

# 我国发酵床养猪技术发展现状研究

纪玉琨<sup>1</sup>, 何 洪<sup>1</sup>, 薛念涛<sup>2</sup>

(1. 北京工业大学, 北京 100022; 2. 北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

**摘要:**为有效发挥发酵床在养猪业中的作用, 控制畜禽粪便所造成的污染, 对发酵床养猪技术的起源、原理进行说明, 研究了发酵床菌种选择、猪舍的设计、垫料的选择以及日常管理的关键点; 对目前发酵床存在的问题进行分析, 认为发酵床日常管理不规范是造成发酵床问题产生的根本原因, 并对今后发酵床的发展提出合理的意见和建议。

**关键词:**发酵床; 畜禽养殖; 垫料; 微生物菌群

**中图分类号:** S828.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-2767(2014)06-0135-05

我国是世界上猪肉生产第一大国。2012年, 全国猪肉产量达到4 620.5万t, 占全国肉类产量的63.5%。2012年国民经济和社会发展统计公报<sup>[1]</sup>显示, 全国畜牧业产值达20 584亿元, 占农业总产值的35.5%, 其中养猪业贡献率达到了22.5%, 养猪业已成为农业支柱产业。

然而, 养猪业的发展在推动我国农业总产值不断上升的同时, 猪粪便污染也日益严重。2008年, 全国猪粪便年产生量达到6.44亿t, 占畜禽养殖业粪便年产生总量的45.8%。猪粪便年产量是2008年全国工业废物排放量的8.24倍<sup>[2-3]</sup>; 化学需氧量排放量达到889.34万t, 是工业废水COD排放量的1.94倍。如果说畜禽粪便污染已成为农村主要污染源, 那么猪只粪便污染又是畜禽粪便污染的主要污染源<sup>[4]</sup>。

发酵床技术是近几年引入我国的新型治理技术, 该技术基本能实现畜禽粪便的“零排放”, 但也有对垫料床存在风险的疑问, 为此, 在对发酵床养猪进行大量现场调查和文献研究的基础上, 对发酵床原理和关键技术等方面进行客观评价和阐述。

## 1 发酵床技术原理及应用

### 1.1 发酵床技术起源

发酵床养猪原理与我国农村传统圈养猪很相似, 即将农作物秸秆和树叶等放入圈舍, 靠牲畜的踩踏及菌体的发酵分解, 将粪尿转化为有机肥。可以说传统圈养猪是早期生态养殖的雏形。20世纪90年代开始, 发酵床养猪受到广泛关注和研究。

发酵床养猪起源于日本民间, 后经日本学者明上教雄等人的研究及日本自然农业协会、山岸协会和鹿儿岛大学等单位的推广, 发酵床养猪技术在日本得到了广泛的应用。后来该技术传到韩国, 经改进后成为“韩国自然养猪法”, 经韩国自然农业协会推广, 在韩国、朝鲜开始普及。在国外, 发酵床技术被称为“deep litter system”“pig on litter”“breeding pig on litter”等<sup>[5]</sup>。

目前, “韩国自然养猪法”和“日本发酵床养猪技术”已进入我国, 在山东、辽宁及福建等省开始推广。发酵床技术由于引进途径不同而有不同的称呼, 如“自然养猪法”“日本洛东酵素发酵床养猪法”“厚垫料养猪技术”以及“生态养猪法”等<sup>[6]</sup>。

### 1.2 发酵床养猪技术的原理

发酵床技术是遵循猪粪尿生物发酵理念, 结合现代微生物发酵技术的一种环保、安全、有效的生态养殖模式, 其原理是在多种微生物的作用下, 通过好氧发酵技术, 使畜禽废弃物中的硫化氢、吡啶及胺等臭味成分迅速消解, 植物中难以利用的纤维素、蛋白质、脂类及尿酸盐等被迅速降解, 转化为菌体蛋白、腐植酸、维生素、氨基酸和促生长因子等对动物有益的物质而直接被吸收<sup>[6]</sup>, 其工

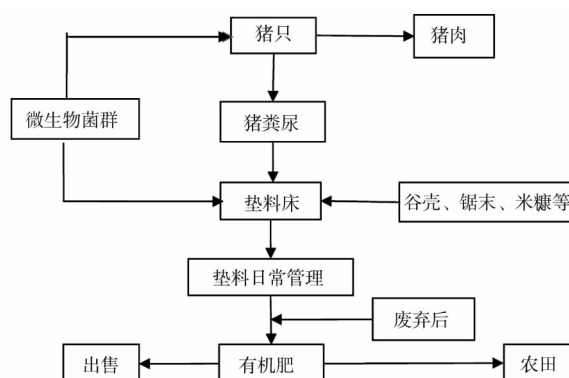


图1 发酵床技术工艺流程

Fig. 1 Technology process of deep litter system

收稿日期: 2014-01-21

基金项目: 北京市博士后工作经费资助项目(2014ZZ-75)

第一作者简介: 纪玉琨(1971-), 女, 河北省廊坊市人, 博士, 高级工程师, 从事环境工程污染防治技术后评估研究。E-mail: jyk0725@163.com。

通讯作者: 何洪(1958-), 男, 博士, 博士生导师, 教授。E-mail: hehong@bjut.edu.cn。

艺流程见图1。

由于引入来源和地域的不同,我国现有发酵床技术存在差异,不同发酵床的垫料厚度、菌种来源、猪舍条件和日常管理都存在差异。

## 2 发酵床技术分类及管理

### 2.1 发酵床技术分类

发酵床按垫料厚度的不同分为深层发酵床和浅层发酵床两种。深层发酵床的垫料厚度要达到80~100 cm,浅层发酵床垫料厚度为30~50 cm。深层发酵床圈内采用全发酵床,垫料直接铺在地面上,要确保地面不受地下水影响;浅层发酵床圈内2/3铺设发酵床,1/3铺设水泥地面,以便

于猪在夏季纳凉,发酵床底为水泥地面,水泥地面上铺设一层鹅卵石,防止尿液过多时腐蚀垫料床。

### 2.2 猪舍的设计

我国南北方气候差异较大,北方寒冷、干燥,南方高温、潮湿,猪舍的设计也各不相同。北方猪舍注重冬季保暖,墙体一般为二四式或三七式砖体,窗体在考虑通风的同时,要注意冬季保温,屋顶采用保温隔热性能较好的材料,顶常选择彩钢瓦-塑料泡沫板-PVC板结构、石棉瓦塑料泡沫板结构或瓦芦苇泥结构,不建议单独使用塑料布或石棉瓦<sup>[7]</sup>。发酵床猪舍内的人行通道要建在北墙边,以保证阳光照到发酵床上<sup>[8]</sup>。



北方猪舍



南方猪舍

图2 我国南北方猪舍

Fig. 2 Piggery in North and South

南方猪舍注意降温除湿,发酵床猪舍以钢管大棚结构为主,顶侧天窗及两侧带摇膜装置,可根据需要进行启闭。棚管既是大棚坚实的骨架,又是热传导的快速通道,棚顶覆盖厚10~12丝的耐老化流滴膜,以防雨保温。棚顶不覆盖隔热材料,而是覆盖数层吸热快、遮光率大于95%的黑色遮光网,且使用寿命在5 a以上<sup>[9]</sup>,由于南方夏季温度较高,采用发酵床与水泥床相结合的结构,发酵床与水泥床的比例为3:1,便于猪趴窝降温<sup>[10]</sup>。

### 2.3 发酵床微生物菌剂及来源

发酵床中生物菌剂是发酵床关键技术之一。张庆宁等对发酵床中菌剂进行分离纯化,得到14株优势好氧细菌,鉴定均为芽孢杆菌属,分属于枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)、解淀粉芽孢杆菌(*Bacillus amyloliquefaciens*)、蜡样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*)、短小芽孢杆菌(*Bacillus pumilus*)和巨大芽孢杆菌(*Bacillus megaterium*)等不同的种,这些菌株在猪粪和垫料组成的发酵床生长优势强,耐发酵高热,能够产生多种与猪粪降解相关的酶类,除臭效果明显;对某些病原菌具有抑制作用,对猪安全并有促进生长的功能<sup>[11]</sup>。

菌剂的来源有两种:(1)自然采集的土著菌。将装有植物性培养基,盖有透气性宣纸的木箱,深

埋在腐殖土中或倒扣在刚收割的稻茬、麦茬上,经5~7 d,收集到的白色菌落或各种颜色的菌落<sup>[12]</sup>。该技术简易,但很容易掺杂杂菌,存在安全隐患。(2)商业销售的功能性有益菌群。程雷等对不同厂家菌剂的测试结果表明,不同菌剂对生物发酵床养猪效果各不相同<sup>[13]</sup>。

总体来说,商业菌剂针对性强,处理效果明显好于土著菌<sup>[14]</sup>。但商业发酵菌成本高,对抗生素及抗菌药物高度敏感,发酵失败的例子也较多<sup>[15]</sup>。刘金林采用自制发酵菌和商业菌按1:1添加的组合发酵模式,大大降低成本。还可以减少因为药物的敏感性而导致的发酵失效可能<sup>[16]</sup>。

### 2.4 发酵床垫料的选用

垫料是发酵床关键部分,作为微生物菌载体,垫料混合物碳氮比要达到25:1,pH7.0~7.5<sup>[14]</sup>。要选择碳供应强度大、供碳能力均衡持久以及通透性、吸附性好的材料,常用的垫料有锯末、谷壳和米糠。张学锋等探讨了成本低廉的发酵床垫料配比,结果表明,玉米秸秆、锯末、稻壳的比例为1:4:5的垫料配比成本和发酵效果最为理想<sup>[17]</sup>。我国南北方差异大,有些地域无法充足供应垫料原料,因地制宜的选择原料是克服原材料选择困难的重要渠道。黄瑞华等探索花生壳在发酵床垫

料中应用的可行性,发现锯末比例高的发酵床各项性能优于花生壳比例高的发酵床<sup>[18]</sup>。刘伟等研究表明,在发酵床垫料中掺入 5%~20% 的稻草秸秆不会影响猪的肥育性能<sup>[19]</sup>。池跃田等研究表明废弃食用菌可部分替代垫料原料中的锯末,不影响饲养效果。适应微生物发酵床养猪的垫料比例为 50% 锯末+50% 稻壳<sup>[20]</sup>。董佃朋等进行了用芦苇秆作为垫料原料的研究,发现垫料中添加芦苇秆有利于促进发酵热量的快速提升,通过添加锯末和控制霉菌生长条件可减少霉菌发生的概率<sup>[21]</sup>。

## 2.5 发酵床卫生防疫

彭新宇研究表明集约化猪场主要寄生虫有猪蛔虫、猪鞭虫和猪疥螨;还有少量的猪球虫、结肠小袋纤毛虫、弓形虫、食道口线虫(节结虫)和冠尾线虫等。要随时对猪场内进行寄生虫监测,及时隔离携带寄生虫的猪只,同时,还要利用发酵床的生物热作用抑制虫卵发育甚至杀灭虫卵,如使用驱虫药,则应在用药后几天内勤翻垫料,将虫卵及时翻入垫料内部<sup>[22]</sup>。发酵床养猪和传统水泥地面养猪管理一样,应预防性定期驱虫。使用木屑时,要选择没有被抗酸菌污染的木材。加强疫病防治措施、使用良好发酵床菌种、有效维护管理发酵床,可以减少疾病的发生<sup>[23]</sup>。

由于发酵床技术是利用菌群降解粪尿,所有化学药物对垫料中一种或几种有益菌有不同程度的抑制效果<sup>[24]</sup>,发酵床在使用过程中不能使用化学消毒药品和抗生素类药物<sup>[25]</sup>。有人提出使用发酵床会增加发生疫情的风险,为评估发酵床模式对安全养猪的影响。苏霞等对 4 个猪场的猪瘟、猪繁殖与呼吸综合征免疫抗体和致病性大肠杆菌、沙门菌、猪链球菌及寄生虫携带情况进行了检查。结果表明,与水泥地面相比,发酵床养殖没有对猪常见疾病的防控产生不良影响<sup>[26]</sup>。蒙水养对某养猪场发生猪鞭虫病,并造成全群 116 头猪全部发病,死亡 25 头的情况进行诊治,发现该猪场本次发生的猪鞭虫病,应是仔猪在进场前感染所致,建议新购进的猪应在隔离间及时驱虫,确定无病后再转移到栏舍饲养,每年春秋应给猪群进行定期预防性驱虫<sup>[27]</sup>。

微生物菌群在猪饲料及生活环境中形成有利于猪生长发育的优势微生态系统。代谢产物,如乙酸、丙酸、乳酸、抗生素及细菌素等,共同组成对外界有害微生物的化学屏障,形成生物保护膜<sup>[28]</sup>。同时,采用发酵床饲养模式显著提高猪血清免疫水平,增加了畜禽免疫力和抗病能力<sup>[29]</sup>。

## 2.6 发酵床的管理

发酵床的日常管理对维护菌群正常生长环境起到关键作用。

垫料表面要保持一定的湿度(50%~60%),即用手抓一把垫料,攥紧后松开,手上有水珠,而垫料不板结。垫料的厚度主要因季节和养猪密度而定,冬天垫料厚一点,夏天薄一点。在北方,春秋季节一般 60 cm,冬季要达 70~80 cm,夏天不能超过 40 cm<sup>[30]</sup>。

垫料和粪要混合填埋,猪粪便堆集的比较多时,可以向其它没有粪便的地方撒,便于充分分解;当粪、尿成堆时在垫料区内,挖坑埋上即可<sup>[31]</sup>。防止饮水流入发酵床,自动饮水装置的残留水要及时导出。猪舍内要经常通风换气<sup>[32]</sup>。如发酵床下沉超过 10 cm,须及时添加原料,如发现表面板结,每 3~4 d 用叉子翻动 1 次,以防底部微生物缺氧导致发酵床出现问题<sup>[33]</sup>。夏季要注意降温,可采用喷雾降温或湿帘风机降温,减少翻挖次数,预防垫料干燥<sup>[34]</sup>。猪进入发酵床前要注射免疫疫苗,驱除体内寄生虫,选取采食、排序各方面正常的猪只入栏<sup>[35]</sup>。

## 3 发酵床技术优点及存在问题

### 3.1 发酵床的优点

3.1.1 解决畜禽粪便的环境污染,基本实现“零排放” 发酵床内的菌群将畜禽粪尿迅速有效地降解、消化,没有粪尿排出养猪场,降低氨气和硫化氢等臭气的产生和排放<sup>[36]</sup>,也减少了苍蝇、蚊子的滋生。

3.1.2 节约能源 使用发酵床技术,减少清扫猪栏、冲洗猪舍的工作,节约人工成本 40%~50%。中途不需人工清粪,不产生冲洗圈舍的污水,省水 70%~80%,1 个饲养员可养 500~1 000 头肥猪,100~200 头母猪<sup>[14]</sup>。发酵床在好氧发酵过程中可产生热量,尹航<sup>[37]</sup>研究表明在冬季猪舍环境温度可达 16.1~20.2℃、地面温度 7.8~11.7℃,冬季不需要消耗其它能源加温,省电 70% 左右。

3.1.3 提高猪的抗病能力 微生物菌群在猪饲料及生活环境中形成有利于猪生长发育的优势微生态系统。代谢产物,如乙酸、丙酸、乳酸、抗生素及细菌素等,共同组成对外界有害微生物的化学屏障,形成生物保护膜<sup>[28]</sup>。王诚<sup>[29]</sup>等研究表明,采用发酵床饲养模式显著提高猪血清免疫水平,增加了畜禽免疫力和抗病能力。

3.1.4 提高猪的肉质 粪尿被菌群分解转化为无机物和菌体蛋白质,锯末中的木质纤维和半纤维可被降解转化成易发酵的糖类,猪通过翻拱食用,给猪提供了一定的蛋白质等营养<sup>[12]</sup>;同时,使用发酵床要求禁用抗生素类药物,还要给猪食用有利于消化的微生物菌剂,在有益的生物环境下,猪得病少、没有药物刺激,出栏的肉质也明显提高。王诚在 2009 年做的对比试验表明,发酵床饲养模式下的猪只,日增重量提高了 5.26% ( $P <$

0.05),猪肉失水率降低 17.3%,大理石纹评分提高 7%~35%<sup>[38]</sup>。

3.1.5 经济效益 发酵床养猪可产生巨大的经济效益。莆田优利可农牧发展有限公司自 2005 年使用发酵床技术,对 2005~2009 年使用发酵床的经济效益进行了计算,其中垫料成本 50 元·m<sup>2</sup>,可用 3 a,日常要补充垫料,每头猪分摊垫料成本 9 元;饲料添加菌剂 54 元·头<sup>-1</sup>;总计成本 62 元·头<sup>-1</sup>。收益:节约饲料 25 kg·头<sup>-1</sup>,计 52.5 元·头<sup>-1</sup>。节约水电、人工费和医药费 15.5 元·头<sup>-1</sup>。每头猪的净增加利润为 6 元·头<sup>-1</sup><sup>[39]</sup>。

湖北省畜牧兽医局桑新湖种猪场 2008 年开始使用发酵床,通过现场测试,得到发酵床经济效益:发酵床养猪节约饲料 8%,仔猪育成率由 85% 提高到 96.8%,猪育成率由 98% 提高至 100%;人工费下降 40%~50%;用水下降 70%~80%;每头猪节约用电 5°;固定资产投入由 330 元·m<sup>2</sup> 下降至 220 元·m<sup>2</sup>。

### 3.2 发酵床养猪目前存在的问题

3.2.1 使用发酵床仍有猪发生疾病的风险 张俊宝<sup>[25]</sup>提出,由于发酵床技术是利用菌群降解粪尿,在使用过程中不能使用化学消毒药品和抗生素类药物。如果猪场发生传染性疾病,疫情将不可控制。

3.2.2 容易引起畜禽呼吸道疾病 发酵床垫料是以锯末和米糠等粉末状物质组合而成,如果湿度过低,猪容易将这些物质吸入呼吸道引发疾病,尤其是小猪,呼吸道短而且免疫性低,不能在发酵床上饲养。同时,发酵床垫料中存在大量霉菌毒素,对于有拱食习惯的猪来说,采食霉菌后会引起免疫抑制,造成母猪流产,抵抗力下降等现象<sup>[40]</sup>。

3.2.3 夏季温度过高 垫料中的菌剂在分解粪尿时会散热,虽然表层温度不高,但是会使猪舍整体温度升高,在夏季尤其是南方的夏季,高温高湿天气会造成猪生长速度变缓<sup>[41]</sup>。这些问题都有待于逐步解决。

## 4 结论与讨论

发酵床技术解决了畜禽污染问题,顺应了我国利用资源、降低能源消耗和污染的环保理念,盛清凯<sup>[5]</sup>提出发酵床技术使猪只抗病力增强,但如果猪仔免疫程序不健全、饲养过程垫料管理不善,则猪患病的可能性仍很高,例如垫料过于干燥引起呼吸道疾病,过湿或陈化会使垫料发酵失败导致环境恶化。何鑫<sup>[41]</sup>等研究表明,正常低剂量抗生素类药物预防和治疗对发酵床中的功能微生物不会产生太大影响。苏霞<sup>[17]</sup>等通过对发酵床猪只与传统猪只的疫苗免疫效果和寄生虫检验认为,发酵床养殖不会对猪群常见疫病的防控产生不良影响,但管理不善的发酵床会增加一些疾病

的发生危险。

综上所述,发酵床技术的关键是对垫料的日常管理,确保垫料温度、湿度以及疏松度适宜,良好的微生物菌群生长微环境,从而保证畜禽粪便的充分降解。

### 4.1 建议

4.1.1 对猪进行严格免疫处理 猪要按规定注射疫苗,预防传染病的发生。如发现猪发病,马上进行隔离治疗,同时,将其余的猪转移到安全地方,对发酵床进行堆积处理,杀死病菌,彻底切断传染源,也可利用生物灭菌。湖北省丹江口阿里山农业高科技开发有限公司将生物菌剂加入水中对发酵床喷雾加湿,在增加垫料湿度的同时,利用菌剂净化了猪只的生活环境,为猪只建立了一个天然的保护屏障,减少病毒的侵蚀。

4.1.2 加强发酵床日常管理 管理不当会造成垫料整体废弃,还会引起猪只疾病,所以,垫料的日常管理决定了发酵床使用的成败。目前发酵床技术的推广还仅限于生产菌种的企业,缺少对发酵床技术日常管理的系统培训。日常管理疏忽容易造成发酵床报废、猪只染病等严重后果,这是发酵床技术产生争议的主要原因。

国家要加强发酵床技术设计制作单位以及菌种销售企业管理,将发酵床日常管理的培训工作作为发酵床制作的重要程序,同时延长发酵床售后服务年限。

4.1.3 加强对发酵床技术的研发 如果现有问题能够得到有效解决,将有助于发酵床技术的进一步推广,使我国养殖污染防治问题得到有效解决。因此,国家应加大对发酵床技术的研发工作,研究垫料原料的替代产品,培养更有效、适应能力强、具有免疫力的微生物菌群,增强发酵床生命力,克服发酵床现有的缺点。

### 4.2 从管理上探讨发酵床推广的可行性

国家要不断探寻有效的畜禽污染防治措施,对具有潜力和发展前途的技术要进行专家论证,探讨推广的可行性。由于发酵床技术一直存在争议,管理部门一直采取不支持、不限制的态度。多方调研表明,只要加强发酵床的日常管理,可有效解决畜禽污染问题、提高养殖效率。

国家可以通过有效的推广模式,发挥发酵床技术的长处,减少或避免出现问题。例如建立专业的技术推广服务体系。目前,国家对沼气推广采取“全托式”服务模式,由养殖户支付建设资金,由专业人员负责建设,建成后养殖户每年交付一定的管理费,享受专业人员上门管理服务,直到养殖户完全掌握沼气技术。发酵床的推广可借鉴这种模式,减少甚至避免各项风险的产生。

### 参考文献:

[1] 中华人民共和国国家统计局. 国民经济和社会发展统计公

- 报[R]. 2009.
- [2] 环境保护部国家统计局. 中国环境统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2010.
- [3] 中国畜牧业年鉴编辑委员会. 中国畜牧业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [4] 国家环境保护总局. 全国规模化畜禽养殖业污染情况调查技术报告[M]. 北京: 环境科学出版社, 2001.
- [5] 盛清凯, 武英, 王成, 等. 发酵床养猪技术的优势与推广中存在的问题[J]. 猪业科学, 2008(3): 80-81.
- [6] 李宏强. 养猪场生态发酵床建造及操作技术要点[J]. 甘肃畜牧兽医, 2009(2): 40-42.
- [7] 邢艳君. 我国各地生物发酵床猪舍的不同设计要求[J]. 养殖技术顾问, 2010(4): 13.
- [8] 赵春苗. 规模化猪场建造微生态发酵床须关注的问题[J]. 中国猪业, 2011(2): 48-49.
- [9] 沈晓昆, 戴网成. 适合中国南方的发酵床猪舍结构[J]. 养殖与饲料, 2010(1): 56-58.
- [10] 盛清凯, 杨林青, 武英, 等. 猪生物安全与发酵床猪舍设计[J]. 猪业科学, 2009(9): 76-77.
- [11] 张庆宁, 胡明, 朱荣生, 等. 生态养猪模式中发酵床优势细菌的微生物学性质及其应用研究[J]. 山东农业科学, 2009(4): 99-105.
- [12] 郭秀山, 陈晓利, 蒋帮奎, 等. 北京地区土著菌发酵床养猪技术[J]. 猪业科学, 2009(3): 80-82.
- [13] 程蕾, 刘晓华, 王肆玖, 等. 不同菌种和抗菌成分对生物发酵床养猪效果的影响[J]. 长江大学学报: 自然科学版, 2011(4): 226-229.
- [14] 王应和, 吴敏. 发酵床养猪的现状与应用前景[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2011(1): 16-18.
- [15] 陈安国, 洪奇华. 猪采食行为与饲喂设备的研究进展[J]. 养猪, 2003(2): 36-39.
- [16] 刘金林. 生猪发酵床菌种发酵效果比较研究[J]. 福建畜牧兽医, 2010(6): 14-15.
- [17] 张学峰, 丁瑜, 董晓庆, 等. 发酵床养猪低成本垫料配比研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2011(13): 86-87.
- [18] 黄瑞华, 陆冬梅, 何鑫, 等. 苏淮猪发酵床养殖中垫料原料配比及日常管理措施初探[J]. 今日养猪业, 2011(1): 31-34.
- [19] 刘伟, 刘天明, 孔祥峰, 等. 不同垫料配方对发酵床养猪效果的影响[J]. 畜牧与兽医, 2011(7): 45-46.
- [20] 池跃田, 于洪斌, 金玉波, 等. 微生物发酵床养猪不同垫料组合对生长育肥猪生长性能影响的试验[J]. 现代畜牧兽医, 2011(3): 49-50.
- [21] 董佃朋, 陈永明, 李坤. 发酵床养猪用芦苇秆作为垫料原料的研究[J]. 农业环境与发展, 2009(6): 90.
- [22] 彭新宇, 黄应开, 孙俊颖. 发酵床养猪模式下猪主要寄生虫病的控制策略[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2011(15): 93-95.
- [23] 盛清凯, 武英, 赵红波, 等. 发酵床养猪疾病防治技术[J]. 猪业科学, 2010(6): 80-82.
- [24] 曾艳. 发酵床养猪垫料中病原防控的研究[J]. 中国畜牧兽医, 2011(5): 196-199.
- [25] 张俊宝. 利辛县推广发酵床养猪技术经验总结[J]. 中国猪业, 2011(2): 40.
- [26] 苏霞, 王海宏, 步卫东, 等. 发酵床养殖对猪常见疾病防控效果的影响[J]. 畜牧与兽医, 2011(6): 72-74.
- [27] 蒙水养. 发酵床养猪发生猪鞭虫病的诊治[J]. 广西畜牧兽医, 2010(2): 100-101.
- [28] 刘良, 白林, 王志全, 等. 发酵床养猪法略谈[J]. 畜禽业, 2011(3): 24-26.
- [29] 王诚, 张印, 王怀忠, 等. 发酵床饲养模式对猪舍环境、生长性能、猪肉品质和血液免疫的影响[J]. 山东农业科学, 2009(11): 110-112.
- [30] 蒲丽. 微生物发酵床日常管理和维护需注意的问题[J]. 现代畜牧兽医, 2011(6): 59.
- [31] 李益民, 毕红东, 宋志满. 发酵床养猪法运行主要方面的管理[J]. 养殖技术顾问, 2011(5): 20.
- [32] 徐军, 马洪亮, 韩良义, 等. 北方高寒地区发酵床养猪技术的应用[J]. 养殖与饲料, 2011(6): 12-13.
- [33] 金文英. 发酵床养猪的技术优点与管理措施[J]. 养殖技术顾问, 2011(1): 18.
- [34] 徐晓军. 夏季发酵床养猪的管理要点[J]. 养殖技术顾问, 2011(3): 48.
- [35] 刘景臣. 北方地区发酵床养猪应注意的几个问题[J]. 饲料博览, 2010(6): 47-48.
- [36] Wang kaiying, Wei Bo, Zhu songming. Ammonia and odour emitted from deep litter and fully slatted floor systems for growing-finishing pigs. biosystems engineering[J]. Biosystems Engineering, 2011, 109(3): 203-210.
- [37] 尹航, 周海柱, 姜玉杰. 生态型发酵床养猪模式对猪舍环境的影响[J]. 养猪, 2008(6): 30-31.
- [38] 杨群, 谢金防, 韦启鹏, 等. 浅谈发酵床在养猪生产中的应用与研究进展[J]. 江西饲料, 2009(4): 1-3.
- [39] 林国徐. 洛东发酵床养猪技术在福建的成功应用[J]. 海峡科学, 2009(8): 62-63.
- [40] 郭慧娟, 郑俊甫. 发酵床养猪的优势与弊端[J]. 养殖技术顾问, 2011(3): 7-8.
- [41] 何鑫, 任正平, 陆冬梅, 等. 抗生素对苏淮猪发酵床养殖环境的影响[J]. 家畜生态学报, 2009, 30(4): 44-47.

## Research of Development Status on Deep Litter System for Pig Breeding in China

JI Yu-kun<sup>1</sup>, HE Hong<sup>1</sup>, XUE Nian-tao<sup>2</sup>

(1. Civil and Environment Engineer School, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083; 2. State Environmental Protection Engineering of Beijing, Beijing 100037)

**Abstract:** In order to play the role of deep litter system in pig breeding and control the pollution caused by the livestock and poultry dung, the origin and principle of deep litter system were explained. The selection of micro-organism, design of pig house, choice of litter and the key points of daily management were discussed. According to the current problems in deep litter system, mismanagements were thought the primary cause to make it fail. Then, advices and suggestions about the development of deep litter system in future were presented.

**Key words:** deep litter system; livestock and poultry breeding; litter; microorganism