

评价玉米不同部分的营养成分

Composition of corn fractions evaluated

作者: John Goihl

译自: Feedstuffs, August 27, 2007

译者: 罗兰 赵克斌

玉米和豆粕是美国大多数猪饲料的基本原料。这些猪饲料的纤维含量通常为 5-10% (中性洗涤纤维)，其中约 70% 来自玉米。

以往的研究已经证明，玉米的纤维含量在回肠消化率中起着决定性的作用。对玉米进行加工处理以降低它的纤维含量是改善和提高玉米营养价值和降低营养分排泄的方法之一。

玉米的干法加工是机械的加工过程，是将玉米细分成玉米种皮、玉米胚芽和胚乳部分。该加工过程与粗玉米粉的生产加工过程一致。干法加工过程对玉米的物理和化学结构没有任何改变。

玉米谷物的另一个加工方法为热处理工艺。例子之一就是挤压蒸煮。在热处理工艺过程中，玉米的物理和化学特性发生了改变，这一改变可能会影响玉米的适口性和风味。

美国北卡罗莱纳州立大学的 N.S. Muley, E. van Heugten, A.J. Moeser, K.D. Rausch 和 T.A.T.G. van Kempen 进行了一项研究，以评价玉米各部分(来自干法加工或热处理挤压加工过程)的回肠消化率以及玉米不同部分的饲养价值。研究目的是确定玉米加工技术和玉米的不同部分是否可提高猪的生产性能，减少营养物质的排泄。

干法加工工艺是将玉米谷物物理地分为玉米种皮、胚芽、胚根和胚乳碎粒。后两个部分(胚根和胚乳碎粒)来自玉米的胚乳部分，胚根含有较大部分的胚乳，而胚乳碎粒含有较小部分的胚乳。挤压膨化玉米是通过挤压膨化机加工而来的，机器出口的温度约为 140°C。

代谢试验采用 8 头安装瘘管的去势公猪，试验开始时试验猪体重约 27 公斤，试验目的是确定 8 种试验日粮的回肠消化率。试验猪每天饲喂两次，每次饲喂时间间隔 12 小时。每次饲喂量按 45 g/kg 体重^{0.75} 计算，自由饮水。试验阶段包括 5 天的试验期和 2 天的收集期。每个日粮处理的观察数为 5-7 个。

试验日粮中，豆粕提供 7.0% 的粗蛋白，被测原料提供 5.3% 的粗蛋白。所有的日粮含有 5% 的玉米油以改善日粮的适口性。采用玉米淀粉、食糖、矿物元素和维生素来平衡日粮。8 号日粮仅含有豆粕，用于确定

豆粕的回肠消化率；7号日粮为无蛋白日粮，用于测定基础内源性损失。

试验日粮的组成成分由表1所示。被测原料的化学分析结果由表2所示（风干基础）。

表1 试验日粮的组成

日粮	含量 %	被测原料	-风干基础-			
			NDF*	总能 (Mcal/kg)	赖氨酸 (%)	总磷P (%)
1	65.4	玉米	7.19	4.35	0.57	0.35
2	65.4	挤压膨化玉米	7.20	4.37	0.57	0.36
3	40.5	玉米胚芽	7.73	4.65	0.72	0.69
4	80.1	玉米胚根	3.67	4.26	0.51	0.29
5	71.6	玉米胚乳碎粒	3.99	4.22	0.53	0.32
6	65.4	玉米种皮	22.08	4.39	0.65	0.39
7	0.0	无蛋白日粮	--	--	--	--
8	23.3	豆粕	--	--	--	--

*NDF=中性洗涤纤维

表2 化学分析结果 % (风干基础)

养分	玉米	挤压膨化玉米	玉米胚芽	玉米胚根	玉米胚乳碎粒	玉米种皮
赖氨酸	0.23	0.24	0.76	0.15	0.19	0.34
苏氨酸	0.29	0.29	0.51	0.26	0.27	0.34
色氨酸	0.04	0.06	0.09	0.04	0.04	0.05
蛋氨酸+半胱氨酸	0.40	0.40	0.62	0.38	0.36	0.38
中性洗涤纤维	9.84	9.84	17.18	3.62	4.50	32.59
磷P	0.21	0.23	1.19	0.07	0.15	0.27

玉米各部分的氨基酸组成有其独特的特点。玉米胚芽的蛋白质组成含有较高水平的白蛋白和球蛋白。与玉米蛋白质相比，玉米胚芽蛋白质含有相对高水平的精氨酸和赖氨酸，玉米种皮蛋白质含有较高水平的赖氨酸。但玉米胚根的赖氨酸水平相对较低。挤压膨化玉米的氨基酸组成与正常玉米无任何差异，因为挤压膨化只是对玉米进行热处理和机械处理以提高能量的消化率，对玉米的氨基酸水平或消化率无任何影响。

回肠消化率的结果由表3所示。每个日粮样品取3个重复样进行分析，回肠样品取单个样品进行分析。

表3 回肠消化率结果 %

指标	日粮处理					
	1	2	3	4	5	6
干物质	77.9	82.5	51.1	85.9	85.0	62.2
磷 P	41.6	23.5	7.9	27.6	47.2	57.3
赖氨酸	74.7	75.1	70.2	61.6	72.0	68.5
苏氨酸	74.3	77.4	60.3	74.5	76.1	66.9
色氨酸	89.6	92.4	58.5	87.9	88.4	85.2
蛋氨酸 + 半胱氨酸	82.1	87.4	72.1	81.8	83.9	85.6

作者对研究结果进行了分析和讨论，他们认为：

- 经挤压膨化加工处理后，玉米的回肠干物质消化率显著提高，提高4.6个百分点。这主要是因为挤压膨化改善了玉米的微结构，使淀粉糊化，降低了抗性淀粉的含量，蛋白—淀粉复合体形成减少；玉米的脂肪细胞破碎，脂肪的消化率提高。
- 与玉米粒相比，玉米胚根和胚乳碎粒的干物质消化率明显提高，这主要是因为玉米胚根和胚乳碎粒部分的中性洗涤纤维含量降低，以及玉米胚乳部分的植酸磷含量降低。
- 玉米胚芽和种皮的回肠干物质消化率明显低于玉米粒，这两部分含较高水平的中性洗涤纤维。研究证明，中性洗涤纤维对消化率有负面影响。
- 玉米胚芽中含量最丰富的矿物元素是磷，主要以植酸磷的形式存在。但胚芽中磷的回肠消化率在玉米各部分中是最低的。挤压膨化过程并没有显著降低磷的回肠消化率。
- 挤压膨化过程对玉米的赖氨酸含量和回肠消化率没有任何影响。这表明，在挤压膨化过程中并没有形成与赖氨酸的梅纳反应 (maillard) 复合物，该复合物的形成会影响赖氨酸的含量和回肠消化率。
- 在玉米内，玉米胚乳含有淀粉颗粒，淀粉颗粒包埋在蛋白质中。玉米储备蛋白的部分称为玉米蛋白，占玉米蛋白质的60%左右。其回肠消化率受组织结构、多酚和植酸含量的影响，这些都是导致玉米不同部分成分差异的因素。
- 玉米胚芽中赖氨酸的回肠消化率低于玉米。作者认为，玉米胚芽中植酸含量是导致其赖氨酸回肠消化率降低的原因。
- 玉米种皮的氨基酸消化率不受其种皮高纤维含量的影响。可能的

解释是：种皮中蛋白质的物理存在位置使得种皮纤维对其消化率不产生明显的影响。此外，种皮的纤维是不溶性纤维。

● 目前的回肠消化率研究资料并没有明显的证据表明：完整颗粒玉米的回肠消化率数据和玉米各个部分的回肠消化率是不可加的。

结论

本研究显示，玉米干法加工生产得到的玉米各个部分具有其独特的营养组成，因此具有其独特的消化率。通过分析和评价玉米不同部分的营养成分，我们结论：胚芽含量较少的玉米品种，或者经过挤压膨化处理的玉米更有利于制备猪日粮，对猪的营养价值更大，营养养分的排泄更少。