



## 主要饲料原料对颗粒饲料颗粒质量的作用

石永峰 译自《Feed International》2006,July,14~16

张捷校

通常能满足营养需求的最低成本配方技术会规定饲料产品的原料选择,因而也限制了变更饲料原料。但是,对颗粒饲料而言,占饲料组成不到1%的原料发生了变动,通常会导致颗粒饲料的物理性状产生显著的差异。选用的磷原料、制粒过程中脂肪的添加时间和使用的制粒辅助剂或制粒粘合剂,所有这些因素均会对饲料颗粒的稳定性和颗粒加工的效率产生重要的影响。

研究表明,在品种繁多的常规日粮中,饲料配方和选用的原料决定了颗粒饲料总体质量中的40%(Behnke,1996)。但是,因为饲料原料品种繁多和日粮本身潜伏的复杂性,因而不可能对每种特定原料的潜在制粒作用都作出说明。而且,不同产地的同一种原料之间也可能存在着显著的差异。因此,对用于生产颗粒料的每种原料都必须检测其制粒效果。但是,笔者和其他研究人员的研究结果表明,对饲料原料进行微调会显著提高饲料颗粒的质量和它制粒参数。

表1列出了16种用于生产颗粒饲料的常规原料的颗粒质量参数,它们是在个人制粒经验基础上汇总而成的共同意见。从理论上讲,按照表1提供的参数能配制出达到特定颗粒稳定性的饲料颗粒。但是,在实际生产中,原料与制粒条件变化之间的相互作用使得要真正实现上述目标非常困难。尽管如此,这些技术参数作为总体的指导仍是非常有用的。

### 1 小麦对“玉米-大豆”型颗粒饲料颗粒质量的影响

小麦具有特别高的颗粒质量值,因此颗粒配方中的小麦能够显著提高颗粒的稳定性。以下通过实验室试验和商品饲料加工厂的现场试验说明“小麦对颗粒饲料制粒质量的影响”。

第一个试验在实验室中进行。试验采用CPM CL II型制粒机(California Pellet Mill Co., CPM公司生产),基础日粮为纯玉米-大豆混合料,两者的比例为3:1。在不考虑日粮营养素平衡的情况下,用小麦或木质素磺酸盐(Lignosulfonate, LS)替代混合料中的

部分玉米(见表2)。用85℃、2.07巴的蒸汽对混合粉料进行调质,利用ASAE(American Society of Agricultural Engineers,美国农业工程协会)标准269.1(即KSU(Kansas State University,堪萨斯州立大学)转筒法)测定颗粒饲料的颗粒稳定性指数(pellet durability index, PDI),但所用测定装置作了修改,包括每个滚筒中的两个19mm的六角螺母。通过比较玉米-大豆基础日粮颗粒料的细粉含量和试验颗粒料的细粉含量,计算出精细度减少(reduction of fines, ROF)百分率。该精细度减少百分率表明了与饲料原料的每次改变有关的相对“粘合”力。由此说明了小麦替代配方中玉米后对颗粒稳定性产生的积极作用。

表1 常规饲料原料的颗粒质量参数

原料	稳定性	润滑性
玉米粉	5	7
大麦粉	5	6
买罗高粱粉	4	6
小麦粉	8	6
大豆粕(含48% CP)	4	5
啤酒糟	3	4
酒糟	3	4
DDGS <sup>1</sup>	5	6
酒糟残液	7	6
玉米麸粉	5	8
糖蜜	7	6
米糠	2	3
脱脂奶粉	9	2
油脂	-40	50
木质素磺酸盐	50	30

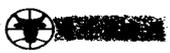
注:1; DDGS:干酒糟及其可溶性(distillers dried grains with solubles)

评分标准:0=差,10=好。

颗粒质量参数选自大量的饲料原料列表,其中包括欧洲常用的饲料原料(Rayne, 2001)。

请注意油脂的极低颗粒稳定性值。

第二个试验在商品饲料加工厂中进行。利用CPM 7800型制粒机,以每小时34.5t(吨/小时(metric



tons per hour, tph); 38 短吨/小时, short tons per hour, sph) 的生产速度对含 10%和 20%大麦或 1.25% LS 的玉米-大豆型火鸡饲料进行制粒。制粒过程中调质温度有变化,但在取样同时记录调质温度。利用每个转筒上带有两个 19mm 六角螺母的 KSU 法测定颗粒料的颗粒稳定性,并将测得的结果绘制成调质温度函数(见图 1),由此得到了具有不同斜率的小麦或木质素磺酸盐与调质温度的趋势线,由图 1 可知小麦受调质蒸汽的影响程度远比木质素磺酸盐激烈。将日粮的小麦含量从 10%提高到 20%,颗粒的稳定性明显提高。日粮内 1.25%的木质素磺酸盐对颗粒稳定性的影响与添加 20%小麦所产生的效果相近,此结果与实验室试验结果相类似。

表 2 小麦或粘合剂替代日粮中部分玉米后对颗粒稳定性指标和精细度减少指标的影响

日粮组成	PDI	ROF(%)
玉米/大豆比例(3:1)	83.7	0.0
小麦替代 10%的玉米	86.4	16.5
小麦替代 20%的玉米	88.2	28.2
小麦替代 30%的玉米	89.9	38.0
小麦替代 40%的玉米	89.7	36.8
小麦替代 50%的玉米	91.4	47.2
1%木质素磺酸盐	88.8	31.3

注:PDI:颗粒稳定性指数;ROF:细粉下降百分比

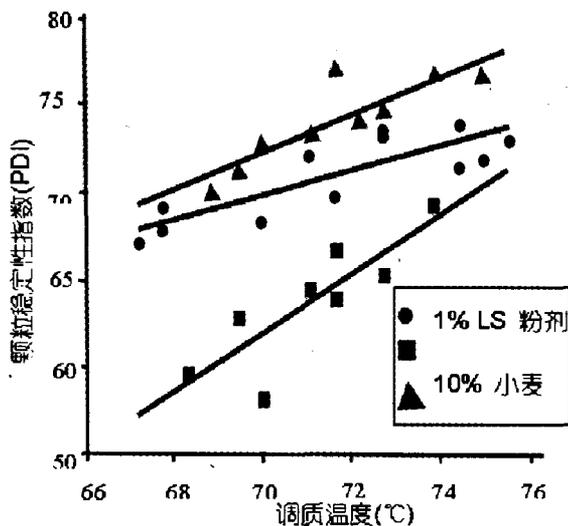


图 1 两种小麦添加浓度(10%和 20%)、粘合剂(1% LS)和饲料调质温度对火鸡生长期颗粒饲料颗粒稳定性的影响(以颗粒稳定性指数表示)

第三个试验也在实验室进行。分别用小麦、黑小麦或大麦(见表 3)替换基础日粮中 12.5%或 25%的玉米,研究由此产生的效果。黑小麦是小麦与黑麦 60

杂交后产生的杂交品种,已证明其粘合性能与小麦相似。结果表明,用大麦替换玉米可提高颗粒的稳定性,但是所提高的程度与用小麦或黑小麦替代玉米后达到的程度不同。

表 3 用其它谷物粉替代日粮中的玉米后获得的颗粒稳定性

替代百分比	小麦	黑小麦	大麦
12.5	84.5	83.4	80.9
25.0	86.9	86.2	84.2

注:玉米-大豆对照组的 PDI 为 79.2。

当用玉米或黄玉米替代日粮中小麦时,有时会添加粘合剂以保持颗粒的坚固性。

细麸皮(wheat midds)是小麦制粉时产生的副产品,现被广泛用于生产饲料。利用细麸皮通常可制造出高质量的颗粒,但是它似乎对蒸汽调质热度不会产生强力反应。以 50°C或 70°C的温度对含有 40%细麸皮的奶牛浓缩颗粒料进行制粒,结果颗粒稳定性几乎无差异。

## 2 颗粒大小和脂肪含量对饲料颗粒稳定性的影响

大豆粕(soybean meal, SBM)是玉米-大豆型日粮的其它主要原料,有研究表明 SBM 对颗粒稳定性的影响很小。为验证此结果特在商品饲料加工厂进行了一项试验,比较来自 A 和 B 两个供货商的 SBM(两个供货商供应的 SBM 颗粒大小不同)对颗粒饲料稳定性的影响。试验日粮为含有 70%SBM 的全植物性蛋白质浓缩料(蛋白质含量为 37%),结果表明来源不同的两种 SBM 对颗粒稳定性的影响存在着明显的差异(见图 2)。

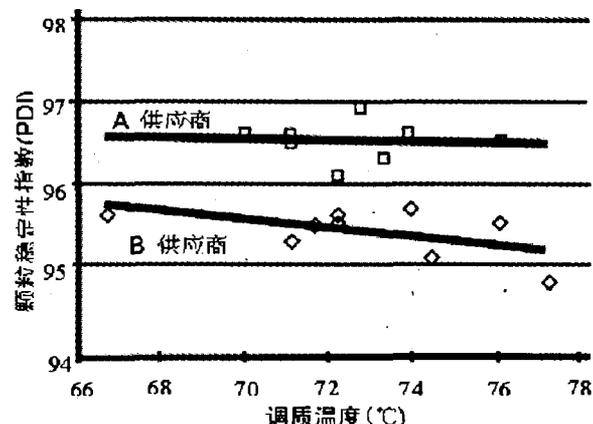


图 2 调质温度对添加不同来源大豆粕配制的颗粒饲料(含 37%全植物性蛋白质)的颗粒稳定性的影响



但是,分析表明两种来源的 SBM 在颗粒大小上没有显著的差异,出现上述结果的主要原因是 SBM 所含脂肪的差异。最近的分析结果表明,B 供货商的豆粕含 1.0% 的脂肪,而 A 供货商的豆粕含有 0.6% 的脂肪。该试验采用计算机控制的制粒机,其功率设定值为 150amps 和 72℃。利用控制器调节生产速度以达到期望的安培数(电流强度)。当大豆粕含脂量为 1.0% 时,颗粒饲料的平均生产速度为 12.3tph (13.5stph);而当含脂量为 0.6% 时,平均生产速度为 11.2tph(12.3stph)。

该试验明确地表明,颗粒质量并不随调质温度的升高而提高,这是高 SBM 浓度日粮中一个典型表现,与高淀粉浓度的日粮有明显不同(见表 1)。在本试验中,随着调质温度的提高,颗粒稳定性呈轻微下降的趋势,这可能是与制粒机的生产速度有关。在调质温度提高后,用 B 供应商提供的 SBM 配制日粮,颗粒饲料的生产速度从 10.9tph 提高到了 13.2tph。

### 3 注意脂肪的添加时间

在制粒前向饲料粉中添加脂肪是一件最糟糕的事,因为采用这种添加方法会降低颗粒的稳定性。脂肪加入混合机或调质机后,润滑了颗粒的挤压过程,从而降低了制粒的压力,结果导致颗粒稳定性下降。此外,脂肪会在饲料颗粒表面形成疏水膜,而该疏水膜可阻止各饲料颗粒间的相互粘连。

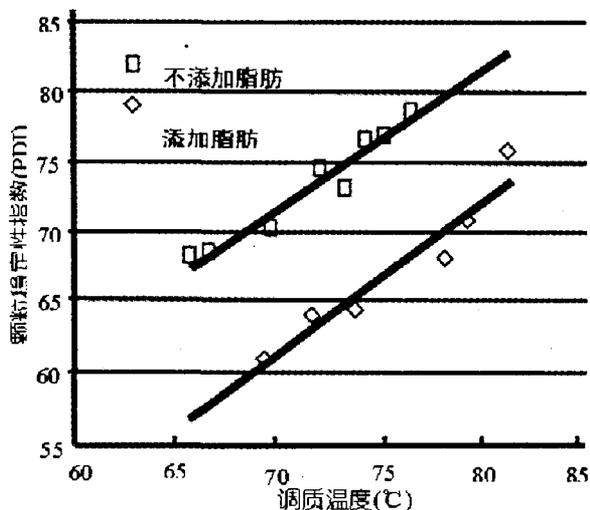


图3 饲料粉中 1% 的脂肪和调质温度对火鸡生长期颗粒饲料稳定性的影响

为研究添加脂肪是否会提高调质温度,进而提高颗粒稳定性,特在商品火鸡颗粒饲料加工厂进行了一项试验(见图 3)。该颗粒饲料加工厂在制粒过程中,如不关闭制粒机的阻气阀门就无法将调质温度

提高到 77℃ 以上。添加 1% 的脂肪后可增加润滑性,从而使制粒温度上升到 82℃。但是,脂肪对颗粒粘性产生的负面作用抵消了较高的粉料调质温度带来的所有好处(见图 3)。

应尽可能在制粒后喷洒脂肪。当饲料颗粒从环模中吐出后立即将脂肪喷洒到热的颗粒表面时,脂肪对饲料颗粒质量的影响通常是中性的。但是,如果将过筛后的细粉料重新进行制粒,那么随细粉一起进入制粒机的脂肪将对颗粒质量产生严重的负面影响。即使饲料颗粒不过筛,细粉料有时会随气流卷入旋风机,随后进入制粒机,最终也会影响饲料颗粒的质量。在饲料颗粒冷却后再向其表面喷洒脂肪,会产生最佳的颗粒稳定性。当用这种方法添加脂肪时,脂肪就会停留在颗粒表面,可减少粉尘的产生,润滑颗粒进而减少颗粒之间的磨损。

### 4 磷酸盐对饲料颗粒质量的影响

众所周知,脱氟磷矿粉或者磷酸三钙可提高制粒机的生产效率(Behnke,1981)。当用磷酸二钙替代脱氟磷矿粉时,可提高抗挤压的阻力,导致颗粒饲料的生产速度下降,颗粒稳定性提高。当用火鸡肥育期饲料中的脱氟磷矿粉替代火鸡生长期饲料中的磷酸二钙时,可观察到一个典型的反应(见表 4)。

表 4 不同的磷源对火鸡饲料颗粒质量的影响配方

配方(%)	日粮类型	
	生长期	肥育期
玉米	54.0	64.0
豆粕(CP 含量 48%)	40.0	25.0
脱氟磷矿粉	0.0	2.0
磷酸二钙	1.2	0.0
面包粉	0.0	5.5
制粒响应		
能耗(kWh/t)	6.5	5.4
颗粒稳定性	87.4	80.9

利用同一台制粒机并都以 36.3tph(40stph)的生产速度和 84℃ 的调质温度加工这些火鸡饲料。结果表明,火鸡生长期日粮中的磷酸二钙提高了抗挤压的阻力,从而有效地提高了用于推动颗粒通过环模的能量(从 7.2 kWh/st 提高到 5.9 kWh/st(st:短吨;1st=907.18474kg——校者注))。这些额外增加的能量提高了颗粒的紧密度,使颗粒的稳定性更高(颗粒稳定性从 87.4PDI 提高到 80.9PDI)。添加面包房下脚料或改变玉米大豆的比例也可适当提高饲料颗粒的稳定

性。但是,据信这种观察到的结果只是磷酸盐产生的典型结果,因为类似的结果可见于另一个不添加面包房下脚料的试验。

### 5 粘合剂(粘土和木质素磺酸盐)对饲料颗粒质量的影响

粘土有时可用作颗粒饲料的粘合剂,其价格往往很便宜,可作为日粮中费用低廉、无营养价值的填料,如草原用块状饲料。堪萨斯州立大学的研究(Pfost,1973)表明,当调质温度上升 32℃,将 2%的膨润土加入中等颗粒大小的玉米-大豆颗粒饲料中,能使颗粒饲料的细粉料含量从 11.7%下降少到 7.8%。

然而,并非所有粘土都能用作颗粒饲料粘合剂。此外,即使粘土饲料添加剂的商品名或总名称中含有“粘合剂”字样,该文字的意思可能是指霉菌毒素粘合剂,而非颗粒饲料粘合剂。

为此在一个颗粒饲料中试加工厂中对 5 种粘合剂进行了评估。试验的基础日粮含有 70%的玉米粉和 30%的大豆粕,试验组在制粒后再添加植物油,阳性对照不添加油。将每种粘土按 2%的最高比例加入日粮中,每组日粮设三个重复,在制粒前将颗粒调质参数设置为温度 80℃和压力 2.07 巴。利用 LignoTester 法而非 KSU 转筒法测定饲料颗粒的稳定性,结果不加脂肪或不加粘合剂的颗粒稳定性为 58.9PDI(见表 5)。从某种程度上说,该低 PDI 值是由于使用了功能较强的稳定性测定仪所致,尽管在生产颗粒饲料中猪和肉鸡饲料通常占 60%。日粮中添加 2%的脂肪后使颗粒稳定性下降至 38.8PDI。添加 2%的粘土 I、粘土 II 和粘土 III 后颗粒稳定性略有或没有提高。粘土 IV 为钠基膨润土,按 2%的比例添加后可使颗粒稳定性恢复至 56.7PDI。V 号粘土具有强烈的粘合作用,部分是由于它阻止了挤压,从而提高了制粒压力。

评估结果表明,各粘土产品的粘合性能均不相同。因此,在实际应用中无法确切地断定可以用一种粘土替代另一种粘土,必须经过测试后方可放心替换。尽管各种粘土在粘合性上存在着较大的差异,但是在同一种产品内通常具有非常一致的粘合性能。

表 5 粘土和木质素磺酸盐对饲料颗粒稳定性的影响

试验组别	PDI
无脂肪的对照组	58.9
含 2%脂肪的对照组	38.8
含 2%脂肪和 2% I 号粘土	37.2
含 2%脂肪和 2% II 号粘土	41.3
含 2%脂肪和 2% III 号粘土	45.3
含 2%脂肪和 2% IV 号粘土	56.7
含 2%脂肪和 2% V 号粘土	68.0
含 2%脂肪和 0.5%木质素磺酸盐	57.7
含 2%脂肪和 1%木质素磺酸盐	67.4

\* 采用 Borregaard LignoTester II 试验, 30 sec, 70mbar

在饲料工业中,木质素磺酸盐被广泛地作用颗粒饲料的粘合剂(Castaldo,1998)。在堪萨斯州立大学进行的早期研究(Pfost,1964)表明,当调质温度提高 28℃、环模孔径为 4.8 毫米、孔深为 50.8 毫米时,将 1%的木质素磺酸盐加入玉米-大豆型火鸡肥育期颗粒饲料后,颗粒饲料的粉料含量从 8.2%下降至 4.9%。Pfost 博士也证明了木质素磺酸盐具有润滑特性,并证明木质素磺酸盐可以在较大的温度范围内发挥润滑作用。正常情况下木质素磺酸盐的粘合效果是粘土的 2 倍,大约是小麦的 15~20 倍(Pfost,197。见图 3)。

由于饲料配制的复杂性和饲料加工过程中的多变性,使人们很难正确预测单种饲料原料对颗粒稳定性的作用。但是,某些原料的确能够提高颗粒的稳定性,而其它一些原料具有降低颗粒稳定性的倾向。可严重影响颗粒饲料的颗粒质量的因素包括选用的磷源、脂肪在颗粒饲料加工中的添加时间、日粮中小麦和微量原料制粒辅助剂或粘合剂的含量。

(需要本文参考文献的读者,可与《Feed International》杂志的编辑(E-mail: gill@wattmm.com)联系,邮件的主题请设为“Ingredient pelleting references”)

原题名: Pelletting Key ingredient effects (英文)

原作者: Tom Winowski

### 《肉鸽高效生产技术手册》

本书内容包括肉鸽的习性与行为、遗传、育种与品种、繁殖与人工孵化、乳鸽、童鸽、青年鸽、生产种鸽的饲养管理和人工哺育及肥育技术,肉鸽的营养需求、常用饲料、日粮配制和保健砂,鸽舍设计与设施,鸽场经营管理,鸽病防治等。书末附有鸽场生物安全措施、饲养员饲养管理工作规程、常用消毒药物、鸽子的生理常数等。□

本书可供养鸽专业户、鸽场技术人员及畜牧兽医科研、教学人员阅读、参考。本书邮购每册 28.50 元,欲购者请汇款至上海市北翟路 2901 号国外畜牧学猪与禽杂志编辑部。□