

湖北省农业绿色发展的演变特征及发展水平评价研究

——基于政策文本

李 星 李晶晶 余 凌
湖北工业大学,湖北 武汉 430068

摘要:以 2006 年至今湖北省发布的绿色农业政策为切入点,对政策文本进行量化研究,探究湖北省农业绿色发展的演变特征,在此基础上构建湖北省农业绿色发展水平评价指标体系,采用熵权法—TOPSIS 模型进行测算。结果显示,湖北省农业绿色综合得分指数整体呈“W”状波动趋势,与年度政策文本发布数量变化呈现相同规律性,农业绿色发展水平缓慢上升,政策效果差异明显。据此,“十四五”期间农业政策应重点关注农业关键技术研发与产业生态构建,完善政策体系,提高农业绿色发展水平。

关键词:绿色农业;湖北省;熵权法;TOPSIS 模型
中图分类号:F323. 22 **DOI:** 10. 3969/j. issn. 2097—065X. 2024. 05. 024

0 引言

十八届五中全会提出绿色发展理念,绿色发展首次成为国家现代化建设的重要内涵,它是农业现代化的重要遵循和有机组成部分。党的十九大提出建设绿色低碳循环发展的经济体系,将绿色低碳与

基金项目:湖北省高等学校哲学社会科学研究重大项目“湖北农业绿色转型发展问题研究”(19ZD026)

生态循环经济体系结合,低碳生态循环经济体系发展模式下的绿色农业也将成为我国农业高质量发展的必然选择^[1]。2020 年“双碳”目标的提出,更是支撑和推动农业绿色低碳发展的重要保障和动力,为农业绿色低碳发展指明方向。

农业绿色发展涉及范围广泛,研究学者从不同视角构建了绿色农业评价指标体系。张乃明等^[2]从资源节约、环境友好、乡村发展、产品安全四个维度

2. 4. 2 不同处理时间各水平 Q 检验

组数是 5,自由度 = 60, $Q_{0.05}(5, 60) = 3.98$, $Q_{0.01}(5, 60) = 4.82$, 计算得 $D_{0.05} = 6.08$ 、 $D_{0.01} = 7.46$ 。第 1 次调查出苗率处理 6 h 与处理 1 h 相差 9.53、处理 8 h 与处理 1 h 相差 9.26 都大于 $D_{0.01} = 7.46$,差异极显著;处理 4 h 与处理 1 h 相差 7.4,大于 $D_{0.05} = 6.08$,两者之间差异显著;其他两两之间的差异都不显著。

3 讨论与结论

在伯乐树播种育苗试验中,以 GGR6 浓度在 30 mg/L 浸泡伯乐树种子 4 h,能显著增强种子的发芽势、出苗率,缩短苗木出苗时间。但苗木的地径、苗高的影响还有待进一步研究。

(1)GGR6 浓度对伯乐树种子出苗率产生了极显著的影响,以 GGR6 浓度在 30 mg/L 浸泡 4 h,效果最好,既节约时间又降低成本。

(2)GGR6 浓度对出苗时间产生了极显著的影响,以 GGR6 浓度在 30 mg/L 浸泡 4 h,效果最好,出苗时间短,出苗快且整齐。

(3)不同处理时间对种子发芽势产生了极显著影响,以处理 4 h 最佳,可有效促进伯乐树种子萌发。

(4)GGR6 对伯乐树苗木的苗高、地径、根系等生长量的影响还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 张冬生,谢金兰,范剑明,等.伯乐树播种育苗技术探讨[J].园艺与种苗,2017(1):40-42.
- [2] 陈会员,马晓波,邱利文,等.伯乐树室内播种育苗的方法探讨[J].中国园艺文摘,2018,34(5):35-36.
- [3] 李浩铭,何庆海.不同基质配比对伯乐树幼苗生长与生理特性的影响[J].浙江林业科技,2022,42(6):87-93.
- [4] 许晶,韦建杏,李连珠,等.伯乐树种子育苗及扦插技术试验研究[J].现代园艺,2019(5):13-15.
- [5] 洪洁,高捍东,刘序,等.碱性盐胁迫对伯乐树种子萌发及幼苗生长的影响[J].西南林业大学学报(自然科学),2020,40(2):23-28.
- [6] 韦建杏,李连珠,陈侯鑫,等.不同立地条件下伯乐树早期生长试验[J].园艺与种苗,2018,38(12):7-10.
- [7] 周建青,刘日林,周林明,等.伯乐树根插育苗技术研究[J].浙江林业科技,2023,43(1):100-103.
- [8] 曹俊林,王玉喜.伯乐树种子育苗及扦插技术试验研究[J].种子科技,2020,38(21):21-22.

作者简介:谢红梅,女,1970 年生,硕士,研究员。研究方向为林业和科技推广。

设计了评价指标体系;贾云飞等^[3]引入了经济要素,从资源利用、产地环境、经济效益、绿色氛围四个层面构建了现代化评价指标;张建业等^[4]围绕“生产—加工—消费”农业产业链,按照社会发展指标、经济发展指标、农业生产指标、资源投入指标和生态环境指标 5 个方面对中国绿色农业发展进行了测算评价。总体而言,现有评价指标体系构建方式主要分为:以生产、经济、环境等农业相关层面为基础,结合特定区域的特点设计评价指标;依托 DEA、DPSIR 等模型来测量评价区域绿色农业发展水平。现有文献研究对绿色农业评价指标的探索取得了一定成果,但现有评价指标的选择和分析存在区域性限制、兼容性较弱等问题,并且大部分评价指标体系忽略了政策对农业带来的影响,农业除受资源禀赋与环境的约束外,同样依赖农业政策的选择与实施,构建农业绿色发展评价指标体系,必须考虑政策内容对农业发展的影响。

本文系统搜集并梳理 2006 年以来湖北省发布的绿色农业政策文件,对政策文本内容进行量化分析,探究了湖北省农业绿色发展的演变特征,在此基础上构建了湖北省农业绿色发展水平评价指标体系,就湖北省农业绿色发展水平进行了评价。

1 湖北省绿色农业政策文本分析

1.1 研究数据和样本处理

以绿色农业、低碳农业作为关键词在湖北省人民政府网、北大法宝、中国政府网等相关网站进行搜索,共得到 384 篇文献,先筛选绿色农业相关词语频数较高的政策文件,最后剔除已失效和立法计划、批准等无关政策,共得到 89 篇有效文本。按照政策发表的年份对政策文本进行编号,同时将 89 份有效政策文本根据政策的发布时间、发布内容进行分类梳理,利用文本内容分析法对政策文本进行量化研究。

1.1.1 政策特征

第一,政策数量维度。自 2006 年起,湖北省颁布和实行的绿色农业政策文本数量波动幅度增大(图 1)。“十五”开始,我国以减轻农民负担为中心,逐步取消“三提五统”等税外收费、改革农业税收为主要内容的农村税费改革,2004 年开始实行减征或免征农业税的惠农政策,2006 年全面取消农业税,进一步解放了农村生产力,保证农民农业生产积极性,为农业现代化打下政策基础。2006—2015 年针对农业基础薄弱问题,重点加强农业和农村基础工程配套设施建设,提高农业基础生产能力。前阶段政策对农业绿色发展的重视程度不高,十八届五中

全会首次将绿色发展作为我国长期坚持的发展理念,《关于加快推进生态文明建设的意见》正式将“两山论”写入文件,党的十九大报告指出加快建立绿色生产和消费的法律制度和政策导向,建立健全绿色低碳循环发展经济体系。湖北省贯彻落实绿色发展理念,接连出台因地制宜的本土化政策,2016 年绿色农业政策达 10 件,2017 年最高,共 17 件。

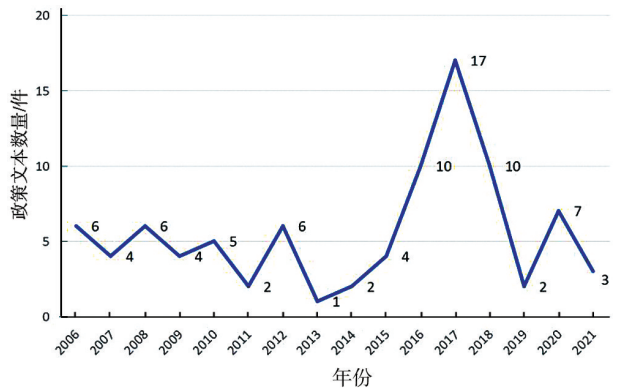


图 1 湖北省绿色农业政策文本数量总体趋势

1.1.2 作用对象

湖北省绿色农业政策涉及农业生产产业链全环节,既包括对农业绿色发展的总体规范,也包括水资源、人力资源、机械工具、技术应用、面源污染治理、生态安全、农村农业基础工程建设、生态补偿、农产品质量安全等具体领域。从政策作用对象看,整体规划和调整农业绿色发展方向的政策为 30 件,占比 33.71%,表明政府对于整体发展方向最为关注;生态安全和农业面源污染是重点关注问题,政策数量为 13 件,占比 14.61%;农业科技也是政策主要关注问题,政策数量为 9 件;水资源政策 5 件,农产品质量安全政策 7 件,人力资源、农业机械针对性文件较少,汇总入其他项,共 19 件,占比 21.34%(图 2)。

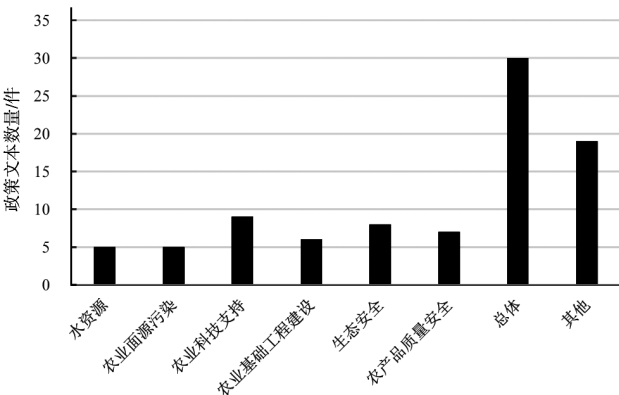


图 2 湖北省绿色农业政策作用对象

可以发现,湖北省发布的绿色农业政策所关注的领域问题愈发具体,涉及范围愈发广泛。早期的

政策主要是对宏观方向的总体把控,包括生态环境治理、农业农村建设等方方面面。而近期政策则聚焦于农业科技、农产品质量安全、农业机械工具和水资源利用和治理等具体问题,尤其是农业面源污染问题,围绕农业化肥、农药与农膜、农村生活废弃物与畜禽水产养殖废弃物的处理出台了《关于印发湖北省畜禽养殖废弃物资源化利用工作方案的通知》《关于建立健全生态保护补偿机制的实施意见》《湖北省农业农村污染治理实施方案》《湖北省农药包装废弃物回收处理工作方案》等代表性政策。

1.2 阶段分析

为进一步探究湖北省农业绿色发展的演变特征和现阶段关注重点,本文基于筛选后的绿色农业政策的文本内容,运用 NVIVO 11 PLUS 软件对政策文本进行编码,归纳各个阶段主题内容,进行计量统计分析,计算梳理得到每个阶段的高频关键词。

1.2.1 “十一五”规划阶段政策分析

“十一五”阶段政策文本主题词之间关联性与相似性较强(表 1),核心主题词为农业、建设、生态、技术,强调了农村农业生态建设和技术发展。其次是工程、农产品、环境、推广等词,体现出农业政策注重农村基本服务建设和绿色农产品的推广。同时,生态建设和技术发展也被重点关注,这一阶段除涝面积平稳增长,秸秆还田的面积也同比骤增,平均年增长率达 16.21%,农业技术的推广投入力度持续加强,农业科技示范园区数量增加了 119 座。

表 1 2006—2010 年湖北省绿色农业政策高频词

序号	关键词	序号	关键词	序号	关键词
1	农业	8	实施	15	资源
2	建设	9	农产品	16	推广
3	发展	10	保护	17	提高
4	生态	11	农村	18	重点
5	技术	12	环境	19	产业
6	加强	13	生产	20	经济
7	工程	14	大力		

1.2.2 “十二五”规划阶段政策分析

“十二五”阶段政策高频词基本不变(表 2),农业、发展、建设、技术等词依旧是绿色农业政策文本的关键核心,农村基础工程建设、污染治理与环境保护依旧有条不紊地进行,节能、循环等关键词词频逐渐上升,表明政府开始将现代生态保护措施与传统农业相结合,拓展农业绿色发展的不同路线。粮食首次作为高频词出现,说明该阶段政策逐步重视粮

食安全和农业耕地的稳定性。

表 2 2011—2015 年湖北省绿色农业政策高频词

序号	关键词	序号	关键词	序号	关键词
1	农业	8	技术	15	粮食
2	发展	9	生产	16	农村
3	建设	10	生态	17	环境
4	加强	11	循环	18	重点
5	推进	12	工程	19	经济
6	节能	13	推广	20	保护
7	加快	14	农产品		

1.2.3 “十三五”规划阶段政策分析

“十三五”阶段绿色、农产品、产业与生态等关键词词频逐渐上升(表 3)。绿色农业政策在这一阶段高度集中,绿色农业技术与生态农产品生产成为“十三五”阶段的政策重点。2018 年《省人民政府关于印发湖北省打赢蓝天保卫战行动计划(2018—2020 年)的通知》《省人民政府办公厅关于创建农业高新技术产业示范区的实施意见》等相关政策中提出,要推进落实化肥减量增效、农药零增长行动,2020 年末化肥施用量由 2016 年 333.87 万 t 下降到 267.32 万吨。化肥施用量的下降同样得益于农业绿色技术发展,“十三五”期间湖北省发布《省人民政府办公厅关于加快转变农业发展方式的实施意见》《省人民政府关于加快推进农业科技创新工作的意见》等政策,用于推广绿色防控与生物防治技术。

表 3 2016—2020 年湖北省绿色农业政策高频词

序号	关键词	序号	关键词	序号	关键词
1	农业	8	农产品	15	利用
2	发展	9	产业	16	加强
3	推进	10	生态	17	实施
4	绿色	11	推广	18	人民政府
5	技术	12	资源	19	开展
6	建设	13	加快	20	粮食
7	生产	14	农村		

1.2.4 现阶段政策分析

“十四五”阶段技术成为第一高频词,且创新、科技等关键词首次出现(表 4),表明该阶段创新驱动的农业关键技术的发展为重中之重。随着气候环境不确定性增强、极端天气频发以及国际形势的变化,新型绿色农业的发展迫在眉睫。生物、实验室、模式、研究等词体现出政府重视与高校等单位的合作研究,关注农业有害生物的检测防控体系建设。

表 4 2020—至今湖北省绿色农业政策高频词

序号	关键词	序号	关键词	序号	关键词
1	技术	8	科技	15	养殖
2	农业	9	关键	16	创新
3	绿色	10	生物	17	利用
4	发展	11	研发	18	建设
5	开展	12	农产品	19	资源
6	高效	13	模式	20	产品
7	研究	14	实验室		

1.3 总体分析

湖北省绿色农业政策的变迁与国家发展方向与现代化进程紧密相关。“十一五”阶段,农业以提高农业基础设施保障为首要任务,主要目标是提高农业生产力与生产值,化肥、农药、地膜等农业投入大幅增加,农业机械化程度持续增长使得农业生产率快速提升,绿色农业则处于萌芽期。“十二五”阶段,农业现代化进入转折期,农业发展模式和内涵都发生了变化,从提高土地生产率为主转向到提高农村劳动生产率为主,农业机械耕作逐渐替代传统手工农业的作业方式,农业机械总动力急速增长。“十三五”阶段,湖北省先后出台《湖北省创新体制机制推进农业绿色发展的实施意见》《湖北省耕地质量保护条例》《湖北省水污染防治条例》《农作物秸秆综合利用决定》《湖北省土壤污染防治条例》等文件,并且将

“加快农业绿色发展”写入省委一号文件,加大力度处置农业化肥、农药、地膜等农业面源污染,湖北省绿色农业水平逐步提升。现阶段,绿色农业政策对农业面源污染持续关注,加强畜禽粪污资源化利用和农作物秸秆、农膜、农药包装物回收利用,进一步推广生态循环农业、绿色防控技术和新型种养模式,并推进农业产地环境治理和农产品质量安全。

2 评价指标体系构建与实证评价分析

2.1 指标构建原则

除遵循完整性、可量化、可操作性等基础原则外^[5],选取具体指标还要考虑:绿色这一核心要素、量化指标数据的统计口径的一致性、核心指标的代表性。遵循以上原则,结合湖北省绿色农业政策现阶段关注重点,构建湖北省农业绿色发展水平评价指标体系。

2.2 评价指标体系构建

评价指标体系分为 3 个一级指标、8 个二级指标以及 17 个三级指标,共由 4 个层次的指标构成:第一层为目标层,对应湖北省农业绿色发展水平的评价;第二层为准则层,包括农业绿色生产、农业绿色环境与农业绿色产出;第三层是子准则层,涵盖了农业技术、农业机械、农业内外部环境与期望、非期望产出等多方面;第四层为具体指标层,共包含 17 项具体指标(表 5)。

表 5 湖北省农业绿色发展水平评价指标表

目标	一级指标	二级指标	三级指标	单位	指标性质
农业绿色发展水平	农业绿色生产	农业人力资源	农业从事人员	人	正向
			农机从业人员	人	正向
		农业机械工具	人均机械保有量	kW·h/人	正向
			人均机械作业量	m ² /人	正向
	农业绿色环境	农业技术	节水灌溉面积	10 ³ hm ²	正向
			农业生产人均耗能	kg/人	负向
		农业资源	人均水资源	m ³ /人	正向
			人均耕地面积	m ² /人	正向
	农业绿色产出	直接环境	单位耕地面积化肥施用量	kg/m ²	负向
			单位耕地面积农药使用量	kg/m ²	负向
			单位耕地面积地膜覆盖量	kg/m ²	负向
		间接环境	秸秆还田面积	10 ³ hm ²	正向
			水土流失治理面积	10 ³ hm ²	正向
			除涝面积	10 ³ hm ²	正向
			人均农业生产值	元/人	正向
	非期望产出		单位耕地生产值	元/ m ²	正向
			农业碳排放	10 kt/亿元	负向

2.3 模型构建

(1)模型选择

理想解相似度优先排序法(TOPSIS)是一种适用于多准则决策的分析方法^[6],通过确定每个指标的权重后标准化每个指标的得分,计算每个备选方案与理想备选方案之间的几何距离(即每个标准中的最优解)来比较每一组备选方案。

(2)评价矩阵构建

$$D = \begin{bmatrix} D_{11} & \cdots & D_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ D_{n1} & \cdots & D_{nm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11}W_1 & \cdots & X_{1m}W_m \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1}W_1 & \cdots & X_{nm}W_m \end{bmatrix}$$

(3)指标与正负理想解的距离测算
到正向理想解的距离：

$$d_j^+ = \sqrt{(D_i^+ - D_{ij})} \text{ (} D_i^+ \text{ 为 } D \text{ 矩阵中 } i \text{ 列的最大值)}$$

到负向理想解的距离：

$$d_j^- = \sqrt{(D_i^- - D_{ij})} \text{ (} D_i^- \text{ 为 } D \text{ 矩阵中 } i \text{ 列的最小值)}$$

(4)综合得分指数

$$C = \frac{d_j^-}{d_j^+ + d_j^-}$$

分子为 d^- 值,分母为 d^- 和 d^+ 之和, d^- 值相对越大,说明该研究对象距离最劣解越远,研究对象越好,且 C 值越大研究对象越好。

2.4 研究结果

2.4.1 权重结果分析

应用熵值法计算^[7]各指标权重值(表 6)。

表 6 指标权重值

指标名	信息熵值 e	信息效用值 d	权重	权重排名	指标名	信息熵值 e	信息效用值 d	权重	权重排名
农业从事人员	0.727	0.273	0.13	1	除涝面积	0.777	0.223	0.107	2
农机从业人员	0.939	0.061	0.029	15	人均农业生产值	0.923	0.077	0.037	11
人均机械保有量	0.927	0.073	0.035	12	单位耕地面积产值	0.931	0.069	0.033	14
人均机械作业量	0.939	0.061	0.029	16	农业碳排放强度	0.854	0.146	0.07	6
人均耕地资源	0.87	0.13	0.062	7	农业生产人均耗能	0.784	0.216	0.103	3
人均水资源	0.93	0.07	0.033	13	单位耕地农药施用量	0.818	0.182	0.087	4
节水灌溉面积	0.832	0.168	0.08	5	单位耕地面积地膜使用量	0.957	0.043	0.021	17
水土流失治理面积	0.87	0.13	0.062	8	单位耕地面积化肥使用量	0.911	0.089	0.043	9
秸秆还田面积	0.92	0.08	0.038	10					

由表 6 权重可知:一级指标中,农业投入部分占比最高(0.501),农业环境(0.358)与农业产出(0.141)权重较低。农业投入是整个农业生产链的源头环节,是提高农业生产率和促进农业高质量发展的必要前提。二级指标中,间接环境相比于直接环境对农业绿色发展的影响更为长远,占比更高。三级指标中,排序前三包括农业从事人员、除涝面积与农业生产人均耗能:农业从事人员权重高达 0.13,农业从事人员是农业人力资源中最重要主体;除涝面积(0.107)占比为第二,除涝工作能够有

效增加了我国的实际耕地面积,促进农业的可持续发展;再者是农业生产人均耗能(0.103),农业发展离不开机械化,向绿色智能农机的转型进一步解决了农业从事人口下降和生产效率较低的问题。

2.4.2 模型计算结果分析

将指标对应的面板数据进行归一标准化处理,代入 TOPSIS 模型计算公式(权重来自熵权法计算结果)进行测算(表 7)。面板数据来自各年《湖北省统计年鉴》《湖北省农村统计年鉴》《中国农业工业统计年鉴》等。

表 7 2006—2020 年湖北省农业绿色发展水平测度值结果

年份	正理想解距离(D^+)	负理想距离(D^-)	综合得分指数	排序	年份	正理想解距离(D^+)	负理想距离(D^-)	综合得分指数	排序
2006	0.339 723 022	0.349 166 088	0.506 853 836	4	2014	0.468 341 002	0.159 083 45	0.253 549 969	14
2007	0.366 363 523	0.297 934 518	0.448 495 253	5	2015	0.444 011 833	0.179 806 607	0.288 235 48	12
2008	0.376 332 313	0.258 665 982	0.407 349 097	6	2016	0.402 341 154	0.214 906 07	0.348 168 548	9
2009	0.403 806 25	0.185 539 363	0.314 822 676	11	2017	0.373 970 097	0.243 308 745	0.394 163 429	7
2010	0.408 928 237	0.156 402 512	0.276 656 652	13	2018	0.317 492 767	0.343 045 168	0.519 342 115	3
2011	0.422 007 01	0.141 571 561	0.251 201 107	15	2019	0.304 479 357	0.354 699 093	0.538 092 672	2
2012	0.419 901 942	0.197 480 695	0.319 867 588	10	2020	0.286 387 217	0.383 614 658	0.572 557 589	1
2013	0.407 608 948	0.224 749 302	0.355 414 517	8					

测算结果显示,2006—2020 年湖北省农业绿色发展综合得分指数的平均值为 0.387 660 9,远小于 0.5 的分值中位数,仅有 2006 年、2018—2020 年这四年表现高于 0.5,表明湖北省绿色农业发展整体处于较低水平,总体得分指数呈现为“下降—上升—下降—上升”的趋势,且波动较大。“十一五”期间,湖北省农业绿色发展得分指数呈快速下降趋势,以平均每年 12.95% 的速率逐年递减;“十二五”期间,湖北省绿色农业政策效果不明显;“十三五”期间湖北省农业绿色发展得分指数以每年 13.74% 的速度大幅增长,2020 年指数得分达 0.572 5,为近 15 年最高值。同时,2015—2018 年得分指数平均增长率达 19.86%,为各个阶段最高值,符合其对应年份绿色农业政策文本的发布数量的特征统计。值得注意的是,如图 3 所示 2006—2010 年得分指数平均每年下降 13.88%,该阶段虽得分较高,但由于缺乏绿色农业发展意识,绿色农业技术发展较为落后,说明农业政策对农业发展的影响不仅取决于政策数量的多少,更在于实施落实。随着湖北省绿色农业政策体系的完善,尽管 2018—2020 年相关政策较少,但得分指数继续保持增长态势。

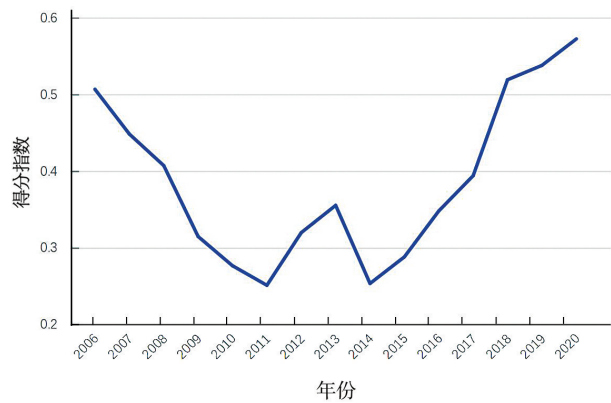


图 3 2006—2020 年湖北省农业绿色发展水平得分指数

3 研究结论

研究表明,自 2006 年以来湖北省农业绿色发展综合得分指数整体呈“W”状波动趋势,与年度政策文本发布数量变化呈现相同规律性,农业绿色发展水平缓慢上升。从评价结果来看,为推动农业迈向

现代化高质量发展,要持续加大资源投入,尤其是注重农村人力资源开发与农业机械化普及。要持续开展新型农民和“三农”的人才培训,组织农民听得懂、学得好、实用性强的免费课堂,帮助农民科学务农、绿色务农,在农业生态环境承受范围内提高农业生产效益。针对丘陵山地地区,加大资源投入,研发新型适用农机机具,补足地区农机化短板,利用建立合作社等手段提升农业队伍规模化程度,解决农村地区劳动力短缺问题。同时,要完善政策体系,针对湖北进入绿色农业全面深化阶段的特性,更加聚焦绿色、循环、生态、可持续的发展理念,总结并形成具有湖北特色的绿色农业推进机制、治理体系和发展模式。积极争取有关部门的重视和支持,并努力健全农业资源监测网络体系与农业资源大环境数据中心,加强数据监测以展现地区农业绿色发展真实的现状,推动农业资源共建共享。

参考文献:

[1] 贾云飞,赵勃霖,何泽军,等. 河南省农业绿色发展评价及推进方向研究[J]. 河南农业大学学报,2019,53(5): 823-830.

[2] 张乃明,张丽,赵宏,等. 农业绿色发展评价指标体系的构建与应用[J]. 生态经济,2018,34(11):21-24,46.

[3] 陈儒,姜志德. 中国低碳农业发展绩效与政策评价[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2017,16(5):28-40.

[4] 董明涛. 我国低碳农业发展效率的评价模型及其应用[J]. 资源开发与市场,2016,32(8):944-948,1000.

[5] 巩前文,李学敏. 农业绿色发展指数构建与测度:2005—2018 年[J]. 改革,2020(1):133-145.

[6] 李洪文. 基于 TOPSIS 法的湖北省农业科技创新能力评价[J]. 湖北农业科学,2014,53(3):704-708.

[7] 杨树旺,吴婷. 城市绿色创新发展协调度的时空差异研究:以湖北省 12 个地级市为例[J]. 湖北社会科学,2017(9):60-65.

作者简介:李 星,男,1997 年生,硕士研究生。研究方向为农业数字化。李晶晶,女,2003 年生。研究方向为农业大数据。余 凌,女,1981 年生,博士,副教授。研究方向为农业技术经济、农业数字化。