

宋丹,李丁,王岳光,等.京津保农业生态系统的能值分析[J].江苏农业科学,2017,45(4):231-235.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.04.068

京津保农业生态系统的能值分析

宋丹,李丁,王岳光,朱晓婷,聂梁林

(兰州大学资源环境学院,甘肃兰州 730000)

摘要:以北京市、天津市以及河北省保定市为例,对3地2012年农业生态系统进行能值分析。结果表明,北京市已进入后工业化时代和发达城市化阶段,农业系统具有可持续性且生产效率高于津保,但粮食安全性较低,要加快都市型现代农业建设,应加强与津保合作,促进本地农产品市场繁荣;天津市农业生态系统富有活力和发展潜力,但对环境损害大,应通过加强技术投入,提高农业化学物质的使用效率,减少投入量和污染物排放量,提高农业抵御市场风险的能力;保定市农业生产方式较为先进,产品市场竞争力较强,应在保障粮食安全的基础上加强与京津2市合作,积极引进农业人才和技术,调整农业产业结构,建立集约高效的农业发展模式。

关键词:农业生态系统;能值分析;科技投入;京津保地区

中图分类号: S181.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)04-0231-04

京津冀被称为中国经济增长的第三大引擎,是我国北方现代化程度较高的城市群和工业密集区^[1],在长期发展过程中,2市1省经济发展逐步形成自身的特点和优势^[2]。但与长三角、珠三角地区显著不同,由于缺乏有效的分工合作,河北省与京津经济发展差距愈来愈大,不少学者也尝试从港口经济^[3]、区域交通一体化^[4-5]、金融^[6]、产业^[7-9]、劳动力转移^[10]以及人才培养与创新^[11-13]、环境治理^[14]等领域探讨3地合作问题,推动京津冀区域一体化进程。

在协同发展过程中,农业产业协同是一个不可或缺的因素^[15]。杜云飞等认为,京津冀农业产业协同发展需要3地在农业产业创新过程中实现战略协同、组织协同和资源协调^[16];孙芳等运用区位商理论对京津冀农业进行分析后发现,河北省农业专业化程度较高,在农牧业领域具备比较优势,京津2市农业对河北省依赖性强,3地农业合作可行性强^[17-18];王克柱等分析了保定市休闲农业对接京津的优势条件,并从9个方面提出对接的战略重点和实施内容^[19];张敏等基于农业产业链的视角,针对京津冀农业存在的问题,提出农业区域协作的3种模式^[20]。这些学者的研究对京津冀农业协同发展具有很强的现实指导意义,但也存在着以定性描述居多、定量分析不全面的局限性,无法有效评价3地农业生态系统的运行效率、对环境的影响以及可持续性。农业生态系统是人类生存的最基本系统,对其结构和功能进行分解是破解农业生态环境问题的关键^[21]。为了有效评估京津冀地区的农业生态经济系统的发展现状,本研究采用能值分析理论对北京、天津和保定市农业生态系统进行对比分析,以期为地区协同发展过程中实现农业合理分工协作和可持续发展、减少环境损害提供理论依据。

1 研究区概况

京津保地区地处华北平原,介于 $38^{\circ}10' \sim 41^{\circ}36' N$ 、 $113^{\circ}40' \sim 118^{\circ}04' E$ 之间,属京津冀一体化发展的核心区,是我国经济最发达的地区之一。研究区内以暖温带大陆性季风气候为主,总面积达 $50\,747\text{ km}^2$,总人口约为4 732万。北京市是全国的政治、文化中心,地处华北平原的西北部,平均海拔43.5 m,全年平均气温约为 $14^{\circ}C$,降水量483.9 mm,太阳辐射量全年平均为 564 kJ/cm^2 ,总日照时数 $2\,000 \sim 2\,800\text{ h}$;天津市地处华北平原的东北部,海河流域下游,是我国北方的经济中心和重要的国际港口城市,年平均气温约为 $14^{\circ}C$,降水量为600 mm左右,太阳辐射量全年平均为 613 kJ/cm^2 ,总日照时数 $2\,600\text{ h}$ 。京津同为我国特大型都市,二三产业发达,农业规模较小,近些年着重发展集休闲、观光、生态为一体的现代都市型农业,成效显著。保定市地处华北平原中部,地势以山区和平原为主,是河北省人口、耕地最多的农业大市,农业人口898.5万,耕地 77.3万 km^2 ,年平均气温 $12^{\circ}C$,降水量550 mm,太阳辐射全年平均为 724 kJ/cm^2 ,总日照时数 $2\,522\text{ h}$ 。得天独厚的资源优势和区位优势,使保定市农业初步形成了服务京津的粮食、蔬菜及瓜果市场,农业专业化程度逐年提高。近年来,保定通过引进京津技术、资金和人才,利用自身优势积极发展对接京津的休闲农业,为京津冀农业协同发展提供了基础。

2 资料与研究方法

2.1 资料来源

本研究中能值分析所需的主要原始数据,如太阳日照时数、降水量、农业生产的各种投入产出等情况,主要来自于北京市统计年鉴(2013)、天津市统计年鉴(2013)、河北省农业统计年鉴(2013)、保定市统计年鉴(2013),能量折算系数、能值转换率和计算公式与方法参照文献[22-23]。

2.2 编制能值计算表

在2012年北京市、天津市以及保定市自然地理、社会经

收稿日期:2015-12-15

基金项目:国家自然科学基金(编号:41271141)。

作者简介:宋丹(1991—),女,山东聊城人,硕士,主要从事城市与区域规划和区域经济研究。E-mail: songd14@lzu.edu.cn。

济等方面基础资料的基础上,运用能值理论进行数据处理。根据该地区实际情况,选取可更新环境资源、不可更新环境资源、可更

新有机能、不可更新有机能4个主要部分,计算整理,最终编制成京津保地区2012年农业生态系统能值投入表(表1、表2)。

表1 京津保地区2012年农业生态系统能值投入

能值投入类型	能量类型	太阳能值转换率 (sej/J 或 sej/g)	太阳能值(sej/年)			
			北京	天津	保定	
可更新环境资源(R)	太阳能	1	1.30×10^{19}	2.70×10^{19}	2.40×10^{19}	
	风能	663	1.33×10^{18}	2.53×10^{18}	1.91×10^{18}	
	雨水势能	8 888	4.25×10^{21}	7.84×10^{20}	2.95×10^{21}	
	地球旋转能	2.90×10^4	9.74×10^{19}	1.85×10^{20}	1.40×10^{20}	
	雨水化学能	15 423	7.99×10^{21}	1.14×10^{21}	4.69×10^{21}	
	小计		7.99×10^{21}	1.14×10^{21}	4.69×10^{21}	
不可更新环境资源(N)	表土层净损失	6.25×10^4	1.81×10^{19}	3.45×10^{19}	2.61×10^{19}	
总环境能值投入($I, I=R+N$)			8.01×10^{21}	1.17×10^{21}	4.72×10^{21}	
不可更新工业辅助能(F)	电力	1.59×10^5	1.04×10^{21}	7.79×10^{20}	7.91×10^{20}	
	柴油	6.60×10^4	1.10×10^{20}	4.51×10^{20}	7.16×10^{20}	
	农用机械	7.50×10^7	6.51×10^{20}	1.53×10^{21}	2.78×10^{21}	
	氮肥	4.62×10^9	3.00×10^{20}	5.13×10^{20}	8.59×10^{20}	
	磷肥	1.78×10^{10}	1.42×10^{20}	7.12×10^{20}	8.18×10^{20}	
	钾肥	2.96×10^9	2.07×10^{19}	5.03×10^{19}	9.47×10^{19}	
	复合肥	2.80×10^9	1.60×10^{20}	2.15×10^{20}	3.67×10^{20}	
	农药	1.62×10^9	6.27×10^{18}	6.15×10^{18}	2.22×10^{19}	
	农用地膜	3.80×10^8	4.77×10^{20}	4.71×10^{20}	4.17×10^{20}	
	小计		2.91×10^{21}	4.73×10^{21}	6.86×10^{21}	
	可更新有机能(R_1)	有机肥	2.70×10^9	7.41×10^{18}	1.41×10^{19}	1.07×10^{19}
		种子	2.00×10^4	7.26×10^{18}	1.03×10^{19}	3.36×10^{19}
人力		3.80×10^5	1.75×10^{20}	2.68×10^{20}	6.20×10^{20}	
小计			1.90×10^{20}	2.92×10^{20}	6.64×10^{20}	
总辅助能值投入($U, U=F+R_1$)			3.10×10^{21}	5.02×10^{21}	7.52×10^{21}	
总能值投入($T, T=I+U$)			1.11×10^{22}	6.19×10^{21}	1.22×10^{22}	

注:可更新环境资源是由同样气候、地球物理作用引起的不同现象,只取其中能值投入最大的雨水化学能,以避免能值的重复计算^[22-23]。

表2 京津保地区2012年农业生态系统能值产出

产出类型	作物	太阳能值转换率 (sej/J 或 sej/g)	太阳能值(sej/年)		
			北京	天津	保定
农林产出(Y_1)	水稻	7.78×10^4	1.17×10^{18}	1.31×10^{20}	9.40×10^{18}
	小麦	6.80×10^4	3.04×10^{20}	6.18×10^{20}	2.39×10^{21}
	玉米	8.52×10^4	1.16×10^{21}	1.28×10^{21}	3.88×10^{21}
	豆类	6.90×10^5	1.03×10^{20}	1.55×10^{20}	3.83×10^{20}
	薯类	2.70×10^4	1.23×10^{18}	5.13×10^{17}	2.07×10^{19}
	棉花	8.60×10^4	—	1.30×10^{21}	5.59×10^{20}
	油料	6.90×10^5	2.68×10^{20}	1.24×10^{20}	4.23×10^{21}
	水果	5.30×10^5	1.99×10^{21}	1.02×10^{21}	1.96×10^{21}
	蔬菜	2.70×10^4	1.89×10^{20}	3.02×10^{20}	4.75×10^{20}
	中草药	8.60×10^4	1.08×10^{15}	—	2.45×10^{19}
	木材	1.20×10^{12}	6.86×10^{20}	5.14×10^{20}	2.50×10^{20}
	小计		4.70×10^{21}	5.44×10^{21}	1.42×10^{22}
	畜牧产出(Y_2)	猪肉	1.70×10^6	8.33×10^{21}	1.02×10^{22}
牛肉		4.00×10^6	8.10×10^{20}	1.21×10^{21}	1.32×10^{21}
羊肉		2.00×10^6	2.93×10^{20}	3.66×10^{20}	8.05×10^{20}
牛奶		2.00×10^6	3.77×10^{21}	3.94×10^{21}	3.42×10^{21}
羊毛		4.40×10^6	2.38×10^{19}	3.38×10^{19}	3.28×10^{20}
禽蛋		1.71×10^6	1.69×10^{21}	2.07×10^{21}	3.89×10^{21}
蜂蜜		2.00×10^6	8.04×10^{18}	—	2.68×10^{18}
小计			1.32×10^{22}	1.78×10^{22}	2.38×10^{22}
渔业产出(Y_3)	水产品	2.00×10^6	7.04×10^{20}	4.01×10^{21}	6.16×10^{20}
总能值产出($Y=Y_1+Y_2+Y_3$)			1.86×10^{22}	2.73×10^{22}	3.86×10^{22}

注:“—”表示由于统计文献中未统计该类作物数据,即为“无/0”。

2.3 建立能值指标评估体系

在能值分析的基础上,将能值指标归纳整理,选取能值投

入率、能值产出率、环境负荷力等8项指标构建2012年京津保地区农业生态系统的能值评估表(表3)。

表3 2012年京津保地区农业生态系统的能值评估

地区	可更新自然资源比率 (%, $R/T \times 100\%$)	不可更新自然资源比率 (%, $N/T \times 100\%$)	可更新有机能利用率 (%, $R_1/T \times 100\%$)	能值自给率 [%, $(R+N)/T \times 100\%$]
北京	72.0	0.16	1.71	72.1
天津	18.4	0.56	4.72	19.0
保定	38.4	0.21	5.44	38.7

地区	能值投入率 [$(F+R_1)/(R+N)$]	净能值产出率 [$NEYR = Y/(F+R_1)$]	环境负载率 [$ELR = (N+F)/(R_1+R)$]	系统可持续指标 ($NEYR/ELR$)
北京	0.39	6.00	0.36	16.67
天津	4.28	5.44	3.33	1.63
保定	1.60	5.13	1.29	3.98

3 结果与分析

3.1 京津保农业生态经济系统的能值投入产出

2012年北京、天津和保定市农业生态经济系统的总能值投入分别为 1.11×10^{22} 、 6.19×10^{21} 、 1.22×10^{22} sej/年。3市可更新环境资源投入值分别为 7.99×10^{21} 、 1.14×10^{21} 、 4.69×10^{21} sej/年,不可更新环境资源投入值较小,分别为 1.81×10^{19} 、 3.45×10^{19} 、 2.61×10^{19} sej/年。不可更新工业辅助能中电力、化肥及农业机械的能值投入量较大,其中北京电力投入值为 1.04×10^{21} sej/年,占工业辅助能的比重为35.7%;农用机械、化肥投入值为 6.51×10^{20} 、 6.23×10^{20} sej/年,占工业辅助能的比重分别为22.4%、21.4%;天津市农用机械投入值为 1.53×10^{21} sej/年,占工业辅助能的比重为32.3%;化肥、电力投入值为 1.49×10^{21} 、 7.79×10^{20} sej/年,占工业辅助能的比重分别为31.5%、16.5%;保定市农用机械投入值为 2.78×10^{21} sej/年,占工业辅助能的比重为40.5%;化肥、电力为 2.14×10^{21} 、 7.91×10^{20} sej/年,占工业辅助能的比重分别为31.2%、11.5%。京津保可更新有机能分别为 1.90×10^{20} 、 2.92×10^{20} 、 6.64×10^{20} sej/年,其中人力能值投入率最大,北京为92.1%,天津为91.8%,保定为93.4%(表1)。

3市可更新环境资源、不可更新环境资源、工业辅助能及可更新有机能在总能值投入中所占比重差异较大。其中,北京市可更新环境资源、不可更新环境资源、工业辅助能、可更新有机能在总能值投入中所占比重分别为71.98%、0.16%、26.22%、1.71%;天津市在总能值投入中占比分别为18.42%、0.56%、76.41%、4.72%;保定市在总能值投入中占比分别为38.44%、0.21%、56.23%、5.44%(表1)。从3市能值投入结构来看,北京市可更新环境资源远大于其他类能值投入,天津、保定2市以工业辅助能投入为主,达1/2之多;不可更新环境资源及可更新有机能均较低,占比均不足6%。这主要是由于北京市平均海拔高于其他2市,且耕地规模在3市中最小,导致可更新环境资源在农业生态系统中发挥的作用更大;与此同时,天津平均海拔高度最低,导致可更新环境资源明显不足,使其农业生态系统更加依赖工业辅助能的投入,从长期看,天津市农业投入的3/4得益于工业辅助能投入不仅不可持续,还会对地区生态环境造成不利影响;保定市农业总能值的2/5得益于可更新环境资源的投入,不及北京但高于天津,农业总能值的1/2有赖于工业辅助能投入,高于京、津2市。这主要是由于保定市耕地面积高于其他2市,导致其化肥、农用机械及柴油、农药等工业辅助能投入较高。

由表2可知,京津保3市农业总能值产出分别为 1.86×10^{22} 、 2.73×10^{22} 、 3.86×10^{22} sej/年。其中,北京市农林产品、畜牧产品、渔业产品的能值产出占总能值的比重分别为25.3%、71.0%、3.8%;天津市农林产品、畜牧产品、渔业产品的能值产出占总能值的比重分别为19.9%、65.2%、14.7%;保定市农林产品、畜牧产品以及渔业产品的能值产出占比分别为36.8%、61.7%、1.6%。

3.2 能值自给率、能值投入率

京津保3市的能值投入率分别为0.39、4.28、1.60;能值自给率分别为72.10%、19.00%、38.70%(表3),与天津市(2007)^[24]、江苏省^[25]及山东省^[26]相比,2012年天津市农业自给率最低,主要依靠购入外来工业辅助能实现农业增产,在一定程度上说明其农业生产方式较其他地区更为先进,发展程度更高,产品有较强的市场竞争力,但对环境造成的压力远大于其他地区;相反,北京市农业系统在经济发展中利用当地自然资源的比重更高,其自然环境支持能力要远强于其他2市,但粮食安全性能较低;而保定市2项指标均介于京津2市之间,能值投入率低于同期石家庄^[27]、承德^[28]及河北平均水平^[29],说明其农业自然环境支持能力和生产方式在河北省处于较强水平,粮食生产安全性较高。

3.3 净能值产出率、环境负载率、系统可持续指标

当一个地区的净能值产出率高而环境负载率低,则它的能值可持续发展指数表现较高,系统发展是可持续的,反之是不可持续的^[30]。可持续发展指数(ESI)指能值产出率与环境负载率的比值,该指数能够较客观地说明区域可持续发展能力。当 $1 < ESI < 10$ 时,该区域农业生态系统富有活力和发展潜力;当 $ESI > 10$ 时,该区域对资源的开发利用不够,农业经济不发达;当 $ESI < 1$ 时,该区域农业生态系统属于高消费驱动型生态系统,本地不可更新资源的利用较大。

京津保净能值产出率分别为6.00、5.44、5.13;环境负载率分别达到0.36、3.33、1.29;可持续发展指数分别为16.67、1.63、3.98(表3)。这说明北京市农业生态系统可持续且生产效率较高,主要是由于北京市近些年加快发展都市型现代农业的结果,其农业发展更加依靠设施农业、生态农业、循环农业等资源节约型农业,客观上推动了农业的集约、低碳、可持续性;而津保2市在借助环境资源的同时,主要依靠工业辅助能保障农业发展,以追求农业高产量为目标,农业生态系统虽富有活力和发展潜力,但所带来的环境压力要远大于北京。津保2市今后应着重调整农业发展方式,通过加大科技投入、实行产业化经营、加快发展生态观光农业等措施减少农业化

学物质的使用量,提高化肥、农药、农膜的使用效率,实现农业的集约高效发展,降低对环境的损害程度。

4 讨论与结论

在京津冀一体化进程中,京津保3地农业面临着产业结构和农业发展方向迥异的问题。从产业结构角度来看,北京市经济已进入到“退二进三的后工业化阶段”,成为一个服务业为主的超级都市,人均GDP已达到发达国家水平。天津市的发展主要是由第二产业和第三产业共同拉动的,其经济已进入到“接二连三的工业化高级阶段”。而河北省的产业结构表现是第二产业比较发达,第三产业发展较为滞后,其经济进入到“培二育三”的工业化中级阶段^[31]。与津保2市不同,在农业发展方向上,北京市较早制定了建立都市型现代农业的目标,通过大力发展设施农业、生态农业、循环农业等资源节约型农业,在保证农民和企业获得合理利润基础上,提高农村居民生活水平,并逐步弱化农业经济功能而突出社会和生态功能,逐步向满足都市多样化转变^[32]。天津市工业最为发达,通过工业反哺农业,大量的农业化学物质投入到作物种植中,由于生产管理水平和农民组织化程度和科技水平较低,导致当地作物种植成本要高于京保2市,农民抵御市场风险的能力严重不足,一旦粮食价格下跌,将在一定程度上制约农民增收。当前保定市农业仍以追求高产量为目标,在农业产品优质化、生态化、绿色化等方面显著不足,提高作物产量也一直作为农民增收的主要途径。

可以预见的是,未来随着一体化程度的加深,城市规模及消费群体将更加庞大,“消费结构层次多、消费需求变化快、消费质量高、消费多元化”等特点将更加显著,北京市“大城市,小郊区”的发展格局决定其土地资源和水资源将更加紧缺,今后应通过加快节水农业、生态农业建设,健全都市型农业社会化服务体系,规范休闲农业发展等措施做好都市型现代农业这篇“大文章”的同时,加强与津保2市合作,提升粮食保障水平,引领京津冀都市农业发展。天津在经济总量、人均收入以及发展阶段上与北京较为相似,在将农业定位于沿海外向型都市农业^[33]的同时,应在有条件地区(如城市郊区、主要公路干道两侧)加快发展都市型农业,提高农业效益;在条件不太成熟地区,应加快土地流转,实现规模化经营,提高工业辅助能和可更新有机能的利用效率,实现效益与生态相结合的目标。保定市城市化水平较低,人均收入远低于京津,除城市周边可适度发展都市农业(如保定市满城区的农业生态观光园,通过开发农业采摘、农业观光、旅游休闲等项目,带动周边村庄的发展)外,广大农村地区应适时根据各地情况,采取相应措施,如在城市郊区和较发达的农村地区,当地居民以务工等方式基本或完全脱离农业,应通过土地经营权流转实现产业规模化;而在那些青壮年外出务工,由老年人或妇女从事农业种植的较落后地区,政府应鼓励引导当地发展农业生产性服务,实现服务规模化经营。

通过对3市农业能值投入产出情况可以看出,北京市总能值投入中可更新环境资源>工业辅助能>可更新有机能+不可更新环境资源;津保2市工业辅助能>可更新环境资源>可更新有机能+不可更新环境资源。在工业辅助能中,北京市电力>农用机械>化肥;津、保2市农用机械>化肥>

电力。可更新有机能中人力能值投入率最大,不可更新环境资源在总能值投入中的比重最低。京津保3市总能值产出中均为畜牧产品>农林产品>渔业产品。

京津保3市的能值投入率天津>保定>北京,能值自给率北京>保定>天津,表明天津市农业主要依靠购入外来工业辅助能实现农业增产,农业生产方式更为先进,发展程度和粮食安全性更高,产品有较强的市场竞争力,但对环境造成的压力远大于其他地区;北京市农业自然环境支持能力要远强于其他2市,但粮食安全性较低;保定市2项指标均介于京津2市之间,其农业自然环境支持能力和生产方式处于较强水平,粮食生产安全性较高。京津保3市的能值产出率表现为北京>天津>保定,环境负载率表现为天津>保定>北京,可持续发展指数表现为北京>保定>天津。综合来看,北京市已进入后工业化时代和发达城市化阶段,农业系统具有可持续性且生产效率高于津保,应继续通过科技投入、产业化经营等方式,大力发展多种形式的休闲农业和高附加值产品,提高生态环境质量,加快都市型现代农业建设;天津市农业生态系统富有活力和发展潜力,但对环境损害更大,今后应通过加强技术投入、提高农业产业化水平等方式提高化肥、农药、地膜等的使用效率,降低投入量,减少污染物排放量,提高农业抵御市场风险的能力,推动农业可持续发展;保定市在京津冀区域内农业生产方式较为先进,产品市场竞争力较强,应在保障粮食安全的基础上加强与京津2市合作,积极引进农业人才和技术,进一步提高农业生产效率及粮食产量,对接京津市场,积极调整农业种植结构,建立集约高效的农业发展模式。

参考文献:

- [1] 张凯. 京津冀地区产业协调发展研究[D]. 武汉:华中科技大学,2007.
- [2] 陆大道. 京津冀城市群功能定位及协同发展[J]. 地理科学进展,2015,34(3):265-270.
- [3] 赵婷婷. 京津冀地区港口竞争力及合作机制研究[D]. 北京:北京交通大学,2007.
- [4] 贾勤明,张万和. 京津冀区域交通运输发展战略的研讨[J]. 城市,1996(1):15-17.
- [5] 蒋秀兰,刘金方,朱桃杏. 高速铁路对京津冀城市群的影响[J]. 铁道运输与经济,2008,30(1):1-4.
- [6] 王景武. 加强京津冀金融合作构建环渤海区域金融体系[J]. 港口经济,2006(1):31-32.
- [7] 康桂芬,宋国学,祺文辉,等. 提升京津冀经济圈竞争力的突破口:产业合作——基于河北视角的研究[J]. 河北经贸大学学报,2010,31(1):86-90.
- [8] 于刃刚. 推进京津冀现代服务业一体化的意义与对策[J]. 城市,2010,22(1):30-33.
- [9] 马俊炯. 京津冀协同发展产业合作路径研究[J]. 调研世界,2015,12(2):3-9.
- [10] 刘会政,王立娜. 劳动力流动对京津冀区域经济发展差距的影响[J]. 人口与经济,2016(2):10-20.
- [11] 解艳华. 京津冀区域一体化背景下高职教育需求分析与发展对策——以人才需求为视角[J]. 北京教育(高教版),2008,13(2):4-7.
- [12] 刘海云,杨琰,刘艳君. 加快推进京津冀人才一体化的对策研究[J]. 经济与管理,2015,29(2):18-22.

秦艳梅,张爱民. 微生态发酵床功能菌株产孢条件的优化[J]. 江苏农业科学,2017,45(4):235-238.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.04.069

微生态发酵床功能菌株产孢条件的优化

秦艳梅¹,张爱民²

(1.河北省微生物研究所,河北保定 071051;2.河北大学生物技术中心,河北保定 071000)

摘要:发酵床养殖技术是依据微生物学、营养学、生态学、空气动力学等原理,利用特有活性的功能微生物复合菌群,持续、稳定地将动物的粪尿废弃物转化为多种营养物质与能量,实现粪尿完全降解的无污染、零排放目标的一种新环保型养殖模式。其中高转化率微生物菌株起着重要作用。对猪排泄物具有除臭功能的枯草芽孢杆菌 N43 进行发酵条件研究,通过单因素试验对培养基成分进行筛选,利用响应面分析法(response surface methodology,简称 RSM)和 Box-Behnken 中心组合试验建立数学模型,确定该菌株最佳培养基浓度为玉米粉 0.5%、大豆饼粉 2.5%、FeSO₄ 0.5%、MgSO₄ 0.05%,最佳培养条件为 pH 值 7.5、种龄 20 h、装量 30 mL/250 mL,芽孢生成率为 95%。

关键词:微生态发酵床;功能菌株;产孢条件;发酵工艺;培养基;培养条件;芽孢形成率;优化

中图分类号: S188+.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)04-0235-04

我国是一个农牧业大国,随着养殖业的迅猛发展和人们对环境保护的重视,在养殖过程中产生的粪便污染问题严重制约了该行业的可持续发展。禽畜粪便的污染也成为绿色农业发展中不可忽视的问题^[1]。发酵床养猪技术运用垫料中

的微生物迅速降解、消化猪的排泄物,从源头实现免冲洗猪栏、无臭味、零污染的养殖目的^[2]。新型微生物发酵床养殖技术可以有效地解决畜禽生产中的粪便处理和环境污染问题,缓解养猪业对环境带来的压力。

本研究通过对具有除臭功能的枯草芽孢杆菌 N43 进行发酵工艺的优化,从而为研制出高效的适宜产业化发展的微生态制剂提供种质资源和理论基础。

收稿日期:2016-04-13

基金项目:河北省科技支撑课题(编号:06207125D-2)。

作者简介:秦艳梅(1970—),女,河北保定人,副研究员,主要从事微生物发酵工程及应用研究。E-mail:qyanmei2004@126.com。

通信作者:张爱民,博士,副研究员,主要从事微生物肥料及工农业废弃物的无害化处理研究。E-mail:13803269908@139.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

枯草芽孢杆菌 N43 菌株,由河北省微生物研究所提供。

[13] 李京文,李剑玲. 京津冀协同创新发展比较研究[J]. 经济与管理,2015,29(2):13-17.

[14] 刘薇. 京津冀大气污染市场化生态补偿模式建立研究[J]. 管理现代化,2015,19(2):64-65,120.

[15] 杨春河,刘爱秋,白兰,等. 京津冀农业协调发展的历史沿革[J]. 天津农业科学,2014,20(8):72-74.

[16] 杜云飞,连建新,张爱国,等. 京津冀区域一体化视阈下的农业产业协同创新研究[J]. 河北工业大学学报(社会科学版),2014,6(4):9-13,38.

[17] 孙芳,刘明河,刘立波. 京津冀农业协同发展区域比较优势分析[J]. 中国农业资源与区划,2015,36(1):63-70.

[18] 何玲,王军,董谦. 基于京津冀区域经济一体化的农业发展模式[J]. 江苏农业科学,2011,39(2):526-528.

[19] 王克柱,文庆,赵英杰. 保定市休闲农业对接京津发展的优势和机遇及战略重点研究[J]. 农业现代化研究,2011,32(1):69-72.

[20] 张敏,苗润莲,卢凤君,等. 基于产业链升级的京津冀农业协作模式探析[J]. 农业现代化研究,2015,36(3):407-411.

[21] 侯景新,尹卫红. 区域经济分析方法[M]. 北京:商务印书馆,2004:70-71.

[22] Odum H T, Odum E C. Ecology and economy: "Emergy" analysis and public policy in Texas[R]. The Office of Natural Resources and Texas Department of Agriculture, University of Florida, Gainesville, 1987:163-171.

[23] Odum H T. Environmental accounting emergy and decision making [M]. New York: John Wiley & Sons. 1996:320-370.

[24] 孟伟庆,郝翠,李洪远,等. 天津市生态经济系统能值分析及其可持续性评价[J]. 经济地理,2009,29(9):1541-1551.

[25] 李加林,许继琴,张正龙. 基于能值分析的江苏生态经济系统发展态势及持续发展对策[J]. 经济地理,2003,23(5):615-620.

[26] 王建源,薛德强,田晓萍. 山东省农业生态系统能值分析[J]. 生态学杂志,2007,26(5):718-722.

[27] 李双江,胡亚妮. 石家庄市农业生态系统能值演变趋势分析[J]. 湖北农业科学,2013,52(6):1469-1473.

[28] 张月丛. 基于能值方法的承德市农业生态系统分析[J]. 河北师范大学学报(自然科学版),2009,33(4):551-556.

[29] 杜博洋. 河北省耕地系统能值分析[D]. 保定:河北农业大学,2008.

[30] 熊晓波,代力民,邵国凡,等. 生态经济系统的能值分析与可持续发展:以吉林省延边地区为例[J]. 生态学杂志,2004,23(5):206-211.

[31] 薄文广,陈飞. 京津冀协同发展:挑战与困境[J]. 南开学报(哲学社会科学版),2015(1):110-118.

[32] 李卫芳. 北京都市型现代农业发展评价及对策研究[D]. 北京:北京林业大学,2012.

[33] 马同斌,王有年,李华,等. 京津冀都市圈农业合作战略研究[J]. 中国农学通报,2008,24(1):539-544.