

韩平阳,汪 民. 基于近 20 年土地利用变化的武汉市都市农业功能水平研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(12):209-214.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.12.035

基于近 20 年土地利用变化的武汉市 都市农业功能水平研究

韩平阳,汪 民

(华中农业大学园艺林学学院,湖北武汉 430072)

摘要:随着经济发展,城市化的进程对城市内部及其周边的土地利用形态造成了巨大的影响。为探究城市化过程中土地利用变化对武汉市都市农业功能水平产生的影响,从生产经济、社会文化、生态保护等 3 个方面构建了武汉市都市农业功能评价指标体系。通过对 1994—2019 年武汉市相关统计数据收集,以 5 年为 1 个阶段分析城市都市农业功能水平的变化,并与通过遥感影像解译获得的土地利用数据结合研究,得出武汉市都市农业各项功能的演变和土地利用变化之间的相关性,进而分析了都市农业各项评价指标与土地利用变化之间的相关性,从而对武汉市都市农业的发展方向 and 土地利用的规划方向提出建议,以期深化我国都市农业研究内容,并且推动都市农业的可持续发展。

关键词:武汉市;都市农业功能评价;土地利用;相关性分析;土地利用规划

中图分类号:F327 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)12-0209-06

都市农业是由工业化和城市化进程快速推进而产生的,是城市社会经济发展水平达到较高阶段的必然产物,是集生产、生活、生态功能于一体的新型农业^[1]。都市农业的建设区域包括城市的中心地区、城市郊区以及城市行政管辖范围内的所有区域,无论是城市中心的建设还是城市的扩张都对都

市农业的用地以及农业景观和农业生态环境造成了严重的影响^[2],进而引发一些生态问题^[3],如水土流失^[4]、热岛效应、水域面积减少、土壤污染^[5]等。如何协调城市的用地避免这些潜在问题的发生,影响着都市农业的可持续发展。

1 研究区概况

武汉市作为重要的国家中心城市之一。建设与武汉大都市发展目标相配套、具有国内先进水平的现代都市农业,是新时期武汉市农业发展战略定位的重要选择^[6]。武汉市作为中部崛起的重要战略城市,将城郊农业转型为都市农业的口号始于 20 世纪 90 年代,并率先出台一系列都市农业发展意见和规划^[7]。《武汉市都市农业发展规划(2006—

收稿日期:2020-10-23

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金(编号:2662020YLPY013)。

作者简介:韩平阳(1996—),男,河南驻马店人,硕士研究生,主要从事风景园林规划和都市农业发展规划研究。E-mail:305522920@qq.com。

通信作者:汪 民,博士,副教授,硕士生导师,主要从事风景园林规划和都市农业发展规划研究。E-mail:39347747@qq.com。

[22]董旭杰,彭继庆,曹福祥,等. 湘中、湘南石漠化地区植物多样性研究[J]. 中南林业科技大学学报,2015,35(12):102-107.

[23]司 彬,姚小华,任华东,等. 滇东喀斯特植被恢复演替过程中物种多样性研究[J]. 西南大学学报(自然科学版),2009,31(1):132-139.

[24]宋海燕,张 静,赵雅洁,等. 不同程度石漠化对金山莢蒾末端小枝的生长和生物量积累及分配的影响[J]. 植物科学学报,2018,36(1):103-111.

[25]马 骏,阚丹好,沙 敏,等. 滇池流域石漠化地区植被恢复技术研究[J]. 安徽农业科学,2014(33):11782-11783,11807.

[26]顾谦谦,周明忠,肖时珍,等. 贵州施秉世界自然遗产地喀斯特地貌的地质控制研究[J]. 西南大学学报(自然科学版),2016,38(10):132-138.

[27]Zhang Y, Jin D C, Zhou Y F, et al. Community composition and diversity of soil oribatid mites (Acari: Oribatida) in karst forests in Shibing, Guizhou, Southwestern China [J]. Acta Entomologica Sinica, 2015, 58(7): 791-799.

[28]贺 祥,熊康宁,陈洪云,等. 喀斯特山区生态治理区石漠化过程的土壤质量特征研究[J]. 云南师范大学学报(自然科学版),2008,28(2):58-64.

[29]彭 熙,黄 英,车家骧,等. 不同石漠化等级条件下土壤性状变化规律研究——以贵州喀斯特中心普定站为例[J]. 中国岩溶,2009,28(4):402-405.

[30]李孝良,陈效民,周炼川,等. 贵州省喀斯特地区石漠化土壤有机碳和全氮变异特征[J]. 南京农业大学学报,2010,33(4):75-80.

2020 年)》要求实现居民收入增长,居民生活成本减少,实现社会和经济的长久发展;城乡融合共同发展,以工商业和科技产业带动农业增长;保障都市农业发展和生态保护的兼容。《武汉现代都市农业远景规划(2014—2049 年)》要求积极优化产业功能,建立高质量农业供给基地;着力提升社会文化功能,营建居民休闲空间;建设农业示范功能,打造展示世界城市新窗口。《武汉市土地利用总体规划(2006—2020 年)》要求转变经济增长和土地利用的模式,实现资源集约型发展;控制非农用地占用农用地;注重生态和谐,实现可持续发展;协调城乡结构等。

2 武汉市都市农业功能评价体系构建与评价

结合武汉市农业发展状况和武汉市都市农业发展规划的要求,将都市农业的多种功能主要确定为生产经济、社会文化和生态保护 3 个方面。

都市农业的生产经济功能是一个产业最重要、最基本的功能,其中包括 5 个次级指标。人口密度由区域的总人口数量占土地面积的比例得出;耕地生产率能反映土地利用水平,可以衡量农产品供给的功能;都市农业总产值由当地农业总产值得到;人均国内生产总值(GDP)反映了当地的经济水平,是人们了解和把握一个国家或地区宏观经济运行状况的最有效工具和最重要的经济指标^[8];农民人均纯收入是体现都市农业经营效益的指标,都市农业也是通过提升产业经营的效益从而促进经营者收入增长。

都市农业的社会文化功能包括城乡融合共同发展,基础设施的同步完善以及休闲文化产业的活力,共有 2 个次级指标。道路网密度反映了过境交通的密集化布局对乡镇休闲旅游业、农副产品的加工运输以及农业产业化升级有着显著的带动作用;乡村旅游业的总收入可以直接反映都市农业对于周边居民精神文化生活活跃程度的影响。

都市农业生态环境功能包括系统本身提供给居民的环境条件和农业生产对环境造成的影响,以及生态系统本身的价值,包括 4 个次级指标。人均耕地面积指标由耕地与人口的比例得到,是农业生产的基本要素;森林覆盖率是城市内部的森林保有情况;都市农业生态服务价值体现了直接或间接提供给人类的各种环境或物质条件;化肥施用强度和农药施用强度反映了农业生产对生态系统的影响。

2.1 评价指标数据获取

都市农业的功能评价体系中的指标数据从

1994—2019 年《武汉市统计年鉴》、统计局资料、卫星图像和相关资料中获取,不能直接取得的可以对其原始数据进行计算得到。都市农业生态系统服务价值总量则是由 Costanza 等构建并且经孙能利等学者本土化调整之后,结合前人研究并进行运算调整得到武汉市生态系统服务价值测算当量表^[9-10](表 1)。

表 1 武汉市生态系统服务价值测算当量

| 项目 | 生态价值(万元/hm ²) | | | |
|---------|---------------------------|--------|-------|--------|
| | 耕地 | 林地 | 草地 | 水域 |
| 气体调节 | 0.607 | 4.249 | 0.971 | 0 |
| 气候调节 | 1.080 | 3.277 | 1.092 | 0.558 |
| 水源涵养 | 0.728 | 3.884 | 0.971 | 24.741 |
| 土壤形成与保护 | 1.770 | 4.734 | 2.367 | 0.012 |
| 废物处理 | 1.990 | 1.590 | 1.590 | 22.070 |
| 生物多样性保护 | 0.861 | 3.957 | 1.323 | 3.022 |
| 生态娱乐 | 0.120 | 1.553 | 0.048 | 5.268 |
| 生态服务总价值 | 7.156 | 23.248 | 8.364 | 55.674 |

2.2 指标数据归一化处理

正向数据进行正向运算公式如下:

$$X_{ij}' = \frac{X_{ij} - \min X_j}{\max X_j - \min X_j};$$

负向数据进行逆向运算公式如下:

$$X_{ij}' = \frac{\max X_j - X_{ij}}{\max X_j - \min X_j}。$$

式中: X_{ij} 为第 i 个评价单元(1994 年、1999 年、2004 年、2009 年、2014 年、2019 年)第 j 项指标(A11、A12、A21、A22、A23、B11、B12、B21、C11、C12、C13)的原始数据,标准化后每个指标因子的数据都介于[0,1]之间。

2.3 都市农业功能水平指标权重确定

数个指标参与的评价中,须要合理计算指标权重。本研究选择熵权法确定指标权重从而进行综合评价得到各项指标的权重^[11](表 2)。

2.4 都市农业功能水平综合评价指数的计算方法
具体方法如下:

(1)第 j 项指标下第 i 个单元的评价指数 I_{ij} 为

$$I_{ij} = X_{ij}' w_j$$

式中, w_i 为第 j 项指标的权重系数。

(2)第 i 个单元综合评价指数 I_{ir} 为

$$I_{ir} = \sum_{i=1}^n I_{ij}。$$

通过 Excel 运行以上公式进行计算,运算得到都市农业功能水平指数的评价结果位于[0,1]之间。评价数值越大,说明对应的功能的发展水平越高。

表 2 都市农业功能指标权重

| 项目 | 权重系数 (%) |
|------------------|----------|
| 人口密度 A11 - | 11.60 |
| 耕地生产率 A12 + | 22.66 |
| 都市农业总产值 A21 + | 21.80 |
| 人均 GDP A22 + | 23.23 |
| 农民人均纯收入 A23 + | 20.71 |
| 道路面积 B11 + | 37.91 |
| 旅游业总收入 B21 + | 62.09 |
| 生态系统服务价值总量 C11 + | 15.80 |
| 人均耕地面积 C12 + | 23.68 |
| 农药使用强度 C22 - | 21.73 |
| 化肥使用强度 C21 - | 38.79 |

注: +、- 表示指标对评价功能的正负向作用, + 为正向指标采用正向标准化方法处理数据, - 为负向指标采用负向标准化方法处理数据。

评价结果(图 1)表明,1994—2019 年武汉市都市农业的生产经济功能和社会文化功能不断提高,生态环境功能在城市发展的过程中受到了一定的削弱,生态环境功能的迅速下降趋势在 2006 年《武汉市生态环境保护“十一五”规划》编制并实施后得到了控制,在 2009 年到达最低点后开始上升,实现了生态建设与修复的规划目的,但是依然远低于 1994 年的水平。

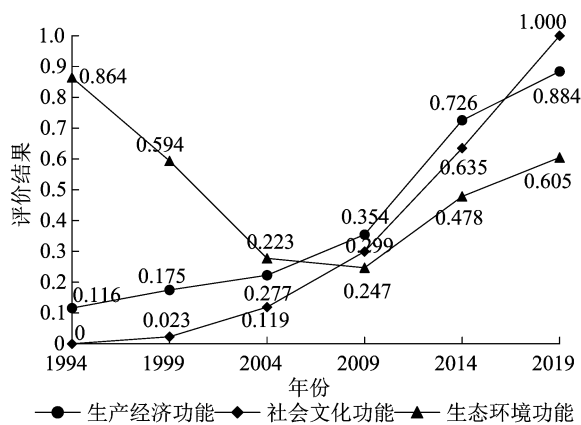


图 1 1994—2019 年武汉市农业功能水平评价结果

3 武汉市土地利用面积比重与都市农业功能水平相关性分析

研究不同系统之间影响程度的计量模型有很多,本研究在选择模型时,经过多方面因素的考虑,研究数据具有时间性,涉及 2 个系统,包括土地利用结构中的 6 个要素和都市农业功能中的 3 个要素,

因此采用灰色关联法探究二者之间的关系。

3.1 土地利用数据获取与标准化

湖北省武汉市土地利用数据是在对 1994—2019 年云量少且处于耕作期为标准进行影像筛选的 Landsat 遥感影像处理并解译,可获取相应的动态图斑数据以及 1994—2019 年的土地利用数据,通过计算得到标准化土地利用数据(表 3)。该数据使用刘纪远建立的 LUCC 分类系统^[12](图 2)。

表 3 土地利用面积占比标准化值

| 年份 | 土地利用面积占比标准化值 | | | | |
|------|--------------|-------|-------|-------|-----------|
| | 耕地 | 林地 | 草地 | 水域 | 城镇工矿及建设用地 |
| 1994 | 1 | 0.957 | 0.679 | 0 | 0 |
| 1999 | 0.955 | 1 | 0.581 | 0.190 | 0.042 |
| 2004 | 0.778 | 0.736 | 0.183 | 0.302 | 0.212 |
| 2009 | 0.330 | 0.272 | 1 | 1 | 0.539 |
| 2014 | 0.149 | 0 | 0.933 | 0.999 | 0.724 |
| 2019 | 0 | 0.440 | 0 | 0.101 | 1 |

3.2 关联系数计算

将都市农业功能水平评价结果作为标准数据序列, n 代表第 n 年, X_0 代表 3 种功能的评价结果,3 个标准数据序列记为

$$X_0 = [X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(k), \dots, X_0(n)]。$$

将标准化土地利用数据作为参评数据序列, i 为土地利用类型,则测算数据序列记为

$$X_i = [X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(k), \dots, X_i(n)]。$$

灰色关联系数计算公式为

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_i |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i |x_0(k) - x_i(k)|}$$

其中: $|x_0(k) - x_i(k)|$ 是第一级最小差; $\min_i |x_0(k) - x_i(k)|$ 是第二级最小差; $\max_i |x_0(k) - x_i(k)|$ 第二级最大差; ρ 为分辨系数, $\rho \in [0, 1]$;一般取 $\rho = 0.5$ 。

关联度公式为

$$R_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k)$$

3.3 武汉市都市农业 3 种功能与土地利用面积占比变化的相关性结果

参照郭秀云等的计算方法,针对都市农业 3 个方面的功能和土地利用面积占比变化进行相关性运算,并基于关联度提供分析参考,使用灰色关联度分析时,分辨系数取 0.5,结合关联系数计算公式计算出关联系数值,并根据关联系数值,然后计算出关联度结果(表 4)^[13-14]。

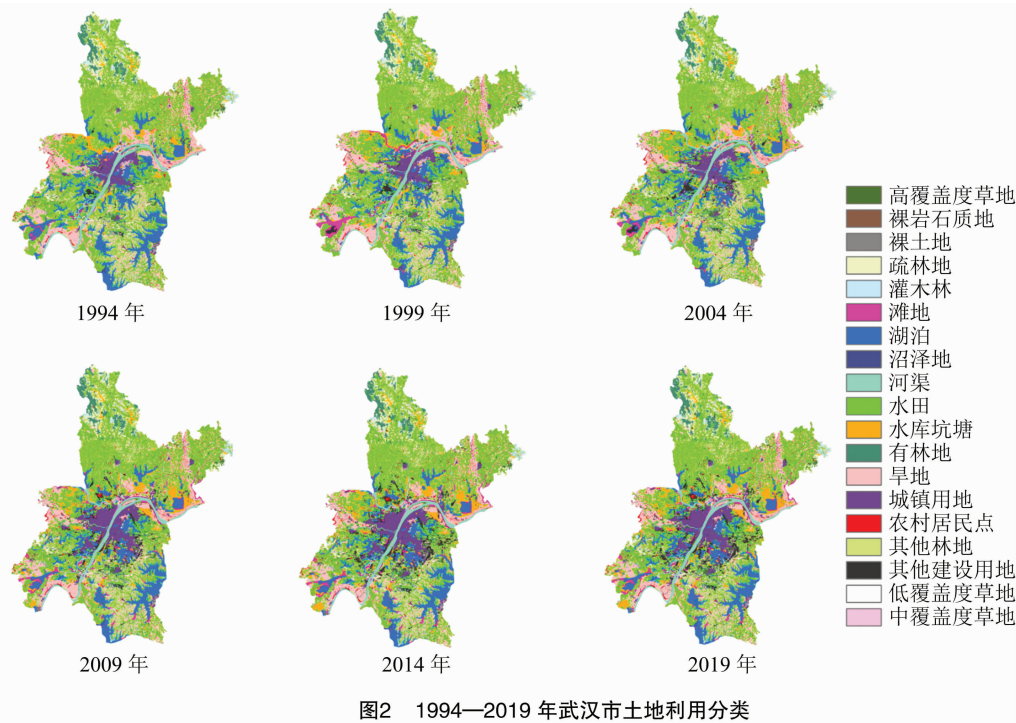


图2 1994—2019 年武汉市土地利用分类

表 4 都市农业 3 种功能与土地利用面积占比相关性结果

| 土地利用类型 | 与生产经济功能的关联度 | 排名 | 土地利用类型 | 与社会文化功能的关联度 | 排名 | 土地利用类型 | 与生态环境功能的关联度 | 排名 |
|-----------|-------------|----|-----------|-------------|----|-----------|-------------|----|
| 耕地 | 0.599 | 6 | 耕地 | 0.581 | 6 | 耕地 | 0.774 | 1 |
| 林地 | 0.686 | 3 | 林地 | 0.712 | 2 | 林地 | 0.559 | 4 |
| 草地 | 0.603 | 5 | 草地 | 0.708 | 3 | 草地 | 0.504 | 5 |
| 水域 | 0.756 | 1 | 水域 | 0.692 | 5 | 水域 | 0.664 | 2 |
| 城镇工矿及建设用地 | 0.688 | 2 | 城镇工矿及建设用地 | 0.735 | 1 | 城镇工矿及建设用地 | 0.577 | 3 |
| 未利用地 | 0.604 | 4 | 未利用地 | 0.707 | 4 | 未利用地 | 0.504 | 6 |

3.3.1 与生产经济功能相关性结果 其中水域、城镇工矿及建设用地对都市农业生产经济功能的影响最大,而耕地、草地对都市农业生产经济功能的影响最小。

3.3.2 与社会文化功能相关性结果 其中城镇工矿及建设用地和林地与都市农业社会文化功能关联度较高,耕地和水域与都市农业社会文化功能的关联度较低。

3.3.3 与生态环境功能相关性结果 其中耕地、水域与都市农业生态环境功能关联度较高,草地与未利用地与都市农业生态环境功能相关性较低。

通过计算得到 1994—2019 年都市农业各种功能与土地利用类型相关性强弱,能够结合各项功能

的变化并对其相关性进行初步分析,但是并不足以充分了解各种功能指标与土地利用的具体关联程度和正负向影响,须采用更深入的方法来探究其间的影响机制。

3.4 基于皮尔逊相关系数法的武汉市土地利用面积占比变化和都市农业各指标相关性分析

采用 Pearson 相关系数法,选择的指标是都市农业评价各指标数据和土地利用结构的比例。将研究区数据导入 SPSS 软件中计算得到相关系数 r ,并通过 r 判断它们之间的相关性关系(表 5)。该计算有助于了解各种具体功能指标与土地利用之间的正负关系和相关性。

以武汉市都市农业各种功能指标为自变量,土地利用面积占比为因变量。计算结果见表 6。

表 5 相关系数取值范围及意义参照

| 取值范围 | 意义 |
|-----------------------|-----------|
| $0 < r \leq 1$ | 线性正相关关系 |
| $-1 \leq r < 0$ | 线性负相关关系 |
| $r = 1$ | 完全线性正相关关系 |
| $r = -1$ | 完全线性负相关关系 |
| $r = 0$ | 没有线性相关关系 |
| $ r \rightarrow 1$ | 线性相关程度越高 |
| $ r \rightarrow 0$ | 线性相关程度越低 |
| $0.8 \leq r \leq 1$ | 高度相关 |
| $0.5 \leq r < 0.8$ | 中度相关 |
| $0.3 \leq r < 0.5$ | 低度相关 |
| $ r < 0.3$ | 弱度相关 |

表 6 土地利用面积占比与都市农业相关系数各项指标的相关性

| 项目 | 相关系数 | | | | |
|----------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| | 耕地 | 林地 | 草地 | 水域 | 城镇工矿及建设用地 |
| 人口密度 | 0.941 | 0.731 | 0.266 | -0.263 | -0.968 |
| 耕地生产率 | -0.919 | -0.686 | -0.298 | 0.200 | 0.953 |
| 都市农业总产值 | -0.938 | -0.746 | 0.222 | 0.283 | 0.961 |
| 人均 GDP | -0.943 | 0.698 | -0.281 | 0.220 | 0.975 |
| 农民纯收入 | -0.948 | -0.819 | -0.103 | 0.400 | 0.953 |
| 道路面积 | -0.996 | -0.839 | -0.130 | 0.437 | 0.998 |
| 旅游业收入 | -0.867 | -0.569 | -0.398 | 0.044 | 0.921 |
| 生态系统服务价值 | 0.308 | -0.151 | 0.820 | 0.664 | -0.432 |
| 人均耕地面积 | 0.929 | 0.749 | 0.290 | -0.405 | -0.942 |
| 化肥使用强度 | -0.190 | 0.015 | -0.312 | -0.463 | 0.263 |
| 农药使用强度 | -0.037 | 0.310 | -0.412 | -0.697 | 0.133 |

4 结论与讨论

4.1 1994—2019 年武汉市土地利用面积占比变化与都市农业功能各项指标间相关性结果分析

具体到都市农业功能的各项指标与土地利用面积占比有以下几点呈现出较为明显的相关性。

耕地比例与耕地生产率、都市农业总产值、人均 GDP 以及农民纯收入呈现强负相关。结合市内耕地占比下降的现状下仍然保证了农业经济收益以及农民收入的稳定增长的实际情况,说明武汉市的耕地综合生产能力得到了不断的优化,实现了生产经济功能增长。

林地占比与人口密度、人均 GDP 相关系数分别为 0.731、0.698,呈现中度正相关关系,与耕地生产率、都市农业生产总值相关系数分别为 -0.686、

-0.746,呈现中度负相关,与农民纯收入和道路面积相关系数分别为 -0.819、-0.839,呈现强负相关。体现了当前社会条件下都市农业经济功能的提升伴随着较大程度对林地的侵占,以当下的经济利益损害了长久的武汉市都市农业发展。

城镇工矿及建设用地面积占比和人口密度、人均耕地面积呈现高度负相关,相关系数分别为 -0.968、-0.942,与耕地生产率、都市农业生产总值、人均 GDP、农民纯收入、道路面积、旅游业收入呈强正相关。说明建设用地扩张带来了更大的内需,更便捷的交通及货运,以及更充分的科技支持,对生产经济功能的提升以及对社会文化功能的发展有很强的带动作用,虽然短期来看并没有在社会文化功能和生态环境功能上体现出较大的负面影响,但长远来看这损害了农业最基础的自然资源,影响了都市农业长期多功能发展的潜力。

分析结果表明,武汉市都市农业的建设中武汉市耕地、林地、水域等用地类型和文化休闲功能相关性较低,说明虽然已经大力推动了农旅产业的建设,但是与其他产业相比,并没有充分利用农、林、水资源发展出具有较高水平的文化休闲产业。自 2016 年起武汉市社会消费品零售总额占 GDP 总量的比例常年超过 20%,这一数据作为区域消费力的表征,象征着武汉市消费市场蕴含着极大的外部需求^[15]。这也意味着武汉市都市农业的文化休闲功能须要更大的提升来满足武汉市消费市场的需求。

4.2 武汉市都市农业和土地利用规划发展

4.2.1 武汉市都市农业发展方向 《武汉现代都市农业远景规划(2014—2049 年)》要求都市农业多元化布局,要实现农产品供给、生态环境、农业观光、文化教育并重。结合分析数据可以看出,相比生产经济和生态建设的功能,武汉市以农旅、休闲、科教为主的第三产业与农业资源、自然资源、文化资源的结合十分薄弱,同时由于农林用地连年减少,生态环境功能也受到了极大的影响。武汉市都市农业须要保持科技化的优势,进而发掘本土文化以及历史通过传承、发展、创新来提升社会文化的功能,既提供城市居民物质上的保障,也满足居民们精神文化生活的需求,形成具有武汉本地文化特征产业形式。

4.2.2 武汉市土地利用规划方向 根据土地利用现状,《武汉市土地利用总体规划(2006—2020 年)》以及尚未最终定稿的《武汉市城市总体规划

(2017—2035 年)》和《武汉 2049 远景发展战略规划框架》结合相关性结果提出以下建议:(1)保护农林用地,保障都市农业发展的基础条件,合理规划建成区建设用地,节约集约建设。(2)保护城市水域,退耕还湖,重塑城市水网提升城市水系生态价值。(3)借助都市农业发展进行产业结构调整与优化,鼓励环境友好型产业的发展,杜绝资源浪费、破坏环境的经营活动。

4.2.3 武汉市土地利用和都市农业协调策略 武汉市未来的都市农业与尚未最终定稿的土地利用思路在宏观层面上不谋而合。(1)土地利用规划要求寻求经济增长新模式,优化土地利用结构和布局,而都市农业未来在生产功能的提升上则主要依靠建设高科技、集约化的生产供给基地,来实现农产品供给保障和生产经济功能的提升。(2)土地利用规划一贯要求严格保护耕地,有限利用闲置地,避免占用农林用地,在以后的土地利用规划中更严格地保护农林用地,将会对都市农业的基础资源有更好的保护。(3)土地利用规划要求协调农村与城市的发展,优化武汉市及周边乡村的用地结构,助力美丽乡村建设,这与都市农业所需要的提升休闲功能、构筑城乡居民活动空间也相适应。

但武汉市土地利用规划与都市农业在某些方面也须要调和:(1)目前 2020 年土地利用规划的建筑用地规模控制和耕地保护指标均未能实现,解决这个问题不仅须要提升土地集约利用水平,更应该增强规划的实施力度和后期的审核,真正实现对都市农业资源的保护。(2)都市农业的发展不仅包括第一产业,规划过程中还须要提高站位,协调农业经济发展和建设用地需求的关系,为都市农业的发展预留相应建设用地指标。(3)武汉市土地利用规划限制高污染和资源利用率低的产业发展,支持科技主导、低能耗、无污染产业的发展,但是对于都市农业这种具有较高生态系统服务价值的产业并没有更充分的补贴政策。(4)都市农业的发展也应该积极调整自身模式实现高附加值资本技术密集型

发展,自身价值的提升可以有效抑制占用都市农业用地的行为。(5)都市农业和土地利用的关系不仅包括土地本身,还需要较好的生态格局,在规划中做好城市内部森林、湿地、水域的保护,既能为农业生产提供良好的基础环境,又能实现都市农业生态环境和社会文化功能的同步提升。

参考文献:

- [1]施鹤峰.宁波市鄞州区都市农业发展战略研究[D].南京:南京林业大学,2007.
- [2]黄金川,方创琳.城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J].地理研究,2003,22(2):211-220.
- [3]齐杨,邬建国,李建龙,等.中国东西部中小城市景观格局及其驱动力[J].生态学报,2013,33(1):275-285.
- [4]彭双云.快速城市化背景下滇池流域不透水表面格局演变及其与水土流失的相关性分析[D].昆明:云南师范大学,2016.
- [5]李铨,李芳柏,吴志峰,等.景观格局对农业表层土壤重金属污染的影响[J].应用生态学报,2015,26(4):1137-1144.
- [6]刘志伟.武汉市现代都市农业发展评价与对策研究[D].武汉:华中农业大学,2008.
- [7]李钰婧.武汉市江夏区都市农业发展评价及空间布局研究[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [8]齐元静,杨宇,金凤君.中国经济发展阶段及其时空格局演变特征[J].地理学报,2013,68(4):517-531.
- [9]孙能利,巩前文,张俊飏.山东省农业生态价值测算及其贡献[J].中国人口资源与环境,2011,21(7):128-132.
- [10]谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J].自然资源学报,2003,18(2):189-196.
- [11]周俊.问卷数据分析破解 SPSS 的六类分析思路[M].北京:电子工业出版社,2017:86-96.
- [12]刘纪远,张增祥,徐新良,等.21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J].地理学报,2009,64(12):1411-1420.
- [13]郭秀云.灰色关联法在区域竞争力评价中的应用[J].统计与决策,2004(11):55-56.
- [14]王青,戴思兰,何晶,等.灰色关联法和层次分析法在盆栽多头小菊株系选择中的应用[J].中国农业科学,2012,45(17):3653-3660.
- [15]徐长春,陈少愚.武汉市都市农业发展成效、挑战及政策建议[J].湖北农业科学,2017,52(23):4628-4631.