

饲料资源开发与利用

小麦在猪饲料中的应用研究进展

王卫国, 卢萍

(郑州工程学院生物工程系, 河南 郑州 450052)

摘要:综述了小麦对猪的营养价值、饲养特性和猪饲料中小麦的加工技术及小麦在猪料中应用的最新研究进展。

关键词:小麦; 猪饲料; 加工方法; 饲养价值

中图分类号:S816.41 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-6202(2003)04-0024-03

小麦作为能量饲料在猪饲料中应用已有很长的历史^[1]。在前苏联, 欧洲(法国)和北美(加拿大)等小麦主产区, 畜禽饲料中多使用小麦作为主要能量饲料^[2]。在我国, 小麦能否在猪日粮中应用主要取决于小麦与玉米的营养价值与价格的比值。当小麦的营养价值特性好于玉米时, 用小麦部分或全部代替玉米喂猪能取得很好的饲养效果和经济效益。然而, 对于小麦对猪的营养价值的评价, 提高小麦的饲用价值的科学加工手段, 小麦在动物饲料中使用的合理比例, 以及培育适合于饲料应用的新品种小麦一直都是国内外动物营养和饲料工业界深入研究的课题^[3]。

1 小麦化学成分与对猪的营养价值

小麦按种植时间分为冬小麦、春小麦; 按皮色分为红小麦、白皮麦、花麦; 按麦粒质地分为硬小麦和软质麦。小麦的化学成分在很大程度上受到小麦品种、土壤类型、环境状况、肥育状况的影响^[1]。

硬质小麦的蛋白质含量(13%~16%)比软质小麦(8%~10%)高, 但干物质、能量及蛋白质利用率两者相差不大^[4]。小麦赖氨酸含量为0.31%~0.37%, 相当于玉米赖氨酸含量(0.25%~0.27%)的124%~148%。猪饲料易发生不足的色氨酸与苏氨酸, 小麦分别含0.15%~0.16%与0.33%~0.38%, 分别相当于玉米含量(0.07%~0.08%与0.32%~0.34%)的200%与103%~119%。就三种氨基酸的猪的表观消化率而言, 小麦和玉米有着相同的苏氨酸消化率, 小麦的赖氨酸消化率比玉米高(71%:69%), 色氨酸的消化率则要更高一些(78%:67%)。小麦的能量大致与玉米相等, 其喂猪的消化能含量为14.23 MJ/kg左右, 相当于玉米消化能含量(14.23~14.48 MJ/kg)的98%~100%。小麦粗脂肪含量(1.6%~2%)和亚油酸(0.58%~0.70%)的含量仅为玉米含量(3.6%~4.2%和1.62%~1.82%)的45%左右和37%左右, 这对肥育猪而言是一优点, 但对幼猪而言是值得注意的缺点^[5]。

小麦的钙和磷含量较玉米高, 且小麦中含天然植酸酶, 磷有较高消化率, 用小麦代替玉米、高粱时, 可降低豆粕和磷酸氢钙的使用量^[4]。小麦除了不含胡萝卜素, 维生素E的含量低于玉米外, 各种B族维生素的含量均高于玉米, 特别是烟酸对猪的生物学效价比玉米高^[6]。

小麦中含有一定数量的非淀粉多糖(NSP), 主要包括纤维

素、戊聚糖、混合链-葡聚酶, 果胶多糖, 甘露聚糖, 阿拉伯聚糖, 半乳糖和木葡聚糖等。小麦NSP分为可溶性和不溶性两类, 不溶性NSP主要是纤维素和木质素, 对小麦营养价值影响不大。水溶性NSP(主要是戊聚糖)被认为是小麦中的主要抗营养因子, 其抗营养作用主要与其粘性及对消化道生理、形态和微生物区系的影响有关^[3]。由于水分含量低, 猪消化液粘稠度同其他家禽相比相对较低, 因而通过戊聚糖酶降低消化食糜粘稠度的效果较差。而且, 猪盲肠微生物区系对能量代谢有较大影响, 它可以将猪本身不能消化的碳水化合物转化为挥发性脂肪酸, 用来满足动物的部分能量需要。另外, 胃液的PH值降低会削弱添加酶的作用。有些研究报道加酶可改善猪的生产性能。但是, Mavromichalis 1997年没有发现加酶小麦日粮可有效改善仔猪和育成猪的生长性能^[1]。Bach等人研究表明酶处理对真消化率和生物学效价的提高在大多数情况下受到限制, 只有在果皮部分经酶处理后二者会得到较为明显的提高^[6]。很显然, 在此方面应做更多的研究。

小麦的容重在680~800 g/L时, 不会影响其能量浓度。当容重低于680g/L时, 才会影响其能量浓度。

小麦对猪的消化能可由其化学成分推算^[1]:

$$DE(\text{MJ/kg 干物}) = 3.584 + 38.3\text{CP}(\% \text{干物}) - 16.0\text{NDF}(\% \text{干物})$$

式中: DE为消化能; CP为粗蛋白质; NDF为中性洗涤纤维。

2 小麦的饲养特性

小麦对猪的适口性很好。让猪分别选食小麦和玉米, 其对小麦的采食量明显多于玉米。但是, 由于小麦淀粉的粘性比玉米高, 如将小麦粉碎过细, 猪采食时就会产生糊口而使其适口性变得很差。小麦麸具有良好的消化调养性, 使小麦易于被猪消化利用。小麦用于肥育猪饲料可增进胴体的硬度和脂肪白度^[5]。

在猪饲料中, 小麦可部分或全部替代玉米及高粱, 且不影响生长性能。Magowan和Aherne 1987年在仔猪饲料中添加0%~6%小麦, 发现各处理间的日增重, 饲料采食量及饲料效率没有差异。欧洲国家一般用小麦代替玉米作能量饲料。当小麦作猪的主饲料时, 应粗粉碎, 破碎效果更佳。小麦粉碎过细时消化率下降, 直接影响猪的生长性能。小麦含

收稿日期: 2002-10-08

作者简介: 王卫国(1956-), 男, 教授, 硕士生导师, 从事饲料加工与动物营养方面的研究。

量过高(30%以上)时,应添加相应的消化酶,以防止饲喂小麦为主的饲料时发生排软便现象^[4]。

小麦的营养价值为玉米的92%~100%,同燕麦和高粱相比,小麦的可消化能分别高10%~15%和5%^[1]。

Scholten, R H T等人1996年研究小麦型日粮对育成猪的生长性能等指标的影响^[7]。每组30头杂交猪,初始体重24.7 kg,73日龄,在平均体重为108.5 kg时屠宰,标准配合料包含木薯、高蛋白(11.8%)碾制小麦(Vivant)和一种浓缩饲料,低蛋白(10.8%)碾制小麦(Ritmo)和一种浓缩饲料。其他组从25 kg到45 kg阶段,25%的配合料被碾制小麦代替,从45到屠宰阶段50%的配合料被小麦代替。小麦类型和其蛋白含量高低不影响猪生长性能、胴体品质及健康状况。用25%或50%小麦代替标准配合料在生长性能、胴体品质和健康状况方面无明显差别。从25 kg到45 kg和45 kg到75 kg,只喂碾制小麦和补充饲料的猪生长较慢,效率较低,从45 kg到屠宰,饲喂碾制小麦和补充饲料较对照组生长较快,效率更高($P < 0.05$)。

3 小麦在猪饲料中的应用研究进展

3.1 猪饲料中小麦加工方法的研究

Seerly等人1988年对小麦在猪饲料中应用时的粉碎粒度进行了6个试验,结果表明,断奶仔猪饲料中小麦的粉碎粒度以0.8~0.98 mm为好;30~55 kg的生长猪采用0.86~0.89 mm的细粒和1.41~1.7 mm的中粒均可;而55~100 kg育肥猪宜采用1.72~2.30 mm的粗粒^[5]。

Mavromichalis 1997年进行3种小麦粉碎粒度(1.300 mm, 0.600 mm, 0.400 mm)对断奶仔猪断奶后第一周增重效率和干物质消化率的影响试验,结果显示,0.600 mm粒度具有最好的增重效率($P < 0.04$)和干物质消化率($P > 0.15$)。而在35 d的整个实验期间,0.600 mm粒度具有最好的增重效率($P < 0.01$)和干物质消化率($P > 0.12$)。对育肥猪实验中,1.300 mm粒度与0.600 mm的粒度对生长性能没有影响,尽管后者的营养物质消化率有所改善。而在另一项实验中,小麦粉碎为0.400 mm与0.600 mm的粒度相比,增重效率提高了3.5%,干物质营养物表观消化率提高了2.5%,氮的消化率提高了4.1%。但应注意的是,当饲料粉碎粒度小于0.600 mm时,将显著降低粉碎效率,粉碎物会在料仓或喂料器部位结拱。由于猪产生胃溃疡的应激因素有多个,没有证据显示小麦粉碎至0.500~0.700 mm会导致猪产生胃溃疡^[1]。

Huang S X等人1997年研究了微波对小麦能量、淀粉、氨基酸消化率的影响^[8]。6头Canabrid和Camborough杂交猪在21日龄断奶,在23或24 d时在回肠末端处装一简单的T型瘘管,饲喂3种日粮,分别是粉碎小麦和豆粕日粮、微波处理小麦和豆粕日粮、玉米淀粉和豆粕日粮,按拉方法设计重复试验方案。每天饲喂3次,每次间隔8 h,每次饲喂量相同,饲喂日粮量为体重的5%。猪的平均初始体重9.2 kg,试验结束时体重为16.5 kg。第6、7 d内48 h连续收集粪便,第8、9 d时连续24 h收集回肠消化液。 Cr_2O_3 作为消化示踪剂,用差异的方法测粉碎小麦和微波加工小麦的表观氨基酸消化率。微波加工小麦中必需氨基酸消化率较磨碎小麦高2.2%(精氨酸)到12.2%(苏氨酸),组氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸差异显著($P < 0.05$)。微波处理使小麦回肠消化率从

93.1%提高到99.3%,差异显著($P < 0.05$)。微波处理可提高小肠中能量的消化吸收,降低大肠中微生物发酵,结果表明微波处理对饲喂小麦的青年猪的氨基酸和能量的消化起到正面效果。

Luce W G等人1996年进行实验,470头杂交猪分别饲喂4种试验日粮,包括玉米(中度粉碎),硬质红冬小麦(细或中度粉碎),或干碾小麦^[9]。饲喂小麦的猪增重较慢,平均日采食量较低,但较饲喂玉米的效率。结果表明饲喂细粉碎小麦日粮较中度粉碎小麦日粮增重快且效率高。同饲喂细度或中度粉碎小麦日粮相比,饲喂干碾小麦日粮可提高饲料效率。故对生长育成猪而言,细粉碎和干碾小麦日粮较中度粉碎小麦日粮更佳。

Peet - Schwing, C M C Van der等人1997年研究报道了锤片粉碎和碾碎小麦对生长育肥猪的生长性能的影响^[10]。4组30日龄猪分别饲喂标准生长育肥日粮(I)、含40%(II)或10%(III)锤片粉碎小麦、或含10%碾碎小麦(IV)的日粮。II组和III组的生产性能无显著差异,而I组的生长性能较试验组差。饲喂含10%碾碎小麦的日粮的试验组较饲喂含40%锤片粉碎小麦的日粮的试验组有更高的生长速度和更好的饲料转化效率。同其他组相比,饲喂锤片粉碎小麦更易出现严重的肠道消化功能障碍。而最具成本效益的饲料是含10%碾碎小麦的日粮。

3.2 小麦在仔猪料中的应用研究

Rodas B Z De等人1996年用144头猪(19±2日龄,6.35 kg活体重)进行试验以评价一种硬质红冬小麦作为早期断奶猪第二阶段(断奶后10~38 d)日粮的能量和蛋白质源的效果^[11]。断奶后前10 d的第一阶段,所有猪均饲喂含赖氨酸1.5%的日粮。在第二阶段,猪活体重8.72 kg,分别饲喂玉米-豆粕日粮,用小麦取代50%玉米的日粮、用小麦取代100%玉米的日粮。试验日粮饲喂4周(断奶后10~38 d),均含1.4%赖氨酸,0.90%的Ca,0.76%的P。第二阶段第一周,平均日增重(ADG)和饲料转化率(FCE)随日粮中的小麦含量增加而增加;但在第二周,无处理效果;第三周,饲喂50%玉米和50%小麦的效果较好。但是,摄食量随日粮中小麦增加而减少,随小麦含量升高饲料转化率呈线性升高。在整个4星期的试验阶段里,ADG和FCE随日粮中小麦含量增加而增加。试验结果表明可以在早期断奶猪的第二饲养阶段用硬质红冬小麦代替日粮中的玉米。

Broekman, E J A J等人1997年用120头猪(21 d;6.45 kg活体重)进行试验,确定饲喂硬质红冬小麦-豆粕日粮(SBM)仔猪第二阶段(断奶后10~38 d)最大生长性能时的日粮赖氨酸需要量^[12]。按初始体重组,每个畜栏5头猪。全部的猪在断奶后饲喂与第一阶段相同的含1.5%赖氨酸的日粮,试验1喂前10 d,试验2喂前8 d。第一阶段后,猪(7.9 kg活体重)配给4种日粮(6畜栏/处理组)。试验日粮分别含总赖氨酸1.30%、1.40%、1.50%、1.60%。用豆粕代替小麦(试验1)和代替玉米淀粉、蔗糖(试验2)来提供额外的氨基酸水平。试验日粮饲喂28 d(第二阶段)。从0到7 d(第二阶段),平均日增重(ADG)和肉料比(G/F)随日粮赖氨酸增加呈线性增加。增加日粮赖氨酸水平提高了日增重和肉料比(从7到14 d),并在赖氨酸1.50%观察到最大值。在14到28 d,日增重随日粮赖氨酸提高而增加。在试验各个阶段采食量不受

影响,血中尿氮浓度(14 d)随日粮赖氨酸水平提高而增加。这些数据表明饲喂硬质冬小麦-豆粕型日粮的仔猪第二阶段最佳生长的赖氨酸最佳需要量,在第一周至少为1.60%,7 d后需要量有减少趋势。

3.3 小麦副产品在猪饲料中的应用研究

小麦的副产品主要有小麦面筋粉、小麦粗粉(次粉)和麦麸。三者的蛋白质含量分别约为80%、15.9%和15.7%。中性洗涤纤维的含量分别为0.6%、35.6%和42.1%。三者的蛋白质品质具有相似的缺陷。对猪来说,三者缺乏赖氨酸、苏氨酸、蛋氨酸、色氨酸。但小麦面筋粉在仔猪的饲养中有其独特的特性。

Kim I H 等人 1998 年用两个实验确定喷雾干燥血浆(SDPP)和小麦面筋(WG)对早期断奶乳猪的营养价值^[13]。在实验 1 中,144 头断奶仔猪(17 日龄,5.1 kg)进行 35 d 生长试验。断奶后 0 到 14 d 的实验日粮为:(1)干燥脱脂乳粉(DSM)-乳清粉-豆粕(对照组);(2)和(3)为分别用 SDPP 和 WG 代替日粮(1)中的 DSM。14~35 d 所有猪均饲喂玉米-豆粕-干乳清为基础的日粮。从 0 到 14 d,饲喂 SDPP 的猪较饲喂 WG 的猪有较大采食量($P < 0.05$)。但从 14 到 21 d(转化为第二阶段日粮),第一阶段饲喂 WG 的猪较饲喂 DSM 和 SDPP 的猪有较大采食量和增重率($P < 0.05$)。在实验 2 中,用 108 头 21 日龄,5.7 kg 的断奶仔猪,进行 35 d 的生长试验来确定断奶后 WG 和 SDPP 的最佳搭配,处理方法:(1)100% SDPP;(2)50% SDPP 和 50% WG;(3)100% WG。正如在实验 1 中,所有猪从 14~35 d 转换为饲喂玉米-豆粕-干燥乳清的基础日粮。从 0 到 14 d,生长性能无差别,肉料比呈现二次曲线关系,饲喂 50:50 混合比例的猪从 14 到 35 d 和从 0 到 35 d 具有最低的肉料比($P < 0.05$)。断奶后第 13 d 干物质消化率无明显差别。但随 WG 的增加 N 消化率呈线性关系($P < 0.1$)。实验表明 SDPP 在断奶后初始阶段可提高生长率。但是,在第一阶段饲喂 WG 可提高向第二阶段日粮转换时猪的生长性能。

小麦面筋中基本不含仔猪过敏性蛋白或别的物质,对仔猪肠道绒毛的发育有好处。将小麦面筋水解为蛋白质饲料,在仔猪饲料中应用有好的饲养效果。

Han Y M 等人用 96 头杂交猪进行 3 个试验以确定粗次粉、微生物植酸酶、柠檬酸提高玉米-豆粕日粮中植酸磷生物学效价的整体有效性^[14]。在试验 1 中,40 头初产母猪(7 周龄)饲喂 5 种日粮,时间为 8 周。日粮 1、2 和 3 为低磷、玉米-豆粕日粮(CBS),分别加 0%、0.1%、0.2% 无机磷(P_i)如磷酸钙。日粮 4 为玉米-豆粕日粮包括 15% 粗次粉(461 禾谷植酸酶 U/kg),日粮 5 为 CSB + 微生物植酸酶(1 200 U/kg);在试验 2 中,16 头阉公猪(8 周龄)饲喂两种日粮,时间为 6 周,日粮 1 与试验 1 的日粮 3(0.2% P_i)相同。日粮 2 为试验 1 的日粮 + 微生物植酸酶(300 U/kg)。实验 3 中,40 头阉公猪和母猪(6 周龄)饲喂 4 种日粮,时间为 6 周。日粮 1、2 跟试验 2 日粮 1、2 相同,日粮 3 为试验 2 的日粮 2 + 1.5% 柠檬酸。日粮 4 同日粮 3 相似但含 10% 而不是 15% 的粗次粉。在试验 1 中饲喂日粮 1 的猪有较低 ADG、ADFI、血浆磷浓度、骨强度、运动分数。同其他 4 种日粮相比,饲喂 15% 粗次粉日粮的猪同饲喂 CSB + 0.1% P_i 或微生物植酸酶的猪无显著差异。在实验 2 中,在整个饲喂期间血浆 P_i 浓度($P < 0.005$)和料肉比($P < 0.02$)及 ADG($P = 0.06$)(从第 1

周到第 3 周),饲喂 CBS + 0.2% P_i 的猪较其他含 15% 粗次粉日粮较好。在试验 3 种,饲喂两种柠檬酸日粮(日粮 3 和 4)和 CBS + 0.2% P_i (日粮 1)在所有实验时间有相同 ADG,在 4 到 6 周有相似 P_i 浓度。饲喂日粮 4 的猪在 1 到 3 周较饲喂日粮 1 的猪有较高肉料比($P < 0.02$)。结果表明用 10% 到 15% 粗次粉、300 U 微生物植酸酶/kg、1.5% 柠檬酸完全取代生长猪玉米-豆粕日粮中磷酸钙是可行的。

次粉是水产饲料的黏合剂,也是一种较好的能量饲料。对于妊娠母猪来说,次粉和麦夫均是良好的能量饲料。

[参考文献]

- [1] Ioannis Mavromichalis and Hancock Joe D. Wheat Grain, Co-products in Swine Feeds Examined[J]. Feedstuffs, 1999, March 22: 13~17.
- [2] Feed International. Wheat's Place in Feeds[J]. Feed International, 1994, 5: 10~12.
- [3] 王卫国,杨刚.小麦在鸡饲料中的应用研究进展[J].粮食与饲料工业,2002,(4):17~20.
- [4] 韩仁奎,李德发,朴香淑.最新猪营养与饲料[M].中国农业大学出版社,2000,104.
- [5] 冯立志.小麦在猪饲料中的应用[J].武汉食品工业学院学报,1994,(4):13~15.
- [6] Bach Knudsen K E, Steinfeldt S, et al. The Nutritive Value of Decorticated Mill Fraction of Wheat. 1. Chemical Composition of Raw and Enzyme Treated Fraction and Balance Experiment with Rats[J]. Animal Feed Science and Technology, 1995, 52(3/4): 205~225.
- [7] Scholten R H J, Plagge J C. The Effect of Wheat Type on Performance, Slaughter Quality, Health and Manure Composition of Growing/Finishing Pigs[J]. Nutrition Abstracts and Reviews (series B), 1997, 67(12): 5861.
- [8] Huang S X, Sauer W C, et al. Effect of Micronization on Energy, Starch and Aminal Acide Digestibilities in Wheat for Young Pigs[J]. Journal of Animal and Feed Science, 1997, 6(3): 353~368.
- [9] Luce W G, Clutter A C, et al. Processing of Wheat for Growing-Finishing Swine[J]. Animal Science Research Report - Agriculture Experiment Station, Oklahoma State University, 1996 No. P~951: 280~284.
- [10] Peet - Schwering C M C Van Der, Plagge J G, Scholten R H J. Feeding Hammer - Milled and Crushed Wheat to Growing and Finishing Pigs[J]. Nutrition Abstracts and Reviews (series B), 1998, 68(6): 2772.
- [11] Roads B Z de, Luce W G, Maxwell C V. Efficacy of Wheat Based Diets for Early - wean - ed Pigs During Phase 2 of the Nursery Period [J]. Animal Science Research Report - Agriculture Experiment Station, Oklahoma State University, 1996, P~951: 275~279.
- [12] Broekman E J A J, Roads B Z DE, et al. Lysine Requirement of Phase 2 Nursery Pigs Fed Karl Hard Red Winter Wheat Based Diets [J]. Animal Science Research Report - Agriculture Experiment Station, Oklahoma State University, 1997, P~958: 138~143.
- [13] Kim I H, Kim C s. Evaluation of Spray - Dried Procine Plasma and Wheat Gluten to Replace Milk Products in Early - Weaned Pigs[J]. Korean Journal of Animal Science, 1998, 40(2): 157~164.
- [14] Han Y M, Roneker K R, et al. Adding Wheat Middling Microbial Phytase and Citric Acid to Corn - Soybean Meal Diets for Growing Pigs May Replace Inorganic Phosphorus Supplementa - Tion [J]. J Animal Science, 1998, 76: 2649~2656.

(责任编辑:程启芬)