

# 大豆膨化加工与营养质量

周安国

1856年，一位美国人首次申报了一个食品膨化技术专利，翻开了食品加工技术进步新的一页。20世纪60年代，欧洲才最先开始研究膨化技术用于生产动物饲料的可能性，很快就成功生产出了用于动物的膨化饲料，最先生产的膨化饲料主要是用于宠物的高档饲料，以后逐渐发展到其他动物。20世纪90年代末，我国饲料工业也开始有了膨化机。一般情况下，生产水生动物饲料，用膨化的比较多；生产陆生动物猪禽饲料，特别是乳仔猪饲料，仅部分使用膨化原料，如膨化玉米、膨化大豆或膨化大豆+豆粕。

## 1 膨化加工对大豆的影响

膨化加工等工艺处理可以有效除去大豆中的抗营养因子，最大限度减少营养损失外，最重要的是可以利用压力作用有效除去抗原蛋白，而热炒等加工则无法达到这一目的。

膨化加工是一种高温短时间的加工工艺，能最大限度避免营养物质严重变质变性，最大限度提高营养物质利用效率，避免大豆营养物质损失；最大限度改善大豆的适合性，减少对采食量的影响；最大限度提高产出投入比，充分发挥大豆的营养效率。

### 1.1 膨化过程物料状态变化

膨化机用于膨化大豆，主要是通过温、湿、压、运动等物理作用，达到改变大豆特性的目的。大豆进入膨化机后，在运转揉合过程，很快被压缩并受到强大压力的挤压，温度很快升高，大豆中的水分立刻处于过热状态，由于压力很大，水不可能变成蒸汽，结果是使大豆物料变得柔软，成为一种熔融状态的物质。蛋白质、淀粉等在运转过程中同时受到剪切力和摩擦力作用，分子结构的次级键可能断裂破坏，变性成相对呈线形的分子，失去了原有的蛋白质特性，但是因为线形的分子增加了与其他分子接触的机会，更容易发生再结合。

物料喷出机器瞬间，高压迅速变成常压，水分瞬间汽化膨胀上千倍，巨大的膨胀压力使物料形态破坏，部分分子断裂，达到膨化目的。

### 1.2 对大豆膨化加工的基本认识和评价

可以肯定，膨化工艺是加工大豆比较适宜的一种高温高压短时间的加工工艺。

膨化工艺参数研究设定好以后，用于实际生产加工过程，工艺简单，容易操作控制。

膨化过程对大豆营养物质变化的程度低，破坏损失少，对一部分抗营养物质还有提高效率的作用，如非淀粉多糖等。比较明显的是显著提高大豆能量、蛋白质、氨基酸的利用效率（表 1）。

表 1 猪对不同加工大豆营养物质消化的影响 %

	膨化大豆	炒大豆	豆粕
消化能/ (kcal/kg)	4400	4052	3567
粗蛋白质	87	81	84
赖氨酸	88.1	81.1	88
蛋氨酸	77.4	84.9	90
色氨酸	82	82	82
苏氨酸	84.2	78.9	84
中洗纤维	76.2	61.9	

大豆油脂含量适宜，对膨化剂有润滑作用，使大豆很容易膨化。

膨化加工的高温、高压，可以清除有害微生物。

因此可以说，大豆膨化加工，基本上可以达到处理大豆的预期目的。

### 1.3 膨化对大豆的理化作用

膨化过程的物理作用，主要包括挤压产生的压力，物料在外力作用下运动过程的揉搓、高热蒸气、摩擦等，这些作用对大豆产生剪切作用，使承受的压力增大，温度升高。

膨化过程的化学作用，主要包括蛋白质次级键断裂，使蛋白质变性，达到加工的目的，同时还有一部分肽降解，有提高蛋白质、氨基酸消化利用的作用。但是也有一部分氨基酸被破坏，如蛋氨酸等含硫氨基酸氧化变质，最后变成不可利用的醛类物质或硫化物。其他一些必需氨基酸如亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸等都有可能高温、高压、高湿条件下变成不可用的醛类物质。

膨化过程的物理化学作用，主要包括大豆细胞被破坏、油脂外溢、钝化有害物质、物质变质变性、大豆质地变得蓬松等。

## 2 大豆膨化后的效果和利用

### 2.1 大豆膨化后常规营养价值变化

从表 2 可知，膨化加工后的大豆，水分显著减少，粗纤维也减少，其他组成

成分有不同程度增加。无氮浸出物基本上不受加工影响。膨化过程的损耗主要是水分，其他营养物质的损耗不到1%。

表2 大豆膨化后常规营养成分变化 %

	生大豆	膨化大豆
水分	14.23	9.38
粗蛋白质	36.65	38.21
粗脂肪	17.02	18.11
粗纤维	6.72	4.35
无氮浸出物	25.38	29.95
损耗率	5.67	

## 2.2 大豆膨化后氨基酸含量变化

表3的资料说明，不同工艺方法对大豆氨基酸的损失程度不同。与生大豆相比，膨化加工的优点是，组氨酸的消化利用效率显著提高。膨化大豆的缺点是含硫氨基酸、赖氨酸、苏氨酸的可利用性明显降低。从表3还可以看到，色氨酸不受加工方法影响。

表3 加工方法对氨基酸满足动物需要的影响 %

	炒大豆		膨化大豆		生大豆需要
	含量		含量	需要	
赖氨酸	1.89	89.4	2.14	91	
蛋氨酸	0.42	73.6	0.47	74	99.61
蛋氨酸+胱氨酸	0.81	70	0.8	68	83.66
苏氨酸	1.18	93	1.28	91	98.24
异亮氨酸	1.38	121	1.62	128	109.51
色氨酸	2.25	222	2.5	221	144.4
亮氨酸	2.25	104	2.59	108	227.8
缬氨酸	1.38	96	1.62	101	109.81
组氨酸	0.82	121	0.87	116	111.86
精氨酸	2.25	222	2.5	221	95.24
苯丙氨酸	1.48	117	1.7	120	202.04
苯+酪氨酸	2.67	136	2.93	134	119.05

### 2.3 猪用膨化大豆的可利用营养物优势(kg, Mcal/t)

用膨化大豆与炒大豆比较,从表4可以看到,膨化大豆显著提高能量、蛋白质、氨基酸可利用性。

表4 大豆不同加工方法对可利用营养物质的影响 %

	炒大豆	膨化大豆	变化
粗蛋白质	370	370	
可消化粗蛋白质	303 (82)	318 (86)	+15
消化能	4100	4400	+400
总赖氨酸	19	21	+2
有效赖氨酸	15.6 (82)	18 (86)	+2.4

### 2.4 大豆膨化对碳水化合物的影响

总的来说,大豆膨化后碳水化合物利用效率明显提高。

粗纤维消化率:生长猪可达67.5%,豆粕粗纤维消化率仅提高到55.9%。

中性洗涤纤维消化率:生长猪可达76.2%,豆粕仅提高到53.8%。

膨化大豆与豆粕+大豆油的效果相比:膨化大豆提高饲养效果3%~5%,具体程度主要决定于膨化质量。

膨化质量高的大豆,猪DE可达到5Mcal/kg。

仅热处理的大豆只有4.4Mcal/kg。

仅热处理的大豆,对幼小哺乳动物,如小猪的饲养效果很不理想,很难达到预期目的。

例如:

5-9日龄仔猪胃内引入大豆蛋白质6g/d,

3周龄断奶后继续用大豆饲料饲喂,到4周龄:

腹泻率比正常饲养高2.4倍。

十二指肠绒毛高度减少了24%~36%。

### 2.5 断奶仔猪等大豆蛋白质试验结果

从表5可知,膨化大豆的饲养效果比炒大豆和豆粕都好。在采食量不明显变化的情况下,日增重提高和饲料增重比降低,明显说明是提高饲料营养物质利用效率的结果。

表5 不同加工处理大豆对仔猪生产性能的影响

	膨化大豆	炒大豆	豆粕
日增重/g	500	430	460
采食量/g	930	920	930
饲料增重比	1.87	2.17	2.05

## 2.6 不同加工大豆对产蛋鸡的影响

从表 6 可以看到，大豆加工工艺不同，不影响产蛋鸡每一枚蛋的重量，即不影响产蛋大小。但是显著提高产蛋率，显著降低饲料产蛋比，提高饲料的产蛋效率。

表 6 不同加工处理大豆对产蛋鸡产蛋性能的影响

	膨化大豆	炒大豆	豆粕
产蛋率/%	80.1	77.8	77.3
采食量/g	99	103	104
产蛋重/g	61.2	62.3	60.8
饲料产蛋比	2.02	2.13	2.21

## 3 总结

从上面的资料可以说明，挖掘大豆营养潜力，有价值、有意义。要切实搞清楚大豆中的抗营养影响，特别是定量的影响，尚须时日。到目前为止，大豆加工的原理和工艺技术，有发展，有进步，但是仍然任重道远。就目前的营养饲养发展和饲料制备技术水平，膨化大豆是一种可以考虑的选择。在追求通过高投入、高产出实现高效益的养殖实践中，膨化大豆尤其值得考虑。

(电话：(010) 65051830；传真：(010) 65052201；电子邮箱：  
jackcheng@asachina.org)