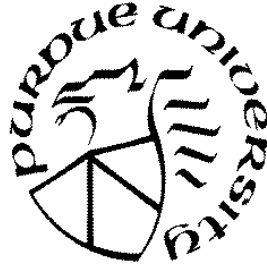


美国普渡大学



养猪营养与管理
培训班

2001年4月9日 - 27日

美国农业部

美国普渡大学国际农业规划办公室

美国温洛克国际农业发展中心北京代表处

美国大豆协会

美国谷物协会

美国动物蛋白及油脂提炼协会

作者: **Bud G. Harmon**

Brian T. Richert

Ray D. Washam

培训地: 青岛 沈阳 长沙 上海 溧阳 广州

目 录

A.	关键的基础营养素	
1.	能量.....	3—10
2.	氨基酸.....	10—15
3.	磷.....	16—19
B.	饲养管理	
1.	母猪的饲养管理.....	20—39
2.	哺乳仔猪的饲养管理.....	40—49
3.	生长肥育猪的饲养管理.....	50—59
C.	饲料加工.....	60—67
D.	饲料添加剂.....	68—73
E.	饲料原料评估.....	74—76

猪的营养和饲养管理培训班

A. 关键的基础营养素

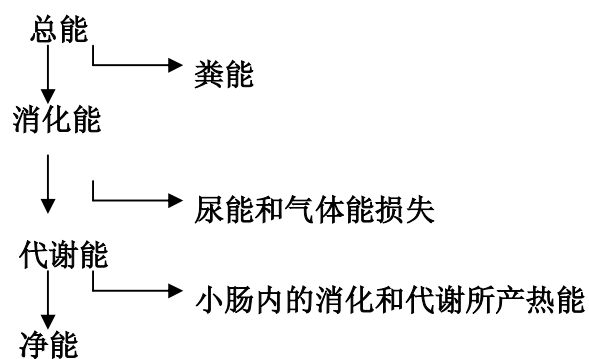
前言

关于基础营养方面，本期培训班重点讨论三种较为关键的营养素，这三种营养素的研究被认为是最具有挑战性和机遇性的，在养猪生产远未达到经济优化水平的今天，这种研究更具有潜力可挖。这三种营养素包括：

- a. 能量
- b. 氨基酸
- c. 磷

1. 能量、能量来源和能量水平

a. 能量剖分



- | 以粪能形式损失的能量，因饲料原料不同而变异很大。
- | 因尿和肠道气体而损失的能量很少，并且是可以预测的。
- | 在很多情况下，代谢能（ME）可以消化能（DE）的 96%来表示。
- | 热增耗的重要性是随着环境的温度而变化的。在中国的北方它是有益的，在南方却有害。
- | 在低温环境中，热增耗可帮助猪维持体温。
- | 在高温环境中，猪须消耗能量来散热。

b. 饲料营养成分的能量含量

	<u>蛋白</u>	<u>碳水化合物</u>	<u>脂肪</u>
	kcal/ g	kcal/ g	kcal/ g
能量含量	5.6	4.2	9.4

c. 不同原料能量水平的比较

	总能 (GE)	消化能 (DE)	代谢能 (ME)	净能 (NE)
玉米	3945	3490	3380	2270
米糠	4320	3175	3065	1845
麦麸	4020	2370	2155	1580
大豆粕	4220	3530	3255	1805
花生粕	4505	3245	3005	1865
猪油	9320	8285	7950	5100
牛油	9360	8290	7955	4925
豆油	9395	8750	8400	5300

- l 饲料可消化性是引起有效能变异较大的原因
- l 能量的高低反映了纤维含量的多寡
- l 油脂能量的不同反映其脂肪酸组成和双键含量的差异

d. 高能日粮的优点

e. 代谢能和油脂水平对生产性能的影响

日粮添加动物脂肪对生长肥育猪的影响

	代谢能 (kcal/kg) 和脂肪添加量					
代谢能 (kcal/kg)	2240	3357	3472	3586	3705	3817
脂肪添加量 (%)	0	2.6	5.2	7.9	10.5	13.0
日增重 (kg)	0.72	0.74	0.75	0.76	0.77	0.74
日采食量 (kg)	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.12
饲料/增重	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.9
背膘厚 (cm)	3.6	3.4	3.5	3.6	3.6	3.8
腿肉和腰肉占胴体的比例 (%)	41.80	42.00	42.40	41.40	41.60	41.10

Moser

- l 对照组饲喂含能量很低的日粮 (2240 kcal/kg)
- l 当日粮添加的脂肪水平达到 10.5% (能量达到 3700 kcal/kg) 时, 饲料效率 (F/G) 的改善和日增重的提高, 随着脂肪添加量的增加而呈线性变化

f. 高能日粮对生长和肥育猪影响效果的比较

生长和肥育阶段的猪饲喂高能日粮的效果比较

ME (kcal/kg)	3410	3586
生长猪:		
日增重 (kg)	0.74	0.75
日采食量 (kg)	2.00	1.78
增重/饲料	0.370	0.420 (13.5%) ^x
肥育猪:		
平均日增重 (kg)	0.94	0.92
日采食量 (kg)	3.12	2.81
增重/饲料	0.301	0.327 (8.6%) ^x

Ralston Purina

^x表示添加能量后增重/饲料的改善百分比

1 高能日粮对生长猪 (25-55kg) 的影响大于肥育猪 (55-100kg)

1 日粮能量提高 (5%) 后, 生长猪和肥育猪的饲料转化效率得到改善 (分别为 13.5% 和 8.6%)

h. 玉米豆粕型日粮添加油脂 (1%梯度) 所对应的代谢能增量 (%)

脂肪添加量 (%)	代谢能 (ME) (kcal/kg)
0 (典型的玉米豆粕型日粮)	3270
1	3320
2	3370
3	3420
4	3470
5	3520
6	3570
7	3620

1 总结

日粮代谢能每增加 100kcal/kg, 饲料效率大约能改善 0.034。

例如:

脂肪添加量从 3% 提高到 5% 时, 就能使日粮代谢能从 3420 kcal/kg 提高到 3520kcal/kg, 饲料效率也就会改善 0.034 或者说大约提高了 10%。

例如:

($0.333G/F+0.034=0.367$) 或 $0.034/0.333 \times 100=10.2\%$

1 建议使用代谢能为 3550 至 3650 kcal/kg 之间的高脂肪日粮 (油脂添加量约为 5-7%)

1 一些生产者添加 1% 的油脂只是为了降低粉尘

i. 早期断奶仔猪日粮的能量水平对生产性能的影响

项目	能量水平 (kcal/kg)			
	3,100	3,300	3,520	3,740
试验 1: 日增重 (克)	221	254	263	242
增重/饲料	0.595	0.595	0.684	0.735
试验 2: 日增重 (克)	303	338	366	327
增重/饲料	0.574	0.578	0.690	0.709

McConnell 等 (1982)

试验 1: 试验猪 91 头, 试验期 3-6 周

试验 2: 试验猪 42 头, 试验期 3-8 周

- l 世界上典型的添加脂肪的研究
- l 随着代谢能 (≤ 3740 kcal/kg) 的提高, 饲料效率呈线性改善
- l 随着代谢能 (≤ 3520 kcal/kg) 的提高, 日增重呈线性提高
- l 不添加油脂的哺乳仔猪典型日粮, 其能量接近 3200 kcal/kg

j. 日龄及油脂水平对油脂消化率 (%) 的影响

日龄 (天)	猪油添加量 (%)		
	0	5%	10%
23	43.3%	66.7%	67.4%
37	69.9%	86.7%	87.8%
58	71.2%	85.0%	90.9%

Leibbrandt 等 (1975)。

试验动物是由 80 头初始体重为 4.6 千克的猪组成; 饲喂玉米-豆粕型日粮。结果表明, 日龄和油脂水平对油脂消化率均有显著的影响 ($P < 0.01$)。

- l 从 23 到 58 日龄, 小猪对脂肪的消化率随着日龄的增加而提高
- l 油脂添加量的提高能改善日粮的总消化率
- l 研究表明日粮中所添加的油脂比原日粮中所含脂肪的消化率高得多。

k. 高能日粮的优点

- 1.) 提高日粮能量水平, 改善饲料效率
- 2.) 高脂肪日粮的热增耗低, 被称作低 SDA (Special Dynamic Action, 特殊动力作用)
 - a.) 大肠中, 在微生物对纤维和难消化的碳水化合物以及蛋白质进行消化酵解的过程可产生热量。

- b.) 纤维素和半纤维素
 - 1. 消化率极低
 - 2. 在大肠中产生挥发性脂肪酸
 - 3. 发酵产热
 - c.) 绝大部分的油脂由酶来消化，所以油脂能减少消化产热
 - d.) 在消化过程中油脂实际上能减少产热。
 - e.) 在中和高温环境中，猪必须消耗能量来排除大肠中的微生物活动产生的热（降低能量效率）
 - f.) 相反，在很低温情况下，微生物对纤维素和复杂碳水化合物发酵产生的热能，则减少了动物维持体温所需的能量（提高能量效率）。
 - g.) 添加油脂来提高日粮能量，有减少发酵及产热的作用。
- 3.) 不同 SDA 值的原料

	总能(kcal/kg)	净能(kcal/kg)
高 SDA 的原料		
米糠	4320	3065
细米糠	4285	3215
麦麸	4020	1580
中等 SDA 的原料		
玉米	3945	3380
碎米	3830	3290
小麦	3965	3200
低 SDA 的原料		
猪油	9320	7750
牛油	9360	7885
豆油	9395	7280

1. 在不同季节，添加油脂对猪生产性能的影响

	冬季	夏季
每周最高的气温	4℃	29℃
日粮添加 5% 的油脂所带来效应的百分比		
增重	+0.9	+8.3
饲料效率	+8.5	+11.3
采食的代谢能	-1.3	+2.7
增重/采食的代谢能	+2.2	+5.1
背膘厚	-2.1	+2.9

Stahly, 1981

- I 温度最高时，增加日粮能量可获得最佳效益
- I 适用于华北和华南地区

- l 在华南使用高能日粮全年都能获益，而华北冬天则应减少油脂添加量
- l 使用米糠有利也有弊
 - 纤维和脂肪的含量均较高
 - 是养殖生产中很有价值的副产品
 - 夏天须限制使用米糠
 - 中国中北部地区冬天可添加较高水平的米糠

使用受季节限制的其他原料：

- l 去皮和带皮豆粕
- l 华南地区用去皮豆粕
- l 冬天华北地区用常规豆粕
- l 除幼猪外，全中国的猪都使用普通豆粕

m. 室温下油脂的物理形态（由温度决定）

豆油	液态
鸡油	部分液态
餐馆回收油	液态
猪油	固态
牛油	固态

- l 油脂的来源决定混合前是否需要将其加热溶解

n. 日粮中能量水平和氨基酸水平之间的关系

- 1) 高能饲料更能促进动物生长和脂肪的沉积
- 2) 较快的生长需要更多的氨基酸
- 3) 氨基酸缺乏，机体就会利用多余的能量来增加脂肪的沉积
- 4) 大多数高能日粮均需要增加限制性氨基酸的水平
- 5) 与胴体组成的关系--高能日粮如不额外添加氨基酸，将导致胴体瘦肉减少，脂肪沉积增多。

两种氨基酸水平下添加能量的效果

	日增重 (g)	增重/饲料	眼肌面积 (cm ²)
高粱-豆粕高营养水平日粮			
0% 油脂	690	0.273	29.1
3% 油脂	749	0.303	29.7
6% 油脂	731	0.314	32.1
9% 油脂	780	0.342	33.2
高粱-豆粕型基础日粮(NRC)			
9% Fat	717	0.302	29.6

Allee

- l 提高了限制性氨基酸水平的高粱-豆粕型高营养水平基础日粮。
- l 随着油脂添加量的增加 ($\leq 9\%$), 猪的增重、饲料效率和眼肌面积均呈线性增加。
- l 当日粮中氨基酸含量仅达到临界水平时, 那么添加 9% 的油脂对生产性能的改善有限。
- l 在配制日粮时, 保持日粮赖氨酸与代谢能比例恒定, 例如大约 2.67 克赖氨酸 /1000 千卡代谢能。

o. 猪日粮中常用的油脂

- 猪油
- 牛油
- 鸡油
- 餐馆回收油
- 豆油 (很贵)

- l 高油脂日粮改善适口性
- l 一般由经济效益来决定所采用的能量水平

p. 配制特定能量水平的日粮

日粮	添加的能量 (kcal/kg)	最终代谢能
不添加油脂	-----	3260
添加 5% 油脂	7950	3520
添加 10% 木薯	3320	3266
添加 15% 米糠	2850	3225

q. 利用油脂来保持日粮的能量水平

日粮	代谢能
玉米豆粕日粮	3260
添加 20% 次粉	3180
添加 2% 的油脂	3360
玉米豆粕+20%次粉+2%油脂	3275

当日粮因使用低能量的副产品如米糠、麸皮、次粉或细米糠, 而使日粮能量水平降低时, 可以通过添加油脂来调整。日粮能量水平最后可调到与原来玉米豆粕型日粮相似。

r. 使用高油玉米替代普通玉米

	对照组	高油玉米		
		1	2	3
最终体重 Kg	39	40	39	40
平均日增重 Kg	0.68	0.74	0.70	0.72
增重/饲料	0.39	0.43	0.42	0.42

初始体重 20 Kg, 试验期 28 天

Adeola 1996

2, 氨基酸及其来源

a. 生物学利用率

1. 氨基酸表观消化率是指存留氨基酸（食入氨基酸减去排泄物或消化物中的氨基酸）占氨基酸总采食量的百分比。
 - l 粪表观消化率是指由粪中排除的氨基酸量占食入氨基酸总量的百分比
 - l 回肠表观利用率是指食入氨基酸减去回肠末端食糜中氨基酸后，占食入总氨基酸的百分比。
2. 测真消化率时应考虑到内源氨基酸的损失
 - l 内源氨基酸来源于：肠道上皮脱落的细胞、酶、激素及其他分泌物。
 - l 真正内源氨基酸损失很难确定。
 - l 饲喂无蛋白日粮来估测内源氨基酸损失，将改变胰腺分泌物，减少饲料消耗量，因此结果往往过高估计内源损失。
3. 在获得更好的“真”消化率之前，回肠氨基酸表观消化率应是一种较为准确的氨基酸利用率的表示方式。
 - l 回肠氨基酸表观消化率要比粪氨基酸表观消化率准确
 - l 因为排除了粪表观消化率中后肠段发酵对消化率的影响，回肠氨基酸表观消化率能更真实地估测出动物对氨基酸的利用率
 - l 回肠表观消化率能更真实地反映出不同饲料及加工方法之间对氨基酸利用率的影响
 - l 生豆饼的回肠和粪表观氨基酸消化率之间差异可达 50%，而热处理/加工过的豆饼的差异最多仅为 15%。

生豆饼和热处理过的豆饼的回肠表观消化率和粪便表观消化率

	消 化 率		消 化 率		差 值	
	粪 便	回 肠	粪 便	回 肠	粪 便	回 肠
氨基酸	生豆饼	热处理豆饼	生豆饼	热处理豆饼	生豆饼	热处理豆饼
赖氨酸	72	87	44	85	28	2
苏氨酸	65	83	32	72	33	11
色氨酸	75	87	25	72	50	15
蛋氨酸	61	83	47	82	14	1
异亮氨酸	68	84	43	78	25	6

Vandergrift 等, 1983

这些数据表明, 当饲料氨基酸含量越是接近临界水平, 使用回肠消化率来配制日粮比用氨基酸总量或粪消化率更为重要。

b. 理想蛋白和氨基酸比例

蛋白质最主要由 20 种氨基酸组成, 其中 10 种是猪的必需氨基酸。

赖氨酸	缬氨酸
苏氨酸	亮氨酸
色氨酸	精氨酸
蛋氨酸	组氨酸
异亮氨酸	苯丙氨酸

- l 理想蛋白中的必需氨基酸和非必需氨基酸比例应达到最佳平衡。
- l 大部分蛋白中至少有一种氨基酸极不平衡或不足。
- l 学者们已经为机体维持、新组织生长、产奶及组织代谢确定了理想氨基酸模式。
- l 没有一个氨基酸模式适用于所有情况。
- l 当母猪妊娠或哺乳时, 由于年龄的增长导致维持需要的增加, 理想氨基酸的比例也有所变化。
- l NRC1998 年出版了不同氨基酸池所需的相对于赖氨酸 (猪的第一限制性氨基酸) 氨基酸需要量的估测值。(如下表)

氨基酸	维持	蛋白增长	产奶	体组织
赖氨酸	100	100	100	100
苏氨酸	151	60	58	58
色氨酸	26	18	18	10
蛋+胱氨酸	123	55	45	45
异亮氨酸	75	54	55	50
缬氨酸	67	68	85	69

- I 从表中可以看出，维持对含硫氨基酸和苏氨酸需要量要比赖氨酸大，而对其余三种氨基酸的需要量却只有赖氨酸的一半。
- I 各组织的氨基酸池对氨基酸需要量的变化增加了理想氨基酸模式建立的难度，但可通过一些努力达到。

根据回肠表观消化率推测出的最小氨基酸需要量比例，NRC (1998)

氨基酸	仔猪 (3-5 kg)	生长和肥育后期 (80-120 kg)
赖氨酸	100	100
苏氨酸	60	64
色氨酸	17	17
蛋+胱氨酸	56	62
异亮氨酸	55	55
缬氨酸	67	68

使用这些氨基酸与赖氨酸的比例，将能保证满足猪最小的氨基酸需要量，维持猪最佳的生长速度。

c. 氨基酸来源

I 氨基酸源的选择十分关键

I 高质量的氨基酸源及准确的氨基酸含量，保证与能量饲料混合后日粮的氨基酸平衡。

必须保证产品能在饲料厂及猪场中使用。

一些低质量的氨基酸产品氨基酸总量不低，但其利用率低，使用回肠表观消化率就能避免使用这些产品。

一些原料中存在的抗营养因子，可影响氨基酸的利用率。如大豆中的胰蛋白酶抑制因子和尿酶活性，能使某些氨基酸的消化率降低 40-50%。

饲料原料总氨基酸含量和回肠表观消化率

原料	赖氨酸	蛋氨酸	蛋+胱	苏氨酸	色氨酸
玉米	0.26 / 66%	0.17 / 86%	0.36 / 82%	0.29 / 69%	0.06 / 64%
小麦, HRW	0.34 / 73%	0.20 / 85%	0.49 / 83%	0.37 / 72%	0.15 / 79%
豆粕 (44% CP)	2.83 / 85%	0.61 / 86%	1.31 / 82%	1.73 / 78%	0.61 / 80%
豆粕 (48% CP)	3.02 / 85%	0.67 / 86%	1.41 / 83%	1.85 / 78%	0.65 / 81%
菜籽粕	2.08 / 74%	0.74 / 82%	1.65 / 80%	1.59 / 69%	0.45 / 73%

鱼粉, men.	4.81 / 89%	1.77 / 88%	2.34 / 80%	2.64 / 85%	0.66 / 79%
血粉, conv.	7.04 / 56%	0.99 / 42%	2.08 / 49%	4.05 / 54%	1.08 / 65%
血浆蛋白粉	6.84 / 87%	0.75 / 64%	3.38 / 64%*	4.72 / 82%	1.36 / 92%
肉骨粉	2.51 / 74%	0.68 / 79%	1.18 / 67%	1.59 / 70%	0.28 / 60%
脱脂奶粉	2.86 / 91%	0.92 / 92%	1.22 / 86%	1.62 / 85%	0.51 / 90%
米糠	0.57 / 72%	0.26 / 74%	0.53 / 70%	0.48 / 61%	0.14 / 64%
次粉	0.57 / 75%	0.26 / 82%	0.58 / 82%	0.51 / 69%	0.20 / 77%

d. 考虑未控制的个别氨基酸的过量

1. 研究表明某些氨基酸的过量可降低其同类氨基酸的吸收率。
2. 有两个氨基酸组合能影响生产性能
3. 在常规日粮中氨基酸过量的情况时常发生。

赖氨酸和精氨酸

- I 这两种氨基酸的结构相似
- I 在一个简单的玉米豆粕型日粮中，赖氨酸往往太少，精氨酸却过量。
- I 已有研究结果显示精氨酸影响赖氨酸的利用。
- I 两种氨基酸可能在肠内竞争吸收位点。

生长猪的玉米豆粕型日粮

氨基酸	需要量	玉米-豆粕		玉米-豆粕*	
		按赖氨酸（第一限制氨基酸）配制	与赖氨酸的比例%	按蛋氨酸（第二限制氨基酸）配制	与蛋氨酸的比例%
赖氨酸	0.74	0.74	100	0.74	100
蛋/胱	0.50	0.56	112	0.50	100
苏氨酸	0.45	0.65	144	0.56	124
异亮氨酸	0.52	0.77	148	0.64	123
缬氨酸	0.50	0.75	150	0.69	138
色氨酸	0.12	0.21	175	0.15	125
组氨酸	0.22	0.39	177	0.34	154
苯丙/酪氨酸	0.70	1.41	201	1.23	175
亮氨酸	0.60	1.53	255	1.43	238
精氨酸	0.20	1.05	525	0.91	455
在豆粕中含量 (%)		17.6		13.3	

*添加合成赖氨酸

动物蛋白产品中的赖氨酸精氨酸比例较为合适，其赖氨酸高于精氨酸。但在很多情况下，精氨酸的水平却往往高于赖氨酸，因此对动物是有害的。

动植物性原料中的赖氨酸和精氨酸含量

动物性原料	赖氨酸含量, %		精氨酸含量, %		植物性原料	赖氨酸含量, %		精氨酸含量, %			
	血粉	6.9	2.4	玉米		0.22	0.52	肉粉	3.0	3.7	小麦
肉骨粉	2.6	3.4	高粱	0.27	0.40	Menh 鱼粉	4.7	3.2	Reg 豆饼	2.9	3.4
脱脂奶粉	2.6	1.1	Deh 豆饼	3.2	3.8	乳清粉	1.1	0.4	次粉	0.60	1.0
T. 酵母	3.8	2.6	棉籽粕	1.7	4.6				葵花粕	1.7	3.5

血粉是一种高赖氨酸，低精氨酸的好原料。

氨基酸平衡对猪生长性能的影响

	幼猪		生长猪		育肥猪	
	C/SBM	C/SBM/BM	C/SBM	C/SBM/BM	C/SBM	C/SBM/BM
精氨酸	1.12	0.92	0.84	0.68	0.74	0.56
赖氨酸	1.01	1.01	0.75	0.78	0.64	0.66
赖/精	1.11	0.90	1.12	0.84	1.15	0.85
日增重 (kg)	0.38	0.46	0.76	0.84	1.90	1.94
料肉比	2.33	2.08	2.32	1.90	3.42	3.29

C=玉米;SBM=豆粕;BM = 血粉

Parsons 等, 1979

同样能影响生产性能的另一氨基酸组合是缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸。

- 三种氨基酸中的任何一种或两种都能降低其它两种或一种氨基酸的利用率。
- 三种氨基酸具有化学相似性。
- 由于谷物中亮氨酸含量很高，故日粮中往往亮氨酸浓度过高。玉米豆粕型日粮中亮氨酸的含量通常比需要量高一倍。

亮氨酸过量对异亮氨酸和缬氨酸利用的影响

日粮亮氨酸浓度 %	血浆浓度 (mM/100 mL)		
	亮氨酸	异亮氨酸	缬氨酸
0.73 (NRC 推荐量)	11.8	40.4	78.6
0.83	17.5	49.3	41.0
0.93	17.6	37.6	32.5
1.03	27.2	23.3	21.7
1.13	40.0	21.4	21.4
1.23 ^b	a		14.8

a - 一个数据丢失

^b 玉米豆粕型日粮一般含亮氨酸 1.53%

- d. 避免这些氨基酸的过量可减少厩肥中的氨气等含氮化合物的含量，从而能减少粪便的不良气味。

3, 磷

一些有关磷的重要资料:

- 用有效磷指标来配制饲料。
- 对日粮使用植酸酶的评价。

常见饲料原料中植酸磷的含量

饲料原料	总磷含量 (%)	植酸态磷含量 (%)	植酸态磷占总磷的比例 (%)
玉米 (普通)	0.26	0.17	66
玉米 (低植酸磷)	0.28	0.10	36
小麦	0.30	0.20	67
高粱	0.31	0.21	68
大麦	0.34	0.19	56
燕麦	0.34	0.19	56
次粉	0.47	0.35	74
麦麸	1.37	0.96	70
豆粕 (普通)	0.70	0.48	68
豆粕 (低植酸磷)	0.77	0.22	29
棉籽粕	1.07	0.75	70
芝麻粕	1.27	1.03	81
小麦麸	1.37	0.96	70
米糠	1.61	1.19	74

动物产品中不含植酸磷

Nelson 等 (1968), Cromwell (1998, 2000)

- I 谷物和植物蛋白中大部分 (55-80%) 的磷与植酸化合形成植酸磷形式, 因此猪很难消化。
- I 猪不能消化植酸磷造成如下结果:
 - 大量的磷随粪便排出体外。
 - 配制饲料时, 必须使用无机磷来补充磷的需要。
- I 已培育出低植酸的玉米和大豆新品种。
 - 新型玉米植酸磷含量大约降低 45%
 - 新型大豆植酸磷含量大约降低 57%。
 - 使用这些新品种饲料原料配制日粮时, 可使日粮中以无机磷形式存在的磷的比例增加。
- I 猪对植酸复合物的利用率主要依赖于饲料原料中内源植酸酶的活性或日粮中添加植酸酶。

常见饲料原料中磷的生物学利用率

饲料原料	总磷的利用率(%)
玉米：普通	14
低植酸	50-75
小麦	50
高粱	20
大麦	30
燕麦	22
次粉	41
小麦麸	29
豆粕：普通 (sol.)	19
低植酸	49
棉粕	1
米糠	25
双低菜粕	21
肉粉	< 70-90
鱼粉	94
磷酸氢钙	95-100
脱氟磷	85-95
软矿磷	30-50

NRC (1998), Cromwell (1998, 2000)

- I 小麦和次粉中磷的利用率相对较高。
- I 低植酸玉米磷的利用率达到 50-75% 。
- I 低植酸豆粕磷的利用率比普通豆粕高 1-2 倍。
- I 各种无机磷的利用率变化很大。

足量的磷、低磷或低磷但添加植酸酶的日粮对生长及育肥猪的日增重、饲料效率和骨骼强度的影响

总磷的水平	足量(生长猪 0.50 % - 育肥猪 0.40 %)	不足(生长猪 0.35% - 育肥猪 0.30 %)	不足+ 植酸酶
日增重 (kg)	0.89	0.78	0.85
增重/饲料	0.298	0.272	0.287
骨骼强度 (kg)	164	116	151

Cromwell 1996.

- I 使用植酸酶是提高植酸磷利用率的一种有效的方法。

使用植酸酶对饲喂玉米—豆粕型和荷兰式日粮的猪磷的消化率和粪磷含量的影响

日粮类型	玉米豆粕日粮 (含磷 0.33%)		使用植物副产品的荷兰 式日粮 (含磷 0.41%)	
	-	+	-	+
添加植酸酶 (1,500 单位/kg)	-	+	-	+
日粮总磷回肠表观消化率 (%)	26.4	44.9	16.0	45.8
日粮植酸磷回肠表观消化率	9.6	59.7	-1.4	74.0
粪磷含量 (%)	2.10	1.36	1.58	1.04

Jongbloed 等, 1992.

- I 植酸酶的使用是提高磷的消化率和减少粪磷含量的一种有效的方法。

添加植酸酶对日粮钙和总磷的表观消化率影响
- 猪体重为 30-70 千克

植酸酶添加量 (FTU/kg)	0	500
Ca 的消化率 (%)	38.3	44.2*
P 的消化率 (%)	26.5	44.2**

* P<0.05 ** P<0.001

Kemme & Jongbloed , 1993

- I 植酸酶能有效地提高磷和钙的利用率。General Phytase Comments

关于植酸酶的总体描述

- I 植酸也能螯合矿物元素 (Ca, Mg, Zn, K, Mn, Cu, Fe, Cr) 和蛋白, 因此在添加植酸酶释放磷的同时, 也不同程度地释放了这些矿物元素和氨基酸。但具体释放的营养素数量、计算方法及其经济效益还不得而知 (不包括钙)。
- I 植酸酶对热敏感, 当饲料加工过程温度达到 70-80°C 时, 植酸酶的活性可降低 15-50%。可选择制粒后添加液态植酸酶。
- I 日粮使用植酸酶后, 应调整钙的水平, 总钙磷比例应调整为大约 1.2:1。
- I 市场上各种植酸酶产品的活性和物理特性有差异。
- I 植酸酶的应用可能会成为营养调控中的一个关键部分。
- I 植酸酶提高了植物原料中有机磷 (不可利用) 的可消化性/可释放性。
...在保证动物生产性能条件下, 成功地减少了无机磷 (磷酸氢钙等) 在日粮中的添加量。
...有效磷的添加量大约减少 0.08%。
- I 是减轻生态污染的一种新途径
...磷的排出量显著减少 (15-40%)
...减少了土壤富磷化, 保护了土壤; 减少了磷的积聚、滤出和流失量。

...减少了厩肥处理计划所需的土地面积，在动物密集的区域这是一个重要的管理因素。

...可为田间提供更多的厩肥或氧化糖废料

...当动物的数量为单位面积粪磷排放量的规章所限制时，可增加单位面积的载畜量。

I 也能促进一些矿物元素和蛋白的消化。

结论

按有效磷基础来配制饲料时：

I 配方需要更加精确的磷的需要量：

...最大限度地增加磷在机体内的储存。

...在保证最佳生长性能前提下，将粪磷和尿磷的排出量降到最低

...更有利于环保

评估添加植酸酶的价值：

I 日粮中添加 500-600FTU/kg 植酸酶相当于增加：

-- 0.08%有效磷

-- 0.04-0.07%的钙

--5-20ppm 的锌

--蛋白和氨基酸消化率提高 0-5%

B. 饲养管理

1. 母猪的饲养管理

现代母猪营养的概念是在猪肉生产不断发展的今天，满足公猪、后备母猪和经产母猪的高营养需要。

先进饲养管理的目标是：

- 增加排卵数.
- 提高受精率和受精卵的定植数.
- 提高母猪胚胎的着床率.
- 减少胚胎死亡率.
- 分娩时生产大量均匀、健康、活泼的仔猪.
- 提高哺乳期饲料（营养）摄入量
 - …减少母猪组织损失.
 - …提高窝增重.
 - …缩短断奶发情间隔期.
- 分泌数量足够、质量稳定的乳汁.
- 维持母猪适宜的膘情（肌肉和脂肪）…
 - …避免太瘦或过肥.
 - …减少从一个繁殖周期到另一个周期膘情的大幅度变化.
 - …加快发情配种，加速繁殖，尽可能延长母猪的繁殖寿命.
- 提高免疫力，从而维持整个种群的健康状况.
- 确保配种公猪种用性能：性欲旺盛，精液品质好.
- 减少过量氨基酸的排出，从而减少粪中臭味.
- 按有效磷配制日粮
 - …可更精确地随磷的需要量而调整磷的供给量.
 - …更加注意环保问题.
- 提供足够的纤维…
 - …维持肠道健康.
 - …刺激肠道蠕动.
 - …食糜以正常速度（时间）通过消化道.

母猪群管理的总体目标是：

在母猪繁殖期内，高效率地生产最多的健康断奶仔猪。

影响处于特定阶段的母猪饲养管理的关键因素有：

- 母猪体况评分*
- 母猪群生产力
- 胎次
- 环境状况
- 健康水平

成功饲喂母猪的关键是在妊娠期严格限饲，而哺乳期加强营养。下面有 5 个一般性原则或概念：

*每个繁殖周期应至少进行 2 次体况评分，并根据体况评分调整每日饲喂水平。

1. 母猪的生产力。我们期望母猪更快地生产更多的仔猪。高产母猪需要的营养浓度也高。妊娠期营养需要较高，而哺乳期需要更高。
2. 胎儿的营养供给。胚胎和胎儿是“不劳而获者”，仔猪的发育完全依赖母猪提供营养（如保护、温度调控等），而母猪又完全依赖我们。
3. 市场观念。经常说：“猪没有好或坏的开端之分”。我们可能忘记了猪是从母猪肚子里面开始生长的——出生时商品猪已经走完了其生命历程的约 42%。
4. 猪胎儿的生长。胎儿以极快的速度生长——新生仔猪初生重的 40%是在妊娠期最后 3 周内获得的。
5. 初生重。仔猪的初生重依赖于几个因素——包括妊娠期最后 30 天母猪的营养进食量。在这关键的 30 天内，“日粮中添加脂肪”有几个好处：促进胎儿生长和提高初生重——产出更均匀的、更健康活泼的仔猪。

妊娠日粮应满足许多挑战：

1. 满足胎儿营养需要。
2. 满足怀孕母猪的维持需要。
3. 防止母猪体增重过快，而又不影响仔猪初生重。
4. 减少膘情不良的问题。

初生乳猪的组成

成分	占干物质的百分比
粗蛋白	69.0
灰分	22.5
脂肪	8.5

从上表可见，初生仔猪的组成（按干物质基础）给我们另一个启示，这些营养物质应包含在母猪的妊娠日粮中。

妊娠母猪日粮中的纤维

通过使用高纤维含量的饲料成分来降低妊娠母猪的饲料成本和（或）提高繁殖性能是很有潜力的。妊娠母猪能够很好利用高纤维、低能量的日粮。

- 对于母猪而言，富含纤维的饲料成分代谢能较高。
- 相对于能量需要而言，妊娠母猪有更高的采食量。
- 限制饲喂的妊娠母猪需获得更多能量；采食量低，导致食糜通过消化道速度减慢。
- 大肠发酵能力更高。

妊娠期母猪饲喂不同来源的日粮纤维对窝产仔数的影响

纤维来源	中性洗涤纤维 日进食量, 克 ^a	对照组纤维	均窝活 仔数	均窝断奶 仔猪数	产仔窝 数 ^b
苜蓿粉	264	381	-0.4	-0.7	269
苜蓿干草/苜蓿青贮	246	721	+0.5	+0.8	647
玉米蛋白饲料	166	794	+0.7	+0.4	229
酒糟	139	418	-0.3	-0.4	118
燕麦壳/燕麦	260	1221	+1.8	+0.7	96
小麦秸	150	368	+0.5	+0.7	699

^a 妊娠期母猪采食对照日粮和高纤维日粮时，平均中性洗涤纤维的进食量。

^b 饲喂对照日粮和高纤维日粮的母猪总产仔窝数。

(Reese 1997)

- 饲喂添加纤维的日粮的母猪比饲喂对照日粮的母猪窝产仔数和窝断奶仔猪数更多。
- 饲喂纤维也可提高哺乳期采食量，但会降低妊娠期母猪增重和仔猪初生重。
- 饲喂添加纤维的日粮的母猪表现较少的恶癖（如啃栏、空咀嚼、过量饮水）
- 表明日粮中性洗涤纤维的总量和纤维来源很重要
- 表明母猪每天应进食 350-400 克的中性洗涤纤维

使用高纤维饲料时应考虑的关键问题：

- 经济性——考虑每头母猪一年的总饲料成本，而不仅仅是每吨饲料的成本。
- 母猪为了满足能量需要必须采食更多饲料。
- 母猪对高纤维日粮的消化率比生长猪高。
- 颗粒大小可能影响日粮的能值。
- 母猪采食需要的时间较长。

可能限制饲喂纤维的因素有：

- 经济效益.
- 饲料混合和加工设备.
- 粉碎；粉碎需要时间以及粉尘问题.
- 容积大；需要大量的贮存仓和料槽.
- 粪污处理成本；将产生更多粪便.
- 粪污的处理更困难；粪便中有较大的、未消化的饲料颗粒

妊娠后期的能量水平对母猪泌乳性能和仔猪生产性能的影响

	基础	基础+脂肪
21 日龄仔猪体重, kg.	5.1	5.3
21 日龄仔猪成活率, %	80	90
仔猪血糖, mg. %	46	55
母猪血糖, mg. %	48	46
仔猪的糖原, mg/g		
肝糖原	187	202
肌糖原	124	136
仔猪组织中的脂肪, %	2.04	2.43
乳脂率, %	5.5	7.7

Seerley, 1974.

- 添加脂肪后，增加仔猪糖原贮藏和脂肪沉积，从而提高仔猪成活率。

分娩

分娩时最关键的问题是减少便秘：

- 纤维
- 倾泻
- 糖蜜
- 添加脂肪
- 满足饮水

初生乳猪的组成

成分	% 干物质.
粗蛋白	69
灰分	22.5
脂肪	8.5

从上表可见，初生乳猪的组成（按干物质基础）给我们另一个启示，这些营养物质应包含在母猪的妊娠日粮中。

妊娠母猪日粮中的纤维

- 通过使用纤维含量高的饲料成分来降低妊娠母猪的饲料成本和（或）提高繁殖性能是大有潜力的。妊娠母猪能够很好利用纤维含量高、能量水平低的日粮。
- 高纤维的饲料成分饲喂母猪有更高的代谢能；
- 相对于能量需要而言，妊娠母猪有更高的采食量。
- 限制饲喂的妊娠母猪需获得更多能量；采食量低，导致食糜通过消化道速度减慢。
- 大肠发酵能力更高。

妊娠期母猪饲喂不同来源的日粮纤维对窝产仔数的影响

纤维来源	中性洗涤纤维 日进食量, 克 ^a	对照组纤维	均窝活 仔数	均窝断奶 仔猪数	产仔窝 数 ^b
苜蓿粉	264	381	-0.4	-0.7	269
苜蓿干草/苜蓿青贮	246	721	+0.5	+0.8	647
玉米蛋白饲料	166	794	+0.7	+0.4	229
酒糟	139	418	-0.3	-0.4	118
燕麦壳/燕麦	260	1221	+1.8	+0.7	96
小麦秸	150	368	+0.5	+0.7	699

^a 妊娠期母猪采食对照日粮和高纤维日粮时，平均中性洗涤纤维的进食量。

^b 饲喂对照日粮和高纤维日粮的母猪总产仔窝数。

母猪体况评分（妊娠后期）

评分	体况*	背脂厚 (最后肋骨处)		躯体特征
		英寸	mm	
1	极瘦型	<0.4	<10	髌骨、脊椎骨、肋骨显露
2	瘦型	0.4 - 0.6	10 - 15	不使用手掌压力可轻易感觉到髌骨、脊椎和肋骨
3	理想型	0.7 - 0.9	15 - 22	髌骨和脊椎只有用手掌压力才能感觉到，肋骨容易感觉到，但有覆盖物
4	略肥型	1.0 - 1.1	23 - 29	髌骨、脊椎和肋骨不易感觉到
5	过肥型	>1.2	>30	髌骨、脊椎和肋骨有很厚的覆盖层

*根据描述特征的主观估计，视觉评估

- 体况评分是根据视觉对母猪的体况而进行的主观估计。用于调整饲养速度以及饲养管理。
- 当母猪站在猪圈或猪栏里，即可进行膘情评分。评分主要通过超声波测定、视觉判断或手感来判断覆盖在母猪肩部、肋骨、脊椎骨、“H”骨和尾根的脂肪厚度。
- 分数范围是 1-5 分。极瘦的母猪给 1 分，而极肥的母猪给 5 分。
- 膘情评分用于从断奶到再配种以及妊娠期的前 3/4 时间内，作为决定饲喂量的指标。
- 如果体况评分为瘦型（2 分），那么饲养速度应加快，直到体况评分恢复正常。如果母猪非常瘦，则应提供更多的饲料，反之亦然。体况太肥时，需要降低采食量使母猪体重恢复正常。
- 饲养的目标是让 85%以上的母猪体况评分在 2-4 分之间。
- 平均分、分数变化幅度以及分布（每类分数的母猪数量）将有助于发现潜在的问题。分数（背膘厚）是母猪发情配种能力的有效指标。背膘厚接近 20mm 比较适宜。
 - 断奶时背膘厚低于 20.3mm 的母猪，表现为断奶到再配种间隔期延长（5.9 天比 14.6 天；Texas Tech, 1985）。
 - 哺乳期背膘厚损失 40% 的母猪，在断奶后 14 天内不能发情(N.C. St. 1982)。
 - 初产母猪贮存的脂肪在哺乳期损耗，将损害其二胎繁殖性能。哺乳期体重每损失 1%（以脂肪形式），导致二胎产仔数或断奶仔猪数减少 0.19 头(S-145 猪营养体制委员会，1985)。
- 进入产房时太肥的母猪（体况评分 4.5-5 分），在哺乳期采食量很低。
- 体况评估：
 - 妊娠后 30 天
 - 断奶

根据体况评分确定空怀母猪的饲喂量

体况评分	
饲喂量变化(kg/天)	
1.0	+0.6
1.5	+0.4
2.0	+0.3
2.5	+0.2
3.0	0
3.5	-0.2
4.0	-0.3
4.5	-0.4
5.0	-0.6

Froese 1987.

使用母猪体况评分的好处		
商品猪操作	开始	2年后
平均分	2.6	3.6
2分或少于2分的母猪数；%	16%	1%
淘汰母猪或空怀母猪数；%	49.5%	40.6%
每头母猪每年生产断奶仔猪数	22.4	23.9
每吨母猪饲料生产仔猪数	21.9	22.5

资料来源：Ralston Purina.

母猪的乳汁

- 数量 (产量)
- 质量 (组成)
 - 母猪泌乳性能对乳猪的生长是关键。初生乳猪几乎全部依赖母乳提供所需要的营养，直到 2-4 周龄。
 - 因此，母猪乳汁的数量和质量都很重要。

乳汁的数量

母猪泌乳量受以下因素影响：

- 年龄 (胎次)
- 品种
- 窝产仔数
- 乳头位置
- 健康状况

- 功能性乳头数
- 饮水情况

高产母猪每天泌乳 15-25 磅 (6.8-11.4kg)

因此，母猪产奶量超过荷斯坦奶牛的产奶量（按体重基础计算）

170 kg 母猪 = 9.1 kg 乳汁/天
相当于 636kg 荷斯坦奶牛产
25.5 kg/天
7,756.8 kg/305 天

也就是说，182kg（400 磅）母猪在 20 天左右分泌了相当于它自身体重的乳汁。

母猪营养输出

成分	妊娠 114 天窝产 12 头 平均体重为 1.36kg 的仔猪	哺乳 4 周，产 奶 254.5 Kg
水 (kg)	13.2	203.6
蛋白质 (kg)	1.8	15.3
脂肪 (kg)	0.17	17.8
乳糖 (kg)	--	12.2
灰分 (kg)	0.66	2.5

- 哺乳期母猪营养排出量比任何其它生命阶段都要高得多。
- 换句话说，哺乳期 2 天母猪产生的干物质就相当于妊娠 114 天所产干物质的总和。

母猪乳汁的成分

- 20% 固形物（干物质）
- 干物质中：
 - 35% 的脂肪
 - 30% 的蛋白质
 - 24% 的乳糖
 - 5% 的灰分（矿物元素）

- 由于母乳中 80% 的是水分，饮水（新鲜、干净、足量）的重要性是显而易见的。高产的母猪每天需要水约 7 加仑（26.5 升）
- 注意日粮需要高浓度的脂肪和蛋白质

- 梅山初产母猪的乳脂率高于约克夏母猪（10.9% 比 6.6%），但初乳中乳糖含量低（20 比 30 mg/ml）。
Zou 等 1992.

奶牛和母猪乳汁质量的比较

	奶牛	母猪
总固形物 (%)	12.8	20.0
乳脂 (%)	3.7	7.0
乳蛋白 (%)	3.4	6.0
矿物元素 (%)	0.7	1.0
乳糖 (%)	5.0	4.8

- 按体重基础计算，高产母猪不仅产奶量比奶牛高，而且母猪乳汁的营养更“丰富”、浓度更高。

母猪乳汁中脂肪酸的组成

脂肪酸		%
饱和脂肪酸		
癸酸	(C10)	1
月桂酸	(C12)	1
豆蔻酸	(C14)	4
棕榈酸	(C16)	30
硬脂酸	(C18)	4
不饱和脂肪酸		
棕榈油酸	(C16:1)	10
油酸	(C18:1)	37
亚油酸	(C18:2)	10
亚麻酸	(C18:3)	2
其它		1

- 注意高水平的油酸(C18:1)。

哺乳日粮中增加能量对乳汁品质、母猪和仔猪生产性能的影响

	常规能量水平		高能量水平
乳干物质中脂肪含量, %	36.3	39.6	(+9.1%)
乳脂中的油酸含量, %	24.2	29.0	(19.8%)
断奶窝重 ^a /, kg.	53.3	56.5	(+6.0%)
母猪体重变化 ^a /, kg.	11.4	6.8	
断奶后第一个发情周期配种的受胎率, %	73.9	80.0	

^a 仔猪 26 日龄断奶; 400 头母猪.

Ralston Purina

- 高能日粮（添加脂肪）显著增加乳脂率和乳脂中油酸的含量。
- 这导致断奶窝重提高 6%。

母猪乳汁的价值

- 乳汁量提高 4 kg 相当于哺乳仔猪体重提高 1 kg。

仔猪 21 日龄时母猪产奶量和乳汁成分以及仔猪体重

	哺乳期日粮能量水平			
	低	中等	高	
非常高				
日产奶量, kg.	5.6	6.1	6.6	6.9
每天排出, kg.				
总固形物	.98	1.09	1.14	1.19
蛋白质	.27	.31	.33	.34
脂肪	.35	.36	.39	.42
乳糖	.33	.37	.40	.43
21 日龄仔猪体重, kg.	4.70	4.90	5.04	5.36

⁰ Grady, 1973.

- 日粮能量水平越高，泌乳量（每天乳蛋白、乳脂以及乳糖）就越高，21 日龄仔猪体重就越大。

能量来源对母猪乳汁中脂肪含量的影响

研究者	母猪日粮中能量来源	母猪乳汁中脂肪含量, %		
		对照组	添加脂肪组	变化
Boyd 等, 1978	20%牛脂	8.1	10.0	+24
Cast, 1977	15% 牛脂	6.8	9.2	+35
Friend, 1944	10%玉米油	6.8	9.4	+38
Okal 等, 1977	10% 牛脂	6.5	7.1	+9
Pettigrew, 1978	5%玉米油	6.5	8.5	+31
Pettigrew, 1978	5% 玉米油	8.0	9.4	+18
Pettigrew, 1978	10% 玉米油	8.0	8.8	+10
Pettigrew, 1978	6% 玉米油	6.5	8.7	+34
Pettigrew, 1978	6% 动物脂肪	6.5	8.0	+23
Seerley 等, 1974	玉米油(24 kcal/千克体重)	6.4	7.7	+20
Willett, Maruyama, 1946	27% 泔水脂肪	6.1	9.6	+57

- 不同来源的脂肪（包括植物油和动物脂肪）对母猪皆有作用

泌乳

- 乳的组成反映了母猪血液浓度——反映母猪日粮营养浓度和母猪体沉积情况。
- 哺乳期不能提供足够的营养——导致骨骼中钙、磷的损失。
- 或者，可导致体脂肪的损失——“乳汁从消耗背脂而来”。哺乳母猪可能动用体脂来获得能量以满足维持和泌乳需要。体脂的消耗致使体重显著降低，这将导致：
 - Ø 延长断奶到发情的间隔期。
 - Ø 低受孕率。
 - Ø 母猪繁殖寿命缩短。
- 因此，应特别注意高产母猪在哺乳期的合理饲养。

饲喂高脂肪（能量）哺乳日粮缩短断奶发情间隔的益处

脂肪添加量, %	0	0	3.5	10.0
代谢能 (Kcal/kg)	2612	2654	3243	3578
母猪哺乳期体重损失 (kg)	37.5	34.9	29.5	20.2
母猪哺乳期背膘损失(mm)	12.0	9.4	6.8	4.5
断奶时母猪的体脂(%)	18.3	21.1	26.0	30.8
断奶到发情的间隔 (天)	30.1	12.9	5.2	4.5

Johnson, L.J., W.C. Weldon 和 E. R. Miller. 1987.

- 高能量的母猪日粮可改善母猪体况。最重要的是，缩短断奶发情间隔期。

哺乳母猪的营养平衡

摄入	排出
<ul style="list-style-type: none"> • 日粮 <ul style="list-style-type: none"> --组成 --采食量 	<ul style="list-style-type: none"> • 维持 • 泌乳 • 乳腺发育
<ul style="list-style-type: none"> • 体沉积 	<ul style="list-style-type: none"> • 组织沉积

哺乳母猪

- 氨基酸（AA）需要：依赖于泌乳的需要。
- 泌乳的需求促使乳腺摄取氨基酸。
摄取的氨基酸组成了一个关键“库”——用于乳蛋白合成和组织细胞的重建。

哺乳母猪蛋白质摄取不足的后果

- 优先合成乳蛋白
 - 因此,降解体蛋白.
- 当机体不能提供足够数量的氨基酸时,降低乳蛋白的合成。
- 对繁殖性能有不利影响:
 - 断奶后不发情.
 - 延长非繁殖时间.

初产母猪哺乳期的饲养方式

	自由采食	自由采食	限制饲养(50%)
0-21 天	自由采食	自由采食	限制饲养(50%)
22-28 天	自由采食	限制饲养(50%)	自由采食
母猪体重损失(kg.)	11.0 ^a	21.1 ^b	24.8 ^b
背膘损失 (mm)	2.19 ^c	4.61 ^b	5.38 ^b
排卵数	19.86 ^c	15.44 ^b	15.43 ^b
胚胎成活率 (%)	87.5 ^a	64.4 ^b	86.5 ^a
断奶发情间隔(小时)	88.7 ^a	122.3 ^b	134.7 ^c

^{a, b} 表示 $P < .002$ ^c 表示 $P < .05$

Zak 等 Foxcroft (1995).

- 哺乳期母猪应自由采食。

哺乳母猪的营养平衡:

- 36 头安装胃瘘管的母猪.
- 窝产 8-10 头仔猪.
- 哺乳 26± 2 天.
- 日粮蛋白 18%.

代谢状态 饲养	分解代谢 100%自由采食	极端分解代谢 50%限制饲养	合成代谢 过量饲养 (130%)
采食量/头/天 (kg.)*	5.4	3.0	7.1
体重变化 (kg.)*	-12.2	-37.7	5.4
背膘变化 (mm)*	-3.5	-8.4	1.8
氮沉积(g./天)	-0.8	-36.5*	22.4
代谢能平衡 (mg/天)	4.8	-28.3	26.3

*P<0.001.

Clowes 等 CSAS. 1995.

- 哺乳期的采食量能够限制母猪的生产性能发挥

哺乳母猪赖氨酸的需要:

- n 每头母猪哺育 11 头仔猪, 哺乳期 19 天.
- n 日粮含 2.1 Mcal/kg 的净能.

日粮赖氨酸水平 %	.60	.85	1.10	1.35
1.60				
每天窝增重 (kg)				
第二胎	2.21	2.36	2.31	2.40
第三胎	2.32	2.49	2.42	2.47

Yang 等, 1999.

- 计算的每天母猪赖氨酸需要量, 第二胎需要 55 克, 第三胎需要 56 克.
- 高产母猪赖氨酸水平在 1.35% 时可获得最大窝增重; 然而, 赖氨酸水平 0.85% 以上, 窝增重差异很小.

营养负平衡的后果:

- 母猪体组织分解 \bar{a}
- 仔猪生长 \bar{a}
- 以后的繁殖率 \bar{a}
 - 断奶后发情间隔 \bar{a}
 - 非繁殖的天数 \bar{a}
 - 胚胎死亡率 \bar{a}
 - 排卵数 \bar{a}

母猪的生产力
(配种的重要性)

100 头的母猪群

如果每头母猪每年错过 1 个发情期,
相当于损失了 2,100 天
等于生产力损失了 5.75 年

- 未能迅速发情, 对母猪群体生产力的发挥有很大的负面影响。

环境温度对哺乳母猪及其仔猪的影响

- 哺乳期 4 周.
- 一半母猪饲养在喷塑的金属地板上
一半母猪饲养在漏粪水泥地板上

温度 (° C)	18	25	30
(° F)	64	77	86*
采食量 (kg./天)	6.45	6.14	4.18
母猪体重变化(kg)	-3.1	-7.9	-24.2
仔猪断奶体重(kg)	7.8	6.9	6.4

Stansbury 等 1987.

*开始时, 3 头死亡; 温度降低到 28°C (82°F), 直到分娩。

- 环境温度高时, 哺乳期母猪自由采食量显著降低。
- 总的结论是(几个试验的平均值):
 - 每升高 5.6°C (10°F) 相当于 -- 每天饲料消耗量减少 0.68 kg.
 - 每天采食量降低 15%.

哺乳期饲料或营养摄入量低的潜在后果

- 体重损失明显.
- 消耗贮存的脂肪和蛋白质.
- 延长断奶到受胎的间隔期.
- 减少泌乳量.
- 降低仔猪活力.
- 降低仔猪成活率.
- 降低断奶重.
- 降低以后的繁殖性能, 缩短繁殖寿命.

哺乳期提高饲料(营养)摄入量的途径:

- 避免妊娠期过度饲养
- 避免便秘
- 每天饲喂次数不少于 2 次
- 饲喂颗粒饲料
- 考虑饲喂湿拌料
- 天气较热时, 减少日粮纤维水平
- 确保自由饮水
- 确保自由采食(涉及料槽的设计)
- 避免环境温度超过 24° C (~75° F)
- 考虑每天 16 小时的光照
- 饲喂高营养浓度的日粮(添加脂肪)

药理和治疗剂量的无机铜强化日粮可提高仔猪初生重和断奶重。

-- 舍饲母猪; 经过 4 个繁殖周期的饲养。

-- 在妊娠期和哺乳期, 添加 4 个水平的铜(以硫酸铜形式) --- 0, 15, 30 和 60 ppm 。

-- 3 周龄断奶

添加的铜 (ppm)	0	15	30	60
仔猪体重 (kg):				
初生*	1.34	1.39	1.37	1.51
断奶	4.61	4.41	4.63	4.94**

* P<.01

** P<.05

Lillie 和 Frobish. JAS 46:678. 1978.

- 随铜添加量的增加, 仔猪的初生重呈线性增加.

- 60 ppm 铜显著增加断奶重.
 - 55 头母猪: 饲养至淘汰或第 6 胎.
 - 在妊娠期和哺乳期添加 2 个水平的铜(硫酸铜) --- 0 和 250 ppm

- 4 周龄断奶.

铜添加水平(ppm)	0	250
仔猪体重 (kg):		
初生	1.28	1.38**
断奶	6.77	7.19*

*P<.02 ** P<.001
Cromwell 等 JAS 71:2996. 1993

选择母猪饲料时需要考虑的因素

为什么一个日粮或饲养管理方式不适合所有的繁殖动物群呢?

- 妊娠期的差异:
 - 圈舍条件/动物活动.
 - 环境温度/季节.
 - 体况.
 - 妊娠阶段.
 - 品种 (个体差异) .
- 哺乳期的差异:
 - 母猪类型/品种.
 - 圈舍.
 - 环境温度或季节.
- 生产力.
 - 仔猪大小
 - 泌乳潜力
- 在发育和妊娠期吸收的营养.
- 生产者对生产性能、劳动强度和添加脂肪的态度

因此, 为某些特定的母猪群选择或推荐饲料产品或饲养管理方式时, 应该考虑以上各项因素, 饲料或饲养方式要符合需要。

结论

为了保证长期发挥母猪的最大生产力，营养和管理方面必须注意满足母猪的繁殖需要和自身的体况。营养的关键在哺乳期，因为这时营养需要非常高，并且维持体况以提高将来的繁殖性能。哺乳期的一个主要问题是母猪的采食量经常受到限制。这在某种程度上是由母猪的基因型和气候环境特征决定的。

母猪的营养标准

	妊娠期	哺乳期
采食量, kg	2.0 ^a	4.5-6.4
妊娠期增重(0-114d), kg	36-50	
哺乳期失重(分娩体重-断奶体重), kg		4-9
妊娠末期背膘厚, cm	2.0-2.5	
能量, 代谢能 kcal/kg	3250	3432
赖氨酸	.63	.90
色氨酸	.10	.16
苏氨酸	.42	.58
蛋氨酸/胱氨酸	.39	.45
钙	.90	.75
磷	.70	.60
有效磷	.42	.40
钠	.20	.20
氯	.16	.16
食盐	.40	.40

^a 妊娠期最后 2-3 周增加采食量 .4 kg, 脂肪最多添加 100 克.

哺乳母猪的赖氨酸需要量

	日粮赖氨酸水平 %		
	.60	.75	.90
哺乳期母猪体重损失(kg)			
经产母猪	3.2	3.0	1.4
初产母猪	10.8	9.8	4.9
21 日龄仔猪体重 (kg)	5.2	5.4	5.5
下一胎窝产仔数	10.5	10.8	11.2

Knabe 等, 1999.

- 所有指标在赖氨酸 0.90%水平时均有所提高。

哺乳母猪总赖氨酸的估计需求量及窝增重速率

资料来源	赖氨酸需要, g/天	窝增重, g/天
Boomgaardt 等, 1972	19.7	986
Lewis 和 Speer, 1973	25.4	1,665
O' Grady 和 Hanrahan, 1975	31.6	1,403
Chen 等, 1978 (第一胎)	41.9	1,674
Chen 等, 1978 (第二胎)	44.8	1,716
Stahly 等, 1990	46.7	2,088
Johnston 等, 1991	53.5	2,210

- 研究年份与赖氨酸需要量的关系：随时间推移，赖氨酸需要增加。
- 现在赖氨酸日需要量超过 20 年前的两倍。
- 在此期间窝增重也提高了两倍多。
- 反映营养、饲养管理和遗传。

哺乳期总赖氨酸需要量的计算

- 母猪分娩后体重 160 kg .
- 窝增重 2 kg/天.
- 母猪失重 20 kg.

每天需要 氨基酸 g/天	维 持 需 要		泌乳需要	机体提供
	Mg/kg ^{.75}	g/天	g/天	g/天
精氨酸	0	0.00	34.16	9.27
24.90				
异亮氨酸	20	0.86	28.51	4.43
24.94				
赖氨酸	49	2.09	52.00	8.85
45.24				
蛋氨酸/胱氨酸	61	2.63	23.62	3.96
22.28				
苏氨酸	41	1.76	30.36	5.11
27.00				
色氨酸	14	0.59	9.17	0.92

8.84				
缬氨酸	25	1.07	38.15	6.12
33.10				

Pettigrew, 1993.

- 泌乳需要的赖氨酸是维持需要的 25 倍（52.0 比 2.09 克）。
- 哺乳期体重（肌肉）的损失可为维持和泌乳提供大量的氨基酸。

窝增重对哺乳母猪每天氨基酸总需要量的影响

窝增重(g/天)	分娩后体重 160 kg , 体重损失 20 kg		
	1500	2000	2500
氨基酸需要(g/d)			
精氨酸	16.35	24.90	33.44
异亮氨酸	17.81	24.94	32.07
赖氨酸	32.24	45.24	58.24
蛋氨酸/胱氨酸	16.38	22.28	28.19
苏氨酸	19.41	27.00	34.60
色氨酸	6.54	8.84	11.13
缬氨酸	23.56	33.10	42.64

Pettigrew, 1993.

能量(MCal/日) 和赖氨酸摄入量(克/日) 对泌乳性能的影响

赖氨酸摄入量, g/d Tokach 等, 1992b

高能量水平(16.5 MCal/日)时, 增加赖氨酸是有益的。能量水平低时, 随赖氨酸的增加而产奶量下降。

估计哺乳期母猪每日赖氨酸需要量所需要的参数

- 哺乳仔猪增重的效率 = 4:1
- 母猪乳蛋白含量 = 6.0%
- 母猪乳汁中赖氨酸含量 = 7.5 g/100 g 蛋白质
- 可消化赖氨酸用于泌乳的效率 = 70%
- 粗蛋白的消化率 = 85%

哺乳期母猪每日赖氨酸需要的计算

- 产仔数 = 10.0 头
- 哺乳时间 = 21 天
- 仔猪初生重 = 1.4 kg/头
- 仔猪断奶重 = 5.45 kg
- 仔猪体增重 = 192.9 g/天
- 母猪泌乳量 = 7.72 kg/天 (10 X 1.929 X 4)
- 乳蛋白的排出量 = 463 g/天 (6% X 7.72 kg)
- 赖氨酸排出量 = 34.7 g/天 (463 X 7.5%)
- 乳中可消化赖氨酸的需要量 = 49.6 g/天 (34.7 ÷ 70%)
- 日粮总赖氨酸需要 = 58.4 g/天 (49.6 ÷ 85%)

哺乳母猪日粮赖氨酸需要量的计算

- 每天赖氨酸需要, 平均日采食量 = 哺乳日粮赖氨酸水平 (%)
- $58.4 \text{ g} \div 6.36 \text{ kg} = 0.92\%$ 赖氨酸 (假定采食量为 6.36 kg/天)

2, 哺乳仔猪的饲养管理

a. 断奶日龄

- 1) 传统断奶日龄: 21 - 28 日龄
- 2) 早期隔离断奶: 14-20 日龄

b. 早期隔离断奶 (SEW) 的特殊需要

1) 早期隔离断奶技术的关键就是隔离

- 属于多点生产的一部分
- 仔猪隔离
- 管理人员隔离

2) 免疫

- 断奶仔猪依赖于从初乳获得的被动免疫

仔猪免疫进程

保育仔猪滴定度

相对抗体
滴定度

免疫初乳

周龄

- 从初乳中吸收 γ -球蛋白或免疫球蛋白仅仅发生在出生后最初 30 小时内。
- 被动吸收 (胞饮作用) 的肠壁闭锁反应。
- 乳猪被动免疫的半衰期约为 9 天, 免疫球蛋白在机体内慢慢分解。

乳猪
免疫进程

保育仔猪滴定度

相对抗体
滴定度

免疫初乳 I 活性

周龄

早期隔离断奶技术在 21 日龄以前启动是有效的。

- 从初乳中获得的免疫球蛋白的损失至 2-1/2 半衰期之前。

3) 隔离

- 关键是防止微生物污染那些免疫力低的乳猪。
- 乳猪完全远离母猪群和生长肥育猪的场所。
- 避免人为地来回转运其它猪。

现场和隔离的哺育性能最终体重比较*

	现场 kg	远离 kg
A 场所	22.4	29
B 场所	27.2	31.2
平均值	24.8	30.4

- 初始重相同，最终体重见表*
- 哺育时间相同
- 远离相当于隔离

4) 清除潜在的疾病

- 某个日龄的早期隔离断奶能够打断各种疾病的循环周期。

能够成功消除疾病的断奶日龄

疾病/病原菌	日龄
纤维性胸膜炎	15
猪支原体肺炎	21
猪繁殖呼吸综合症	21
猪波氏杆菌病	10-12
多杀性巴氏杆菌	10-12
猪链球菌	5
萎缩性鼻炎	10
钩端螺旋体病	10
猪霍乱	21
传染性胃肠炎	21
猪细小病毒病	21
细小病毒	21

5) 疾病易感性

有效的 SEW（早期隔离断奶）仔猪将对各种疾病更易感，因为仔猪未能接受主动或被动的免疫。

当 SEW 仔猪在较大日龄接触疾病时，疾病的危害性较小。

c. 关键性原料

- 在实施 SEW 时营养需要更加关键
- 各种环境中使用特殊营养成分的优势

1) 猪血浆蛋白粉

- 从屠宰场收集的猪血中分离，消毒破坏微生物
- 仔猪断奶前开食料中一般用量为 6-8%
- 是免疫球蛋白的丰富来源
- 含粗蛋白约为 78%
- 能增加采食量和减少腹泻
- 在胃和小肠中提供稳定的免疫球蛋白的来源

喷雾干燥血浆蛋白粉和抗菌剂对断奶仔猪生产性能的影响

周龄	血浆蛋白粉 抗菌剂	处 理 措 施			
		-	+	-	+
日增重, g					
	1 + 2			63	218
	304				145
	3	368	318	377	232
	1,2,3+4	254	336	304	345
每日饲料, g					
	1+2	218	359	277	450
	3	490	495	518	504
	1,2,3+4	422	527	463	554
增重/饲料					
	1+2	.29	.61	.52	.68
	3	.75	.64	.73	.46
	1,2,3+4	.60	.63	.66	.62

第二个 2 周所有仔猪饲喂由玉米、豆粕和 10%乳清粉组成的日粮

抗菌剂: Mecadox, 金霉素, 磺胺噻唑和 青霉素

Rojas 等 1994

- 开始 2 周可增加采食量
- 添加抗生素有效果, 但添加猪血浆蛋白粉效果更好
- 血浆蛋白粉和抗生素联合使用的效果最好

血浆蛋白粉(如猪或牛)的特征

开食仔猪日粮中不同来源血浆的作用

	喷雾干燥血浆的来源 5%			
	对照	牛	猪	母猪
0-7 天				
日增重, g	113.5	154.4	168.0	168.0
每日饲料采食量, g	168.0	190.7	204.3	195.2
增重/饲料	.689	.800	.826	.862
7-14 天				
日增重, g	263.3	263.3	295.1	300.6
每日饲料采食量, g	340.5	336.0	340.5	336.0
增重/饲料	.773	.782	.867	.895
0-14 天				
日增重, g	188.4	208.8	231.6	234.3
每日饲料采食量, g	254.2	263.4	272.4	265.6
增重/饲料	.731	.791	.846	.879

416 头仔猪 (初重 4.1 kg, 试验期 15 天)

Smith 等, 1994

- 牛血浆蛋白粉和猪血浆蛋白粉都有益
- 猪血浆蛋白粉的效果更好
- 在 10-20 天后效果降低
- 猪血浆蛋白粉的高价格限制了其大量使用

2) 喷雾干燥鸡蛋 (Spray Dried Eggs, 简称 SDE)

喷雾干燥鸡蛋可以作为免疫球蛋白来源

- l 在鸡蛋黄中含有丰富的免疫球蛋白 IgY, 也称 γ levitin;
- l 免疫球蛋白 IgY 在鸡蛋中的浓度大约为每毫升蛋黄中有 10 毫克 IgY, 即每个鸡蛋中有 150 毫克 IgY;
- l 喷雾干燥鸡蛋产品含有丰富的蛋白 48%
- l 喷雾干燥鸡蛋产品含有丰富的赖氨酸 3.72%
- l 喷雾干燥鸡蛋产品含有丰富的脂肪 28%
- l 研究表明在早期断奶仔猪日粮中, 喷雾干燥鸡蛋可以代替血浆蛋白粉

在早期隔离断奶仔猪日粮中用喷雾干燥鸡蛋代替血浆蛋白粉的试验

喷雾干燥鸡蛋比例	0	1	2	3
血浆蛋白粉比例	3	2	1	0
日增重, 克				
阶段 1	186	177	163	168
阶段 2	436	413	400	372
阶段 3 ^a	408	413	413	463
采食量, 克				
阶段 1	240	222	222	218
阶段 2	617	599	576	522
阶段 3 ^b	722	745	722	767
增重/饲料				
阶段 1	.775	.797	.734	.771
阶段 2	.707	.689	.694	.713
阶段 3 ^a	.565	.554	.595	.604

^a 喷雾干燥鸡蛋代替血浆蛋白粉的试验建立在蛋白平衡的基础上;

^b 在阶段 3, 所有猪的日粮都相同

初始体重 4.9Kg, 初始日龄 14—18 天

Norberg, Harmon and Latour, 2000

- I 比较喷雾干燥鸡蛋产品的不同添加水平的情况
- I 日粮中喷雾干燥鸡蛋添加量超过 6% 并没有明显的回报

早期隔离断奶仔猪日粮中喷雾干燥鸡蛋和喷雾干燥血浆蛋白粉
不同添加水平的情况比较

喷雾干燥鸡蛋, %	0	6	12	18
喷雾干燥血浆蛋白粉, %	7	0	0	0
<hr/>				
日增重, 克				
阶段 1	303	282	273	273
阶段 2	564	527	518	514
阶段 3 ^a	631	600	645	609
采食量, 克				
阶段 1	354	332	322	336
阶段 2	776	740	713	745
阶段 3 ^a	1103	1094	1062	1053
增重/饲料				
阶段 1	.856	.849	.848	.812
阶段 2	.727	.712	.727	.690
阶段 3 ^a	.572	.548	.607	.578

^a 在阶段 3, 所有猪的日粮都相同
初始体重 6.1 Kg, 初始日龄 14—18 天

Norberg, Harmon, and Latour, 2000

3) 仔猪开食料中的酸化剂

资料来源	添加有机酸的改善程度, %		
	增重	采食量	增重/饲料
Kirchgessner (1976)	11.6	3.8	9.2
Lewis (1981)	9.5	6.9	3.9
Giesting (1984)	3.6	-3.4	13.8
Falkowski (1984)	6.0	-3.5	10.4
平均	7.7	1.0	9.3

- 有机酸可降低小肠和大肠的 pH 值
- 研究表明有机酸可降低大肠 pH 值
- 低 pH 值可促进乳酸杆菌属细菌繁殖
- 低 pH 值不利于大肠杆菌生存
- 有机酸可提高增重、采食量和饲料效率
- 猪日粮中已经使用的各种酸化剂包括：富马酸，柠檬酸，苹果酸，乳酸和丙酸
- 富马酸是最常用的酸化剂
- 有机酸是能量来源，但不能提供许多能量
- 日粮中添加 1-2% 的有机酸。一般以液态形式添加
- 有机酸的应用效果在某种程度上依赖于开食日粮中乳制品的总量（乳清粉和脱脂乳粉）

4) 乳制品

- 仔猪日粮中乳清粉或脱脂奶粉（DSM）都有极高的营养价值
- 乳清粉和脱脂奶粉的优点
- 氨基酸的极好来源
- 乳糖提供：
 - 能量来源
 - 乳酸杆菌能够利用碳水化合物作为底物，大量繁殖，以同导致腹泻的大肠杆菌竞争。
 - 可发酵产生乳酸，降低大肠 pH 值，抑制大肠杆菌和沙门氏菌
- 乳制品蛋白中含有乳球蛋白（抗体的来源）
- 仔猪日粮应添加 15- 30% 的乳清粉 或 10-20% 的脱脂奶粉

5) 动物副产品

- 鱼粉、肉粉、血粉和家禽粉经常用于仔猪日粮。
- 动物蛋白是极好的氨基酸来源，过敏原（如豆粕中含有的）极低。
- 仔猪日粮中应限制使用豆粕，以防止大豆蛋白的过敏反应及其导致的腹泻。
- 动物副产品中免疫球蛋白含量较低

d. 仔猪的阶段饲养

- 1) 从断奶到 23 kg, 饲养管理包括 3-4 种日粮.
- 2) 从 4.5 -23 kg 的三阶段饲养管理举例

推荐的三阶段饲养管理方式 (4.5 - 23 kg)

项目	阶段 1	阶段 2	阶段 3
期望的生产性能			
体重, kg	4.5-7	7-12	12-23
日龄	15-26	26-39	39-56
日增重, kg	.23	.38	.62
每日饲料消耗, kg	.27	.54	.82
饲养期,天	11	13	17
推荐的营养水平			
氨基酸 (总)			
赖氨酸, %	1.60	1.38	1.25
色氨酸, %	.24	.21	.19
苏氨酸, %	.93	.81	.72
蛋氨酸 + 胱氨酸, %	.82	.78	.68
矿物元素			
钙, %	1.00	0.90	0.90
总磷, %	0.80	0.70	0.70
有效磷, %	0.55	0.45	0.45
钠, %	0.35	0.30	0.20
氯, %	0.35	0.30	0.18

每种日粮含能量 3420 kcal/kg.

添加维生素和微量元素.

- 微量元素和维生素以预混料形式添加, 数量足够, 未列入上表
- 上表满足了四种氨基酸需要, 其它氨基酸主要靠饲料原料满足。

日粮配方举例

计算机配制的最低成本日粮
开食料 - 1阶段 - 3420 代谢能

原料成分	%	原料成分	%
粉碎的玉米	42.76	富马酸	1.50
普通豆粕(50%)	21.30	食盐	.40
脱水乳清粉	15.00	氧化锌	.22
喷雾干燥鸡蛋	5.00	赖氨酸	.27
动物脂肪	2.89	猪用维生素预混料	.25
肉骨粉(50%)	5.00	猪用微量元素预混料	.12
鱼粉	5.00	硒预混料	.05

营养成分含量

项目	单位	最小值	总量
猪消化能	kcal/kg		3,564
猪代谢能	kcal/kg	3,410	3,410
粗蛋白	占重量的%	23.00	23.00
赖氨酸	占重量的%	1.60	1.60
蛋氨酸 + 胱氨酸	占重量的%	0.82	.82
苏氨酸	占重量的%	0.93	0.95
色氨酸	占重量的%	0.24	.27
钙	占重量的%	0.90	.90
磷	占重量的%	0.70	.76
有效磷	占重量的%	0.55	.55

3. 生长肥育猪的饲养管理

生长肥育阶段一般认为是从 25 或 30kg 到 120kg 体重的阶段。

生长肥育阶段猪消耗了其一生所需饲料的 75- 80%，约占养猪肉总成本的 50%-60% 。

影响猪生长速度和营养需要的主要因素有遗传、性别、群体健康状况、环境温度和发育阶段。

典型的营养需要应主要考虑这些因素中的三个：性别、健康和与瘦肉生长相关的遗传潜力。

生长肥育猪饲养的目标

	普通基因型		高瘦肉基因型	
	母猪	阉公猪	母猪	阉公猪
23-46 kg				
赖氨酸, %	.95	.85	1.2	1.1
每天赖氨酸摄入量,g/天	15	14	19	17.5
采食量, Kg	1.4-2.3	1.4-2.3	1.4-1.8	1.4-1.8
平均日增重, Kg	0.5-0.7	0.5-0.7	0.45-0.75	0.45-0.8
46-70 kg				
赖氨酸, %	.82	.72	1.0	.90
每天赖氨酸摄入量 g/天	17	16	23	19
采食量,Kg	1.8-3.0	1.8-3.0	1.8-2.3	1.8-2.3
平均日增重,Kg	0.6-0.8	0.6-0.8	0.6-0.9	0.6-0.9
70-95 kg				
赖氨酸, %	.72	.63	.90	.80
每天赖氨酸摄入量,g/天	18	17	23	19
采食量,Kg	1.8-3.2	2.0-3.4	1.8-2.7	2.0-3.2
平均日增重,Kg	0.7-0.9	0.7-0.9	0.7-1.0	0.7-1.0
95 kg-上市				
赖氨酸, %	.63	.55	.80	.70
每天赖氨酸摄入量,g/天	17	16	21	17
采食量,Kg	2.0-4.0	2.3-4.1	1.8-3.2	2.3-3.6
平均日增重,Kg	0.7-1.0	0.7-1.0	0.7-1.1	0.7-1.1

遗传

具有不同遗传潜力的猪，其瘦肉（肌肉）和脂肪沉积能力不同，这些组织的发育模式也有差别。某些基因型猪在整个生长肥育阶段这两种体组织均有快速增重的潜力，有些基因型猪的瘦肉和脂肪的沉积均比较慢；另一些基因型猪可能分别采用慢——快或快——慢的模式来沉积瘦肉和脂肪。

生长肥育期增重速度和组织沉积模式对氨基酸和能量需要量的影响，超过其它营养物质。

瘦肉增重快，则增加了氨基酸的需要，因为这些营养物质用于蛋白质合成，大部分贮存在肌肉组织中(Schinckel 和 de Lange, 1996)。

瘦肉沉积比脂肪沉积需要的能量低。沉积 1 kg 的肌肉需要约 2.23 Mcal 的能量，而沉积 1 kg 的体脂需要约 10.30 Mcal 的能量，即 5 倍于肌肉组织沉积的能量需要(Noblet 等, 1999)。

为不同基因型猪精确配合日粮，就必须知道肌肉增长的速率和模式以及特定基因型猪的采食量。

至少要收集间隔 2-3 周的采食量数据和屠宰时的有关数据。当能得到胴体测量数据时，总的瘦肉增重（或每天瘦肉增重）能够通过现有的公式进行计算(NPPC, 1991; Wagner 等, 1999)。NRC(NRC, 1998)和其他用于估计生长肥育猪营养需要的计算机模型中，瘦肉增长作为一个输入参数。

更精确的估计需要收集每月体增重、第 10 肋骨腰肌面积、背膘厚，以估计特定遗传类型猪的蛋白质增长速率和模式，以便在特定环境优化日粮配方 (Smith 等, 1997)。

性别的影响

母猪和阉公猪的瘦肉和脂肪的沉积模式不同。母猪通常比阉公猪有更高的瘦肉日增重，有更大的腰眼肌面积和上市时更高的胴体瘦肉率 (Schinckel, 1994, Thompson 等, 1996)。不同遗传群体中母猪和阉公猪在瘦肉增长上的差异有所不同(Wagner 等, 1999)。

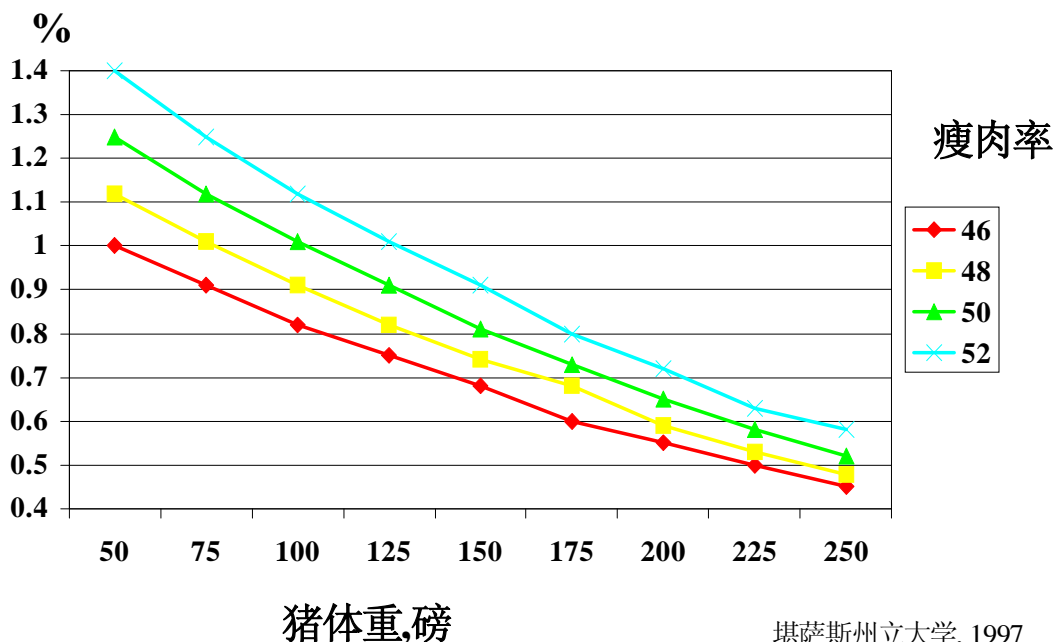
阉公猪一般比母猪消耗更多饲料和能量，而肌肉组织合成需要的能量较低，这些过多的能量导致脂肪沉积。阉公猪采食量较高而机体肌肉组织的总量略低，所以日粮中氨基酸需要量较低。

由于瘦肉和脂肪沉积以及采食量的差异，建议阉公猪和后备母猪分群饲养，这有助于更精确地配合日粮以满足两种性别猪的营养需要。阉公猪能消耗超过瘦肉组织合成所需的能量，当阉公猪接近上市体重时，能量摄入愈多愈有害。生产实践中，阉公猪肥育后期可以考虑限制采食量（能量）。阉公猪的实用日粮配方也可以在肥育后期加入一些纤维饲料以限制能量摄入，从而减少脂肪沉积。后备母猪是否饲喂高能量日粮主要取决于瘦肉增长和采食量的遗传潜力。

成熟阶段

营养需要随年龄或成熟期而变化。若以每天的需要量表示,则需要量是不断增加的,但若以日粮百分率表示时,随动物年龄或性成熟增长而营养需要下降。尽管这些变化理论上每天都发生,但经常改变猪日粮配方是不可行的,也没有必要。生长肥育阶段饲喂几种日粮(阶段饲养)将降低饲料成本,对生产性能没有显著的负面作用(Han等, 1998; NCR-42, 未发表资料)。

日粮总赖氨酸占日粮的比例



生长肥育阶段更应该考虑的是过量营养物的排泄,特别是氮和磷的排泄对环境的污染。通过适当调整日粮配方以反映动物真实生物学需要,同时尽量减少营养物过剩,排泄物中营养物的浪费将会不断减少 (Han 等, 1998)。

环境温度

环境温度影响采食量,从而影响生长肥育猪的营养需要和生产性能。主要营养物质(碳水化合物、脂肪、蛋白质)的消化代谢为动物提供化学能和热能。如果饲养在低温环境里,产生的热量将用于维持体温。低温环境能促进采食量以便产生热量。相反,在高温环境中,机体为了减少产热量而降低采食量 (Lopez 等, 1991a,b)。

季节和日粮与猪生产性能的关系

季节 月份	冬天		夏季	
	11月 -3月		5月 -9月	
平均温度: °C	2-13		21-33	
牛油添加量 (%)	0	5	0	5
平均日增重, kg	.78	.79	.79	.86
增重/饲料	.282	.309 (9.5%)	.341	.384 (12.6%)
背膘, cm	2.8	2.9	2.48	2.74

Stahly 等

高温环境中添加脂肪的影响是最大的。

不同季节猪添加脂肪的效果

	冬季	夏季
每周最高气温	4°C	29°C
添加5%的脂肪对各项指标的影响		
体增重	+0.9	+8.3
饲料报酬	+8.5	+11.3
代谢能摄入量	-1.3	+2.7
增重/代谢能摄入量	+2.2	+5.1
背脂	-2.1	+2.9

Stahly, 1981

饲养在寒冷、温暖或炎热环境里的猪对添加脂肪的相对影响

5% 脂肪	10°C			23°C			35°C		
	-	+	% 变化	-	+	% 变化	-	+	% 变化
体增重	99	98	-1	100	109	+9	66	75	+14
饲料报酬	89	92	+3	100	114	+14	88	100	+14
代谢能摄入量	114	112	-2	100	103	+3	72	77	+7
增重/代谢能摄入量	86	86	0	100	106	+6	88	94	+7
背脂	93	97	+4	100	106	+6	85	92	+8

Stahl, Cromwell, 1979.

日粮成分对“产热”有影响。纤维比油脂在消化代谢过程中产热多 (Stahly 和 Cromwell, 1986)。因此, 高温环境下猪饲喂油脂比饲喂高水平的蛋白和纤维对采食量的不利影响小得多。

生长肥育猪日粮添加脂肪的效果综述

	有关的研究报道	
	正面作用	负面作用
日增重	72	10
采食量	15	75
增重/饲料	87	0
平均背膘	61	16

- 大多数研究结果是日增重提高 (72 比 10)
- 所有日粮添加油脂的研究中饲料转化效率均得到改善
- 在 61 项研究中背膘厚度增加
- 向日粮中添加单一脂肪而没有其它调节措施可增加胴体脂肪
- 不同的研究添加的脂肪水平不同

不同脂肪水平对生长肥育猪生产性能的影响

	脂肪水平%					
	0	1	2	3	4	5
日增重, kg	.792	.820	.823	.866	.828	.837
饲料报酬, kg	2.59	2.56	2.52	2.67	2.44	2.42
增重/饲料	.310	.321	.326	.323	.339	.346

Allee 等, 1988

- 随着脂肪添加水平的增加(直到 5%), 饲料效率(增重/饲料)呈线性增加
- 随着脂肪添加水平的增加(直到 3%), 日增重(增重/饲料)呈线性增加
- 随着脂肪添加水平的增加(直到 3%), 饲料报酬(增重/饲料)呈线性增加

生长肥育猪应用热处理全脂大豆的效果

指标	豆粕	烘烤大豆
日增重, kg	0.84	0.85
日采食量, kg	2.83	2.68
增重/饲料	.298	.317
胴体长度, cm	76.02	76.56
背膘厚度, cm	3.23	3.30
眼肌面积, cm ²	28.69	29.61
腿和腰肉所占比例, %	37.31	38.12
碘价	63.00	70.50
胴体肉的紧实度 ^a	4.00	3.20

^a 紧实度随硬度增加而增加(1 - 5分)。

Wahlstrom 等, 1971.

猪日粮能量水平

	日增重, g	增重/饲料	腰肌面积 cm ²
玉米-大豆高营养浓度日粮			
0% 脂肪	690	.273	29.1
3% 脂肪	749	.303	29.7
6% 脂肪	731	.314	32.1
9% 脂肪	780	.342	33.2
玉米-大豆基础日粮 (NRC)			
9% 脂肪	717	.302	29.6

Allée

当采食量改变时, 为保证动物采食到足够但不过量的营养物质, 特别是必需氨基酸和常量矿物质元素, 应该调整日粮配方。维持日粮适宜平衡的一种方法是使用赖氨酸/能量比配制日粮。当日粮能量水平变化时, 赖氨酸的需要应调整以维持相应的比例。

生长肥育猪的赖氨酸/能量比 (g/MCal)

生长阶段(按体重)	高瘦肉率的母猪 (瘦肉率 52%) g/MCal		低瘦肉率的母猪 (瘦肉率 46%) g/MCal	
23-46 kg	3.80		2.75	
46-70 kg	3.20		2.25	
70-95 kg	2.40		1.80	
95-116 kg	1.90		1.50	

堪萨斯州立大学, 1997

群体健康

很难甚至不可能对猪的健康状况进行量化, 但相对于有临床或亚临床疾病的猪来说, 健康状况好的猪体增重更快、饲料利用效率更高(Clark 等, 1991)。健康的猪更有可能发挥其生长的遗传潜力, 瘦肉增重更快, 但同时脂肪沉积速度也较快(Holck 等, 1998)。

	商品猪	理想型	变化%	P <
日增重, kg/d	0.73	1.038	42	0.001
平均日采食量, kg/d	2.45	3	22	0.05
饲料/增重	3.29	2.85	13	0.05
达 118kg 体重的天数	192	160	17	0.001
瘦肉增重, g/d	240	342	42	0.001
脂肪增重, g/d	240	353	48	0.001
背膘厚度, mm	24.8	27.4	12	ns
饲料/瘦肉增重	10.39	9.3	10	ns

生长肥育猪的日粮中添加抗生素和其它“生长促进剂”, 通常可提高增重和改善饲料报酬。这可能是因为控制了亚临床疾病的结果。抗生素的使用效果通常随着猪的成熟而降低。抗菌剂不能替代好的饲养管理和卫生状况。

饲料浪费

在大多数猪的饲养设备中很难测定饲料的浪费量; 但一般认为, 如果在料槽外边发现饲料, 则至少有 10% 的饲料被浪费掉了。研究发现商品料槽浪费的饲料占饲料消耗总量的 1-34% 不等(Baxter, 1991, Kelly, 1978; Payne, 1991)。选择好的料槽和正确调试对减少饲料浪费具有重要意义 (Gonyou 和 Lou, 1997)。正确调试的料槽 1/4 - 1/2 的底盘覆盖有饲料时, 表明饲料流速合适。

使用液体饲喂系统向饲料中添加水可减少饲料浪费, 改善饲料转化效率 3-8%, 提高体增重 4% (Jensen 和 Mikkelsen, 1998)。经常性的料槽调整和除去湿的、无用的、旧的饲料将增加劳动力。水添加到料槽或饲料中, 夏季可减少水浪费 40- 50% (Rantanen 等, 1995), 但使用这种料槽时, 必须注意料槽中霉菌的生长。研究表明湿/干料槽比传统的干式料槽可分别增加采食量和体增重 5-8% 和 4-6% (Payne, 1991)。对于采食量低/高瘦肉猪群, 湿/干料槽是提高采食量和体增重的实用方法。使用湿拌料饲喂系统在限饲时比较实用, 因为在料槽中几乎不剩余饲料。液体饲喂系统的最大用途是可利用液态副产品来降低饲料成本。

钙和磷

出于环境保护的压力，一些生产者在肥育期最后 4-6 周大幅度降低日粮中钙和磷水平。这样既可减少钙和磷的排出量，又对生长性能没有不利影响(Lindemann 等, 1995; Mavromichalis et. al., 1999; van de Ligt et. al., 1997)。这样做的后果是屠宰厂击晕猪时会发生“背部或脊椎骨折断”。避免矿物质元素过量是必要的，但也要注意不要让有效矿物质元素浓度低于需求。所以我们不推荐此种做法。

降低磷排出量合适的方法是向生长肥育猪饲料中添加植酸酶。当每千克饲料中添加 300 - 500 单位的植酸酶时，玉米-豆粕型日粮中磷的利用率可从 20-25%增加到 45-50%。这就可降低日粮总磷水平，从而明显降低磷的排出量(Harper 等, 1997; Kemme 等, 1997; O'Quinn 等, 1997)。

生长肥育猪对磷缺乏日粮的反应（玉米-豆粕型日粮）

	磷足够的日粮(.50% 磷)	低磷日粮(.32% 磷)
日增重, kg	0.77	0.54
增重/饲料	0.324	0.262
分割瘦肉/胴体重, %	58.5	55.9
骨骼强度, kg	146	77
骨灰分, %	57.4	52.8

Cromwell 等 (1972a)。

不同水平磷的日粮中添加植酸酶对生长肥育猪增重、饲料报酬和骨骼强度的影响

磷:	足够	缺乏	缺乏
	生长猪 0.5% 育肥猪 0.4%	生长猪 0.35% 育肥猪 0.3%	+植酸酶
日增重, kg	0.89	0.78	
0.85			
增重/饲料	0.298	0.272	0.287
骨骼强度, kg	164	116	
151			

Cromwell 1996.

特殊的谷物饲料

最近，植物基因工程的研究，培育出“新的或重组的”谷物品种，并应用于猪的饲料。目前使用的产品之一是“高油”玉米。“高油”玉米一般含有 2-4%额外的油，使总含油量从 3-4%增加到 5-8% (Adeola 和 Bajjalieh, 1997)。用高油玉米配制的

日粮，比用传统玉米配制的日粮含有更高的代谢能。大多数情况下，特别是在夏天炎热季节，增重略有加快，饲料转化效率得以改善(Kendall 等, 1999)。

如上所述，高脂肪、高能量的日粮能很好适应高温饲喂环境。瘦肉增长很快的母猪可以从高能日粮中受益，但阉公猪，特别是接近上市体重时，采食这样的日粮只能变得更肥 (Smith 等, 1999)。

使用高油玉米的生长猪

	对照	高油玉米		
		1	2	3
末重, kg	39	40	39	40
平均日增重, kg	0.68	0.74	0.70	0.72
增重/饲料	0.39	0.43	0.42	0.42
初始重 20 kg, 试验 28 天		Adeola 1996		

- 普通玉米含油约 3.9%，而高油玉米约为 7.2%
- 这些猪的生产性能表明油脂越高，日粮能量水平越高
- 采食高油玉米猪的饲料转化效率可改善 8.5%

另一个特殊的玉米是低植酸玉米。常规植物籽实中大部分的磷以植酸盐形式存在，不能被单胃动物利用，但在这些突变品种中磷的利用率很高。植物饲料中有效磷的增加，容许配制日粮时显著减少日粮中的总磷量，这样磷的排出量将减少 35-50% (Pierce 和 Cromwell, 1999a,b,c; Sugiura, 等, 1999)。

抗生素

饲料工业中生长肥育阶段使用抗生素作为“生长促进剂”，已经有 40 多年的历史。抗生素在预防或治疗疾病方面非常有效。一般来说，抗生素对提高仔猪增重和饲料转化效率的效果最好。随着猪日龄的增加，抗生素对猪生产性能的促进作用呈下降趋势。越来越多的人要求禁止在家畜日粮中使用预防剂量的抗生素，以消除微生物对抗生素产生耐药性。但是，大多数的抗药性的结果是由于人们在不必要的场合过量使用抗生素而产生的。而养猪行业中普遍关注的一个问题是：“若没有饲料级的抗生素和其它化学治疗剂，我们该如何去处理临床和亚临床疾病？”

如不使用抗生素，猪肉生产获利的关键是提高猪的饲养管理水平和卫生状况，以及采用“全进全出”、“多点喂养”等生产方式。许多养猪者试图采取管理技术来减少“疾病”问题。少数人利用药物来替代良好的管理。尽管大多数养猪者应用合理的高水平的卫生标准，但在缺乏促生长水平的抗生素时，要求更高的卫生标准。为抵消缺乏抗生素的潜在损失，将要求养猪户“重新使用”熏蒸作为消毒的一种方法。

饲料预算

随着生长肥育猪的体成熟，可以降低日粮中氨基酸和矿物元素的水平。一般推荐的方法是饲喂几种日粮(阶段饲养)来满足它们的代谢需要和降低氮和磷的排泄量。问题是何时变更饲料？理论上，根据每圈猪特定的体重来变更饲料会更准确，但这在大多数生长肥育猪的设施中是行不通的。

两个有效的饲料预测方法是不需要常规的猪体重数据的。方法之一，饲喂完每头猪预定的饲料量，然后再变更日粮。另一个方法是，在预定阶段饲喂一种日粮，然后再饲喂下一阶段日粮。以上两种方法中，为了预测在此阶段需要的日粮成分，必须相对准确地估计日增重和饲料报酬。应定期监控猪的体重，来验证对饲料总量或饲养阶段估计的准确性。

C. 饲料加工

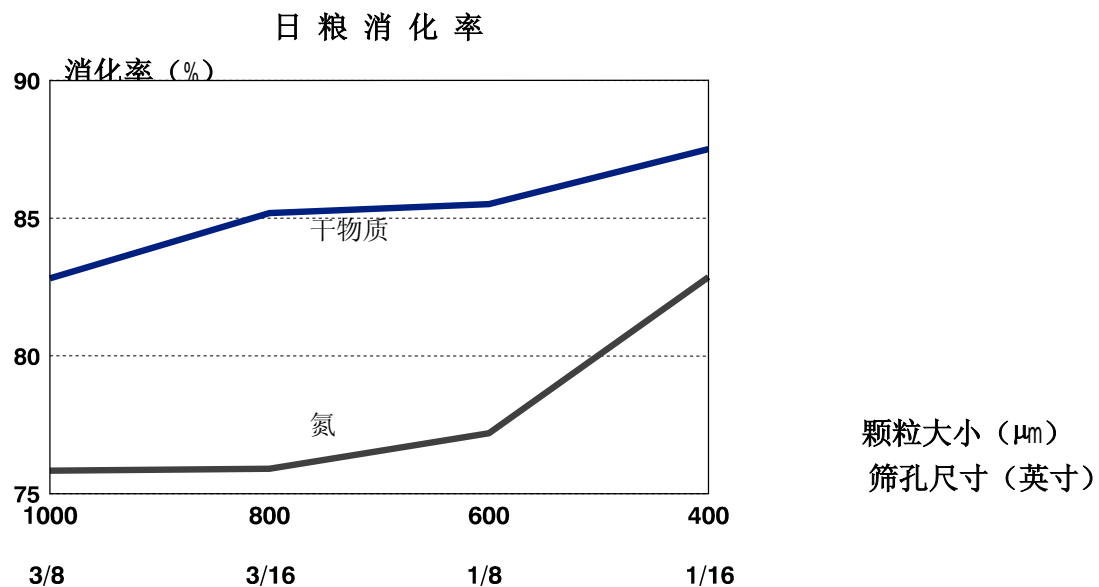
饲料在混合和饲喂之前，所有的谷物原料均需要经过某种形式的加工处理，如破碎、粉碎、碾碎、挤压、膨化等。

颗粒大小

减小饲料颗粒度，可增加饲料颗粒与消化酶接触的表面积。精细粉碎可有效提高饲料利用率和降低干物质、氮和磷的排出量。

带种皮的谷物饲料(如谷物、高粱、大麦和黑麦)经过加工处理，其消化率可大幅度提高，玉米的加工是有经济效益的。

当饲料颗粒度从 1,000 mm 降低到 400 mm 时，干物质和氮的消化率可提高约 5 - 6% (Wondra 等, 1995; Hale 和 Thompson, 1986)。



Summary of ad libitum fed grow-finish swine by Ichert, 1995

图 1. 粒度大小对日粮消化率的影响

当饲料粒度从 1,200 mm 下降到 600 mm 时，干物质和氮的排出量分别下降 20% 和 24%。对于生产者来说，合理的粉碎是降低猪对干物质和氮浪费的一种简单却非常有效的方法。

饲料工业中平均饲料颗粒的粒度大约是 1,100 mm，而推荐使用的粒度在 650 到 750 mm 之间。

进一步减小粒度，在增加粉碎的能耗和降低饲料颗粒通过筛网的速度同时，增加了猪只胃部溃疡发生的几率，因而得不偿失(Healy 等, 1994)。

谷物粉碎颗粒度对粉碎能耗和产量的影响

项目	谷物粒度大小 (微米)			
	1000	800	600	400
粉碎能耗 (千瓦时/吨)	2.42	2.78	3.46	7.35
粉碎产量 (吨/小时)	3*	3	2.85	1.43
颗粒持久度	78.8	79.4	82.4	86.4

* 粉碎产量受到输送粉碎后物料螺旋输送机的限制。

Wondra 等 (1992)

粒度大小和颗粒对胃部形态的影响

玉米粒度大小 (微米)	1,000	800	600	400
粉状料				
胃部上皮角质化	0.95	1.68	1.25	2.13
胃部溃疡	0.10	0.15	0.45	0.80
颗粒料				
胃部上皮角质化	0.95	1.88	1.95	1.96
胃部溃疡	0.20	0.68	0.40	0.85

Wondra 等 (1992)

锤片式粉碎机和辊式粉碎机

两种方法加工出来的谷物产品都适合于配制猪的日粮。

两种方法的加工能力和维持需要有所不同。

与锤片式粉碎机相比，辊式粉碎机在消耗相同的能量下，产量提高一倍；并且辊式粉碎机还可以提供均匀度更高的饲料颗粒、更少的粉尘，这样可稍微提高饲料的消化率。

当辊式粉碎机的辊磨损和谷物质量变化时，需随时调节辊间间隙。

锤片式粉碎机相对于辊式粉碎机来说不需要更多的监控。

辊式粉碎机对小颗粒谷物的加工存在困难（如将高粱加工成合适粒度），这主要是由于辊间隙无法调整到足够小，从而谷物没经过加工就往下落。要达到推荐的粒度（700-750 微米），锤片式粉碎机在粉碎饲料时推荐选用的筛网孔径大约是：

- I 玉米和小麦：4-5 mm
- I 高粱、大麦和燕麦：3 mm

如果谷物过干（水分小于 12%时），应当适当地将筛网孔径增加 1-2 mm 以防止粉碎的物料粒度过小。

辊式粉碎机：

两个辊应当以不同速度滚动，当其中一个的速度比另外一个高 50-75% 时，产生的剪切作用就会大于撞击的作用。

不同原料对波纹式辊（直径 25 mm）齿高度的要求：

玉米 8-10

小麦、大麦和燕麦 10-12

高粱 12-14

波纹式辊间还应有 25-50 mm 的螺旋以增加剪切力。

粉碎机类型和制粒对猪生长肥育性能的影响

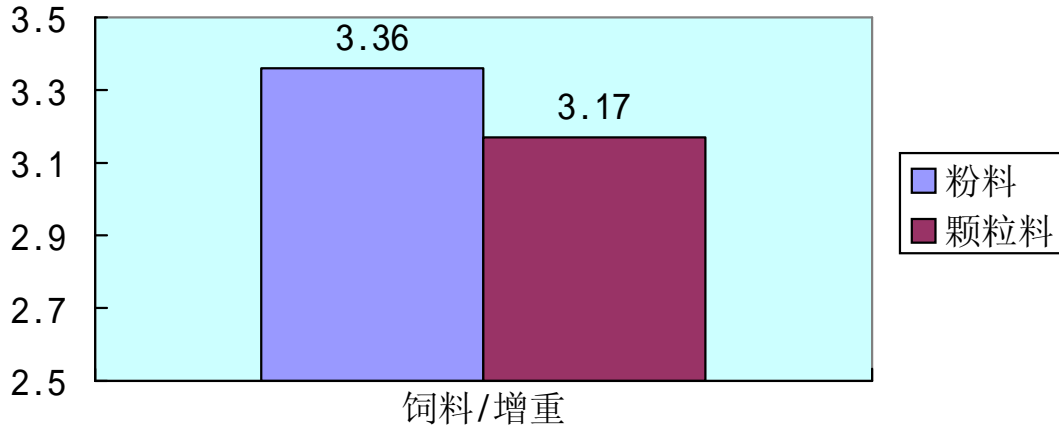
	锤片粉碎机		辊式粉碎机	
	粉状	颗粒	粉状	颗粒
日增重, g	826	876	831	926
采食/增重	3.68	3.59	3.61	3.33
胃部角质化	2.19	1.63	1.00	1.63
胃部病变	0.44	1.31	0.19	0.63

颗粒化

在养猪的整个阶段，使用颗粒饲料均可明显地促进饲料效率，但在大多数生长阶段中未必能增加采食量或增重。

在乳猪饲喂期间，常使用非常精细的饲料，日粮的颗粒化可显著改善饲料转化效率，同时采食量也能稍微提高。一般地，在多数生长阶段，与粉状饲料相比，颗粒饲料可使饲料转化效率提高 4-6% (Wondra 等, 1 995; Szabo, 1988)

育肥猪颗粒料与粉料的比较

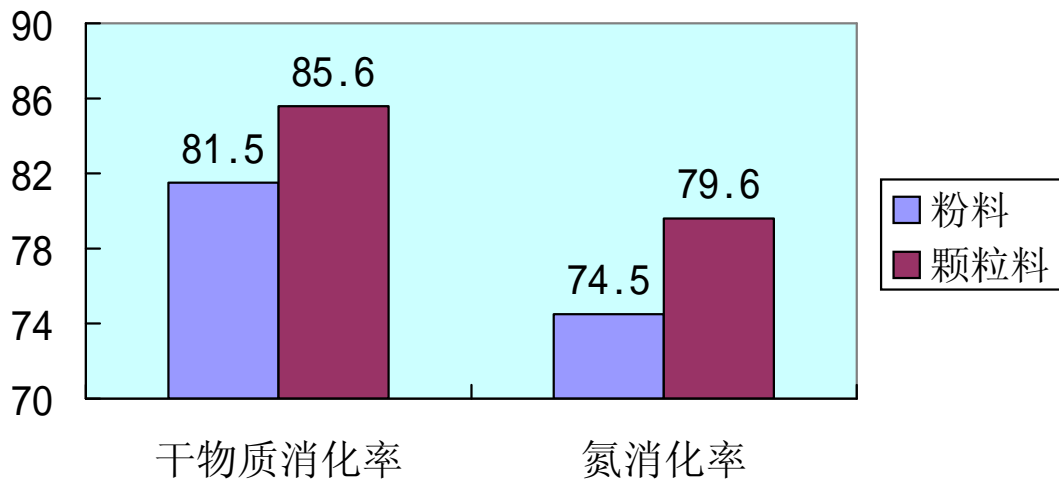


饲料转化效率的提高可能有以下几个因素：一，饲料浪费稍稍减少；二，由于制粒过程中蒸气对部分淀粉的糊化，提高饲料对消化酶水解的敏感性，从而在一定程度上改善日粮消化率。

另外，由于饲料的颗粒化减少了浪费，提高了饲料效率及消化率，干物质和氮的排出量也可减少 10-15%。

但同时颗粒化增加了饲料的成本(\$6/吨)。

育肥猪颗粒料与粉料的比较



挤压

挤压有两种方式:

- 1) 干法
- 2) 湿法

湿挤压经常用于宠物饲料、面条及小吃等食品，它的成本要高于干法挤压。

干挤压法比湿挤压法更加经济、合算，但是，对调质温度、调质时间和湿度的调节比较困难。对于干法挤压，需要丰富的经验以保证较好的质量。

干挤压和粉碎料对肥育猪生产性能的影响 (52-113 kg)

	玉米		高粱		小麦		大麦	
	粉碎	挤压	粉碎	挤压	粉碎	挤压	粉碎	挤压
平均日增重, g	1008	1008	994	967	962	949	894	885
饲料/增重	2.96	2.83	3.12	2.84	3.21	3.03	3.32	3.23
背膘厚度, mm	30.7	32.3	29.7	32.5	33.0	32.8	30.0	31.2
干物质消化率(%)	86.7	91.4	88.8	90.2	86.0	85.9	75.9	82.4
氮消化率(%)	81.8	88.0	79.7	84.4	85.4	85.4	70.5	78.8
胃	0.92	1.37	1.07	1.25	0.56	1.25	0.17	1.09

Richert 等 (1992)

膨化

膨化是一种高强度的挤压调质过程，将机械能转化为摩擦力产热将原料熟化的过程。膨化设备位于制粒机的前部，膨化对猪生长性能的提高幅度非常有限，但可增加饲料的转化效率和可消化性，并提高颗粒质量、制粒产量及减少微生物的数量。

日粮制粒前后对生长肥育猪生产性能的影响

	玉米			高粱		
	粉状	标准颗粒	膨化颗粒	粉状	标准颗粒	膨化颗粒
平均日增重 (g)	1049	1085	1076	1112	1044	1108
饲料/增重	2.97	2.91	2.73	2.98	2.85	2.76
干物质消化率%	90.5	91.4	92.4	90.8	91.8	92.9
氮消化率(%)	86.9	89.0	90.1	84.3	86.7	87.8

Johnston 等 (1998)

日粮膨化处理对哺乳仔猪生产性能的影响

	粉料	标准		膨化料	
		混合料	颗粒	混合料	颗粒
平均日增重 (g)	563	527	558	522	540
饲料/增重	1.61	1.70	1.52	1.59	1.45
干物质消化率 (%)	86.3	85.7	87.5	88.1	89.0
氮消化率 (%)	85.2	83.8	85.1	86.6	88.2

Johnston 等 (1998)

混合

- | 日粮混合时间依混合机类型、相对混合数量及设备的性能状况而有所不同。
- | 日粮混合的变异系数应小于 10%。
- | 具有优良性能的卧式混合机在混合 3-4 分钟时变异系数即可小于 10%。
- | 典型的单螺旋立式混合机在混合 8-12 分钟后可达到较好的混合状况。
- | 如果混合机的传动带或螺旋严重磨损或装载系数大于额定值时，混合变异系数将高于 20-30%。
- | 混合机传动带的转速和混合时间有直接的关系，传动带转速越快，混合变异系数达到 10%所需要的时间越短。
- | 饲料原料添加的正确顺序将有助于获得较好的质量。
- | 一个较好的添加顺序：
 - 1) 添加 1/3 的谷物，
 - 2) 添加维生素、微量元素预混料和添加量较小的原料（乳清粉等），
 - 3) 添加蛋白原料，
 - 4) 添加剩余的谷物原料，
 - 5) 混合，
 - 6) 添加液体和脂肪原料，
 - 7) 终混合。
- | 将谷物粉碎成与蛋白原料相似的粒度（豆粕大约 750-900 微米）可最大限度地避免饲料成分的分级。
- | 添加顺序在预防药物残留方面也是非常重要的。

许多立式螺带混合机在混合机底部将会有 8-20 kg 的饲料残留，这些残留将是污染的主要来源。
- | 每批药物混合后应将底部挡板去掉以清除残留，但是许多这种出口往往够不着，因此残留污染的问题经常是通过正确的添加顺序来解决。
- | 在混合有药物的饲料后，应当混合妊娠母猪或泌乳母猪或其它近期内不会上市的动物饲料。

- | 为防止残留对上市动物的污染，肥育猪日粮一定不要在含高浓度抗生素日粮（如乳猪料）之后混合。

维生素的稳定性--混合维生素和微量矿物元素

- | 购买适当强化的维生素预混物仅仅是为猪提供合适剂量维生素工作的一部分。
- | 维生素的稳定性与维生素的种类、贮存的条件和贮存时间有很大关系。
- | 受潮、可见光和紫外光的照射、受热和与某些微量元素的接触是维生素稳定性降低最常见的原因。
- | 维生素预混料应当保存在阴凉、避光和干燥的地方。
- | 较稳定的维生素（如核黄素、尼克酸）月损失量可达到 1%以下。

稳定性较差的维生素（如硫胺素、维生素 K）在维生素预混物中每月损失 4-6%，而当其与微量元素预混物混合时，每月损失可高达 15-30%。

- | 饲料制粒后，稳定的维生素的活性进一步降低 2-6%，不稳定的维生素的活性再降低 10-25%。

更坏的例子：维生素 K 的活性经与微量元素混合和制粒后下降幅度高达 55%。

如果胆碱或微量元素在预混料中与维生素混合，贮存时间将少于 2 个月。

谷物保存

- | 谷物质量对猪营养来说是至关重要的。
- | 谷物在每种日粮中的比例将占到 40-85%，因此，应当保证其最佳质量。
- | 收获时谷物的高质量是谷物妥善保存的开端。
- | 为了向家畜提供可利用的谷物，生产者应妥善保存谷物，可采取的步骤为：
 - 保证长期保存的谷物的水分含量应低于 14%，冬季贮存的谷物水分不应高于 16%。
 - 谷物保存温度不超过 82°C，否则将变成褐色，降低赖氨酸的利用率（美拉德反应）、增加碎粒减少干物质含量。
- | 谷物还应当保存于阴凉环境中。
- | 测量谷物仓顶部和底部温度来确定冷却风扇是否能够对整个仓中谷物起作用。
- | 谷物保存的理想温度是-2 - 2°C 之间。
- | 温度大于等于 16°C 是霉菌和害虫活动最理想的温度。
- | 一旦谷仓温度降到长期贮藏的适当温度，可密封空气孔，这样可以防止因季节变化引起的温度波动、春夏季谷物的温度升高及啮齿类动物的破坏。
- | 谷物晒干后挑出细碎的颗粒将提高谷物质量和仓容量，谷物的变质往往是从细碎的颗粒开始的。
- | 这些措施将防止引起霉菌和将来饲喂中出现问题。

脂肪的保存和混合

- | 脂肪的酸败是饲料级油脂最受关注的问题。
- | 脂肪酸败的主要原因是自然氧化，这是由于脂肪暴露于热和光中或与矿物元素反应所产生的自由基引起的。
- | 这些自由基将消耗维生素 E，影响适口性。
检查脂肪的质量，需要分析脂肪的水分、杂质和游离脂肪酸的含量及非皂化性 (MIU) 等。
可以接受的水平是：脂肪酸含量不少于 85%，非皂化物质小于 6%和不溶物少于 1 %。
- | 脂肪的保存温度应不超过 60° C，最理想的温度则是 49° C。
- | 脂肪应当在混合的最后一道工序添加，最好的方法是先将全部原料混合几分钟后添加油脂，然后再混合 2-3 分钟。
- | 抗氧化剂能够延长脂肪的保存时间。
日粮中抗氧化剂的添加量与脂肪添加的质量和数量有关，如果脂肪的质量非常好而且饲料贮存时间不超过 2 个月，则不需要另外添加抗氧化剂。
但是，如果日粮中使用接近变质的油脂（如餐馆回收油），添加抗氧化剂（如乙氧喹基琳，BHA，BHT 等）是很有必要的。

D. 饲料添加剂

1. 抗菌剂

a. 抗生素

- | 一种添加量很小却能够提高生长速度、采食量和饲料转化效率的有机化合物。
- | 仔猪使用抗生素往往可提高 5-15%的经济效益。
- | 当猪在硬地板上饲养时，使用抗生素可更大幅度（10-15%）地提高经济效益。
- | 在猪的日粮中添加抗生素对增重提高的幅度是饲料效率改善程度的两倍。
- | 一种理论认为消化道中抗生素能够提高采食量
- | 猪只在较为清洁的环境中饲养（如网床）时，抗生素所带来的经济效益就会减少（6-10%）。
- | 生长猪(20-70kg)使用抗生素大约可改善 4-6%的经济效益。
- | 肥育猪(70-110kg)使用抗生素的意义不大(0-4%)。
- | 致病微生物有时会对某些抗生素产生耐药性，因此，需要更换成另外一种抗生素或轮换使用几种抗生素。

抗生素作为猪生长促进剂对猪生产性能的影响

	对照	抗生素	提高幅度 (%)
开始阶段(7-25kg)			
日增重 (kg)	0.39	0.45	16.4
饲料 / 增重		2.28	2.1
6.9			
生长阶段(17-49kg)			
日增重 (kg)	0.59	0.66	10.6
饲料/增重	2.91	2.78	4.5
肥育阶段(24-89kg)			
日增重 (kg)	0.69	0.72	4.2
饲料/增重	3.30	3.23	2.2

三个阶段的试验头数分别是 453 头，298 头和 443 头。

摘自 Hays (1977) , Zimmerman (1986) and Cromwell (1991)

b. 氧化锌

- I 氧化锌在许多仔猪日粮中添加到 2000-3000 ppm
 锌能够提高仔猪的生长速度(2800-4200 ppm 氧化锌)
- I 高剂量氧化锌在消化道中的作用相当于抗菌剂
- I 日粮中锌的需要量是大约 100 ppm

锌的添加形式应为氧化锌，其它无机锌没有促生长作用。饲喂高锌日粮的时间不应超过 5 周，仔猪期阶段不应使用高锌日粮。

仔猪料中不同锌添加水平对生产性能的影响

(ppm)	平				
	165	1000	2000	3000	4000
	0-14 日				
日增重 (kg)	0. 16	0. 17	0. 18	0. 19	0. 2
日采食量 (kg)	0. 21	0. 22	0. 23	0. 24	0. 25
饲料/增重	1.39	1.29	1.26	1.30	
1.15					
	14-28 日				
日增重 (kg)	0. 33	0. 35	0. 39	0. 37	0. 36
日采食量 (kg)	0. 60	0. 62	0. 65	0. 72	0. 69
饲料/增重	1.84	1.76	1.72	1.90	1.97
0-28 日					
日增重 (kg)	0. 25	0. 26	0. 28	0. 28	0. 29
日采食量 (kg)	0. 41	0. 42	0. 44	0. 47	0. 46
饲料/增重	1.69	1.60	1.57	1.70	1.66

Smith 等 (1995) 试验猪为 12 日龄，所有日粮中添加安普霉素 和 Mecadax。

c. 硫酸铜

- I 使用含铜 25%的五水硫酸铜在猪日粮中添加 125 至 250 ppm 浓度的铜（硫酸铜 500 to 1000 ppm）作为生长促进剂。
- I 日粮中对铜的需要量大约为 10 ppm。
- I 日粮中添加 125-250 ppm 铜具有抗菌素的特性。

日粮添加硫酸铜对仔猪和生长-肥育猪生产性能的影响

	添加铜的浓度 (ppm)		增加的百分比	
	0		250%	
仔猪 (7-14 kg)				
日增重 (kg)	0.23	0.28	24	
饲料/增重	2.04	1.86	9.7	
生长阶段 (18-56 kg)				
日增重 (kg)	0.67	0.71	6.9	
饲料/增重	2.80	2.70	3.6	
育肥阶段(18-93 kg)				
日增重	0.71		0.74	3.1
饲料/增重	3.18		3.10	2.5

三个时期的试验头数分别为 12 头, 18 头 和 18 头

Cromwell (1991)

对照日粮含约 16 ppm 的铜

- I 与抗生素相似, 添加铜的效果随猪只的体重和日龄的增加而下降。
- I 与添加抗生素效果相似, 在猪日粮中添加高铜改善增重的幅度是饲料效率的两倍。

添加铜锌对断奶仔猪的影响

	对照组	高锌组	高铜组	高锌+高铜组
<u>日增重 (g)</u>				
1 周	184	203	199	207
2 周	295	382	357	372
3 周	440	508	486	497
4 周	578	594	595	583
全程	375	422	409	415
<u>日采食量 (g)</u>				
1 周	278	288	288	295
2 周	503	582	548	561
3 周	744	838	809	831
4 周	1025	1051	1038	1041
全程	637	690	671	681
<u>增重/饲料</u>				
1 周	696	695	683	698
2 周	580	655	654	682
3 周	590	605	601	602
4 周	567	569	577	588
全程	586	611	611	612

Hill 等 (2000)

初始体重为 6.5 kg

所有日粮中都添加四环素

对照日粮中添加约 16 ppm 铜和 180 ppm 锌

高锌日粮含 3000 ppm 锌

高铜日粮大约含 250 ppm 铜

- l 饲喂高锌日粮的第一周，不管日粮中是否含高铜都能获得较高的日增重
- l 饲喂高铜、高锌或二者联合的日粮在日增重、采食量和饲料转化效率等方面均好于对照日粮。
- l 日粮中同时添加高铜和高锌没有叠加效应。
- l 许多生产者在仔猪阶段使用高锌，生长猪阶段则换成高铜。
- l 长期使用这些高铜或高锌日粮时，在土壤中使用动物粪便，可造成铜和锌的污染的问题已受到人们的重视。

2. 日粮补充物

a. 吡啶羧酸铬

- I 有关吡啶羧酸铬的报导：
 1. 提高阉公猪的瘦肉率
 2. 提高受精率和窝产活仔数
- I 研究的结果并不一致
- I 铬是必需微量元素但很少缺乏
- I 铬通过促进胰岛素的作用参加碳水化合物的代谢
- I 无机铬在猪日粮中无效

b. β -肾上腺能激素 (β -兴奋剂)

- I 肾上腺能激素是一种营养重分配剂
- I 三十年前报道，每天给猪注射肾上腺素能够提高增重和氮存留。
- I 重分配剂可将用于脂肪沉积的能量用来生产肌肉。
- I 猪饲喂添加了重分配剂的日粮可提高瘦肉率，增加肌肉沉积，减少脂肪的沉积。
- I 通常在猪上市前 30-40 天使用。
- I 育肥猪在达上市体重前 20-30 公斤开始使用。
- I 必须在上市前一直使用以保持效果，不需考虑停药期。
- I 对猪来说莱克多巴胺是唯一一种被认为是安全、有效并被批准使用的重分配剂。

莱克多巴胺对猪的生长性能和胴体参数的影响

	莱克多巴胺添加量 (ppm)		
	5	10	20
与对照相比提高的百分数	%	%	%
日增重	7.1	8.1	9.8
饲料转化效率	8.0	10.2	12.7
屠宰瘦肉率	2.1	3.8	5.7

莱克多巴胺在 20 ppm 或 18.5 g/吨的效果

- I 提高无脂肪瘦肉的增长 34%
- I 增加蛋白质沉积 24%
- I 降低采食量 5%

- | 提高饲料转化效率 14%
- | 减少背膘厚度 14%

c. 酶制剂

- | 葡聚糖酶、戊聚糖酶和蛋白酶在猪日粮中的使用的试验结果差异很大；
- | 目前猪的日粮中很少使用酶来提高蛋白质和碳水化合物的消化率；
- | 葡聚糖酶很少用于小麦或玉米日粮中；
- | 在猪日粮中添加这些酶，与家禽比较而言效果不佳的可能原因是，猪大肠的发酵能力更强；
- | 猪大肠发酵产生的挥发性脂肪酸在猪的总能量需要中占很重要的一部分。

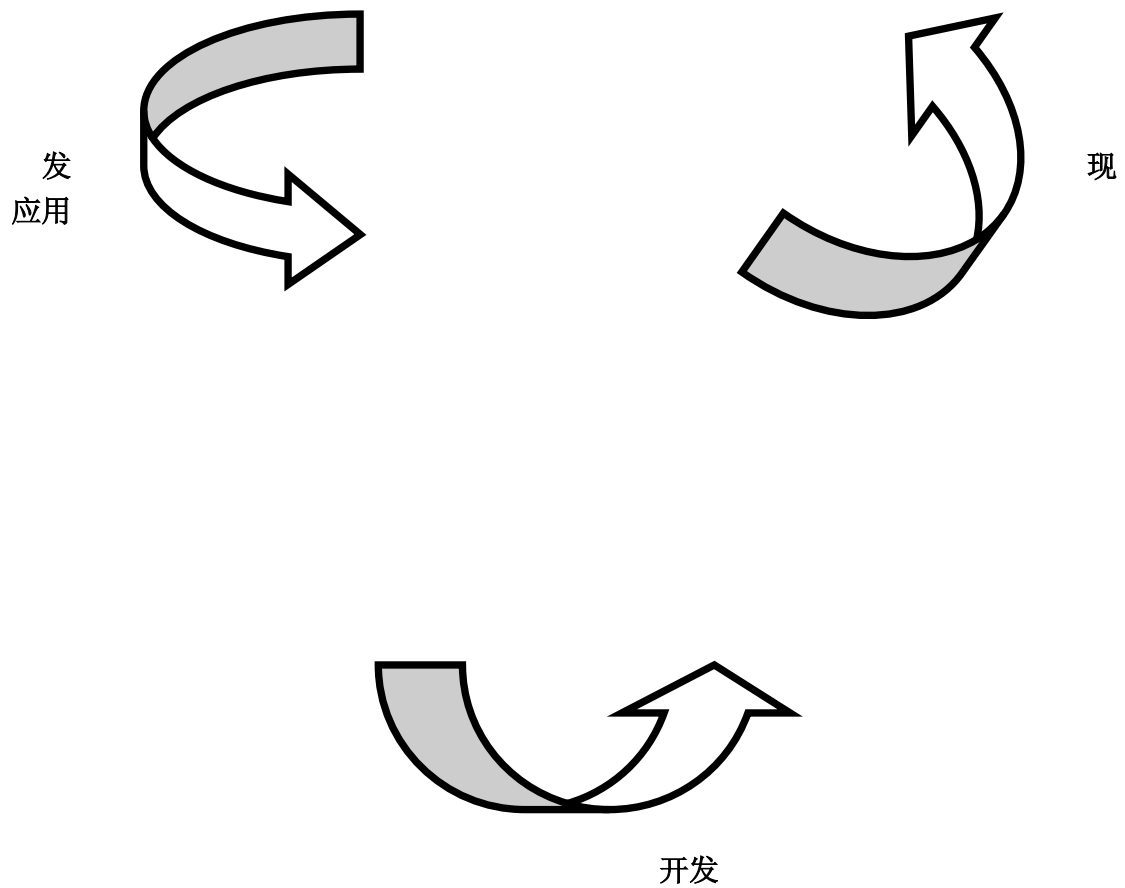
d. 调味剂

- | 添加调味剂对提高采食量几乎没有益处，除非是为了掩盖旧饲料原料造成的不良味道。
- | 在含有奶制品、有机酸、鱼粉、猪血浆蛋白粉或干燥蛋类产品的仔猪料中添加调味剂的效果不显著，其原因是这些原料本身就能够提高采食量。
- | 贮存时间超过一年的玉米或其它谷物将降低适口性。
- | 常用的调味剂有：巧克力、茴香、奶酪、牛奶和水果香味剂。

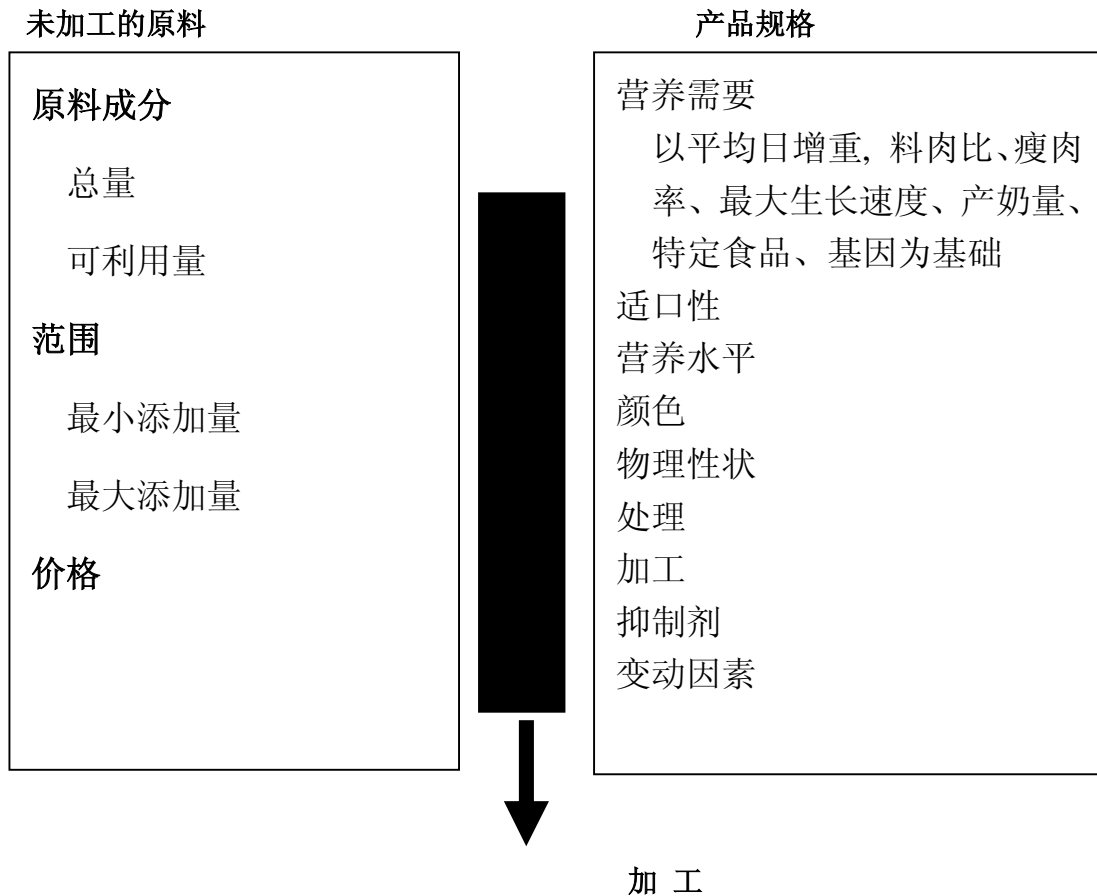
E. 饲料原料评估

未来饲料工业的竞争将主要在于新技术应用的速度

技术循环



最佳饲料配方:



需考虑的未加工原料:

在评价一种原料在饲料配方中潜在作用的时候, 应充分考虑许多因素。这些因素能显著影响猪的生产性能:

- | 考虑每个生长阶段饲料原料的组成。
- | 独特属性如低植酸盐、球蛋白、乳糖、高赖氨酸或高油。
- | 营养物质的生物学利用效率。
- | 适口性
- | 密度/重量
- | 气味/香味
- | 外来物质的存在 (通过肉眼或显微镜观察)
- | 对猪的毒性
- | 抗营养因子

- | 对最终饲料物理形状的影响如颗粒质量、粉料的结块
- | 流动性；处理和粉碎难易程度；对人类健康的危害
- | 营养浓度的变异性；可消化养分的变化。全球性变化；地方性变化和历史性变化
- | 霉菌毒素(各生命阶段的种类及易感性)
- | 保存的需要；粉碎后的稳定性，易氧化性
- | 可能使肉的适口性下降，如鱼油
- | 可能影响到胴体质量和脂肪，如不饱和脂肪酸
- | 对动物粪便的一致性和颜色的影响，如血粉、硫酸
- | 最终日粮的颜色，减少配方变异的因素
- | 生物安全性，如肉粉和脂肪等可在加工或运输过程中被污染
- | 加工/制粒的影响等，如添加酶制剂
- | 晶体氨基酸，最大添加水平
- | 经济价值.
- | 有关产品质量监控的速度、精确度和成本

目标是有预见性地使猪发挥生长、繁殖的遗传潜力，提高肌肉数量和质量。

饲料质量

“如果提供的饲料数量少于动物的需要量或饲料的质量不是最佳，则动物遗传潜力就得不到最大程度的发挥”。… Comstock 等 (1942)

变化是令人不安的

“我们的困境在于我们讨厌变化，同时却又热爱变化；我们想一切如故，但又要变得更好。” …Sidney Harris