

安徽省畜牧业产业布局优化研究——基于环境承载力视角

胡中应, 汪梦颖* (皖西学院经济与管理学院, 安徽六安 237012)

摘要 在对安徽省畜牧业生产现状分析的基础上, 利用养分平衡理论, 对2000~2013年安徽省各地级市畜禽养殖污染情况进行测度, 用单位耕地面积畜禽粪便当量负荷和警报值来判断不同地区畜牧业发展是否超过其环境承载能力, 并从区域合理化和种类多元化两方面提出了政策建议。

关键词 畜禽废弃物; 环境承载力; 产业布局; 养分平衡; 警报机制

中图分类号 S-9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)18-238-03

Study on the Optimization of the Animal Husbandry Industry Layout in Anhui Province—Based on the Perspective of Environmental Carrying Capacity

HU Zhong-ying, WANG Meng-ying* (School of Economy and Management, West Anhui University, Lu'an, Anhui 237012)

Abstract Based on analyzing the animal husbandry industry production status in Anhui Province, using the theory of nutrient balance, livestock and poultry breeding pollution in each city in Anhui Province during 2000-2013 was measured. The excrement of livestock in unit of cultivated land area and alarm value were used to tell whether development of livestock husbandry exceeds the environment carrying capacity in different areas and some policy suggestions were proposed from two aspects of regional rationalization and diversification.

Key words Livestock waste; Environment carrying capacity; Industrial distribution; Nutrient balance; Warning mechanism

随着人们生活水平的提高, 居民对畜禽产品的需求量增加。2004~2013年安徽省畜禽养殖总数增加, 其中猪饲养数量上升10%, 家禽饲养数量增加69.72万只。畜禽数量的增加直接导致粪便的排放量的增加, 到2013年末, 安徽省畜禽粪便总量达7765.87万t, 耕地面积仅为418.81万hm², 而单位耕地面积在一定时期内对畜禽粪便消纳吸收能力是确定的, 超负荷承载只会造成土壤氮污染。控制畜禽饲养规模、合理布局畜牧业生产成为安徽省畜牧业可持续发展的重要议题。

国外学者很早就开始关注畜牧业的发展带来的环境污染问题, 如Mallin等^[1]认为畜禽粪便是氮和磷污染的主要来源^[1]。同时, 学者们也注意到畜禽粪尿等作为肥料使用具有两重性, 即一方面与化肥相比, 畜禽粪便所含养分较全, 肥效稳而长, 能提高土壤有机质含量, 并且可以减少化肥单独施用所产生的某些副作用^[2]; 另一方面, 在一定时间内单位耕地面积对畜禽粪便吸收能力是有限的, 超过这个限度, 多余的氮磷等元素将会对环境造成污染, 营养盈余问题就会显现^[3]。因此, 某地区畜牧业发展规模应与承载畜禽粪尿等废弃物的耕地面积相联系, 饲养密度应不超过该地区耕地的最大承载能力, 畜牧业发展应受到环境的制约^[4]。

就国内研究而言, 王方浩等^[5]评价了畜禽粪便产生的环境效应, 认为我国很多省份都存在着畜禽粪便导致的氮、磷污染问题。杨飞等^[6]研究表明, 2020年全国畜禽养殖量较2009年将成倍增长, 许多省区的耕地将达到最大氮消化能力, 其土壤和水环境将面临来源于畜禽养殖的严重超负荷氮

承载。在区域畜牧业产业布局上, 胡浩等^[7]对江苏省的畜牧业布局与地区环境承载力之间的关系做了实证研究。

综上, 目前从环境承载能力出发来研究畜牧业产业布局的研究成果较少, 省域畜牧业生产布局研究几乎空白。鉴于此, 笔者以安徽省畜牧业发展为特定研究对象, 从环境承载的角度对各地区的污染情况进行评价并建立预警机制, 以期对地方畜牧业产业经济的健康可持续发展提供参考建议。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 产业集中度。畜牧业产业集中度是用来衡量各市畜牧业在安徽省畜牧业中的贡献率, 集中度越高竞争力越强。该研究采用区位商法计算安徽省各市畜牧业产业集中度。区位商又称专业转化率, 是衡量地区专业化的重要指标。该研究选用生产总值为区位商计算指标, 计算公式为:

$$LQ = \frac{La/Lb}{LA/LB} \quad (1)$$

式中, LQ 为安徽省各市畜牧业产业集中度; La 为各市畜牧业总产值; Lb 为各市农业总产值; LA 为安徽省畜牧业总产值, LB 为安徽省农业总产值。 LQ 越大, 说明集中度越高。 $LQ > 1$, 说明该市的畜牧业产业集中度超过全省平均水平; $LQ = 1$, 意味着该市畜牧业产业集中度处于全省平均水平; 当 $LQ < 1$ 时, 表明该市畜牧业产业集中度低于全省平均水平。

1.1.2 畜牧业承载能力测度。根据养分平衡理论, 自然界中的氮元素总量是固定不变的, 它总是以这样或那样的形式储存在其他物质内。假设区域内种植作物只有水稻和小麦2种, 农民的施肥方式也只有化肥和粪肥2种, 则区域内氮的输出只有水稻和小麦, 氮的输入只有化肥和粪肥。根据养分平衡理论可以得到: 氮输入 = 氮输出 + 氮损失 (农作物没有吸收完的盈余), 即化肥氮输入 + 粪肥氮输入 = 水稻氮输出 + 小麦氮输出 + 氮损失, 并且二者长期处于平衡状态, 若输入氮总量大于输出氮总量, 则表明农田系统氮处于“盈余”状态, 其盈余量越大损失量就可能越大, 对环境污染的风险

基金项目 安徽省软科学项目(1502052049); 安徽省哲学社会科学项目(AHSKY2015D40); 安徽省高校优秀青年人才支持计划重点项目(gxyqZD2016237); 国家级大学生创新训练项目(20141037601)。

作者简介 胡中应(1981-), 男, 安徽六安人, 副教授, 在读博士, 从事农业经济管理研究。* 通讯作者, 本科生, 专业: 国际经济与贸易。

收稿日期 2016-04-18

就越大;若氮输入总量小于输出总量,此时土壤中没有氮累积,则表明农田系统的氮为“亏缺”状态,环境污染风险较低,但长期中不利于农作物生长。经过简单的转换,原式可化为:化肥氮输入+粪肥氮输入-农作物氮输出=氮损失。

畜禽粪便跨区域运输成本高,难度大的特性决定了当区域内畜禽养殖规模扩大,单位耕地面积畜禽粪便承载力增大,即粪肥氮输入增加。但是由于单位耕地面积内的农作物产量是一定的,所以水稻和小麦对氮的吸收是不变的,即氮的输出量一定的。那么当氮的输入端的输入量增加时,由于输出量固定,则只有氮损失的量增加才能保证等式两边保持平衡。但是氮损失越高,对环境潜在的污染风险就越高,反之若贮存或损失养分接近于零,此时估算出的粪肥输入养分量以及以此为根据推算的单位耕地面积畜禽饲养量,就是某地区环境适宜的承载数量。

根据以上思路,安徽省畜牧业产业布局分析以养分平衡为基础,把不同种类的畜禽产生的、不可比较的排泄物转换成用同一标准的猪粪当量来衡量和分析,以评价单位耕地面积在一定时期内对畜禽粪便的吸收消纳能力,从而建立警报值机制,确定各个城市与环境承载力相适应的最大畜禽养殖数量,对安徽省目前的养殖模式进行评价,促进符合循环经济的畜牧业发展。

1.1.2.1 畜禽粪便量的估算。不同畜禽产生的粪便量可以依据畜禽生长周期(饲养周期)和日排泄系数计算得出,计算公式为:

$$Q = \sum_{i=1}^n m_i d_i P_i \quad (2)$$

式中, Q 为畜禽产生的粪便总量(kg); m 为各市畜禽饲养数量(只); d 为牲畜生长周期(d), P 为牲的日排泄系数。畜禽粪便在耕地存储的过程中由于自然、人为等因素会有流失,把施入土地的畜禽粪便按计算结果的80%计算。其中家禽由于统计数据不全,且差别较小,均按蛋鸡计算。

1.1.2.2 畜禽粪便猪粪当量总量。即把各种牲畜产生的粪便量均转化成猪粪来比较,计算公式为:

$$T = \sum_{i=1}^n Q_i \gamma_i \quad (3)$$

式中, T 为畜禽粪便猪粪当量总量(kg); Q 为畜禽粪便量总量; γ 为猪粪当量换算系数。

1.1.2.3 单位面积畜禽粪便猪粪当量负荷值。这是畜禽饲养密度的判断标准,主要由畜禽粪便猪粪当量总量和耕地面积2个因素衡量,计算公式为:

$$K = \frac{T}{S} \quad (4)$$

式中, K 为单位面积畜禽粪便猪粪当量负荷值[$t/(hm^2 \cdot a)$]; T 为畜禽粪便猪粪当量总量(万 $t \cdot a$); S 为耕地面积(万 hm^2)。

1.1.2.4 畜禽粪便负荷警报值。畜禽粪便负荷警报值是衡量施入土地的畜禽粪便是否过量的重要指标。计算公式为:

$$P = \frac{K}{\rho} \quad (5)$$

式中, R 为猪粪当量负荷警报值; K 为单位面积畜禽粪便猪粪当量负荷值; ρ 是单位耕地以猪粪当量计算的畜禽粪便最大

施入量,结合安徽省实际情况,计算出该值为13。以上下微调1/3为限度,结合社会效益、环境效益、经济效益,最终确定安徽省猪粪当量最高施用量为28 $t/(hm^2 \cdot a)$ 。按照最终计算的 R 值大小,制定4级畜禽粪便负荷警报值,从对环境污染风险程度由小到大分别分为:0~0.5无污染,0.5~0.7稍有污染,0.7~1.0有污染,大于1.0严重污染。

1.2 数据来源 该研究饲养数量数据、耕地面积数据来源为安徽省统计局官网;饲养周期和日排泄系数来源于国家环境总局自然生态司调查(1994)并结合各类养殖场实际情况做出相应调整。

2 结果与分析

2.1 安徽省畜牧业布局现状 根据相关统计资料,利用公式(1),计算得到2000~2013年安徽省各市畜牧业产业集中度(表1)。

由表1可知,安徽省畜牧业产业分布地区不合理,皖中地区(包括合肥、巢湖、滁州、六安)以及皖北地区(包括蚌埠、阜阳、宿州、淮北、淮南、亳州)由于面积广大、气候干燥,疫情不易大面积传播等自然因素以及人口密集需求量大等市场因素,畜牧业产业集中度高于全省平均水平;而马鞍山、芜湖、宣城、铜陵、池州等皖南地区由于丘陵地形,不适合大规模养殖,且人口相对分散,难以形成较大的集聚市场而集中度低于全省平均水平。其中,合肥和六安是2个连续14年畜牧业产业集中度都大于1的城市;黄山是皖南地区中唯一的畜牧业产业集中度大于1的城市。亳州、淮南的畜牧业产业集中度呈下降趋势,淮北、滁州则呈增长趋势。

2.2 安徽省各地区畜牧业承载能力测度 根据“1.1.2”中的理论和方法,该研究用衡量施入土地的畜禽粪便量是否超过土地负荷的畜禽粪便警报值来建立畜禽养殖数量与生态环境承载力相适应的警报机制。安徽省各市畜禽粪便负荷警报值见表2。

由表2可知,皖中地区污染最为严重,绝大部分畜禽粪便警报值集中在0.5~0.7区间(稍有污染),其中合肥市污染指数明显高于巢湖、滁州、六安3市,14年间畜禽粪便对土壤的污染程度 R 值上升了45%,2011~2013年4市污染指数均呈缓慢上升趋势;皖南地区除黄山市和宣城市以外的其他各市畜禽粪便警报值集中于0.5左右(对土壤不构成污染或污染较小)。2001~2013年黄山市均为严重污染,其耕地面积为安徽省最少,单位耕地面积畜禽粪便负荷量较大,已经严重超出土壤消纳吸收能力,对农田、河流造成一定程度的污染。宣城2003年以前畜禽粪便没有对环境造成污染,2004~2007年稍有污染,2007~2013年有污染,是一个典型的饲养数量渐进增加的城市。马鞍山市是2000~2013年全省唯一不受畜禽粪便污染的城市(警报值 R 均小于0.5);皖北地区2000~2007年 R 值迅速下降,从有污染和严重污染下降到稍有污染,2008年以后相对保持在0.5~0.7。

总体而言,安徽省畜禽粪便警报值 R 值成正态分布规律,且成递减规律。2000~2005年安徽省畜禽粪便警报值为0.7~1.0,对环境产生了污染,2006~2013年下降到0.5~

0.7,全省畜牧业对环境的污染程度在降低,畜禽饲养环境在改善。

表1 2000~2013年安徽省各市畜牧业产业集中度

Table 1 Concentration degree of animal husbandry industry in each city in Anhui Province during 2000-2013

地级市 Cities	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
合肥 Hefei	1.34	1.25	1.20	1.13	1.20	1.19	1.31	1.24	1.24	1.29	1.29	1.32	1.13	1.11
淮北 Huaibei	0.83	0.74	0.80	0.84	1.00	1.05	1.10	1.00	1.01	1.03	1.26	1.27	1.14	1.10
亳州 Bozhou	1.11	1.10	1.09	1.17	1.12	1.11	1.09	0.88	0.92	0.80	0.80	0.88	0.77	0.78
宿州 Suzhou	1.00	0.95	0.97	1.08	1.13	1.19	1.08	1.22	1.26	1.27	1.26	1.29	1.21	1.22
蚌埠 Bengbu	0.95	0.96	0.95	1.02	0.89	0.95	0.99	1.00	1.01	0.99	0.91	0.39	0.99	1.01
阜阳 Fuyang	1.15	1.15	1.15	1.25	1.11	1.14	1.13	1.21	1.17	1.16	1.13	1.34	1.18	1.17
淮南 Huainan	1.07	1.11	1.05	1.10	0.95	0.99	1.02	0.96	0.93	0.96	0.95	1.14	0.98	0.98
滁州 Chuzhou	1.00	1.01	0.99	1.01	0.99	0.98	0.92	0.97	1.02	1.06	1.12	1.28	1.14	1.14
六安 Lu'an	1.25	1.20	1.18	1.22	1.12	1.08	1.13	1.14	1.09	1.12	1.15	1.27	1.12	1.14
马鞍山 Maanshan	0.53	0.53	0.53	0.44	0.45	0.43	0.44	0.54	0.57	0.55	0.53	0.63	0.53	0.60
巢湖 Chaohu	0.82	0.81	0.82	0.73	0.75	0.72	0.71	0.59	0.57	0.57	0.56	—	—	—
芜湖 Wuhu	0.87	0.80	0.80	0.71	0.79	0.76	0.69	0.77	0.72	0.72	0.69	0.61	0.57	0.56
宣城 Xuancheng	0.24	0.82	0.86	0.80	0.85	0.85	0.93	0.82	0.86	0.84	0.83	0.94	0.80	0.78
铜陵 Tongling	0.60	0.56	0.55	0.49	0.54	0.52	0.45	0.61	0.53	0.58	0.56	0.71	0.62	0.63
池州 Chizhou	0.87	0.82	0.84	0.68	0.77	0.75	0.75	0.81	0.78	0.76	0.73	0.83	0.72	0.72
安庆 Anqing	1.01	0.93	0.94	0.85	0.94	0.90	0.88	0.89	0.90	0.93	0.93	1.08	0.94	0.93
黄山 Huangshan	1.04	0.98	0.98	0.88	0.98	0.94	1.03	1.18	1.08	1.07	1.06	1.18	1.02	0.97

表2 安徽省各市畜禽粪便负荷警报值

Table 2 The livestock manure load alarm value in each city of Anhui Province

地区 Regions	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
安徽省 Anhui Province	0.74	0.72	0.74	0.74	0.84	0.78	0.70	0.49	0.58	0.54	0.55	0.55	0.57	0.58
合肥市 Hefei City	0.48	0.50	0.49	0.51	0.76	0.74	0.77	0.61	1.01	1.05	1.09	0.86	0.92	0.88
淮北市 Huaibei City	0.40	0.43	0.50	0.56	0.70	0.74	0.58	0.29	0.41	0.40	0.42	0.41	0.43	0.46
宿州市 Suzhou City	0.69	0.72	0.75	0.79	0.91	0.87	0.70	0.53	0.79	0.73	0.74	0.76	0.80	0.83
蚌埠市 Bengbu City	0.70	0.65	0.70	0.71	0.77	0.87	1.01	0.58	0.71	0.69	0.69	0.70	0.74	0.77
阜阳市 Fuyang City	1.09	1.09	1.09	1.11	1.12	1.09	0.93	0.55	0.68	0.64	0.66	0.67	0.70	0.42
淮南市 Huainan City	0.89	0.91	0.96	1.00	1.01	0.97	0.81	0.42	0.50	0.49	0.50	0.51	0.54	0.56
滁州市 Chuzhou City	0.62	0.60	0.63	0.56	0.68	0.65	0.62	0.47	0.61	0.57	0.58	0.58	0.60	0.62
六安市 Lu'an City	0.59	0.61	0.59	0.55	0.61	0.63	0.62	0.56	0.69	0.66	0.68	0.67	0.71	0.73
马鞍山市 Maanshan City	0.31	0.32	0.27	0.24	0.44	0.37	0.38	0.38	0.46	0.42	0.41	0.31	0.31	0.33
巢湖市 Chaohu City	0.32	0.33	0.36	0.35	0.55	0.50	0.43	0.30	0.37	0.35	0.35	—	—	—
芜湖市 Wuhu City	0.36	0.36	0.35	0.33	0.59	0.53	0.40	0.43	0.49	0.51	0.51	0.43	0.49	0.45
宣城市 Xuancheng City	0.52	0.51	0.48	0.49	0.71	0.66	0.69	0.61	0.81	0.74	0.75	0.75	0.77	0.77
铜陵市 Tongling City	0.27	0.27	0.27	0.26	0.52	0.51	0.53	0.52	0.56	0.56	0.60	0.60	0.63	0.65
池州市 Chizhou City	0.53	0.54	0.53	0.55	0.71	0.43	0.58	0.49	0.59	0.53	0.55	0.56	0.58	0.60
安庆市 Anqing City	0.65	0.67	0.69	0.71	0.91	0.87	0.72	0.63	0.75	0.67	0.68	0.68	0.71	0.76
黄山市 Huangshan City	0.98	1.02	1.05	1.16	1.20	1.19	1.05	1.00	1.25	1.04	1.08	1.08	1.16	1.18

3 结论与建议

3.1 结论 该研究测算了安徽省各地区产业集中度和单位耕地面积畜禽粪便负荷警报值,从宏观角度明晰了各市畜牧业饲养情况,并从养分平衡的角度解读了畜牧业发展与各地区环境适宜承载量之间的关系,从理论的角度为决策者制定地区畜牧业发展规划提供依据,有助于从源头上减少因畜牧业布局不合理而引起的空气污染、水污染和耕地污染。

安徽省畜禽饲养情况主要集中在合肥、安庆、滁州、六安等皖中地区和蚌埠、阜阳、宿州、淮北、淮南等皖北地区,皖南地区分布相对较少。畜牧业集中地区饲养数量相对饱和,土地等自然资源达到环境承载力最大值,继续增加饲养数量只会给环境带来不可逆转的破坏;饲养种类不均衡,牛、羊饲养数量急剧下降,而猪、家禽的饲养数量则迅速增加。一个地区的环境承载力取决于短板效应,单一的饲养模式只会促进环境以最快的速度达到饱和值。

安徽省饲养环境在逐步改善。2000~2006年安徽省畜禽饲养数量持续增加,尤其是皖中、皖北地区,单位土地饲养

压力不断增加,环境承载力即将达到最大负荷。2006年以后,警报值 R 明显减小,以皖北地区变化最为典型,以亳州市为代表,全省警报值 R 也下降到0.5~0.7,对环境的污染程度明显小于2006年以前,畜牧业养殖生态环境在改善。

3.2 安徽省畜牧业布局优化对策 从环境承载报警值来看,建议合肥、宿州、蚌埠、六安、宣城、安庆、黄山等地区要限制畜牧业饲养数量,从源头上减少对土地、水体等的污染,而亳州、阜阳、马鞍山、芜湖等地区还可继续增加养殖数量。对大型养殖场和农村小规模家庭养殖户分别制定适宜自身发展情况的多元化的治理措施,采用综合利用为主、多边治理为辅的方式;在城市近郊建立冷库,完善城市冷链物流运输系统,缓解区域供给不平衡的矛盾;同时也要完善畜牧业环保法规,拟定畜禽排放量的衡量标准,并严格执行;对皖南等畜禽养殖数量还可继续增加的地区,加快现代的大规模集约化养殖场的建设,鼓励畜牧业发展。同时鼓励饲养品种多元化,缓解因单一饲养模式而给环境造成的压力;建立特色畜

4.2 建立科技成果转移转化平台,提高产学研一体化实力 建设以成果转化、技术信息交流、知识产权服务为重点的专业性技术服务公共平台,加速推动高校、科研机构、企业在环保领域的科技成果转化,重点建设成果转化中试基地、环保产业高新技术成果展示对接平台。

4.3 构建高新企业孵化服务平台,提高环保领域创业效率 构建环保高新企业孵化服务平台,逐步完善创业中介服务功能,为环保产业中小型企业开展高新企业认证、环保产品认证、环境管理体系等认证提供辅导和帮助。借鉴中关村科技租赁模式,建立环保企业发展投融资平台,提高对环保科技型中小企业投融资服务能力。重点建设由管理咨询、营销咨询、人力资源培训 3 个服务模块构成的环保创业中介服务平台,以及环保企业孵化投融资平台。

4.4 建设市场开拓服务平台,拓宽中小企业营销网络 整合政府采购、区域合作、示范工程项目等资源,建设市场开拓服务平台,积极推广省内优秀环保技术产品和企业,帮助中小企业拓宽营销网络,提高产品市场占有率。同时加强与浙江、江苏等相邻环保产业强省之间的交流合作,为中小企业寻求发展提供交流平台,重点建设合作交流平台和产品采购服务平台。

4.5 推动信息服务平台建设,借助信息化技术打造一站式服务 安徽省环保产业公共服务平台以信息技术为支撑,以网络平台作为载体,整合集成产业信息、技术研发信息、商务信息、中介服务机构信息四大模块,打造可视化环保产业信息服务平台,为环保企业快速发展提供集信息查询、检索、咨询于一体的“一站式服务”。

5 安徽省环保产业公共服务平台保障措施建议

5.1 组织与管理保障 建议设立平台运营中心,负责公共服务平台建设和运营工作,协助政府开展环保产业调查、统计与咨询服务,完善平台建设、运行、管理和服务等方面的相关规章制度,促进环保产业公共服务平台建设和运行的规范化、制度化。建立信息数据库、专家库和中介机构资料库及动态更新,保证共享信息渠道及资源的权威性、实时性、有效性。建立健全公共服务平台的考核体系,包括统计体系和绩

效考核体系,引导公共服务平台规范运营、健康有序发展。

5.2 资金与政策保障 建议省科技、环保、财政等相关部门提供环保产业公共服务平台建设运行启动经费支持。平台启动后,充分调动社会资金参与公共平台的建设及运行。建议省政府研究成立“安徽省绿色发展基金”,研究出台《安徽省绿色发展基金使用管理办法》,保障绿色发展基金使用合理高效,在“十三五”期间促进环保产业的快速发展。基金用于鼓励第三方治理、环境科技发展和产业化,包括公共服务平台建设、重点实验室建设、专利数据库的建设、环保高新技术产业化项目推进、企业孵化、加强认证监测环节等。基金运作可以运营类项目投资为主,以企业股权投资为辅。

5.3 人才与宣传保障 通过外部引进及内部培养建立科学的人才引进及培育机制。加强与中关村环保产业促进平台、国内外环保领域公共服务平台的合作,拓展人才引进渠道,重点加强专业队伍建设工作,积极引进高等院校、科研机构和企业的高端人才;加强省市之间、省际之间的交流联系,提高平台开放度;开展公共服务平台建设的国际化战略研究,借鉴和引进国外科技基础条件管理方面成熟的制度及标准规范。通过网站、电视媒体、报纸等多种渠道大力宣传公共服务平台建设与示范成果,加强对环保企业、环保产业园区、产业聚集区公共服务平台建设的分类指导。

参考文献

- [1] 环境保护部,国家发展和改革委员会,国家统计局. 2011 年全国环境保护相关产业状况公报[R]. 2014.
- [2] 刘晓静. 中国环保产业定义与统计分类[J]. 统计研究, 2007, 24(8): 22-25.
- [3] 张臻. 我国环保产业“产学研”合作模式构建研究[J]. 科学管理研究, 2013, 31(5): 37-40.
- [4] 吴晓青. 推进环保科技创新积极引领和支撑环境管理战略转型[J]. 环境保护, 2012, 24(9): 8-11.
- [5] 易水. 中关村国际自主创新示范区: 高端平台促进政产学研用协同创新[J]. 中国科技产业, 2013(8): 37-39.
- [6] 罗茜, 皮宗平. 环保产业创新集群形成路径研究: 宜兴环保科技园的实例分析[J]. 科技进步与对策, 2010, 27(22): 85-90.
- [7] 闵毅梅, 邹敏. 江苏环保产业科技刨现状与对策研究[J]. 地方环保, 2013(4): 67-69.
- [8] 陈林, 杨艳红, 陆红娟. 促节能环保产业走科技创新之路: 江苏节能环保科技平台重点推进“五区一园”建设[J]. 江苏科技信息, 2011(8): 30-32.

(上接第 240 页)

产品饲养基地,提高畜禽饲养的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] MALLIN M A, CAHOON L B. Industrialized animal production - A major source of nutrient and microbial pollution to aquatic ecosystems[J]. Population & environment, 2003, 24: 369-385.
- [2] BROUWER F. Nitrogen balances at farm level as a tool to monitor effects of agri - environmental policy[J]. Nutrient cycling in agroecosystems, 1998, 52(2): 303-308.
- [3] TEIRA - ESMATGES M R, FLOTATS X. A method for livestock waste

- management planning in NE Spain [J]. Waste management, 2003, 23(10): 917-932.
- [4] TAMMINGA S. Pollution due to nutrient losses and its control in European animal production [J]. Livestock production science, 2003, 84(2): 101-111.
- [5] 王方浩, 马文奇, 窦雪霞, 等. 中国畜禽粪便产生量估算及环境效应[J]. 中国环境科学, 2006(5): 614-617.
- [6] 杨飞, 杨世琪, 诸云强, 等. 中国近 30 年畜禽养殖量及其耕地氮污染负荷分析[J]. 农业工程学报, 2013(5): 1-11
- [7] 胡浩, 郭利京. 农区畜牧业发展的环境制约及评价: 基于江苏省的实证分析[J]. 农业技术经济, 2011(6): 36-42.