

## 挤压技术及其在饲料工业中的应用（3）

程宗佳

### 4 挤压加工对鸡生产表现的影响

Sloan 等（1971）在肉鸡日粮中对使用挤压的和未挤压的玉米、高粱作过比较，发现饲喂挤压过玉米、高粱的肉鸡 28d 增重提高 2%，饲料效率改善 6%。Sell（1984）报道，挤压大豆日粮使肉鸡的增重和饲料效率分别改进 1%和 5%，使火鸡分别提高 1%和 2%。McNaughton 等人（1981）比较了豆粕熟化时间对抗胰蛋白酶（TI）和肉鸡生产表现的影响，结果表明，随着熟化时间的延长，TI 活性逐渐减弱（表 11）。

表 11 豆粕熟化时间对于抗胰蛋白酶（TI）活力和肉鸡生产表现的影响

熟化时间/min	TI 活力/mg/g)	平均体重/g	饲料/增重
0	12.12	605	1.61
5	7.84	625	1.53
10	1.77	643	1.51
15	0	626	1.54
20	0	596	1.59
25	0	565	1.68

### 5 挤压加工浮性和沉性鱼饲料

挤压机的独特功能是可改变饲料容重，从而制成浮性的、沉性的或慢沉落的鱼饲料。在北美，大多数鱼饲料都做成浮性的。浮性鱼饲料不仅可提高饲料效率，最重要的是能让养殖者看见鱼的采食情况。加工浮性鱼饲料需要注入蒸汽和水，其物料应含 20%淀粉，淀粉发挥黏结剂兼能量物质的功用。挤压产物在出模前应有 125~138℃ 温度，34~37 个大气压（33~36kg/cm<sup>2</sup>），25%~27%水分；挤压后，容重应为 320~400g/L，水分 21%~24%。这说明，挤压物出模时会丢失水分 3~4 个百分点。就在挤压物出模时，压力骤然释放使过热的水变成蒸汽而使挤

压物水分降低；这也造成很多小气泡，挤压的饲料才得以飘浮。通常将鱼饲料进一步干燥（水分 10%以下），还可增进飘浮性。容重 480g/L 被认定为颗粒饲料浮沉的转折点，低于即浮，高于即沉。必要时，用挤压机也能将鱼饲料制成沉性饲料。制作沉性饲料时，给调制器注入水（不注入或少注入蒸汽），环模应有 26~30 个大气压(25~29 kg/cm<sup>2</sup>)，挤压物应含水 28%~30%，挤压后容重是 450~550g/L，温度 120℃，水分 26%。湿熟化挤压机使用带放气口的模头，干挤压机使用二次挤压模头（Rokey and Huber, 1994），这样可以降低挤压产物的温度、水分和膨胀率，才能制成沉性饲料。带放气口的模头紧靠着模板，因此在需要给挤压物添加维生素、色素和增味剂的场合也可以使用，可避免过度熟化。沉性鱼饲料应含 10%淀粉、12%脂肪，最终挤压产物含水 10%~12%，过度干燥会使沉性饲料上浮。

表 12 冷挤压豆粕日粮对虹鳟鱼生产表现的影响 g

项目	0%豆粕	25%豆粕	50%豆粕	75%豆粕	100%豆粕
	100%鱼粉	75%鱼粉	50%鱼粉	25%鱼粉	0%鱼粉
初重	9.11a	9.17a	9.08a	9.10a	9.17a
增重	21.42a	22.09a	20.32a	17.58a	14.57b
饲料/增重	0.89a	0.88a	0.88a	1.04a	1.30b

资料来源：程宗佳等，2003。

豆粕被普遍用于陆生动物饲料蛋白质来源。抗胰蛋白酶这类抗营养因子在豆粕中的含量只有 3.0~3.5mg（抗胰蛋白酶单位, TIU）/g，在生大豆中含量很高，挤压熟化使全脂大豆的 TIU 从 46.5mg TIU 降为 7.6~8.5mg TIU。豆粕还广泛用于温水鱼饲料，诸如斑点叉尾鲟、罗非鱼和鲤鱼的饲料。但是，有报道说像鳟鱼和鲑鱼这类冷水鱼对豆粕比较敏感，因此，商品化的鳟鱼和鲑鱼饲料中配有大量鱼粉，只有约 5%~10%豆粕。目前世界上鱼粉生产停滞，有必要探讨豆粕用在鳟鱼和鲑鱼饲料生产的可能性。近来我们进行了一个试验，用豆粕取代虹鳟鱼饲料中 0、25%、50%、75%和 100%的鱼粉（程宗佳等，2003），鱼粉对照日粮有 32.8%

鱼粉（鲱鱼粉）和 42%粗蛋白质，所有日粮的含氮量和能量水平一致，冷挤压加工。经 4 周试验后，用取代了 75%鱼粉的饲料喂养的鱼与用鱼粉对照饲料喂养的鱼比较，在增重和饲料效率方面没有明显差别（ $P>0.05$ ，表 12）。这说明，鳟鱼饲料可配用豆粕的含量高达 24.6%。全世界 1995 年鳟鱼和鲑鱼产量大约是 83 万 t，假定饲料效率为 2:1，则需要饲料 1 66 万 t，如其中 24.6%用豆粕取代，则约需豆粕 41 万 t。这个试验说明了豆粕在冷水鱼养殖上的潜力。但是，在水产饲料中使用豆粕和大豆产品方面显然需要进行更多的研究，譬如，需要对全脂大豆进行评价；需要研究饲喂较多豆粕和豆油的办法，以豆油和大豆卵磷脂代替鱼油，以降低鳟鱼和虾肉中的胆固醇水平；需要研究在全脂大豆和豆粕中添加商品化植酸酶，降低以全脂大豆和豆粕为主的鱼、虾饲料中的植酸磷、总磷和其他矿物质的利用率。

## 6 挤压加工宠物饲料

上世纪 50 年代早期即已开始用挤压机制作宠物饲料。美国超市的宠物饲料销售额在 20 世纪前期最高达到 7 150 亿美元（Maxwell, 1992）。宠物饲料可分为几种：干制品、半湿制品、软制品、“零食”（snacks），干制的狗饲料通常含水 10%~12%，粗脂肪 5%~12%，粗蛋白质 18%~30%；干制的猫饲料通常含水 10%~12%，粗脂肪 8%~12%，粗蛋白质 30%~36%（Rocky 和 Huber, 1994）。制作干的宠物饲料的典型挤压水分在 22%~28%范围。挤压制作半湿制品的工艺过程与制作干制品相似，但在挤压前将一些肉或肉类浆液副产品与干料拌和，其典型的挤压水分在 30%~35%范围，储藏前不降低水分。软制品也含有肉或肉的副产品，油/脂含量高；含水高达 27%~32%，容易改变外形。软制品包装前需要冷却但不必干燥。以上 3 种宠物饲料含水分较高，必须添加丙二醇或山梨酸钾，并将 pH 调到 4~5.5，方能保存。宠物饲料的配方应考虑到宠物的特点，如狗喜甜、猫喜酸。宠物“零食”需要仿造骨头的外形，因此一般不用挤压熟化加工，但仍有用挤压方法制作宠物“零食”的可能性。挤压制作“零食”的设备系统可利用半湿挤压系统的原理和设备，主要差别是要有一个仿制大的骨头、饼干、薄饼之类的模板和切割装置（Rokey 和 Huber, 1994）。

## 7 结束语

挤压技术在食品和宠物饲料中被广泛采用，现在又广泛用来制作家禽饲料、猪饲料和水产饲料。改进养分消化率和能量利用率即可改进饲料效率，常常可以增进动物的生产表现。但是，挤压（膨化）会加大生产成本。因此，饲料制造商和动物饲养场都应谨慎从事。如果生产者欲在动物生产中具有竞争力，挤压技术是应予考虑的有效手段。