

饲料生产的质量管理方法及试验参数

对动物生产性能的影响（3）淀粉糊化度

程宗佳（美国大豆协会国际项目 北京办事处）

淀粉糊化度或熟化度是指饲料原料或全价饲料中淀粉糊化的百分率。淀粉糊化后，其结晶态和折射消失，淀粉粒膨胀，溶剂和反应物因而得以进入淀粉分子。有几个可用来测定淀粉糊化度的方法，详见附录 B (Chiang 和 Johnson, 1977)。另一个词——破损淀粉，借用于制粉工业，原指碾磨后全麦粉中“糊化”的淀粉，饲料工业中，破损淀粉指粉碎后原料中“糊化”的淀粉。但在粉碎过程中并不给物料加水，所以淀粉只能破碎而不能“糊化”。在通过制粒机、膨胀机或挤压机加工饲料时，蒸汽（热和水）注入物料，物料中的淀粉才会糊化。

淀粉糊化度与颗粒持久力和动物生长有相关关系。Traylor 等 (1998) 发现，提高玉米为主的饲料中的淀粉糊化度，使肥育猪饲料的颗粒持久力加大(图 13)。Hongtrakul 等 (1997) 报道了一个 18d 试验的结果，断奶仔猪 (6.8kg, 21 日龄) 的日粮分别含糊化玉米 14.5%、38.7%、52.7%、64.4%、89.3%，其平均日增重 (ADG) 和料肉比 (FCR) 分别为 0.35、0.32、0.31、0.30、0.34kg 和 1.35、1.37、1.41、1.35、1.37。这说明淀粉糊化度对断奶仔猪生长的影响是不规则的，但干物质、氮和总能的表现消化率在淀粉糊化度为 64.4% 时最佳 (图 14)。

关于淀粉糊化度与颗粒持久力的关系存在一些误解。许多人认为，颗粒持久力上升的原因在于淀粉糊化度的提高。这只是部分原因，事实上，许多因素都影响颗粒的持久力，例如，蛋白类型就对颗粒持久力和水稳定度起重要作用。小麦面筋是一种天然的粘合剂，含有面筋的饲料，颗粒持久力明显提高。图 15 显示一种用玉米、高粱、小麦和小麦次粉制作的猪饲料的颗粒持久力，它清楚地表明，原料（蛋白）类型也会影响颗粒持久力；以小麦为主的猪饲料所含的面筋粘合性最强。程宗佳 (2000) 比较过几种含不同原料的虾颗粒饲料的水稳定度指标，即分别含有全麦粉、面粉、小麦淀粉加小麦面筋、小麦淀粉、小麦面筋、麦麸、麦胚，发现含小麦面筋的虾饲料水稳定性最强 (图 16)。

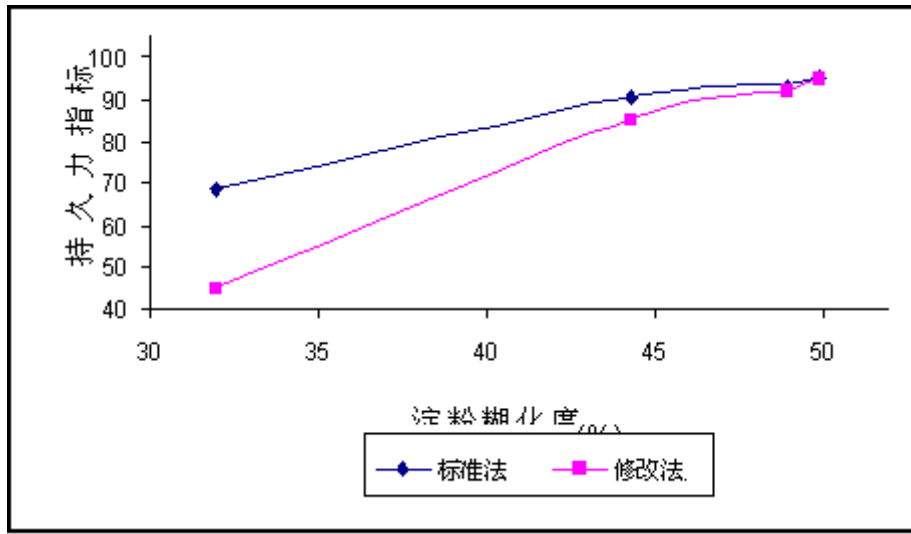


图 13 膨胀玉米的淀粉糊化度对颗粒持久力指标的影响(Traylor 等, 1998)

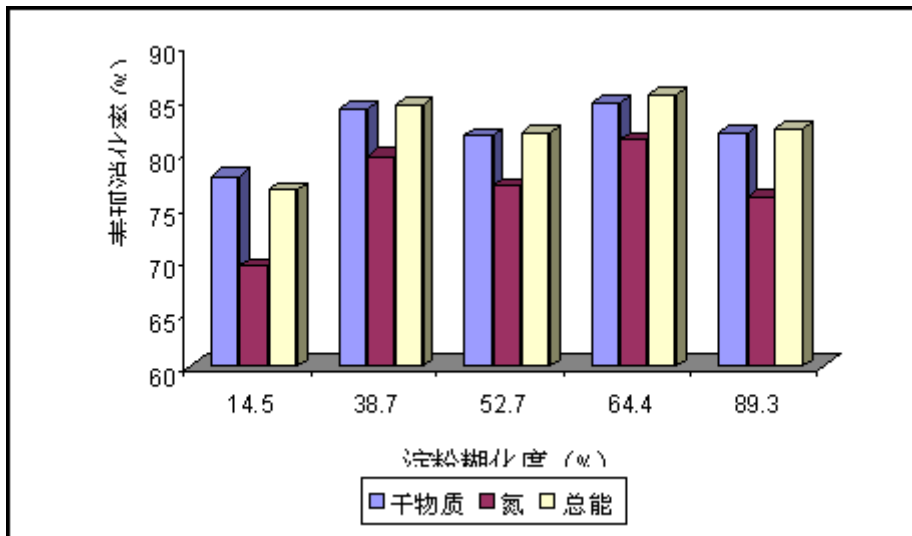


图 14 挤压玉米的淀粉糊化度对哺乳仔猪生长的影响(Hongtrakul 等, 1997)

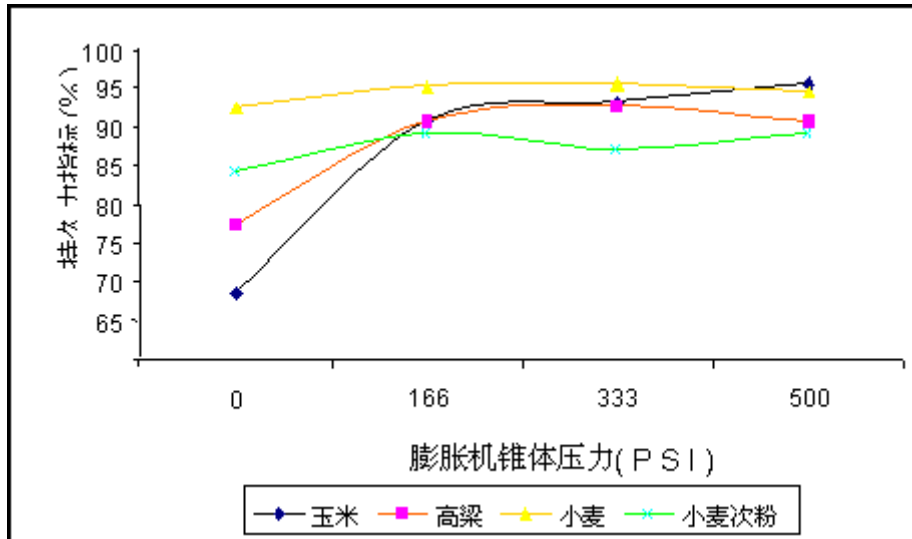


图 15 膨脹機錐體壓力對用玉米、高粱、小麥和小麥次粉製作的肥育豬顆粒飼料持久力指標的影響 (Traylor 等, 1998)

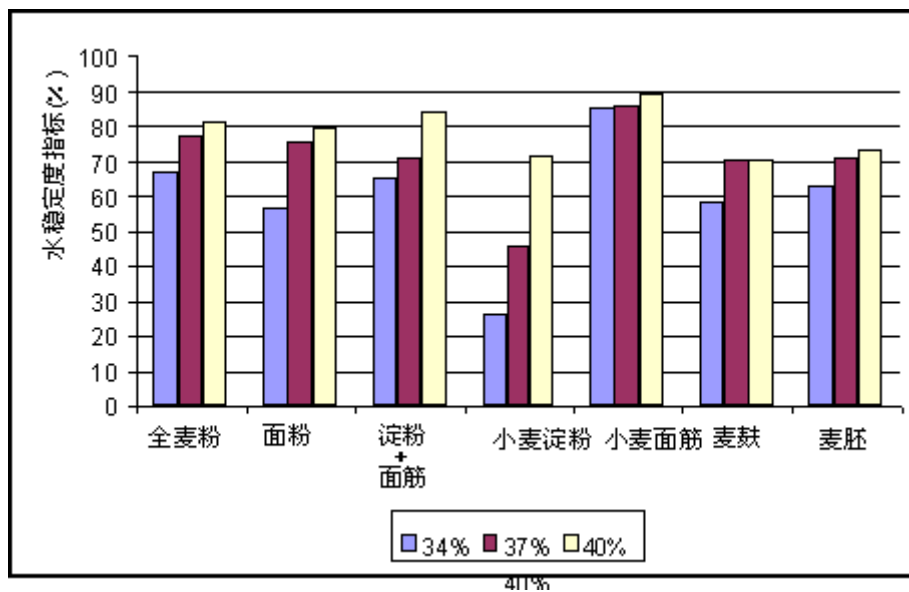


图 16 用小麦及小麦产品制作的虾饲料在 42°C 和 3 种不同水分条件下用绞肉机加工所得的水稳定度指标 (浸水 1h)

附录 B: 淀粉糊化度的测定与计算 (Chiang and Johnson, 1977)

试剂:

1. 联甲苯胺 (o-Toluidine) 试剂: 溶解 1.5g 硫脲于 940mL 冰醋酸, 加 60mL

联甲苯胺，存于有色玻璃瓶中。

2. 乙酸钠缓冲液：溶解 4.1g 无水乙酸钠于 1L 蒸馏水，用乙酸调 pH 至 4.5。

3. 葡糖淀粉酶溶液：将 2g 根霉葡糖淀粉酶（目录号 No. A-7255, Sigma Chemical Co. 供货）分散于 250mL 乙酸缓冲液，用玻璃棉滤纸（Whatman No. GF/A）迅速过滤，限 2h 内使用。葡糖淀粉酶的特异活性是在 pH4.5 温度 40℃ 下生成 28.4 mmol 葡萄糖/min/mg 蛋白。

操作规程：

1. 制备淀粉部分糊化的样品。将 20mg 样品分散于 50mL 离心管内的 5mL 蒸馏水中。

2. 制备淀粉完全糊化的样品。将 20mg 样品分散于 50mL 离心管内的 3mL 蒸馏水和 1mL 1N NaOH 中，5min 后加 1mL 1N HCl。

3. 葡糖淀粉酶水解和测定葡萄糖。每个离心管加 25mL 葡糖淀粉酶溶液，40℃ 保温 30min。加 2mL 25% 的三氯乙酸钝化葡糖淀粉酶（并使该酶和其它蛋白沉淀），以 16 000×g 离心 5min。

4. 取 0.5mL 上清液于试管中，加入 4.5mL 联甲苯胺(o-toluidine)试剂，将试管置沸水中 10min，用冷水冷却，加 5mL 冰醋酸，测定在 630nm 的吸收率。

按下式计算淀粉糊化度 (Y)：

$$Y = 100 \times (B - K) / (A - K); K = A \times (C - B) / (A - 2B + C);$$

其中，A=全糊化淀粉的吸收率；B = 部分糊化淀粉和经过 30min 酶水解的完整淀粉混合物的吸收率；C=部分糊化淀粉和经过 60min 酶水解的完整淀粉混合物的吸收率；K=1%完整淀粉经 30min 水解后的吸收率。这对每种淀粉或特定处理的淀粉是一个常数，常规分析中只需测定 1 次。

这规程也可用来计算总淀粉含量：用葡萄糖溶液（720 μg/mL）制定标准曲线。按前法第 2 和第 3 步骤处理样品，根据标准曲线读取葡萄糖浓度。按下式计算淀粉含量：

$$\text{总淀粉含量 (\%)} = \text{葡萄糖浓度} \times 0.9 / \text{样品重 (干基)} \times 100$$

（未完待续，参考文献 56 篇，略，可向作者函索）