

吴 曼,邓贺因,王维红,等. 江苏省循环农业模式运作水平评价与发展建议[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):547-550.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.169

江苏省循环农业模式运作水平评价与发展建议

吴 曼¹, 邓贺因², 王维红², 许才明¹

(1. 江苏省农业科学院, 江苏南京 210014; 2. 江苏宁益科技开发中心, 江苏南京 210014)

摘要:构建了江苏省循环农业发展评价体系,利用层次分析法描述江苏循环农业发展水平,并提出针对性政策建议。研究结果表明,江苏推进循环农业,除快速的经济增长外,资源循环利用与资源环境安全 2 项指标对江苏循环农业发展具有更大的推动力,同时要配合解决农业生产过程中长期存在的过多施用化肥和化学农药、地膜回收不力等问题。

关键词:循环农业;评价指标体系;权重;发展建议;江苏省

中图分类号: F323.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0547-04

2015 年的中央一号文件,将“如何在资源环境硬约束下保障农产品有效供给和质量安全、提升农业可持续发展能力”^[1]作为现代农业发展的重大挑战。作为经济相对发达省份,江苏的农业发展目前仍处于传统农业向现代农业转型阶段。要实现“发挥自身优势,加快转变农业发展方式,力争在全国率先实现农业现代化”^[2]的目标,就“必须坚持节约资源和保护环境的基本国策,坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展,形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式,从源头上扭转生态环境恶化趋势”。生态循环农业模式的应用,可有效解决江苏传统农业产出低下、耕地数量与质量持续下降、农村生态环境保护压力大等现存问题,促进江苏农业走生态可持续发展的路线,推动农业现代化发展。

1 江苏省发展循环农业的必要性

1.1 发展循环农业是江苏突破资源障碍的有效手段

江苏省所在的华东地区是中国农业集约化水平最高的地区,自建国以来,江苏耕地以平均每年超过 1 万 hm^2 的速度递减。江苏省人均耕地面积只有 0.06 hm^2 ,人均水资源量 432 m^3 ,仅为全国人均水平的 1/5^[3-4]。未来一段时期,江苏农业科技创新的方向即是可代替传统落后农业、缓和日趋尖锐的区域人地矛盾的资源替代型产业技术和降低能耗、减轻对区域环境污染的环境友好型低能耗环保技术。循环农业就是运用物质循环再生原理和物质多层次利用技术,实现较少废弃物的生产和提高资源利用效率的农业生产方式。发展现代循环农业,有利于江苏突破资源障碍,符合江苏农业的整体产业定位方向。

1.2 发展循环农业是江苏农业经济高效的有效途径

人多地少、农业资源紧缺、农业劳动力成本高的特殊省情,决定了江苏要摒弃资源消耗大、生产效率低的传统农作方式。循环农业是在农作系统中推进各种农业资源往复多层与高效流动的活动,以此实现节能减排与增收的目的,促进现代农业和农村的可持续发展。循环农业作为一种环境友好型的高效农作方式,具有较好的社会效益、经济效益和生态效益。例如,徐州丰县建立“鸭—沼—果—企”的循环农业模式。利用瑕疵青果、风落果生产浓缩果汁之余,果渣制成饲料用于鸭业生产,鸭粪制取沼气,沼肥肥沃果园。2002 年以来,仅瑕疵果的利用就为全县果农年均增加了过亿元的收入^[5]。发展循环农业有利于农业增产与农民增收。

1.3 发展循环农业是江苏粮食主产区的重要战略选择

近年来,如何解决粮食主产区秸秆问题一直是中央和地方政府关心的问题。中国的粮食主产区包括辽宁、河北、山东、江苏等 13 个省份。在江苏省内共有 38 个 5 亿 kg 以上产粮大县(市、区),秸秆资源丰富。秸秆是可再生能源重要组成部分,秸秆还田是以农田节量减排为技术特点的物质循环模式的典型代表。对于粮食主产区而言,秸秆的资源化利用是提高资源利用效率和转变农业增长方式的现实选择,符合江苏作为我国重要粮食主产区的战略地位。

1.4 发展循环农业是江苏农业功能拓展的新型载体

农业在不同历史时期面临着不同的问题和需要,其功能也在不断演变和增加。在现代社会,除高效生产粮食、供给优质食品等经济功能外,农业又被赋予了国家食物安全、改善生态环境、文化休闲等生态和社会功能。大力发展循环农业不但已经成为实现江苏农业可持续发展的必然选择,且设计科学的以种养结合为技术特点的生物循环模式和以流域水体养分富集和再利用为技术特色的生态循环模式等,都可作为农业园区对外开展休闲观光农业的平台,进一步拓展传统农业功能。

2 江苏省循环农业模式运作评价分析

2.1 江苏循环农业评价指标体系构建

参照国家发展改革委员会同国家环保总局、国家统计局

收稿日期:2015-06-24

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)5068]。

作者简介:吴 曼(1983—),女,江苏扬州人,硕士,助理研究员,主要研究方向为农业园区规划、农业经济。E-mail:wuman0711@sina.com。

通信作者:许才明,研究员,主要研究方向为农业产业经济、农业规划咨询。E-mail:caimingxu@sina.com。

等有关部门编制的《循环经济评价指标体系》^[6],根据江苏省农业生产的实际情况,江苏农业循环经济发展评价必须兼顾社会、经济和生态效益以及核心技术指标,全面准确地反映农业系统输入、输出终端和运行过程的复杂内容。

江苏农业循环经济发展综合评价指标主要涉及几方面内容:

一是经济与社会发展指标,该类指标主要用来反映系统输出终端的效果,即发展江苏农业循环经济中实现的经济及社会效益;二是资源减量投入指标,该类指标用来体现研究区域农业生产系统投入端的现状,反映了节约降耗,推进“减量

化”,从源头上降低资源消耗的情况;三是资源循环利用评价指标,用来揭示江苏农业生产过程中系统内资源循环利用的程度,体现了废弃物转化为资源、节约使用资源、循环利用资源的要求,即“资源化”的成效;四是资源环境安全评价指标,表明江苏农业发展对于农业生态环境和资源安全的影响。

本研究在参考相关文献的基础上,结合江苏省农业发展的实际状况,将农业循环经济发展评价指标体系分为目标层、控制层和指标层。根据德尔菲法,考虑到指标数据的持续可获得性,筛选出 12 个参评因子,建立江苏省循环农业发展水平的评价指标体系(表 1)。

表 1 江苏循环农业发展评价指标体系

目标层	控制层	指标层	指标计算方法
江苏循环农业发展水平综合评价	经济与社会发展指标	单位面积农业 GDP 产值(元/hm ²)	农林牧渔业增加值/耕地面积
		农民人均纯收入(元/人)	农民人均总收入-人均各项费用性支出
		人均粮食产量(kg/人)	粮食总产量/总人口量
		农业劳动生产率(元/人)	农林牧渔业增加值/农林牧渔业从业人员
	资源减量投入指标	化肥施用强度(kg/hm ²)	化肥折纯量/耕地面积
		化学农药使用强度(kg/hm ²)	农药使用量/耕地面积
		农膜使用强度(kg/hm ²)	农膜使用量/农作物播种面积
		化肥有效利用系数(元/kg)	种植业产值/化肥施用折纯量
	资源循环利用指标	复种指数(%)	农作物播种面积/耕地面积
		森林覆盖率(%)	林地面积/土地总面积
		有效灌溉系数(%)	有效灌溉面积/耕地面积
		人均耕地占有量(hm ² /人)	耕地面积/总人口量

2.2 评价指标权重的确定

指标的权重是指在相同目标的约束下,各指标的重要性关系。因此,在多指标综合评价中,权重具有举足轻重的作用。本研究采用层次分析法和德尔菲法相结合,确定江苏循环农业发展系统中各评价指标的权重。

2.2.1 构造判断矩阵 为了使判断定量化,判断矩阵是以矩阵的形式来表述每一层次中各要素相对于其上层要素的相对重要程度。一般对单一准则来说,2 个要素进行比较总能判断出优劣。对相关专家进行咨询,采用 1~9 的标度方法(表 2),对江苏省循环农业发展要素之间的评比给出数量标度。

2.2.2 综合评价指标权重确定 构造判断矩阵时,要对要素

进行成对比较,每个判断矩阵要做 $n(n-1)/2$ 次成对比较,当 n 较大时,传递性无法完全保证,要做到完全一致非常困难;且成对比较时,采用 1~9 标度法,会产生一定程度的误差。本研究采用的层次分析法不要求判断矩阵具有严格的一致性,但非一致性不能太严重。因此,应对检验判断矩阵进行一致性检验,以便确定是否可以接受它。

用一致性指标进行检验, $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$, 设 λ_{\max} 为判断矩阵 A 的最大特征值, n 为比较矩阵的阶数。 CI 值越小,判断矩阵越接近于完全一致。反之,判断矩阵偏离完全一致的程度就越大。同时引入随机一致性指标 RI , 1~15 阶的 RI 值见表 3。本研究中涉及 2、3、4 阶的 RI 值运算。

当 $n \geq 3$ 时,把 CI 与 RI 之比定义为一致性比率 CR 。由于 1、2 阶正互反矩阵总是一致矩阵,故 $RI = 0$, 此时定义 $CR = 0$; 当 $CR < 0.1$ 时,可以接受判断矩阵 A , 否则,判断矩阵 A 非一致性严重,应该进行修正。

判断矩阵 A 对应于最大特征值的特征向量归一化后,得到的向量 W 反映出各因子对上层对应因素的影响权重, W 称为权向量。由各层的权重系数,逐级相乘可求得指标对目标层的权重。

通过上述方法,最终确定江苏农业循环经济发展评价指标体系的权重,评价指标及权重见表 4。

表 2 判断矩阵 a_{ij} 标度数值

标度 a_{ij}	含义
1	因素 i 与因素 j 同等重要
3	因素 i 比因素 j 略重要
5	因素 i 比因素 j 较重要
7	因素 i 比因素 j 非常重要
9	因素 i 比因素 j 绝对重要
2、4、6、8	上述两相邻判断中间状态对应的标度值
倒数	因素 i 与 j 比较的判断 a_{ji} , 则因素 j 与 i 比较的判断 $a_{ji} = 1/a_{ij}$

表 3 随机一致性指标 RI 值(1~15 阶)

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI 值	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

表 4 江苏省循环农业发展评价指标及权重

目标层	控制层	B 层指标权重	指标层	C 层指标权重
江苏循环农业发展水平综合评价(A)	经济与社会发展指标(B ₁)	0.080 3	单位面积农业 GDP 产值(元/hm ²)(C ₁₁)	0.101 5
			农民人均纯收入(元/人)(C ₁₂)	0.534 4
			人均粮食产量(kg/人)(C ₁₃)	0.139 4
			农业劳动生产率(元/人)(C ₁₄)	0.224 7
	资源减量投入指标(B ₂)	0.446 9	化肥施用强度(kg/hm ²)(C ₂₁)	0.172 1
			化学农药使用强度(kg/hm ²)(C ₂₂)	0.102 0
			农膜使用强度(kg/hm ²)(C ₂₃)	0.725 8
	资源循环利用指标(B ₃)	0.334 2	化肥有效利用系数(元/kg)(C ₃₁)	0.250 0
			复种指数(%) (C ₃₂)	0.750 0
			森林覆盖率(%) (C ₄₁)	0.593 6
	资源环境安全指标(B ₄)	0.138 6	有效灌溉系数(%) (C ₄₂)	0.157 1
			人均耕地占有量(hm ² /人)(C ₄₃)	0.249 3

2.3 数据带入与结果评价分析

从表 4 可以看出,在江苏省循环农业发展评价指标体系的 B 层指标中,资源减量投入指标与资源循环利用指标影响程度相对较大,影响权重合计约为 78.00%。资源环境安全指标和经济与社会发展指标影响程度略小,分别是 13.86% 和 8.03%。本研究选取的 C 层指标共有 12 项。对于 B 层 4

项指标经济与社会发展指标、资源减量投入指标、资源循环利用指标和资源环境安全指标影响最大的分别是农民人均纯收入(53.44%)、农膜使用强度(72.58%)、复种指数(75.00%) 以及森林覆盖率(59.36%)。

江苏省循环农业发展评价体系中各项指标的基础数据如表 5 所示。数据来源为 2010—2014 年《江苏统计年鉴》。

表 5 江苏循环农业发展评价指标数据

指标代码	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	全国标准值
C ₁₁	82 566.858	92 976.805	113 322.202	125 684.664	133 240.703	79 687.240
C ₁₂	8 004.000	9 118.000	10 805.000	12 202.000	13 598.000	8 895.799
C ₁₃	413.571	411.102	418.767	425.819	431.133	442.370
C ₁₄	34 065.828	40 527.969	51 195.969	58 676.034	64 364.718	40 128.790
C ₂₁	733.800	727.650	732.450	720.450	711.450	485.714
C ₂₂	19.971	19.495	18.716	18.110	17.569	14.799
C ₂₃	12.477	13.150	13.884	14.716	15.201	14.480
C ₃₁	58.692	68.825	81.070	92.659	100.211	93.720
C ₃₂	109.023	109.909	110.539	110.371	110.833	135.253
C ₄₁	20.000	20.300 *	20.600	21.600	24.000	21.596
C ₄₂	49.921 *	51.091 *	52.261 *	53.431	54.601	52.147
C ₄₃	0.059	0.059	0.059	0.058	0.058	0.359

注:带 * 数据在相应年的年鉴中缺失,为前后年数据平滑所得。

本研究选择 2013 年全国各指标数据的平均值作为评价标准,数据来源为《中国统计年鉴(2014)》,定量比较江苏省农业循环发展与全国平均水平,以便进一步评价江苏循环农业的发展水平。对比发现,江苏大部分指标高于全国水平,特别是单位面积农业 GDP 产值等经济与社会发展指标优势明显,这与江苏经济强省的地位相符,但化肥、农药等用量又令人堪忧,人均耕地占有量这一弱势也不容忽视。

根据本研究选取的指标可知,循环农业发展评价的指标性质各不相同,数据之间缺乏可比性。因此,需要对原始数据进行标准化处理。采用比重法对表 5 中 2013 年江苏省各指标数据进行标准化(无量纲化)处理,得到各项指标的评定系数(表 6)。具体到循环农业发展评价的应用有 2 种类型:一是正向作用指标。该类指标值越大,所反映的循环发展状况越好;二是负向作用指标。该类指标值越小,越有利于循环农业的发展。针对这 2 种类型,指标标准化处理的公式如下:

对于正作用指标: $X_{ij}' = X_{ij}/X_i$,负作用指标 $X_{ij}' = X_i/X_{ij}$,

式中: X_{ij}' 为某指标标准化后的值(评定系数), X_i 为某一指标的标准值(本研究取 2013 年全国指标值), X_{ij} 为某指标的原始值。

循环农业发展评价指标体系中的每一项指标均须从不同层次与侧面反映循环农业发展的状况。因此,循环农业发展评价是一项综合性评价,本研究采用加权函数法计算,即:

$$S = \sum_{i=1}^n X_i W_i。$$

式中: X_i 为各单项指标的标准化值; W_i 为与各指标相对应的权重; S 为循环农业发展评价的综合水平得分。

从图 1 可以看出,5 年来江苏循环农业发展水平逐年提高。2013 年,循环农业发展水平指标值较 2009 年增长约 5%,总体呈现加快增长状态。

从图 2 可以看出,在本研究设计的江苏省循环农业发展评价指标体系 4 大类指标中,经济与社会发展指标、资源循环利用指标和资源环境安全指标为正向作用指标。5 年内,3 类

表 6 江苏省循环农业发展评价指标评定系数

指标代码	评定系数					指标性质
	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	
C ₁₁	1.036	1.167	1.422	1.577	1.672	正
C ₁₂	0.900	1.025	1.215	1.372	1.529	正
C ₁₃	0.935	0.929	0.947	0.963	0.975	正
C ₁₄	0.849	1.010	1.276	1.462	1.604	正
C ₂₁	0.662	0.668	0.663	0.674	0.683	负
C ₂₂	0.741	0.759	0.791	0.817	0.842	负
C ₂₃	1.161	1.101	1.043	0.984	0.953	负
C ₃₁	0.626	0.734	0.865	0.989	1.069	正
C ₃₂	0.806	0.813	0.817	0.816	0.819	正
C ₄₁	0.926	0.94	0.954	1.000	1.111	正
C ₄₂	0.959	0.981	1.003	1.025	1.047	正
C ₄₃	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	正

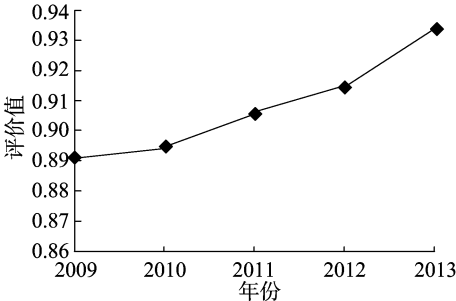


图1 2009—2013年江苏省循环农业发展水平综合评价

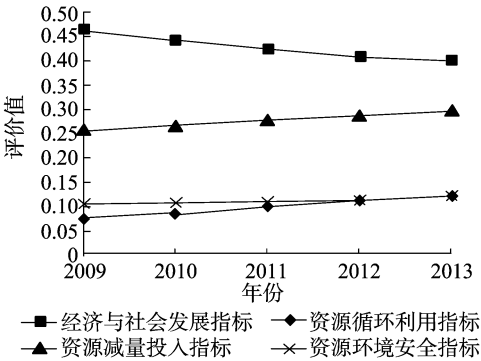


图2 2009—2013年循环农业发展4类评价指标发展趋势

指标的提升对江苏循环农业发展水平的提高起到促进作用。资源减量投入指标为负向作用指标。该类指标的增加会对江苏循环农业发展起到一定的限制作用。

分类来看,经济与社会发展指标在4类评价指标中增速最快,5年内提高了63.48%。表明从本项目选取的4项指标来看,江苏经济与社会发展经历了快速发展,推动了全省循环农业的推广与实施。

资源减量投入指标中的化肥、化学农药、农膜使用量过大,限制了农业资源的减量投入,抑制了循环农业发展水平提高,且影响程度较大。近5年来,该项指标呈现逐年递减趋势,说明其对江苏循环农业发展的影响程度在逐渐减弱,与江

苏省近年来加快转变发展方式,实施绿色江苏建设等省级重大工程有很大关系。

资源循环利用指标和资源环境安全指标2项指标均正向影响江苏循环农业的发展,二者合计权重接近50%。5年来,2项指标的增速接近,分别为15.87%、16.7%。农用资源的有效循环利用、生产者环保意识提升以及政府退耕还林政策的推进,都对江苏循环农业发展起到一定的正向刺激作用。

3 江苏省循环农业发展建议

通过对江苏省循环农业发展水平的评价分析,我们认为在江苏农业生产经营中,保持经济迅速增长对循环农业推进具有较大的刺激作用。此外,资源循环利用与资源环境安全2项指标对江苏循环农业发展具有更大的推动力。

在资源循环利用方面,应加强土地等生产资料、化肥等农业生产资源及畜禽粪便等废弃物的有效利用;实行三元结构的轮作复种、间套作,提高复种指数;特别是以种养结合为基础,种养加一体化开发为重点,废弃物资源化利用为纽带,实现系统内物质循环利用,对现代农业中的生态循环模式推广效果最佳。

在资源环境安全方面,提升农业生产者耕地保护、退耕还林、退耕还草等环境保护意识,这将对区域循环农业发展起到重要作用。随着江苏省经济的快速发展和农业功能的拓展,经济基础的逐渐稳固必然要带来人们环境保护意识的提升。近年来,从中央到江苏地方各级部门不断加强水利设施建设,都将通过有效灌溉系数的提高正向影响循环农业水平。

在资源减量投入方面,必须要解决农业生产过程中长期存在的滥施化肥、化学农药和地膜回收不力等问题。要解决这一问题,江苏及市县整治与行业协会监督必不可少,加强完善农产品有害物质残留监测体系,通过建立农业产业链中龙头企业、合作社、农贸市场等关键控制点的残留检测系统,控制农业面源污染,改善农业生态环境,最终形成健康有序的江苏循环农业发展格局。

参考文献:

[1] 2015 年中央一号文件:关于加大改革创新力度加快农业现代化建设的若干意见[Z].
[2] 关于实施农业现代化工程的意见[N]. 新华日报,2011-06-14.
[3] 郑建初,陈留根,甄若宏,等. 江苏省现代循环农业发展研究[J]. 江苏农业学报,2010,26(1):5-8.
[4] 李响,周鹰,李丽华,等. 江苏与发达国家农业现代化水平的差距[J]. 江苏农业科学,2012,40(12):385-387.
[5] 徐琪. 江苏循环农业发展的实践与创新[J]. 科技与经济,2008(5):45-47.
[6] 中国发展改革委会同国家环保总局、中国统计局:《循环经济评价指标体系》和关于《循环经济评价指标体系》的说明[EB/OL][2015-06-21]. http://hzs.ndrc.gov.cn/newfzxhjj/zcfc/200708/t20070814_235955.html.