ,M.Jurgens ,T.Stahly and D.Zimmerman.1996.**Iowa State University Life Cycle Swine Nutrition.Iowa State University , Ames Iowa PM-489 (Revised) July 1996.
- NRC. 1998.**Nutrient Requirements of Swine (9th Ed. ,) .National Academy Press , Washington , DC.
- NRC. 1994.**Nutrient Requirements of Poultry (9th Ed. ,) .National Academy Press , Washington , DC.
- Peisker , M.1996.**Amino acid profiles for Poultry.Recent Advances in Animal Nutrition.Editors P.C.Garnsworth , J.Wisemann and W.Haresign.Nottingham Univ.Press , Nottingham.
- Reese , D.E. , R.C.Thalyer , M.C.Brumm , C.R.Hamilton , A.J.Lewis , G.W.Libal , and P.S.Miller.1995.**Swine Nutrition Guide.Nebraska Cooperative Extension EC95-273-CESS 38.

Van Lumen , T.A.and D.J.A.Cole.1996.Energy-amino acid interactions in modern pig genotypes.

张伟力 译
美国大豆协会 沈慧乐 校