



农副产品蛋白质饲料资源教育部工程研究中心
Engineering Research Center of Feed Protein Resources
on Agricultural By-products, Ministry of Education

教槽料的系统开发

——营养、原料和工艺

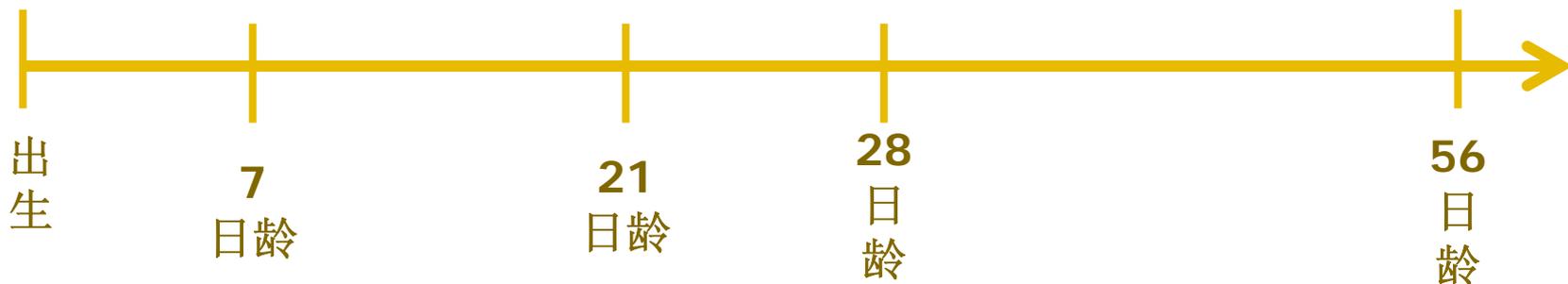
丁斌鹰

教育部农副产品蛋白质饲料资源工程研究中心
武汉轻工大学动物科学与营养工程学院



教槽料

- 教槽料俗称补料，也有人称之为教乳猪学会吃料的饲料、乳猪代乳料或乳猪开口料。



21日龄断奶
系列产品



28日龄断奶
系列产品

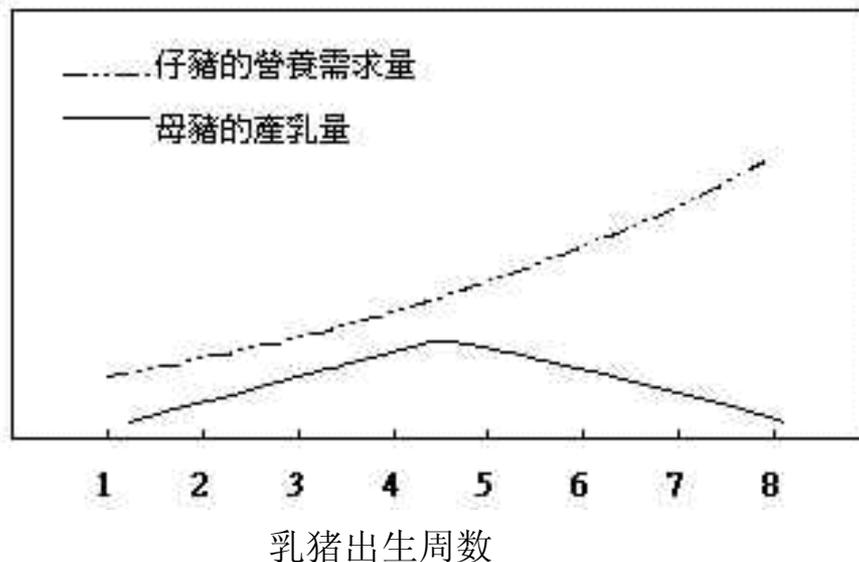




教槽料的目的

- 弥补奶水不足，促进乳猪生长发育，教会乳猪吃饲料，缓解乳猪断奶综合症，提高乳猪断奶体重。

图1 母猪产乳量与乳猪营养需求量关系





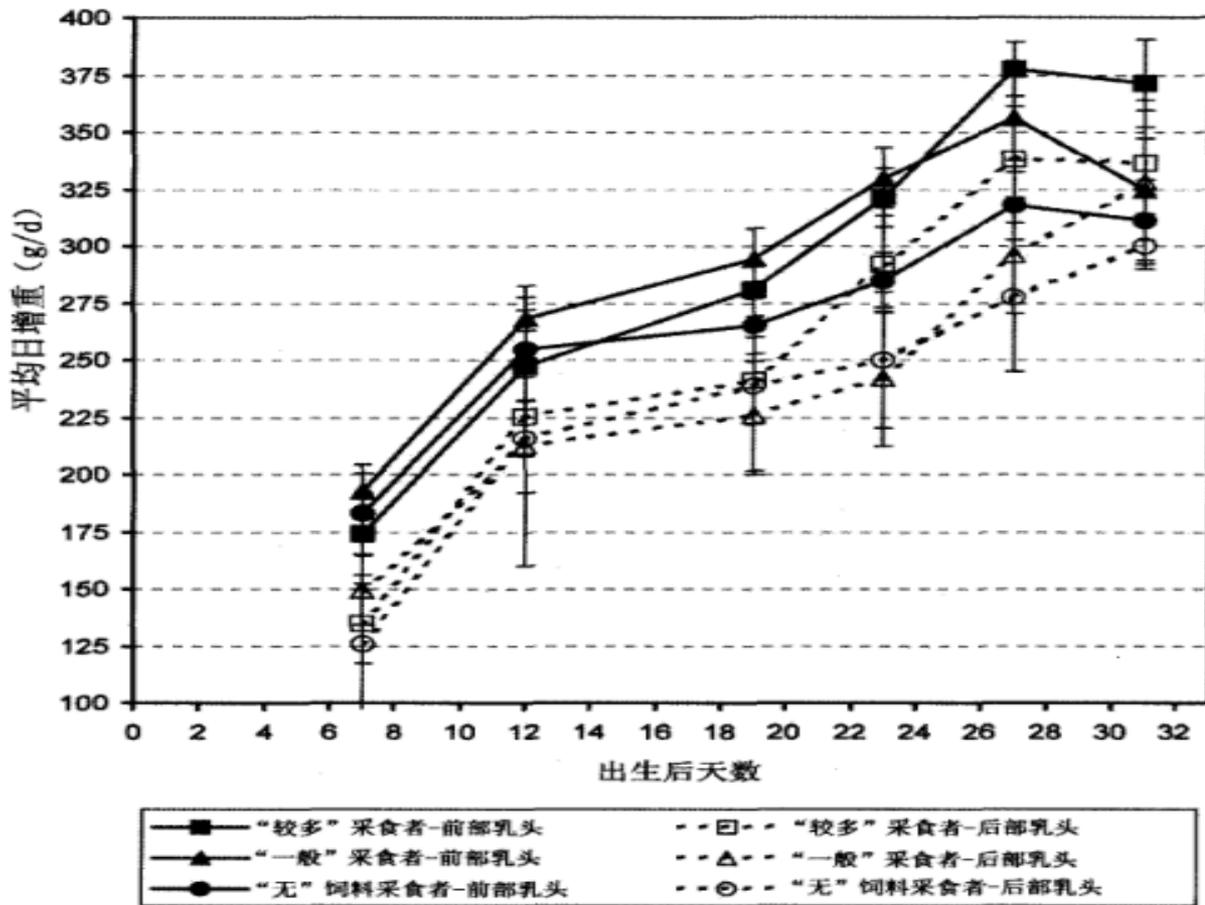
教槽料的目的

日龄	生长潜力 (kg/头)	母乳需要量 (kg/10头)	泌乳量 (kg/10头)	实际体重 (kg/头)
第1天	1.3	3.5	4.0	1.3
第7天	2.5	6.5	6.0	2.4 (-0.1)
第14天	4.5	11.5	8.0 (-3.5)	3.8 (-0.7)
第21天	7.0	14.0	9.0 (-5.0)	5.5 (-1.5)
第28天	10.0	16.0	8.0 (-8.0)	7.0 (-3.0)

母猪分泌的乳汁，1周后就不能满足仔猪最大生长度的需要。



教槽料的目的



哺乳期间较多或一般饲料采食量的仔猪比无或较少饲料采食量的仔猪获得更好的平均日增重。
。（冯占雨 译，2012）

图 2 哺乳期内按教槽料采食量所分的类别以及占据乳头的次序对仔猪平均日增重的影响





教槽料的目的

Items	BNL		HNL		SEM
	IUGR	NBW	IUGR	NBW	
Initial wt (kg)	1.68 ^a	2.76 ^b	1.68 ^a	2.80 ^b	0.19
Final wt (kg)	5.34 ^a	7.74 ^c	6.32 ^b	9.01 ^d	0.64
Net wt gain (kg)	3.66 ^a	4.99 ^b	4.62 ^b	6.14 ^c	0.55
ADG (g/d)					



最新研究表明:

仔猪7日龄断奶，配方乳饲喂，21天后达9.0 kg



教槽料的目的

- 提高母猪繁殖利用率。

泌乳期在 3 ~ 4 周之间的母猪断奶至发情间隔最短。

图 1. 断奶日龄对断奶至发情间隔 (WEI) 的影响

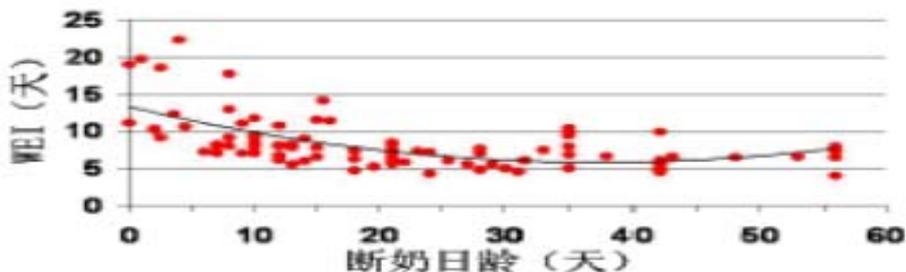
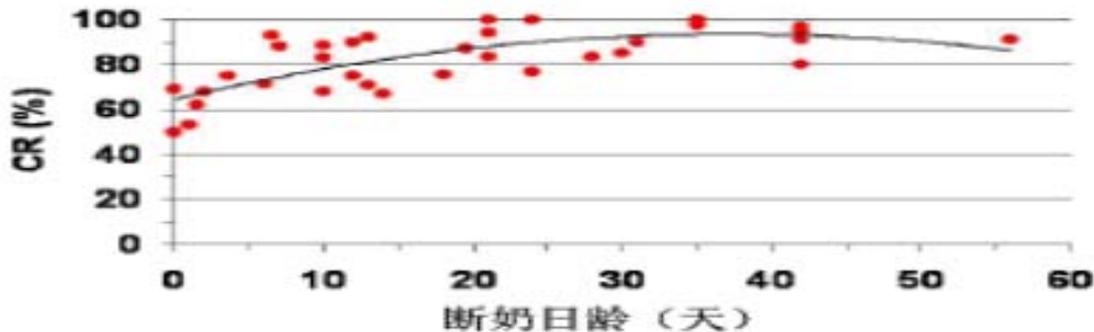


图 3. 断奶日龄对受孕率 (CR) 的影响



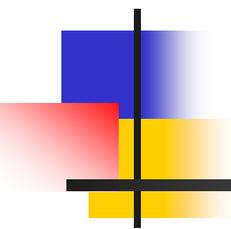
21 ~ 25日龄断奶，
母猪受孕率较高。



教槽料的目的

- 还有……





教槽料的系统开发：营 养



泛华生物

猪乳汁成分 (Bowland 1966)

成份	正常乳		初乳
	平均含量	范围	范围
总固形物, %	19.4	17.1-25.8	22.0-33.1
脂肪, %	7.2	3.5-10.5	2.7-7.7
蛋白质, %	6.1	4.4-9.7	9.9-22.6
乳糖, %	4.8	2.0-6.0	2.0-7.5
灰份, %	0.96	0.78-1.30	0.59-0.99
钙, %	0.21	0.12-0.35	0.05-0.08
磷, %	0.14	0.10-0.19	0.08-0.11
维他命A(微克 / 100毫升)	—	15-255	44-144
维他命D(国际单位 / 100毫升)	10	—	—
维他命E(毫克 / 100毫升)	0.14	—	—
维他命C(毫克 / 100毫升)	14.6	11.0-24.6	—
维他命B1(微克 / 100毫升)	65	60-71	56-97
维他命B2(微克 / 100毫升)	355	137-820	45-650
泛酸(微克 / 100毫升)	405	190-568	130-680
菸硷酸(微克 / 100毫升)	741	430-903	165-167
维他命B6(微克 / 100毫升)	20.0	—	2.5
生物素(微克 / 100毫升)	1.4	—	5.3
维他命B12(微克 / 100毫升)	0.14	—	0.15
叶酸(微克 / 100毫升)	390	—	—





泛华生物

猪乳汁成分

表2. 母猪乳汁中蛋白质的含量(克 / 100毫升)

分娩後小时数	总蛋白质	β —球蛋白	γ —球蛋白
0	19.6	3.7	8.6
1	18.8	3.4	8.2
2	15.7	3.0	6.8
3	14.3	2.7	6.0
4	12.7	2.6	5.2
6	10.5	2.1	3.9
8	8.6	1.9	2.9
11	6.1	1.5	2.0
13	5.1	1.2	1.6
16	4.3	1.0	1.2
24	4.1	1.0	0.9
分娩後天数			
2	3.5	0.9	0.7
7	3.3	0.9	0.5
14	3.3	0.9	0.5
21	3.3	0.9	0.5
28	3.3	0.9	0.5

来源: Bourne 1969





猪乳汁成分

表3. 母猪乳汁中矿物质的含量

元素	含量
钙	2.13克 / 公斤
磷	1.54克 / 公斤
钾	1.00克 / 公斤
钠	0.34克 / 公斤
镁	0.20克 / 公斤
氯	1.0克 / 公斤
铁	1.33毫克 / 公斤
锌	4.94毫克 / 公斤
锰	0.38毫克 / 公斤

来源： Perrin et al., 1995； Guegen, Salmon-Legagneur 1959；
Pond et al., 1965； Plumlee et al., 1956.



猪乳汁成分

表4. 母猪初乳及正常乳中不饱和脂肪酸的含量

不饱和脂肪酸	初乳	正常乳
癸酸(C10: 0)	—	0.2
月桂酸(C12: 0)	—	0.3
肉豆蔻油酸(C14: 0)	1.4	3.3
软油酸(C16: 0)	22.5	30.3
棕榈油酸(C16: 1)	5.0	9.9
硬脂酸(C18: 0)	5.7	4.0
橄榄油酸(C18: 1)	41.7	35.3
亚麻油酸(C18: 2)	20.9	13.0
次亚麻油酸(C18: 3)	2.4	2.5
其它不饱和脂肪酸	0.4	1.2

源自: de Man and Bowland 1963; Tollerz and Lindberg 1965.

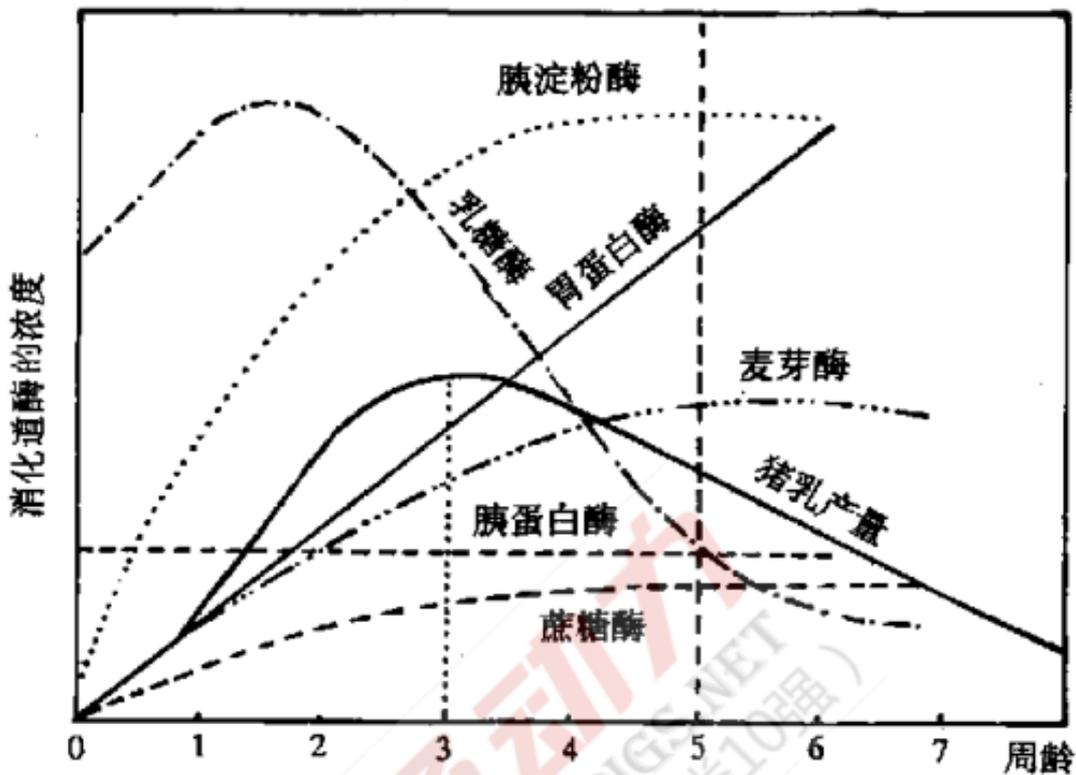


乳汁与饲料的差异

	乳汁	饲料
蛋白来源	乳蛋白	植物蛋白
采食频率	经常	不经常
碳水化合物	简单	复杂
蛋白分子结构	小分子	大分子
脂肪粒	小	大
生长因子	存在	不存在
抗体	存在	不存在



乳猪消化酶活性变化





教槽料营养目标

- 容易消化和吸收
- 满足仔猪的营养需要
- 没有抗营养特性
- 有助于肠道的适宜发育
- 尽可能预防腹泻/下痢
- 刺激免疫系统发育
- 促进肠道和整体健康



泛华生物

营养对策

- 乳制品、动物蛋白
- 添加乳糖及替代品
- 酶解蛋白
- 短链脂肪
- 肠营养素
- 免疫球蛋白制品





乳猪营养标准

■ 每日采食量确定能量设计水平

国家	体重kg	采食量g/d	消化能日需要量Kcal/d	能量设计水平Kcal/kg
中国（2004）	3-8	300	1005	3350
美国NRC （1998）	5-10	500	1690	3380
美国NRC （1998）	5-10	300	1690	5630
美国NRC （2012）	5-7	280	1690	3542
日本（1998）	5-10	380	1410	3710



泛华生物

乳猪营养标准

■ 蛋白营养水平的确定

制订单位	体重kg	蛋白水平推荐量%
NRC (1998)	3-5	26.0
	5-10	23.7
	10-20	20.9
农业行业标准 (NY/T65-2004)	3-8	21.0
	8-20	19.0

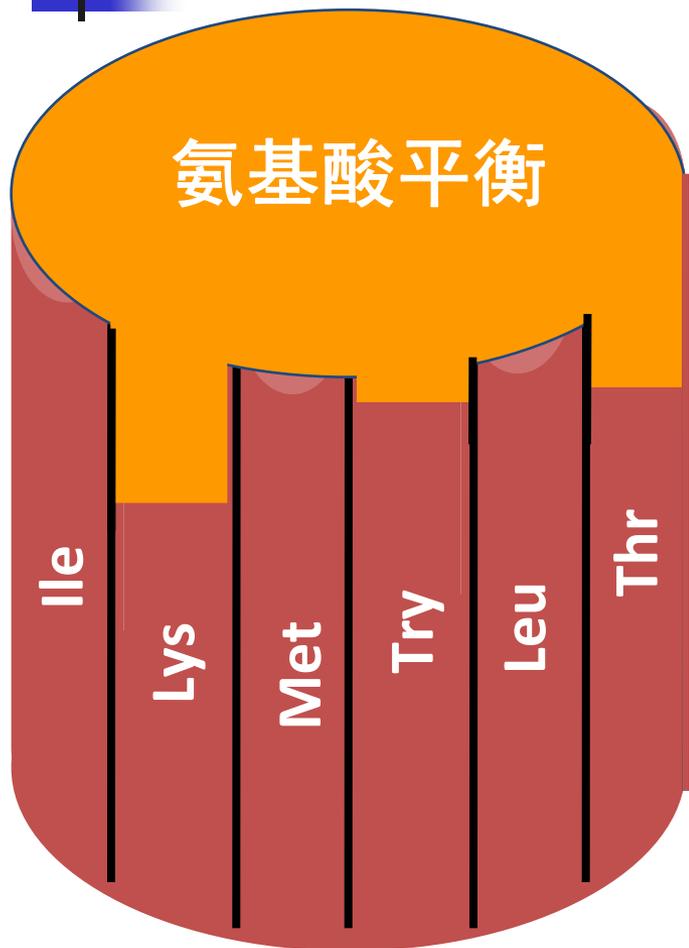
生产实际呢？

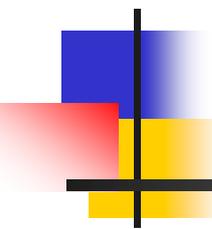




泛华生物

乳猪营养标准





教槽料的系统开发：原料



能量饲料选择原则

- 适口性好
- 质量高、稳定
- 非淀粉多糖低
- 抗营养因子低
- 净能含量高
- 消化率高



泛华生物

常用能量来源

谷物

玉米

膨化玉米

碎米

糖

乳糖

蔗糖

葡萄糖

右旋葡萄糖

油脂

椰子油

玉米油

大豆油

乳清粉

短、中链脂肪



玉米

- 选择标准:

- 原料产地、饱满度（与NSP含量关系）、不完善粒比重

- 检测指标:

- 色泽与气味、新鲜度、水分、杂质、容重、粗蛋白、生霉比例、霉菌总数、脂肪酸值





乳清粉

- 教槽料中乳清粉用量一般在10%以上，有研究报道，当乳清粉添加量达20%-25%时，仔猪生产性能表现最佳。
- 检测指标：
 - 色泽与味道、杂质、水分、粗蛋白、乳糖、盐分、粗脂肪、粗灰分、钙、磷





乳糖

- 日粮中乳糖水平的提高也可线性提高仔猪的生长性能，出于成本等因素的考虑，教槽料中一般添加3%~15%的乳糖。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、新鲜度、水分、杂质、乳糖





油脂

3周龄仔猪，试验期3周，油脂添加量10%

	椰子油组 <i>Coconut oil</i>	鱼油组 <i>Fish oil</i>	猪油组 <i>Lard</i>
ADG, g	235.78 ± 8.70^{Bb}	181.22 ± 7.52^{Aa}	173.98 ± 10.93^{Aa}
ADFI, g	496.11 ± 9.62	497.94 ± 14.47	495.41 ± 12.11
G/F	2.14 ± 0.08^{Aa}	2.70 ± 0.07^{Bb}	2.96 ± 0.15^{Bb}

椰子油提高了仔猪日增重，改善了料肉比。

■ 检测指标：

- 色泽与气味、水分、酸价、碘价、过氧化值



断奶仔猪饲料脂肪的理想模式

Gu & Li, 2003, Anim Feed Sci. Tech., 109 : 151-170

由动植物脂肪的配合，
模拟母乳脂肪酸组成所配制的日粮脂肪，
如果经济可行，
可有效地作为断奶仔猪和生长猪饲料脂肪补充物

(Table 4), which could be replaced by long- and medium-chain fatty acids from plant oil in Diet B. Therefore, dietary fats formulated with combinations of various animal fats with plant oils to resemble the fatty acid composition of sow milk fat could be effectively used as supplementary fats in the diets of weaned and growing pigs if economics were favourable. However, there are contrary findings. Chi and Lepine (1993) supplemented the diets of piglets weaned at 3 weeks old with 100 g maize oil, coconut oil, tallow or MCFAs/kg 3 weeks and found that the MCFA group had the lowest average daily weight gain of all the treatments. Fakler et al. (1993) similarly reported that supplementing the diets of weanling piglets with 80 g MCFAs or coconut oil/kg resulted in average daily



泛华生物

猪理想脂肪模式

<C12:0	0.3-0.5%
C16:0	30%
C18:0	<5%
UFA/SFA	3.0-3.5
磷脂:	4-5%



蛋白原料选择原则

- 适口性好，消化率高
- 质量高，稳定性强
- 抗营养因子少
- 氨基酸比例平衡
- 降解产生小肽的速度快



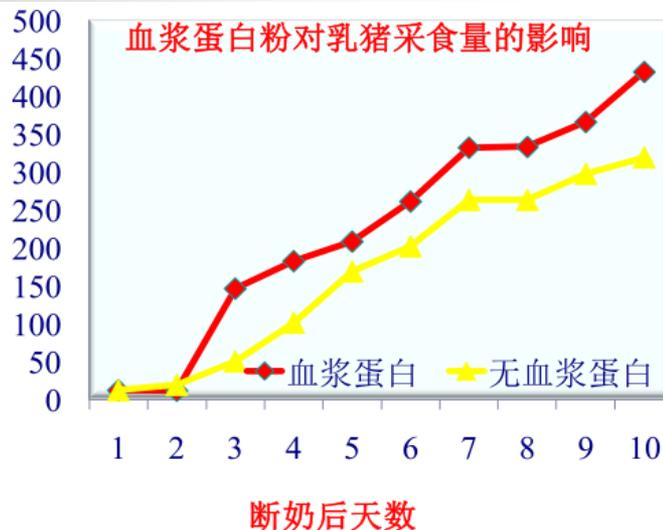
常用蛋白原料

- 动物蛋白
 - 血浆蛋白粉
 - 脱脂奶粉
 - 乳清浓缩蛋白
 - 高品质鱼粉
 - 鱼溶浆蛋白粉
 - 肠膜蛋白粉
 - 鸡蛋粉



血浆蛋白粉

- 对饲料采食量有明显的改善作用，教槽料中血浆蛋白粉添加量一般为3%-10%。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、溶解性、凝胶试验、新鲜度、水分、灰分、粗蛋白、氨基酸





脱脂奶粉

- 过去大多断奶仔猪日粮中通常使用10%~25%的脱脂奶粉。但是脱脂奶粉价格较高，且酪蛋白具有降低仔猪采食量的缺陷。目前一般采用血浆蛋白粉来代替脱脂奶粉。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、杂质、水分、粗蛋白、粗脂肪、酸度、不溶指数、细菌总数。





乳清浓缩蛋白

- 乳清蛋白是含硫氨基酸(半胱氨酸、蛋氨酸)的良好饲料来源。有研究表明, 高蛋白(78%)浓缩乳清蛋白可能与动物血浆蛋白粉功效相似。教槽料中添加量一般为0-30%。
- 检测指标:
 - 色泽与气味、杂质、水分、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、乳糖





进口鱼粉

- 进口鱼粉的蛋白质含量一般在60%~70%，最好的鱼粉来自美国(精选鲱鱼鱼粉)、欧洲(低温挪威鱼粉)和智利(低胺产品)，已经证明这些鱼粉是仔猪优良的蛋白质来源。仔猪开食料中一般用3%~6%的高品质鱼粉。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、杂质、水分、粗蛋白、真蛋白、粗脂肪、粗灰分、盐分、新鲜度、钙、磷、氨基酸





鱼溶浆蛋白粉

- 鱼溶浆蛋白粉（也称鱼溶浆蛋白肽粉、生化鱼粉）是以深海鳕鱼排为主要原料，经蒸煮、磨浆、压汁、浓缩、低温喷雾干燥而成的粉末状产品。鱼溶浆蛋白：易消化的高能优质蛋白，富含小肽和游离氨基酸、牛磺酸（2.5%）、甜菜碱、核苷酸、其他未知生长因子。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、水分、粗蛋白、粗淀粉、粗脂肪





猪水解肠膜蛋白粉

1. 生物安全性：完全源于猪小肠，医用肝素产品的副产物；不受任何病菌的污染；高温和长时间的酶解确保胃肠炎病毒，伪狂犬病毒等等失活；
2. 低灰分含量：高灰分含量可能导致腹泻；
3. 低脂肪含量：在碱性条件下水解，小肠副产物所含有的脂肪可能与碱反应生成皂化脂肪，尤其是C18:0的饱和脂肪酸盐，难以消化吸收
4. 小肽的含量：含量高
5. Lys: 3.5%

粗蛋白	50.0 %
粗脂肪	2.0 %
粗纤维	5.0 %
灰分	18.0%
钙	0.42 %
磷	0.49 %
猪代谢能	3.65 Mcal/kg
猪消化能	3.95 Mcal/kg



鸡蛋粉

- 鸡蛋粉蛋白48%、脂肪38%，氨基酸的组成结构远远优于牛奶和血浆。
- 美国100多份报告指出，鸡蛋粉比血浆可多提高30%的采食量。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、水分、粗蛋白、粗脂肪、溶菌酶等免疫活性物质



常用蛋白原料

- 植物蛋白
 - 去皮豆粕
 - 大豆深加工产品
 - 大豆浓缩蛋白
 - 发酵豆粕
 - 膨化大豆粉
 - 马铃薯蛋白
 - 大米蛋白粉
 - 谷朊粉



去皮豆粕

- 去皮豆粕中含许多抗营养因子，但是在早期日粮中添加低水平（10%至15%）的豆粕，以培养仔猪适应大豆蛋白的能力。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、水分、粗蛋白、粗纤维、粗灰分、蛋白溶解度、脲酶活性、黄曲霉素





大豆深加工产品

- 大豆分离蛋白、大豆浓缩蛋白、发酵豆粕和膨化大豆粉，添加量一般均为0 ~ 7.5%。
- 检测指标：

产品	检测指标
大豆浓缩蛋白	色泽与气味、水分、粗蛋白、粗灰分、脲酶活性、蛋白溶解度
膨化大豆	色泽与气味、水分、粗蛋白、粗灰分、脲酶活性、蛋白溶解度、粗脂肪、酸价





泛华生物

发酵豆粕一般指标

成分	含量	成分	含量
水分	6~10%	真蛋白率	95%
粗蛋白	≥50%	乳酸	≥3.0%
粗脂肪	≤2.0%	抗原	< 1000ppm
粗纤维	≤4.0%	大豆低聚糖	< 1.0%
粗灰分	6.5%		
pH值	3.5~5	分子量> 12500	5%
0.2%碱溶蛋白	≥73%	分子量< 1248	95%

**Agilent 2100
Bioanalyzer**
蛋白质分子量分析利器

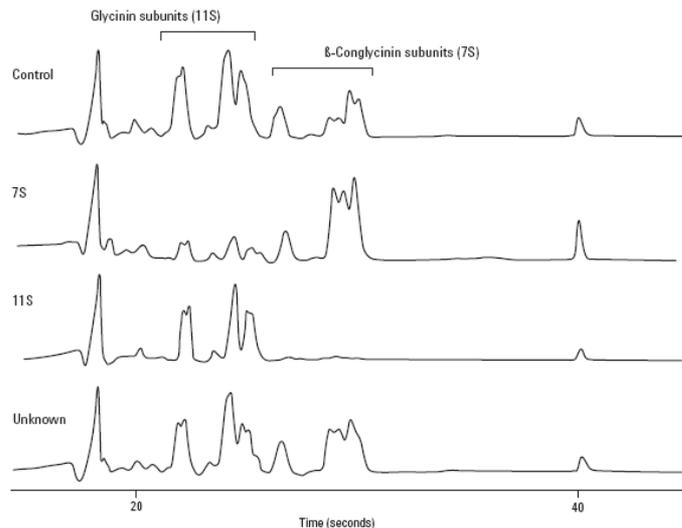


Figure 1. Electropherograms of soya protein extracts.





马铃薯蛋白粉

- 马铃薯蛋白粉不仅含有丰富的蛋白质（58%），而且其氨基酸组成相当均衡，可与脱脂奶粉和鱼粉媲美，富含谷氨酰胺。此外，其灰分含量也相当高（3-4%），其中磷的含量是钙的4倍。教槽料中添加量一般为0 ~ 7.5%。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、水分、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、粗纤维



大米蛋白粉

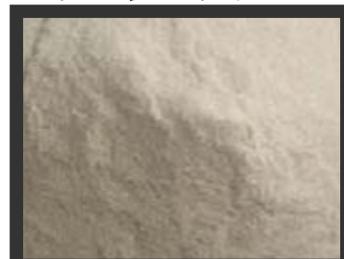
- 大米蛋白粉大米蛋白是一种营养价值极高的蛋白质，其必需氨基酸构成完整，**精氨酸含量高(5.9%)**，但与动物蛋白比较，其赖氨酸、苏氨酸相对缺乏。教槽料中添加量一般为0 ~ 15%。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、水分、粗蛋白、氨基酸、粗灰分、粗脂肪、溶解性





谷朊粉

- 谷朊粉又称小麦活性面筋，其蛋白质(主要是麦醇溶蛋白和麦谷蛋白)含量高达80%以上，内含多种氨基酸及丰富的钙、磷、铁等矿物质。谷朊粉在30~80℃温度范围内吸水量能够达到自身2倍，将其添加到饲料中能够提高饲料保水性，有效减少水分流失。
- 检测指标：
 - 色泽与气味、水分、粗蛋白、粗灰分、粗脂肪

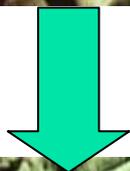




泛华生物

肠营营养素选择原则

Before weaning



After weaning



- 保护乳猪肠道粘膜
- 促进肠道有益菌生长
- 增强机体免疫力
- 降低乳猪腹泻发生率



常用肠营养素

- 丁酸甘油酯（短链脂肪酸酯）
- 中草药植物提取物
- 寡糖
- 微生态制剂
- 复合酶
- 酸化剂
-



①丁酸甘油酯

- 肠黏膜缺乏燃料——肠细胞内源性饥饿→ 肠炎、 结肠癌；丁酸是肠黏膜重要燃料（杨丽杰，2006）；
- 丁酸→有效能量→促进肠黏膜发育与粘膜损伤的修复（Roediger W.H, 1980； Sakata, 1987）。





丁酸甘油酯特性

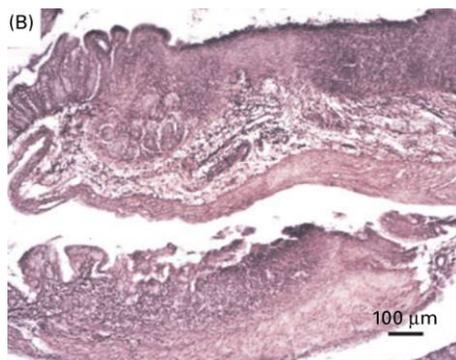
- **天然性：**天然存在于母乳中
- **性质稳定：**耐酸、耐热
- **吸收率高：**肠道内的吸收率高达98%（Davis, 1930）
- **不增加小肠渗透性：**肠黏膜渗透性增加易导致细菌或毒素进入（DeMichele, 1995; Stein, 1999）。



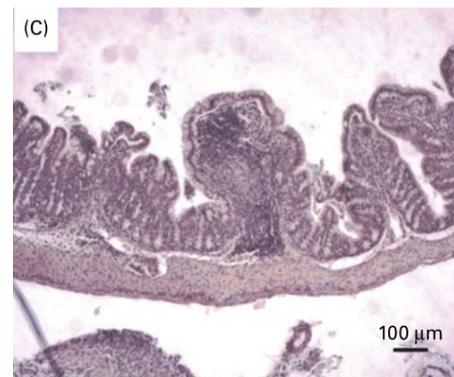
丁酸甘油酯具有防治结肠炎的作用



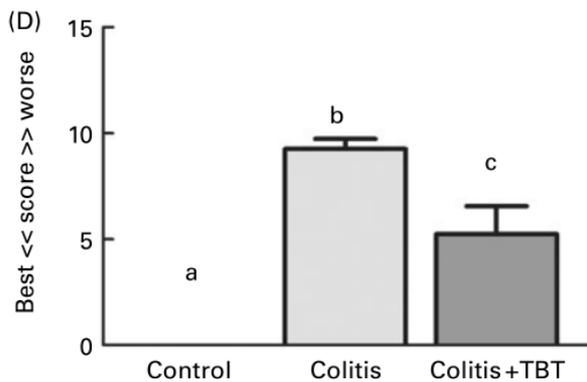
control



colitis



Colitis+TBT



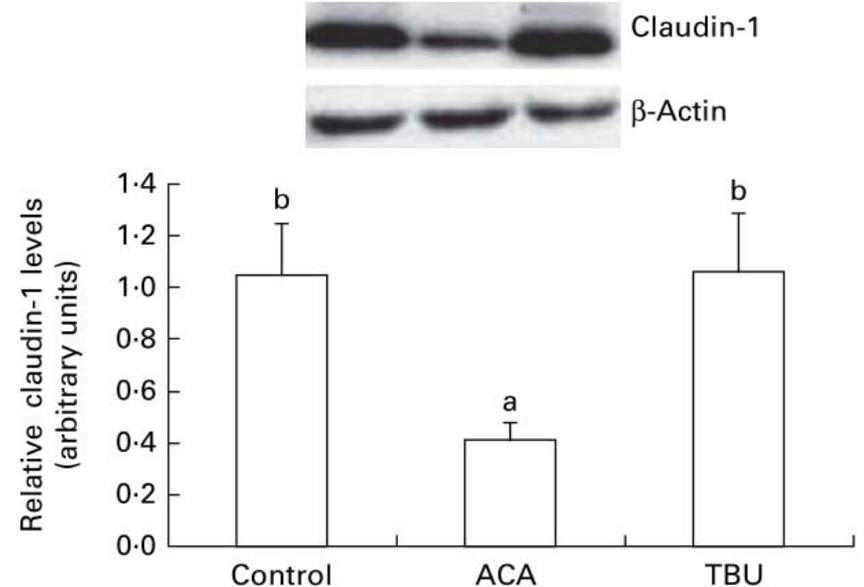
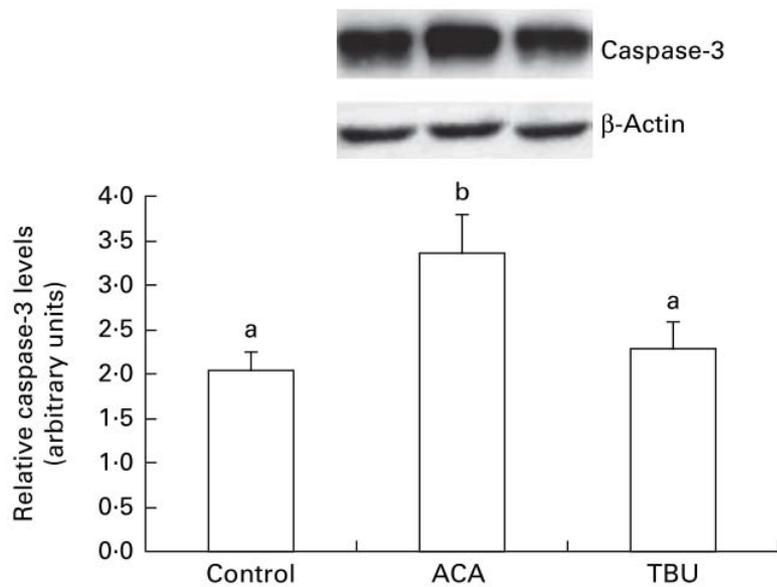
组织病理学成分

Alda等（2013）利用葡聚糖硫酸钠建立大鼠结肠炎病理模型，试验分为三个组，对照组、结肠炎组，结肠炎+丁酸甘油酯（TBT）组。

从图A、B、C、D，可以看出，丁酸甘油酯可以显著降低结肠炎病理学成分，减轻炎性反应，保护肠道粘膜。



丁酸甘油酯具有缓解肠道炎症的作用



Control: 饲喂基础日粮+直肠灌注生理盐水

ACA: 饲喂基础日粮+直肠灌注乙酸

TBU: 饲喂基础日粮+0.1%丁酸甘油酯+直肠灌注乙酸

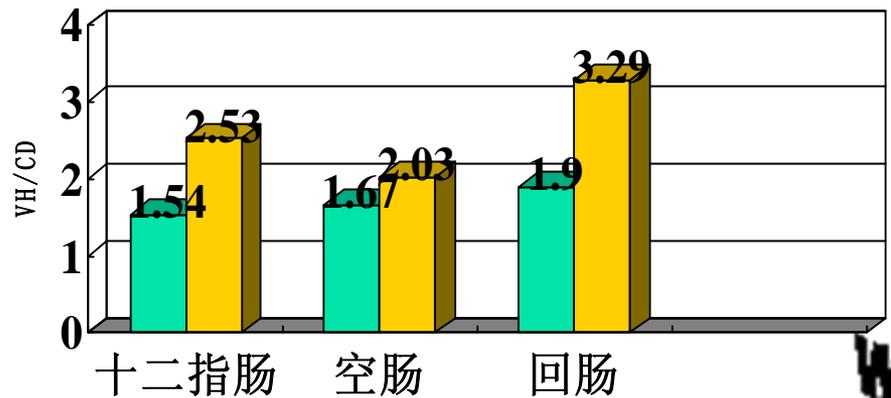
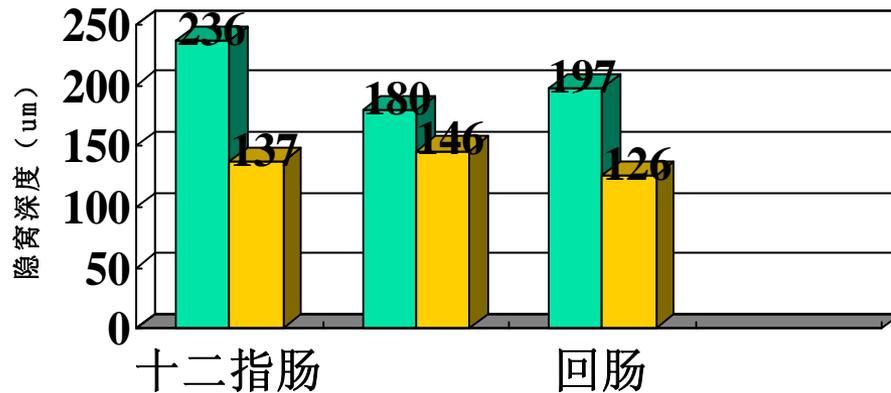
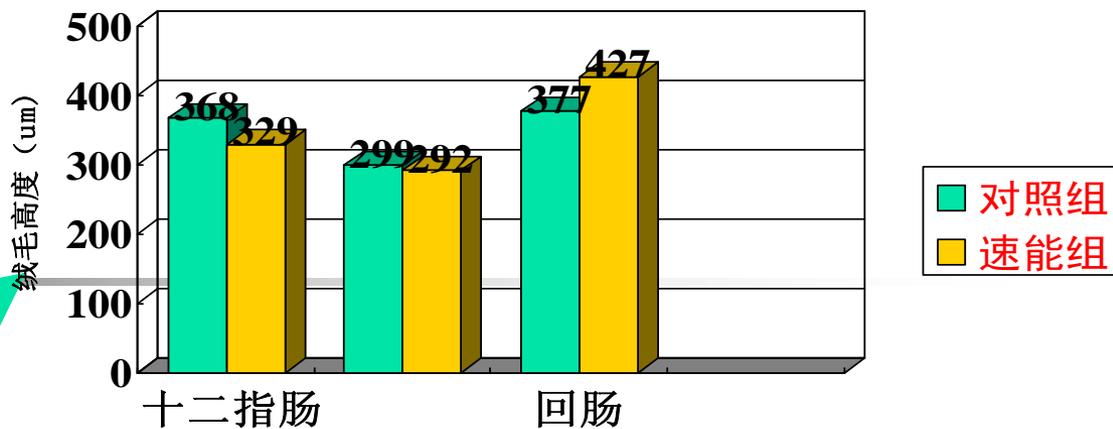
Yongqing Hou等（2014）通过直肠灌注乙酸建立仔猪肠道炎症病理模型，试验结果表明，丁酸甘油酯（TBU）可以减缓肠道炎症，可能与丁酸甘油酯可以抑制细胞凋亡，促进紧密连接蛋白的表达有关。



泛华生物

速能
对21d断奶
仔猪小肠
形态的
影响

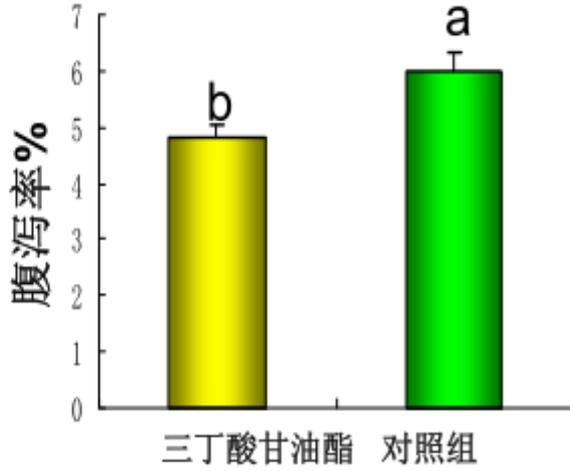
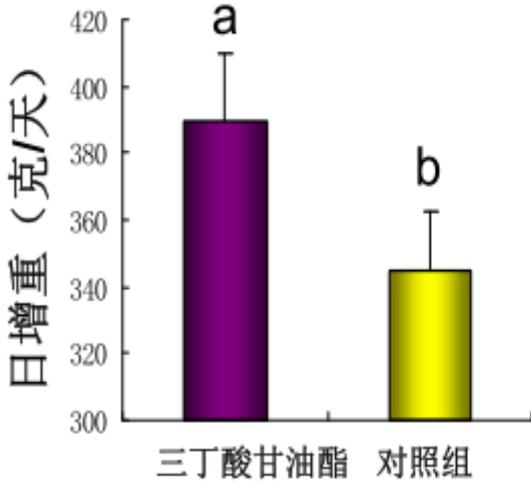
速能主要成分：丁酸甘油酯
(侯永清等，2005)





泛华生物

开发的专利产品三丁酸甘油酯，能为仔猪肠黏膜提供高效能源，提高日增重12%和饲料报酬11%，降低腹泻率15%。



三丁酸甘油酯提高日增重，降低腹泻率



Asian-Aust J Anim Sci, 2006, 19:1470-1477, 专利: ZL03128368.3



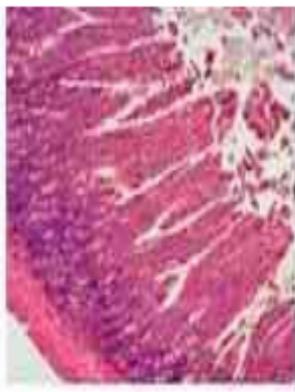


② 中草药植物提取物

植物的提取物（如黄芩、儿茶等）促进ASP的生成，调节肠道分泌功能，降低腹泻发生率。

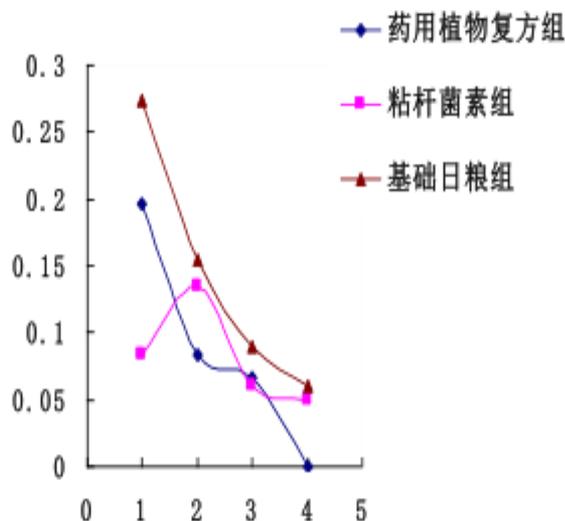


多糖组

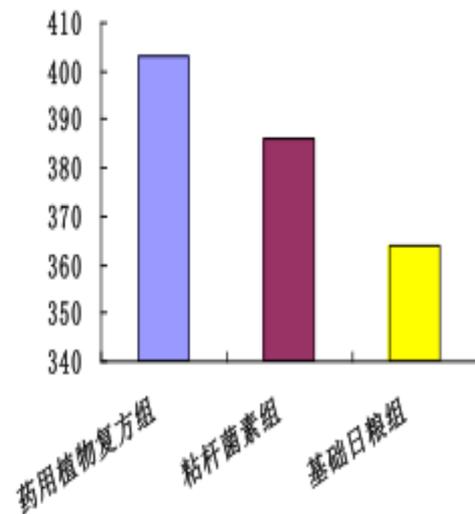


对照组

多糖改善了仔猪肠黏膜结构



腹泻指数 (1~4周)



料重比



肉桂油

肉桂精油的最小抑菌活性

肉桂精油浓度/ (mL · L ⁻¹)	大肠 杆菌	枯草芽 孢杆菌	藤黄节 杆菌	啤酒 酵母	面包 酵母	青霉
0.2	—	—	—	—	—	—
0.1	—	—	—	—	—	—
0.05	—	+	+	—	+	—
0.025	+	+	+	+	+	+
0.012	+	+	+	+	+	+

肉桂油对大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、酵母菌、青霉均有较好的抑菌活。（王步江，2011）



柠檬草油

柠檬草精油对供试菌种抗菌圈的测定

供试菌种 Microorganisms	抗菌圈直径 Antimicrobial zone diameter/mm
白色念珠菌 <i>C. albicans</i>	29.7 ^a ± 0.7
枯草芽孢杆菌 <i>B. subtilis</i>	23.7 ^b ± 0.7
金黄色葡萄球菌 <i>S. aureus</i>	23.5 ^b ± 1.7
大肠杆菌 <i>E. coil</i>	10.0 ± 0.8
L. S. D., $P = 0.05$	1.79

注：不同字母表示在 $P = 0.05$ 水平上有显著差异；每个数值为 3 个重复的平均值 ± 它们的标准差。

柠檬草油对白色念球菌、枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌均有较好的抑菌活性，其中对白色念球菌的抑菌活性最强。（杨森艳，2005）



百里香油

百里香油、百里香酚、香芹酚对大肠杆菌的抑菌作用

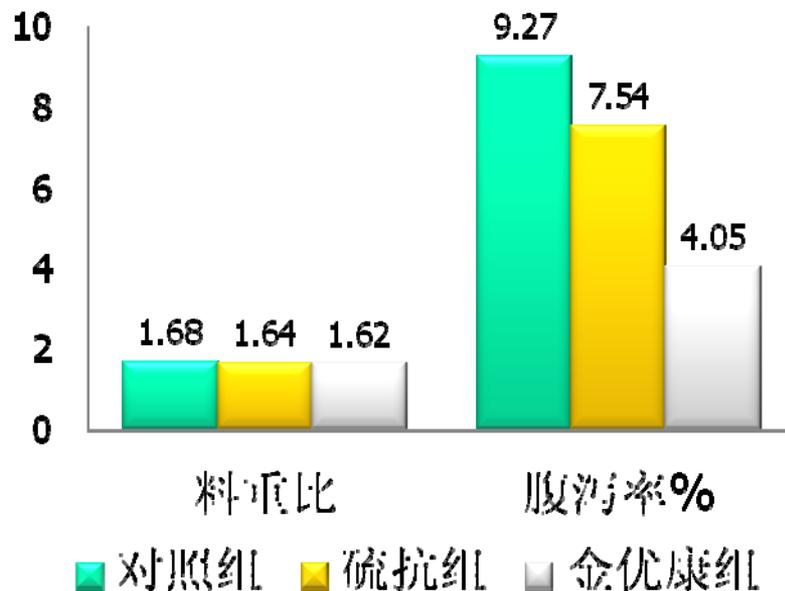
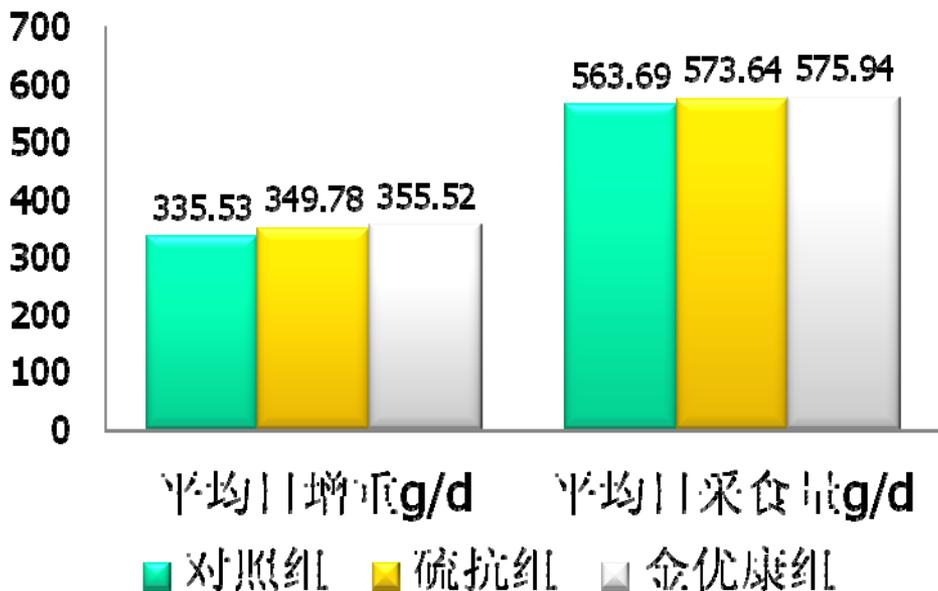
添加浓度($\mu\text{g}/\text{mL}$)	logcfu/mL	
	有氧	厌氧
对照	9.4	9.3
百里香芳香油		
100	9.3	9.3
150	8.7	8.1
175	4.0	2.9
200	<1	<1
百里香酚		
100	9.2	9.1
150	6.4	2.3
175	<1	<1
香芹酚		
100	9.3	9.3
150	9.2	8.2
175	7.6	7.4
200	3.6	2.3
225	<1	<1

百里香油、百里香酚、香芹酚对大肠杆菌均有较好的抑菌作用，且抑菌活性随着三者的浓度提高而加强，三者以百里香酚的抑菌活性最强。（樊明涛，2001）



中草药植物提取物应用效果

对照组：基础日粮；
 硫抗组：基础日粮+硫抗1kg/吨；
 金优康组：基础日粮+金优康®300g/吨



金优康主要成分：肉桂油、柠檬草油、百里香油

小结：金优康组在对断奶仔猪的平均日增重、平均日采食量、料重比、腹泻率方面略优于硫抗组；与对照组相比，金优康组能显著降低断奶仔猪腹泻率。





③ 酵母核苷酸

核苷酸对幼龄动物免疫、肠道发育和神经系统的发育有重要作用

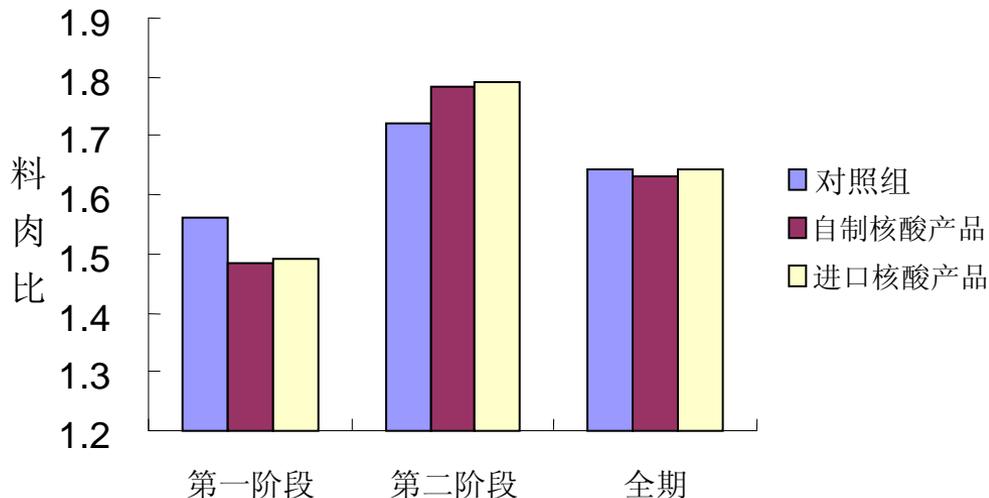
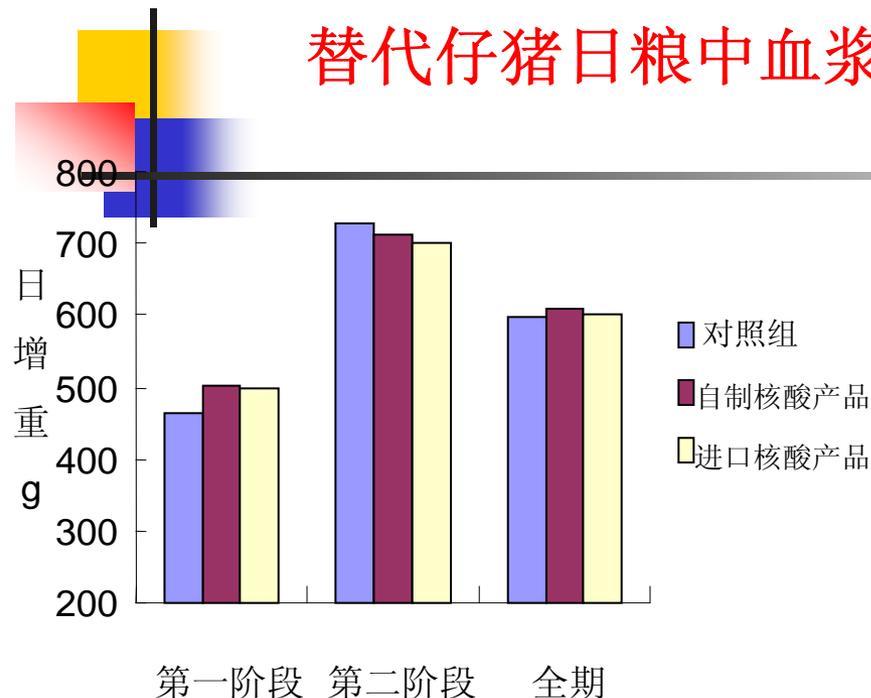
日粮及母乳中核苷酸含量比较

核苷酸 (百万分之)	<i>CMP</i>	<i>AMP</i>	<i>GM</i>	<i>UNP</i>	<i>IMP</i>
日粮含量	58.99	6.64	2.03	1.00	4.33
母乳中含量	56.00	117.50	185.5	2334.5	23.5
差值	2.99	-111.04	-183.47	-2333.5	-19.17

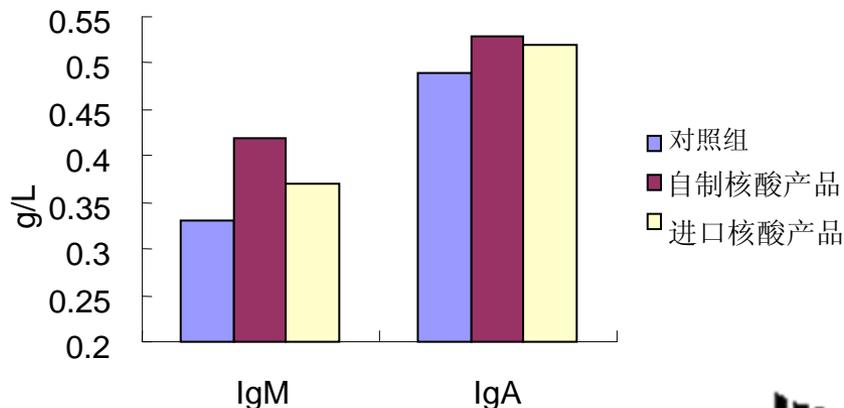
日粮含：玉米 49.32%，乳清粉20%，豆粕8%，鱼粉8%，
喷雾干燥血浆粉7.5%，维生素、矿物质、油和结晶氨基酸 7~8%

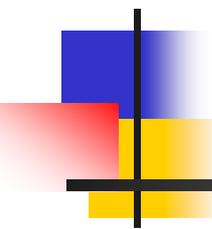


替代仔猪日粮中血浆蛋白粉50%



高核苷酸饲料原料可以提高仔猪前期生长性能和仔猪免疫功能，可部分替代血浆蛋白粉（王春维等，2011）





教槽料的系统开发：工 艺



泛华生物

加工工艺

- 膨化
- 发酵
- 制粒
- 粉碎细度
- 颗粒硬度
- 清理



粉碎细度

- 对原料进行细粉碎，要求粉碎粒度在0.3-0.5mm，断奶0-14d仔猪在0.3mm为宜。

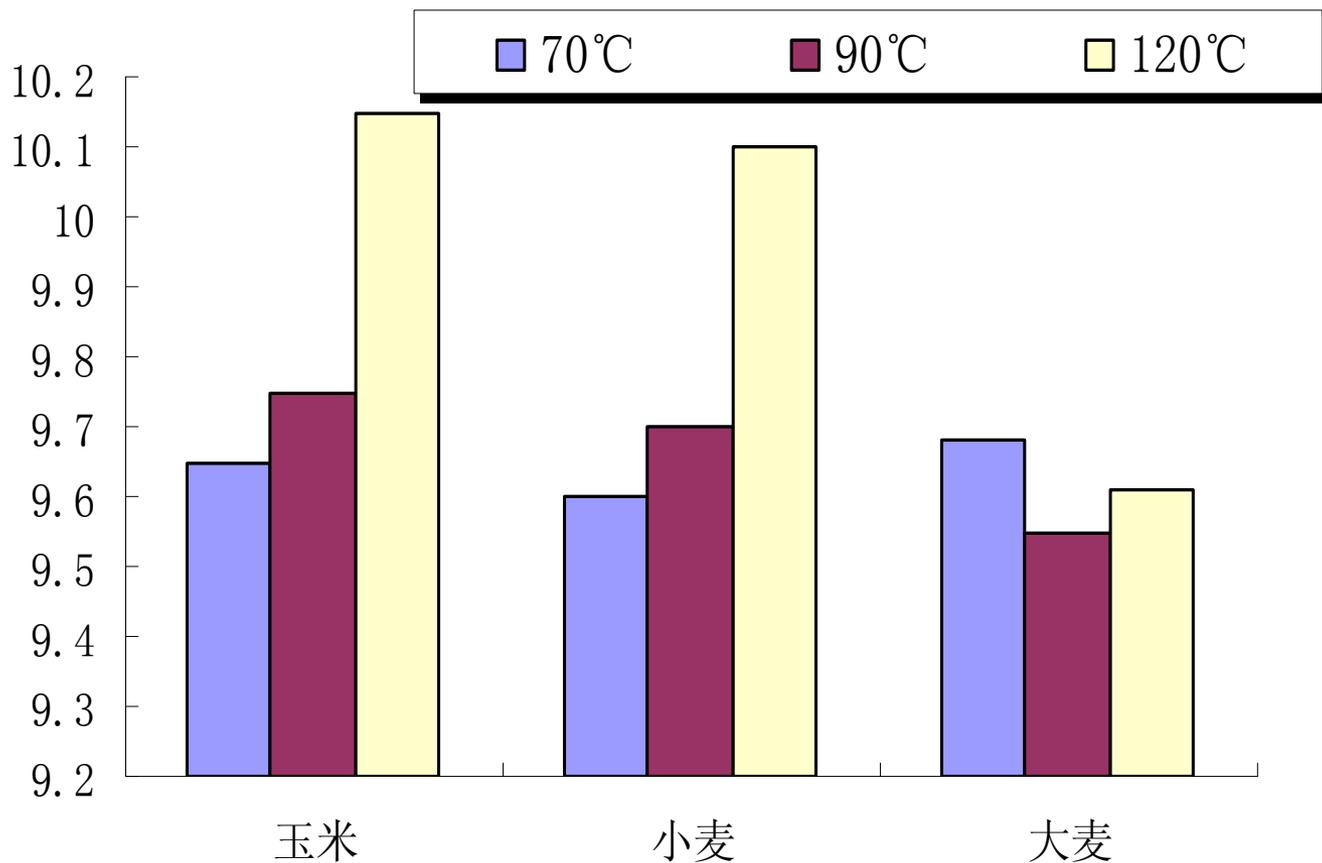
表 1 国际饲料最佳粉碎粒度研究结果

饲养动物	饲养阶段	推荐最佳粉碎粒度	研究者(时间)
仔猪		≤600 μm(谷物)	Behnke 等, 1999
仔猪	断奶 0 ~ 14 d	300 μm	Healy 等, 1994
	断奶 14 ~ 35 d	500 μm	Healy 等, 1994
生长育肥猪		500 ~ 600 μm(谷物)	Behnke 等, 1999
母猪		500 ~ 600 μm(谷物)	Wondra 等, 1995
生长猪	15 ~ 30 kg	320 μm(配合料)	王卫国等, 2000
肉鸡		700 ~ 900 μm(谷物)	Nir 等, 1994
		900 μm	Douglass, 1990
肉牛		1 ~ 1.5 cm(稻草、玉米秸)	
		2 ~ 7 cm(麦秸、干草)	
鱼		≤0.5 mm(配合料)	NRC, 1993



泛华生物

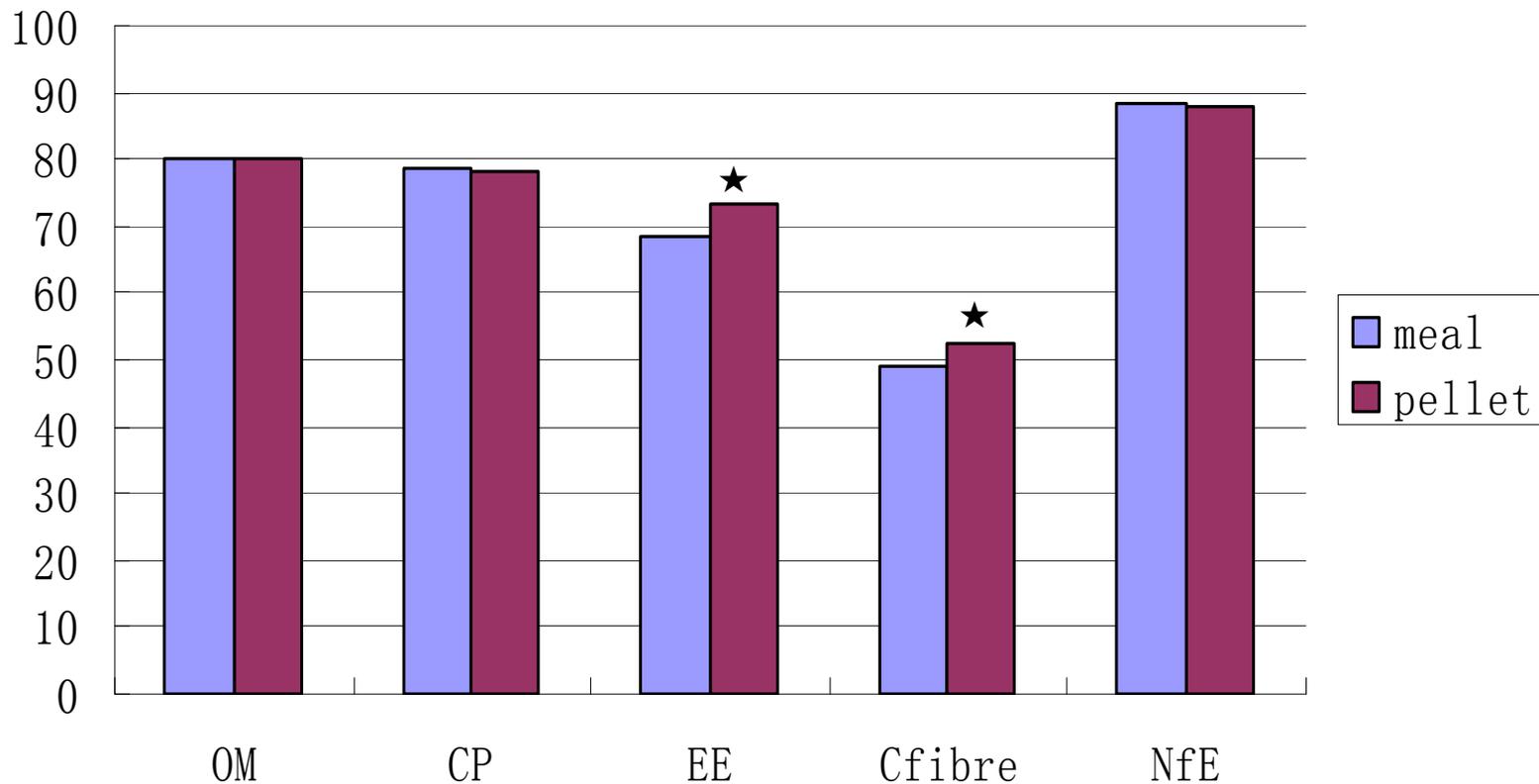
制粒可以提高谷物的净能含量





泛华生物

制粒可以提高脂肪和纤维的消化率





二次制粒可以提高生长性能

- 玉米、豆粕、鱼粉先等在90℃~93℃条件下制粒，再粉碎，混合其它原料再低温成型制粒。
- 优点：不破坏原料中的热敏性活性成分。

二次制粒加工教槽料对哺乳仔猪生长性能的影响

指标	处理组 1	处理组 2	处理组 3	处理组 4
7 日龄始重/kg	2.56±0.15	2.55±0.17	2.54±0.17	2.54±0.18
21 日龄末重/kg	5.81±0.42 ^b	6.18±0.35 ^c	6.07±0.44 ^{ab}	6.37±0.39 ^a
平均日增重/g	232±18 ^c	259 ±15 ^b	252 ±20 ^b	274±17 ^a
平均日采食量/g	88±5 ^c	101 ±6 ^b	94 ±6 ^c	108±7 ^a
饲料增重比	0.38±0.03	0.39±0.03	0.37±0.03	0.39±0.03

处理1：一次制粒，使用未膨化的玉米和豆粕原料

处理3：二次制粒工艺、未膨化玉米和豆粕原料

处理2：一次制粒，使用膨化玉米和膨化豆粕

处理4：二次制粒、膨化玉米和膨化豆粕

(程志斌等, 2012)





膨化

■ 膨化玉米

- 粗纤维分子键断裂，粗纤维含量减少，改善适口性。
- 淀粉大分子之间氢键消弱（糊化），糖化酶消化率提高，提高养分消化率。

玉米调质温度与淀粉糊化度

不同膨化度	膨化腔体调质控制		水分 (%)	容重 (g/L)	淀粉糊化度 (%)
	温度 (°C)	压力 (Mpa/cm)			
低膨化度	80-120	5.0-7.0	8.30	487	78.6
中等膨化度	120-150	7.0-8.5	6.34	365	86.5
高膨化度	150-180	8.5-9.5	5.32	286	98.7



■ 膨化大豆

- 降低或者消除抗营养因子（热敏型与非热敏型）
- 改善适口性
- 提高脂肪和蛋白质等养分的消化率

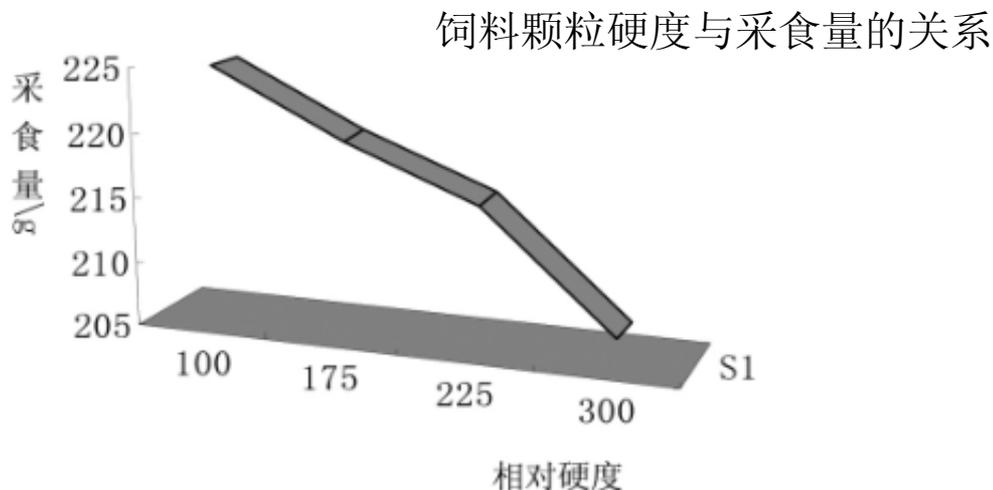
膨化大豆最优化膨化条件（2.50mm 粉碎）

调质温度 (°C)	序号	水分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	水分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	脲酶 (mg/g.min)	蛋白质溶解度 (%)
80	1	10.54	35.83	19.94	8.85	35.41	19.41	0.15	83.15
90	2	11.16	35.45	19.11	9.09	35.63	18.12	0.13	85.62
100	3	8.16	34.96	19.14	6.99	35.50	18.34	0.12	78.06
105	4	9.18	34.83	18.85	8.65	35.44	18.13	0.10	75.72
110	5	8.65	35.34	18.90	7.70	34.79	18.57	0.05	76.51
115	6	11.64	35.84	19.01	9.28	35.85	18.37	0.04	74.54
120	7	8.51	34.94	18.95	7.55	35.27	18.29	0.02	75.01



硬度

- 饲料硬度影响采食量，目前国内教槽料的硬度普遍偏高。



- 降低饲料颗粒硬度措施：脂肪乳化、调质温度调低、调质时间延长、压缩比降低到 1:3 ~ 1:5、后喷涂油脂、快速冷却、破碎。



单位硬度影响采食量

项目	处理 1	处理 2	处理 3	处理 4
颗粒硬度 (kg)	6.2	7.0	7.8	9.4
颗粒直径 (mm)	3.4	2.6	3.4	3.0
采食量 (g/d)	577	535	546	520
单位硬度 (kg/mm)	1.8	2.7	2.3	3.1



乳猪教槽饲料加工的工艺思路

A、原料清理，玉米、豆粕适度熟化，大豆膨化；



B、热处理后的原料再与热敏性原料（血制品+乳糖+葡萄糖+多维+酶制剂+微生态制剂+微量元素+其他添加剂），混合。



C、低温释放制粒后，冷却形成成品



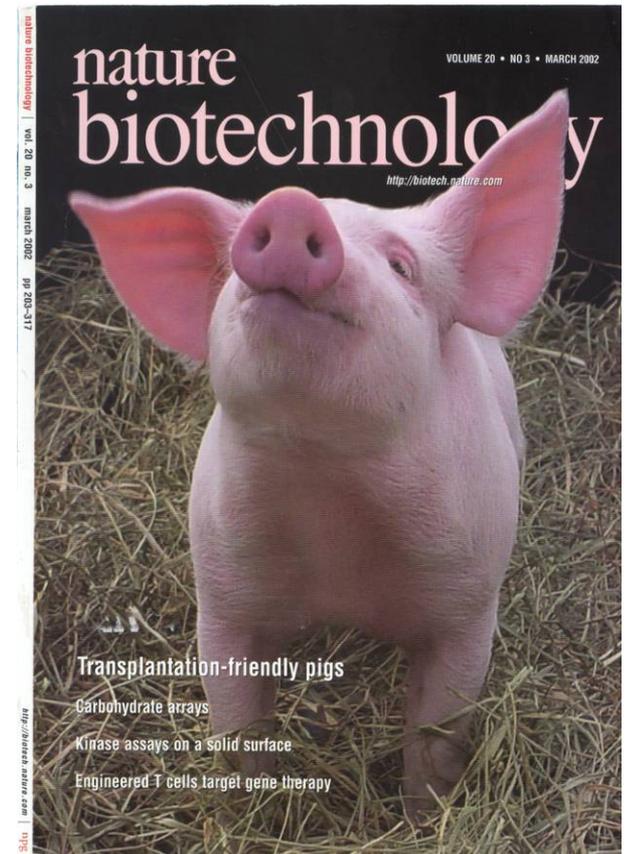
总结：教槽料开发的**重点**

- 采食量关键因素
- 原料的消化率比营养参数更重要
- 蛋白原料和能量原料要精选
- 通过营养措施减少营养性下痢
- 注重营养与工艺的结合



结 语

- 关键词：
营养、原料、工艺
- 养好断奶仔猪涉及仔猪生理、饲料营养、饲养管理等多个因素，建议综合考虑。
- 教槽料的成功关键在于细节。



敬请指导！谢谢！



特别致谢:

侯永清 教授

胡杰 博士

张挺 博士

杨玲 经理

易丹 副教授

dbying7471@126.com

18971637689

武汉轻工大学

武汉. 汉口. 常青花园430023