

肖鹏南,木合塔尔·艾买提,李若瑄,等. 湖北省耕地资源承载力及粮食用地需求分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(11):326-332.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.11.061

湖北省耕地资源承载力及粮食用地需求分析

肖鹏南¹, 木合塔尔·艾买提^{1,2}, 李若瑄¹, 徐杰¹

(1. 华中师范大学城市与环境科学学院,湖北武汉 430079; 2. 喀什大学生命与地理科学学院,新疆喀什 844006)

摘要:对湖北省人口、耕地资源和粮食产量进行预测,对富裕型粮食消费标准为 550 kg/人条件下的耕地资源承载力进行评价,估算 2017—2025 年的粮食和粮食用地需求量。运用机制法对湖北省耕地粮食生产潜力进行评价,以湖北省 1990—2016 年的户籍总人口和单位面积粮食产量等数据为基础,利用时间序列方法和灰色 GM(1,1)模型对湖北省人口发展趋势和耕地需求量进行预测。结果表明:(1)湖北省耕地生产潜力为 18 397.73 kg/hm²,与实际生产力差距较大,属于高生产潜力区;(2)1990—2016 年的人均粮食生产量平均约为 407.31 kg/人,以温饱型消费水平为主,富裕型水平下的超载人口越来越多;(3)2025 年湖北省人口将达到 6 555.56 万人,在富裕型粮食消费标准下,耕地资源将面临约有 1 959.42 万人的口压力,粮食需求量在 3 514.67 万~3 605.55 万 t 之间,湖北省需有 567.334 万 hm² 的粮食种植面积才能满足粮食需求。虽然湖北省粮食产量潜力较大,但在富裕型社会标准下,耕地资源承载力已超载,粮食问题将更严重,粮食需求量和耕地需求量将更大。

关键词:耕地潜力;灰色模型;耕地承载力;适宜人口

中图分类号: F323.211;F326.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)11-0326-07

随着我国工业化、城镇化水平的不断提高,非

农用地面积不断增多,耕地面积在逐年减小。人口数量的增多和生活水平的提高导致粮食需求量大幅上升,加上耕地质量下降等因素,人口与耕地、粮食之间的矛盾日益突出。为此,协调人与资源、经济与环境、生产与需求的关系,寻求社会可持续发展,已引起各级政府和各界人士的广泛关注。耕地质量评价、耕地环境效应、耕地结构演变、粮食生产和粮食安全等内容,已经成为当前学术界的研究重

收稿日期:2019-05-21

基金项目:国家自然科学基金(编号:41271534)。

作者简介:肖鹏南(1992—),男,湖南娄底人,博士研究生,主要从事自然资源调查与评价研究。E-mail: xiaomaidang@mails.ccnu.edu.cn。

通信作者:木合塔尔·艾买提(1982—),男,新疆喀什人,博士研究生,讲师,主要从事区域发展与资源环境评价等研究。E-mail: muhtar99@sina.com。

[4]何燕丽,陈红,牛建农. 义乌农民就地城镇化的实践及启示[J]. 规划师,2015,31(增刊2):225-229.

[5]李志飞,曹珍珠. 旅游引导的新型城镇化:一个多维度的中外比较研究[J]. 旅游学刊,2015,30(7):16-25.

[6]潘雨红,孙起,孟卫军,等. 中国西南山区旅游村镇就地城镇化路径[J]. 规划师,2014,30(4):101-107.

[7]许婵,吕斌,文天祚. 基于电子商务的县域就地城镇化与农村发展新模式研究[J]. 国际城市规划,2015,30(1):14-21.

[8]张本效,陈嫩华. “美丽乡村”建设与就地城镇化的“临安经验”[J]. 社会建设,2014,1(2):61-69.

[9]胡恒钊,文丽娟. 中国农村“就地城镇化”:发展态势、影响因素及路径选择——以广东、江西、湖北、四川四省为分析案例[J]. 湖北行政学院学报,2015(5):88-91.

[10]晓慧. 以“美丽乡村”创建引领“就地城镇化”发展——澄迈:挖掘特色资源创建“海南范本”[J]. 世界热带农业信息,2015(10):9-11.

[11]曹蓉. 关于推进就地城镇化的思考——以四川省巴中市为例

[J]. 中共乐山市委党校学报,2015,17(3):67-69.

[12]山东社会科学院省情研究中心课题组就地城镇化的特色实践与深化路径研究——以山东省为例[J]. 东岳论丛,2014,35(8):130-135.

[13]陈晖涛. 农村特色产业与农村就地城镇化:互动关系与实现路径[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版),2016,19(5):29-33.

[14]卢红,杨永春,王宏光,等. 农业与服务业协同推动的“就地城镇化”模式:甘肃省敦煌市案例[J]. 地域研究与开发,2014,33(5):160-164,170.

[15]左光之,赵粒栋. 互联网时代以旅游业为助推的乡村就地城镇化发展模式探索——以临沧市凤庆县诗礼乡古墨村为例[J]. 智能城市,2016(4):226.

[16]叶松,吴迪. 新型农业科技创新对就地城镇化促进作用研究[J]. 科学管理研究,2016,34(6):97-100.

[17]李小静,赵美玲. 农村产业融合推动就地城镇化发展探析[J]. 农业经济,2017(11):83-85.

点。不管是耕地质量还是环境效应,都是为满足人的消费需求而服务的,耕地研究的主要目的终究还是粮食安全问题。区域粮食生产和粮食安全与耕地质量和耕地投入量有直接关系,但耕地面积是有限的,产量是有限的,区域粮食生产水平主要由人口承载力进行衡量和评价。土地人口承载力的概念各异,但具体内容都包括时空范围、一定的生产条件、土地生产潜力、一定生活水平的人口等要素^[1]。土地人口承载力通常被称为土地人口承载力、土地人口容量、土地资源承载能力等^[2-3]。目前,我国对土地人口承载力的定义是在一定生产条件下土地资源的生产能力及在一定生活水平下所能持续供养的人口数量^[4]。由土地承载力概念可知,耕地承载力是具有一定生产力的单位耕地能养活的人口数量,主要运用模型法进行测算。研究耕地生产力的方法从威廉·福格特的《生存之路》^[5]到发展中国家土地的潜在人口承载能力研究^[6]再到《中国土地资源生产能力及人口承载量研究》等^[7-8],不断更新和完善。目前的研究方法有遵循最低因素限制率法、逆向限制因子修正法、资源综合平衡法,我国主要采用黄秉维教授提出的作物光合潜力因子修正的逆向限制因子修正法^[9-10]。这些方法通过光、温、水、土系数逐级修正,因地制宜地考虑经济投入要素对生产潜力的影响,最终得到土地生产潜力,在修正系数选取准确的条件下,计算出的数值与当地实际土地生产力较为接近^[11-12]。关于土地生产潜力计算方法已有大量的研究,主要的计算方法可以分为趋势外推法、经验公式法和机制法(又称潜力递减法),其中潜力递减法是目前估算土地生产潜力的最基本方法^[13]。

对于人和地区发展来说,粮食生产至关重要,是国家的根本。湖北省地处中部地区,耕地资源禀赋优异,自古以来都是粮食主产区,也是中国的农业大省,更是全国重要的商品粮生产基地。2016 年湖北全省户籍总人口达到 6 156.76 万人,人口城镇化率达到 58.1%。在经济快速发展的背景下,工业化和城市化程度日益加深,耕地资源非粮化现象日趋严重,人口增长和粮食需求之间的矛盾日益凸显^[14]。本研究运用机制法对湖北省耕地粮食生产潜能进行评价,通过收集整理户籍总人口、耕地面积、粮食产量等指标数据,分析 1990—2016 年湖北省耕地资源数量和粮食总产量的总体变化趋势。在统计数据的基础上,运用灰色模型和时间序列方

法对湖北省人口、粮食生产和耕地面积的变化趋势进行预测,以富裕型生活粮食消费为标准,预判湖北省 2020—2025 年的人口数量,并推算出需要的粮食用地面积。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

所用指标主要有户籍总人口、耕地面积、粮食作物播种面积、粮食总产量、粮食单产等,这些指标原数据主要来自《湖北统计年鉴》(1991—2017 年)、《湖北省国民经济与社会发展公报》(1991—2017)、《湖北省国土资源综合统计年报》(2000—2016 年)以及中国知网、国家统计局、湖北省统计局和土地资源管理局网站等。

1.2 研究方法

1.2.1 耕地生产潜力评价 耕地生产潜力评价方法从开始到现在不断更新和完善。自 20 世纪 60 年代起,黄秉维等对粮食生产潜力进行了深入的研究^[15-17],数学模型法和计算机科学在农业中的应用推动了有关计算参数逐步精确化,计算结果更接近实际。生产潜力评价方法中的机制法是应用最广泛、比较成熟的研究方法。它依据作物生产力形成的机理,考虑光、温等自然生态因子及技术等人为因子,从作物生长特征出发,依据作物能量转化及粮食生产形成过程,通过逐步“衰减”来估算粮食生产潜力,具体函数式表达如下^[18]:

$$Y_G = Y_Q \times y_T \times y_W \times y_S \times y_M \times y_Z \quad (1)$$

式中: Y_G 为粮食生产潜力, Y_Q 为光合生产潜力, y_T 为温度有效系数, y_W 为水分有效系数, y_S 为土壤有效系数, y_M 为社会有效系数, y_Z 为灾害系数。

耕地光合生产潜力是在充分保证一个地区的光、热、水等气候资源条件和农业生产条件的基础上,进一步考虑降水的限制作用后,这个地区作物可能达到的最高理论产量^[19-21]。

粮食生产潜力是以光合生产潜力为基础而计算出来的,用以下模型计算湖北省耕地光合生产潜力:

$$Y_Q = \frac{10^5}{C} \times F \times Q \quad (2)$$

式中: Y_Q 表示光合生产潜力; F 表示最大光能利用率(最大理论值为 15.68%,本研究取 5%); C 表示干物质发热量,多数作物的平均值为 17.79 kJ/g; Q 表示太阳全年总辐射量。湖北省全年太阳总辐射

量为 364.17 ~ 514.86 kJ/cm², 这里取组中值 439.51 kJ/cm²。全省无霜期在 230 ~ 300 d 之间, 已取组中值 265 d 的温度有效系数为 0.73。通过公式(2)计算出来的光合生产潜力为 123 529.42 kg/hm², 根据公式(3)计算得出光温生产潜力(Y_T)为 90 176.48 kg/hm²。

$$Y_T = Y_Q \times y_T。$$

(3)

气候生产潜力及土地生产潜力都是对土地在自然生态条件下进行计算, 并没有进一步考虑人类活动等社会经济因素对作物生长的影响。通过多年平均降水量与蒸发力的比值来表示的水分有效系数为 0.88, 估算出湖北省气候生产潜力(Y_w)为 79 355.30 kg/hm²。

土地生产潜力是在气候生产潜力的基础上, 经过土壤有效系数“衰减”后形成的, 因为无论土壤综合条件多么优越, 都会或多或少地限制气候生产潜力的充分发挥。土壤有效系数(y_s)采用李荣生对中国各省份粮食生产潜力影响系数的测算结果^[22], 湖北省土壤有效系数为 0.48, 土地生产潜力(Y_s)为 38 090.54 kg/hm²。

农业投入对农作物的生长及产量具有重要影响力, 因此在土地生产潜力计算的基础上, 引入农业投入系数即农业投入与农业产出的比重, 对土地生产潜力进行订正, 最终得到社会生产潜力。湖北省社会有效系数(y_m)取 1990—2016 年有效灌溉面积与耕地面积比值的平均值, 为 0.69, 可以得出湖北省耕地社会生产潜力(Y_m)为 26 282.48 kg/hm²。

自然因素和人为因素对农作物产量水平有一定影响力, 如投入水平不高、干旱、洪涝、冰雹等。因此, 在进行目标产量估算时, 应考虑不利因素对粮食生产的负面影响, 引入衰减系数计算耕地粮食生产潜力, 其衰减系数一般取 0.08 ~ 0.10^[23]。

估算湖北省最终耕地粮食生产潜力的模型为

$$Y_G = Y_M \times y_Z。$$

(4)

式中: Y_G 是湖北省耕地粮食生产潜力, Y_M 是湖北省

耕地社会生产潜力, y_Z 是灾害系数。湖北省灾害系数的分析主要考虑旱涝情况。根据湖北省实际情况, 衰减系数取 0.7, 根据公式(3)算出来的湖北省耕地粮食生产潜力为 18 397.73 kg/hm²。

1.2.2 耕地承载力评价 首先, 利用湖北省户籍人口、粮食总产量、粮食单产等指标在 1990—2016 年的统计数据, 采用统计方法算出各指标的均值、标准差、变异系数等参数, 对指标进行描述性统计分析。运用时间序列法^[24]和 GM(1,1)灰色模型^[25], 对湖北省人口、耕地、粮食生产在 2025 年的发展情况进行预测。在对湖北省耕地资源潜力和承载力进行评价的基础上, 估算出湖北省 2020—2025 年的粮食需求量和耕地需求量。在一定粮食消费水平下, 区域耕地生产能力以所能供养的人口规模来体现, 计算出湖北省耕地资源承载力。耕地承载力测算模型^[26-27]为

$$LCC = G/G_p。$$

(5)

式中: LCC 是耕地资源承载力(人), G 是耕地生产能力, G_p 是粮食消费标准(kg/人)。

通常认为食物消费以粮食为主, 通过人均消费粮食量可判别一个地区的社会经济状况。随着社会的发展, 人均粮食消费量不断增多, 粮食消费结构也不断发生变化。考虑不同的消费标准和不同的发展阶段, 在评价湖北省耕地承载力时, 参考联合国粮农组织(FAO)公布的人均营养热值标准和我国卫健委公布的标准, 并结合湖北省实际情况, 规定在温饱型、小康型、富裕型生活水平下的粮食消费标准分别为 400、450、550 kg/人。

2 结果与分析

2.1 粮食生产情况分析

以 1990—2016 年的统计数据为基础, 计算出户籍人口和单位面积粮食产量等反映粮食生产基本情况要素的最小值、平均值等参数值, 计算结果如表 1 所示。

表 1 1990—2016 年湖北省人口、耕地面积、粮食产量的描述性统计

类别	户籍人口 (万人)	耕地面积 (万 hm ²)	粮食总产量 (万 t)	人均粮食产量 (kg/人)	单位面积粮食产量 (kg/hm ²)
最小值	5 373.50	303.345	1 921.02	403.69	4 320.15
最大值	6 176.00	347.677	2 703.28	467.10	6 052.95
平均值	5 930.49	331.487	2 345.04	407.31	5 385.75
标准差	239.25	11.938	192.96	37.58	402.30
变异系数	4%	4%	8%	9%	8%

由表 1 可知,湖北省人均粮食产量变异系数最大,表明数据之间的相对变化程度最大;单位面积粮食产量的标准差最小,为 402.30 kg/hm^2 ,表明数据离散程度最小;户籍人口和耕地面积的变异系数均为 4%,表明这 2 个指标在 17 年内的相对变化程度最小;由粮食总产量、人均粮食产量、单位面积粮食产量的变异系数判断,这 3 个指标的数据波动性较大。在研究期间,湖北省人均粮食产量多达 400 kg/人 ,耕地实际粮食生产力大约为 $5\,385.75\text{ kg/hm}^2$ 。

根据表 1 所示信息和上述分析,可以得出:(1)人口和耕地面积的变化程度不高,可能的解释是,政府政策和市场作用下进行的种植结构调整、城市化占用耕地、耕地占补平衡等导致种植粮食作物的耕地面积基本没有增多;人口变化程度较小,考虑

到人口自然增长,将其视为正常水平的变化。(2)单位面积粮食产量、粮食总产量的变化程度相对于人均粮食产量的变化程度而言,幅度较小,可能的解释是,在研究期间人均粮食产量的变化较大,而单位面积粮食产量和粮食总产量提升,但产量提升的幅度与耕地面积下降的幅度不匹配,形成一定程度的粮食安全压力。

2.2 耕地承载力的动态变化

湖北省总人口从 1990 年的 5 373.50 万人增加到 2016 年的 6 176.00 万人,在此期间人均粮食产量在 $403.69\sim 467.10\text{ kg/人}$ 之间,利用公式(5)计算出在富裕型消费标准下的耕地资源承载力,并得到超载人口,湖北省 1990—2016 年粮食总产量、人均粮食产量、人粮关系状况等变化状况如表 2 所示。

表 2 1990—2016 年耕地资源承载力的变化

年份	粮食总产量 (万 t)	人均粮食产量 (kg/人)	人粮关系状况	富裕型承载力 (万人)	实际人口 (万人)	超载人口 (万人)
1990	2 475.03	467.10	小康型	4 500.05	5 373.50	873.45
1991	2 244.10	415.00	温饱型	4 080.18	5 446.80	1 366.62
1992	2 426.60	443.00	温饱型	4 412.00	5 513.60	1 101.60
1993	2 325.70	416.00	温饱型	4 228.55	5 590.50	1 361.95
1994	2 422.10	431.00	温饱型	4 403.82	5 656.80	1 252.98
1995	2 463.84	429.00	温饱型	4 479.71	5 727.10	1 247.39
1996	2 484.40	428.00	温饱型	4 517.09	5 776.30	1 259.21
1997	2 634.40	450.00	小康型	4 789.82	5 838.80	1 048.98
1998	2 475.79	419.00	温饱型	4 501.44	5 890.60	1 389.16
1999	2 451.88	413.00	温饱型	4 457.96	5 942.50	1 484.54
2000	2 475.03	467.10	小康型	4 033.62	5 936.00	1 902.38
2001	2 244.10	415.00	温饱型	3 888.16	5 956.60	2 068.44
2002	2 426.60	443.00	温饱型	3 721.82	5 978.20	2 256.38
2003	2 325.70	416.00	温饱型	3 492.76	6 000.50	2 507.74
2004	2 422.10	431.00	温饱型	3 818.40	6 001.30	2 182.90
2005	2 463.84	429.00	温饱型	3 958.87	5 984.10	2 025.23
2006	2 484.40	428.00	温饱型	3 816.55	6 038.30	2 221.75
2007	2 634.40	450.00	小康型	3 973.53	6 084.90	2 111.37
2008	2 475.79	419.00	温饱型	4 049.51	6 110.80	2 061.29
2009	2 309.10	403.69	温饱型	4 198.36	6 141.90	1 943.54
2010	2 315.80	404.73	温饱型	4 210.55	6 176.00	1 965.45
2011	2 388.53	416.00	温饱型	4 342.78	6 164.10	1 821.32
2012	2 441.81	423.30	温饱型	4 439.65	6 165.40	1 725.75
2013	2 501.30	432.08	温饱型	4 547.82	6 170.60	1 622.78
2014	2 584.16	444.97	温饱型	4 698.47	6 162.30	1 463.83
2015	2 703.28	463.39	小康型	4 915.05	6 138.90	1 223.85
2016	2 554.11	434.00	温饱型	4 643.84	6 156.76	1 512.92

由表 2 可知,1990—2016 年期间,湖北省总人口年均增长率大约为 0.85%,人与粮食的关系状况以温饱型为主;粮食总产量从 1990 年的 2 475.03 万 t 增加到 2016 年的 2 554.11 万 t,共增加了 79.08 万 t;在富裕型条件下的湖北省耕地资源承载力从 4 500.05 万人增加到 4 643.84 万人;超载人口也从 873.45 万人增加到 1 512.92 万人。湖北省粮食总产量、人均粮食产量、富裕型承载力、实际人口和超载人口均呈不断上升的趋势,其中粮食总产量和实际人口的年均增长率相同,均为 0.2%,人均粮食产量的年均增长率为 0.46%,超载人口的年均增长率为 3.49%。

通过上述分析,可以得出结论:(1)1990—2016 年间,湖北省粮食总产量和人均粮食产量未明显提升,但实际人口和超载人口明显增加。(2)虽然还未达到富裕型粮食消费标准,但已达到小康型粮食

消费水平,富裕型水平下的超载人口在 2006—2016 年整体呈减少趋势。

2.3 预测结果

以 1990—2015 年的时间序列数据为基础,运用时间序列法和 GM(1,1)灰色预测法,对湖北省 2017—2025 年户籍人口、耕地面积、粮食总产量进行预测。

由表 3 可知,2017—2025 年间,湖北省总人口、耕地面积、粮食总产量、单位面积粮食产量均不断增多。总人口从 6 257.95 万人增加到 6 555.56 万人,年均增长速度为 0.52%;耕地面积从 337.858 万 hm² 增加到 341.363 万 hm²,年均增长速度为 0.12%;粮食总产量、粮食单产分别增加到 2 527.87 万 t、6 355.50 kg/hm²,年均增长速度分别为 0.21%、0.61%。4 个指标的年均增长率排序为单位面积粮食产量>总人口>粮食总产量>耕地面积。

表 3 湖北省 2017—2025 年户籍人口、耕地面积、粮食总产量和单产预测结果

年份	Pop1 (万人)	Pop2 (万人)	Ave _{pop} (万人)	CL1 (万/hm ²)	CL2 (万/hm ²)	Ave _{CL} (万/hm ²)	GP1 (万 t)	GP2 (万 t)	Ave _{GP} (万 t)	GYP1 (kg/hm ²)	GYP2 (kg/hm ²)	Ave _{GYP} (kg/hm ²)
2017	6 203.44	6 312.46	6 257.95	344.382	331.333	337.858	2 564.31	2 397.42	2 480.86	6 013.50	6 025.05	6 019.35
2018	6 244.20	6 340.27	6 292.24	344.438	331.367	337.903	2 534.84	2 401.74	2 468.29	6 029.25	6 069.30	6 049.20
2019	6 272.63	6 368.21	6 320.42	345.271	331.402	338.337	2 561.45	2 406.07	2 483.76	6 031.50	6 113.70	6 072.60
2020	6 310.88	6 396.26	6 353.57	345.894	331.437	338.666	2 504.56	2 410.41	2 457.49	6 091.80	6 158.55	6 125.10
2021	6 356.18	6 424.44	6 390.31	346.721	331.471	339.096	2 466.02	2 414.76	2 440.39	6 110.70	6 203.70	6 157.20
2022	6 380.04	6 452.75	6 416.40	347.822	331.506	339.664	2 554.26	2 419.11	2 486.69	6 190.95	6 249.15	6 220.05
2023	6 406.43	6 481.17	6 443.80	349.064	331.541	340.303	2 566.36	2 423.48	2 494.92	6 215.70	6 295.05	6 255.30
2024	6 545.97	6 509.73	6 527.85	350.252	331.576	340.914	2 608.56	2 427.85	2 518.20	6 281.40	6 341.10	6 311.25
2025	6 562.69	6 548.41	6 555.56	351.115	331.611	341.363	2 623.50	2 432.23	2 527.87	6 322.95	6 387.60	6 355.20

注:Pop1、CL1、GP1、GYP1 分别是采用时间序列法预测出的户籍人口、耕地面积、粮食总产量、单位面积粮食产量;Pop2、CL2、GP2、GYP2 分别是采用灰色模型法预测的户籍人口、耕地面积、粮食总产量、单位面积粮食产量;Ave_{pop}、Ave_{CL}、Ave_{GP}、Ave_{GYP}分别是时间序列法、灰色模型法预测结果的平均值,并将平均值作为预测结果。

2.4 耕地资源承载力评价

运用时间序列法和灰色模型测出的 2015、2020、2025 年的湖北省总人口分别为 6 138.9 万、6 353.57 万、6 555.55 万人,这 3 个不同时间段的

粮食总产量的预测值分别为 2 703.28 万、2 457.49 万、2 527.87 万 t,在不同生活标准下的湖北省粮食总需求量、人口负载量和人口超载量如表 4 所示。

表 4 湖北省 2015、2020、2025 年粮食总需求量和人口承载量

类型	2015 年			2020 年			2025 年		
	粮食总需求量 (万 t)	人口负载量 (万人)	人口超载量 (万人)	粮食总需求量 (万 t)	人口负载量 (万人)	人口超载量 (万人)	粮食总需求量 (万 t)	人口负载量 (万人)	人口超载量 (万人)
温饱型	2 455.56	6 758.20	-619.30	2 541.43	6 143.73	209.85	2 622.20	6 319.68	235.88
小康型	2 762.51	6 007.29	131.61	2 859.11	5 461.09	892.50	2 949.87	5 617.49	938.06
富裕型	3 376.40	4 915.06	1 223.85	3 494.47	4 468.16	1 885.40	3 605.55	4 596.13	1 959.42

由表 4 可知,除了 2015 年温饱型标准下湖北省人口存在载荷容量,其余年份和标准下人口均超载,尤其是在富裕型标准下人口超载量均多于 1 000 万人。无论是在温饱、小康还是富裕条件下,粮食总需求量均持续增加,人口超载量均增多。在富裕条件下,2015、2020、2025 年的粮食总需求量分别为 3 376.40 万、3 494.47 万、3 605.55 万 t。

2020 年湖北省将全面进入小康社会,人的物质需求相应提高。预测结果显示,湖北省粮食生产满足不了需求,在温饱型标准下也出现耕地资源超载人口。以富裕型的社会消费标准为依据,推算出湖北省 2020—2025 年期间所需要的播种粮食耕地面积和粮食产量,2015 年的统计结果与 2020—2025

年的推算结果如表 5 所示。

由表 5 可知,2015 年已出现富裕型标准下的超载人口,2015—2025 年适宜人口、超载人口、粮食总需求量、耕地需求量呈不断上升。在“十四五”规划期内,2021 年的超载人口达到 1 953.24 万人,2025 年的超载人口达到 1 959.42 万人。2015 年的实际粮食产量为 $6\,052.50\text{ kg/hm}^2$,在耕地面积不变的情况下,单产达到 $9\,825.90\text{ kg/hm}^2$ 才能满足需求。根据湖北省 2016 年的经济情况和耕地面积水平,如果在“十四五”规划期内耕地面积无明显增加,为保证粮食安全,湖北省单产需提升到大约 $10\,440.00\text{ kg/hm}^2$ 才能满足需求。

表 5 湖北省 2015、2020—2025 年粮食单产需求量和耕地需求量

年份	适宜人口 (万人)	超载人口 (万人)	粮食总需求量 (万 t)	耕地需求量 (万 hm^2)
2015	4 915.06	1 223.85	3 376.40	557.811
2020	4 468.16	1 885.40	3 494.47	570.516
2021	4 437.07	1 953.24	3 514.67	570.820
2022	4 521.25	1 895.14	3 529.02	567.358
2023	4 536.22	1 907.58	3 544.09	566.573
2024	4 578.55	1 949.30	3 590.32	568.872
2025	4 596.13	1 959.42	3 605.55	567.334

3 结论

湖北省是我国重要的粮食生产基地,本研究以人粮关系为着眼点,通过评价湖北省耕地资源粮食潜力和耕地资源承载力,对湖北省 1990—2025 年耕地资源承载力和人粮关系状况做了总体分析,得出以下结论:

(1) 湖北省耕地粮食生产潜力大约为 $18\,397.73\text{ kg/hm}^2$,表明耕地生产潜力十分巨大。1990—2016 年的平均粮食总产量为 2 379.85 万 t,粮食生产力约为 $5\,385.69\text{ kg/hm}^2$,与粮食生产潜力间的差值较大,因此耕地承载力的提升空间较大。探索提高粮食生产能力的措施,最大可能地发挥粮食生产能力并保证粮食安全,成为湖北省亟须解决的问题。

(2) 在研究期间,湖北省耕地面积不断减小,人口、粮食产量整体表现出增长趋势,湖北省粮食生产能力不断增长,耕地资源承载力不断提高,耕地可承载的人口不断增多。按富裕型社会标准推算的 2015、2020、2025 年超载人口分别为 1 223.85

万、1 885.40 万、1 959.42 万人,表明湖北省人口超载严重,人地关系矛盾突出。从预测结果来看,2025 年之前湖北省人均粮食占有量均在 450 kg/人 以内,这表明未来 10 年人均粮食占有量未达到全国标准的富裕型水平。湖北省人均粮食占有量不断提高,与国家和世界平均水平持平,但与富裕型社会标准还有一定的差距。

(3) 在 1990 年以后,湖北省粮食总产量和粮食单产不断增多,预测单产和满足需求的单位面积粮食产量与粮食生产潜力之差越来越小,表明湖北省粮食生产能力不断提高;但是满足粮食需求的单位面积产量期望值越来越大,表明满足粮食需求的难度不断增长。

(4) 湖北省耕地资源的最大适宜人口不断增多,但在富裕型生活标准下的超载人口也在增多。“十四五”期间湖北省粮食需求量在 3 514.67 万 ~ 3 605.55 万 t 之间,为此耕地面积为 570.820 万 ~ 567.334 万 hm^2 才能满足需求。在人口压力逐渐增大的背景下,湖北省面临着粮食需求量增多、人口超过耕地资源承载范围的巨大挑战。到 2025 年湖

北省大约有 1 959.42 万人超载,粮食安全局面不容乐观。

4 讨论与建议

本研究采用统计方法对湖北省耕地承载力进行评价和预测,但是只用粮食产量和粮食消耗量来评价“人-耕”关系,不能全面反映实际情况。随着社会经济的发展,人类的生活习惯和膳食结构都在发生变化,而且与区外联系更为紧密,这些都在一定程度上影响粮食生产和耕地生产结构。所以今后还需进一步考虑或研究人口结构、社会发展和饮食结构变化等要素对粮食生产和粮食消费的影响。

湖北省在富裕型消费标准下的粮食生产压力比较大,为此需要制定保护耕地措施,通过进一步开发耕地潜在生产能力,提高粮食生产能力,提高耕地质量,协调人与粮食生产,正确引导社会粮食消费行为,系统规划粮食生产到消费的整个过程,建立长期安全的粮食生产体系,不断改善和解决人与耕地、粮食生产之间的关系。湖北省应继续提高经济发展水平,加大农用地开发与技术投入,提高土地生产力,改善农田基础设施条件,推动粮食生产和经营的规模化、集约化,提高粮食收益,提高农民素质,阻止农用地向非农用地转化,通过补贴政策提高农民种植粮食作物的积极性,充分利用国内、国际市场提高粮食流通等措施,保证在粮食生产自给的基础上,更好地发挥湖北省作为国家粮食生产基地的重要作用。

参考文献:

- [1]李震.区域承载力评价方法及应用[M].北京:经济管理出版社,2014:22-38.
- [2]封志明.区域土地资源承载力研究模式刍议——以甘肃省定西县为例[J].自然资源学报,1990,5(3):271-283.
- [3]杨文禄,熊康宁,赵星.贵州清镇喀斯特溶原坝地耕地生产潜力研究[J].地域研究与开发,2004(2):61-64.
- [4]郑宏艳,刘书田,王钰今,等.粮食生产潜力短期预测理论、模型及其应用[J].农业资源与环境学报,2014,31(3):212-219.
- [5]威廉·福格特.生存之路[M].北京:商务印书馆,1981:115-145.
- [6]UNESCO,FAO. Carrying capacity assessment with a pilot study of kenya: a resource accounting methodology for exploring national options for sustainable development[R]. 1985.
- [7]陈百明.中国土地资源生产能力及人口承载力研究[M].北京:中国人民大学出版社,1991:1-19.
- [8]陈百明.中国农业资源综合生产能力与人口承载能力[M].北京:气象出版社,2001:90-98.
- [9]王小荣,高九江.陕北粮食生产潜力及土地人口承载力研究[J].水土保持通报,2006,26(5):54-56.
- [10]田丹,周运超,周焱,等.沿河县耕地生产潜力及人口承载力[J].贵州农业科学,2009,37(5):173-175.
- [11]李泽红,郭文杰,董锁成.人口与经济协调发展的相对资源承载力实证分析——以湖北省为例[J].地域研究与开发,2008(3):83-87.
- [12]蔡成凤,刘友兆.淮南市耕地资源生产潜力及人口承载能力研究[J].国土资源科技管理,2006,23(2):316-317.
- [13]刘扬,贾树海,那波.土地生产潜力计算方法研究[J].中国农学通报,2005,21(12):376-381.
- [14]曾志勇.粮食生产技术效率视角下耕地可持续利用的实证研究[J].江苏农业科学,2018,46(23):454-458.
- [15]黄秉维.中国农业生产潜力——光合潜力[M]//地理集刊(17).北京:科学出版社,1985:15-22.
- [16]陈和彦,查玲梅,付丽云,等.基于GIS的县域耕地地力评价——以云南省云县为例[J].农业资源与环境学报,2014,31(1):32-37.
- [17]聂庆华.耕地生产潜力计算中土壤效应系数的评估——以陕西省洛川县为例[J].中国科学院西北水土保持研究所集刊,1992(2):55-60.
- [18]万宁,米长虹,张爱.畜牧业发展规划环境承载力研究[J].农业环境与发展,2012,29(4):29-32.
- [19]中国国家标准化管理委员会.农用地质量分等规程:GB/T 28407—2012[S].北京:中国标准出版社,2012:227-229.
- [20]李相玺,尹忠东,何长高.土地生产潜力研究综述[J].水土保持学报,2001(5):33-36.
- [21]李团胜,张艳,闫颖,等.基于农用地分等成果的陕西周至县耕地粮食生产能力测算[J].农业工程学报,2012,28(15):193-198.
- [22]李荣生.人与粮食概论[M].武汉:湖北科学技术出版社,1998:97-100.
- [23]侯西勇,孙西华.耕地粮食生产潜力及人口承载力研究——以长清县为例[J].地理信息科学,2002(4):24-29.
- [24]孙仪阳,李贻学,姜怀龙,等.基于Markov和GM(1,1)模型的土地利用变化预测[J].农业资源与环境学报,2016,33(3):289-296.
- [25]贾宏俊,万荣荣.灰色系统在耕地预测中的应用——以芜湖市为例[J].地域研究与开发,2002(4):55-59.
- [26]何毓蓉,周红艺,张保华,等.四川省耕地地力生产潜力及承载力研究[J].地理科学,2004,24(1):20-25.
- [27]刘东,封志明,杨艳昭,等.中国粮食生产发展特征及土地资源承载力空间格局现状[J].农业工程学报,2011,27(7):1-6.