

Research on China's Food Security in 2050 Based on Balance of Supply and Demand

Dongliang Xiang¹, Meizhao Chen², Xue Zheng³, Xiaoning Ma³

¹Guangdong Zhong Di Real-Estate Appraisal & Planning Design Co., Ltd., Guangzhou Guangdong

²School of Politics and Public Administration, Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou Guangdong

³College of Management, Guangdong University of Technology, Guangzhou Guangdong

Email: 357453836@qq.com

Received: Jul. 30th, 2020; accepted: Aug. 13th, 2020; published: Aug. 20th, 2020

Abstract

Food is extremely important to humans, and the basis for growing food is land. "Hide the food on the earth, hide the food at the science and technology and storage food in the people" are the main ways to ensure food security in China. This paper comprehensively evaluates China's food security from two perspectives of grain supply and demand. Firstly, based on different quantitative methods, this paper predicts China's cultivated land area, ratio of planted area of food crops to area planted by crops, grain yield, population and food consumption per capita in 2050, in order to obtain more reasonable forecasting results. Then, we can analyze Chinese food from the perspective of supply and demand balance based on the basic data. Finally, it can find the main way to solve China's food security based on the different of self-sufficiency rates scenario. Results show that: 1) In 2050, China's grain will appear a larger food gap. The demand for grain is far greater than the supply of grain, and the self-sufficiency rate is only 87.56%, and data do not reach the security warning level. 2) Under the three scenarios of complete grain self-sufficiency and 95% self-sufficiency, the problem of insufficient grain demand in China can be solved by increasing the ratio of grain to crop or increase the area of salt-tolerant rice planting.

Keywords

Food Security, Balance of Supply and Demand, Salt-Tolerant Rice, Forecast, China

基于供需平衡的2050年中国粮食安全研究

向栋良¹, 陈美招², 郑雪³, 马小宁³

¹广东中地土地房地产评估与规划设计有限公司, 广东 广州

²广东外语外贸大学, 社会与公共管理学院, 广东 广州

³广东工业大学管理学院, 广东 广州

Email: 357453836@qq.com

收稿日期: 2020年7月30日; 录用日期: 2020年8月13日; 发布日期: 2020年8月20日

摘要

民以食为本, 粮以地为先, “藏粮于地, 藏粮于技, 藏粮于民”是我国保障粮食安全的重要途径。本文从粮食供给和粮食需求两个视角对我国粮食安全进行综合评判, 首先基于不同的定量方法对2050年中国耕地面积、粮经比、复种指数、粮食单产、人口数量、人均粮食消费量等基础数据进行预测, 以期得到较为合理的预测结果, 再根据预测结果对中国2050年粮食供需平衡状况进行分析, 最后基于不同自给率的情景下, 分析保障我国粮食安全的主要路径选择及其对策措施。研究结果表明: 1) 2050年中国将出现较大的粮食缺口, 粮食需求远大于粮食供给, 自给率仅达到87.56%, 未达到95%自给率的安全预警水平; 2) 在粮食完全自给、95%自给率的情景下, 可以从提高粮作比、增加耐盐水稻种植面积等内部挖潜方式以解决我国粮食需求不足。

关键词

粮食安全, 供需平衡, 耐盐水稻, 预测, 中国

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

粮食安全关系我国国民经济发展、社会稳定和国家自立, 如何解决近 14 亿人口的吃饭问题, 始终是我国治国安邦的头等大事[1] [2] [3]。Brown 1995 年撰写了一本《谁来养活中国人》的书, 提出了当时轰动全世界的论点: 中国 2030 年人口数将达到 16 亿人, 人均粮食消费能力为每人 400 千克, 粮食总需求量为 6.41 亿吨, 但是粮食总产量仅有 2.74 亿吨, 缺口达到 3.67 亿吨, 即使是全球粮食总出口量也将无法满足中国的粮食缺口需求[4], 这个观点引起了世界范围内对中国粮食安全的高度关注。鉴于粮食安全对我国的重要程度, 众多研究机构和学者对中国粮食安全进行了深入的分析。如世界银行在 1997 对中国 2030 年的粮食需求量进行预测, 其需求量约在 6.8~7.17 亿吨之间, 而粮食生产量 6.4~6.6 亿吨, 粮食缺口在 4000~5700 万吨, 粮食自给率最低值为 92.1%, 未达到粮食自给率 95%的安全水平[5]。学术界中不同学者对我国人口规模、粮食生产量、粮食需求量等指标有不同的预测结果, 如肖俊彦 2010 年的研究表明: 2020 年中国人口将达到 14.3 亿、人均粮食消费量在 409~414 千克之间, 我国粮食总需求量将达到 5.85~5.92 亿吨[6]; 梁姝娜 2015 年研究认为: 中国 2030 年粮食总产量约为 6.21 亿吨, 而 2030 年中国人口达到 14.67 亿, 人均粮食需求约为 424 kg [7]; 李福夺在 2016 预测了 2025 年中国人口将达到 14.35 亿, 粮食需求为 6.57 亿吨, 人均粮食需求为 458 kg [8]; 马云倩 2018 年预测了 2020 年全国粮食需求为 7.44 亿吨[9]。由此可见, 学术界对我国粮食生产的前景预测还存在较大的争议, 对人

口规模、粮食生产量、粮食需求量等影响粮食安全的关键数据预测结果差距较大，难以取得相对一致的结论。

当前我国已经进入社会经济发展的新常态，国内粮食生产成本不断攀升，农业资源短缺、土壤污染严重、闲置撂荒面积增加，国际市场农产品冲击严重，这些都严重影响了我国粮食有效供给与质量安全[9]。如何在资源与环境约束下准确预测我国粮食有效供给与需求、提升可持续发展能力，是学术界迫切需要解决的重大问题。本文将当前耐盐水稻生产这一重要科技因素纳入粮食生产水平预测，针对不同基础数据建立不同预测模型的分析思路，综合评估 2050 年我国粮食安全的基本态势，以期为国家相关部门制定更加合理的农业发展政策提供依据。

2. 研究思路与方法

2.1. 研究思路

本文首先采用定量的预测方法对中国 2050 年人口规模、人均粮食消费量、耕地面积、粮经比、复种指数、耕地粮食单产、耐盐水稻生产等基础数据进行预测，以期得到较为合理的预测值；然后根据供需平衡理论计算 2050 年粮食缺口及粮食自给率的值，从宏观层面评价中国粮食安全状况；最后根据预测结果分析，设定不同自给率情景下，探讨解决未来粮食缺口的主要方式，对如何补充中国粮食需求给出了部分解决思路。

2.2. 数据来源

由于不同数据库发布的数据在统计口径上有所差别，所以在数据选取上，国内有关粮食生产数据、社会经济数据均尽量从统计局官网和历年《中国统计年鉴》中获取，其余部分数据则主要来源于国家粮油信息中心、FAOATAT 等权威数据。

3. 基础数据预测与分析

3.1. 人口规模预测

本文采用时序神经网络模型以预测人口变化趋势。与传统自回归方法相比，神经网络具有强大的非线性映射能力，具有反馈和记忆的功能，可以较好的拟合非线性函数，因此时序神经网络模型适用人口数量预测，数学表达式为[10]：

$$y(t) = f[y(t-1), \dots, y(t-10)] \quad (1)$$

$y(t)$ 表示神经网络的输入与输出； f 是通过网络训练的得到的非线性映射函数；1:10 表示延时阶数，即 t 时刻的序列值受到 $y(t-1), y(t-1), \dots, y(t-10)$ 时刻的影响。利用试凑法调整隐藏层节点个数以及延迟参数，得到最优神经网络结构，隐藏层神经元数量为 15 确定延迟阶数为 10。

通过模型在训练集以及测试集上的均方差 S 和相关系数 R 来衡量神经网络的建模性能和模型的泛化的解释能力。 S 越小表明神经网络模型预测精度越高， R 越接近 1 表明网络输出与目标实际输出的相关性越高，则该模型拟合的越好。将设计好的网络结构以选定的训练算法对网络进行训练，为便于观察数据变化量，采用 RMSE 评价神经网络模型的性能。网络在训练了 11 次后验证集误差达到最小，整个数据集的均方误差收敛于 0.000172，误差整体在 $[-0.05, 0.05]$ 区间内，表明建立的神经网络模型训练效果较好，能够较好的模拟出人口当前数据与历史数据的函数关系。

从图 1 可以看出，本文建立的时序神经网络模型可以很好的拟合人口时间序列，并且从测试集上的表现来看，模型的预测能力可信。

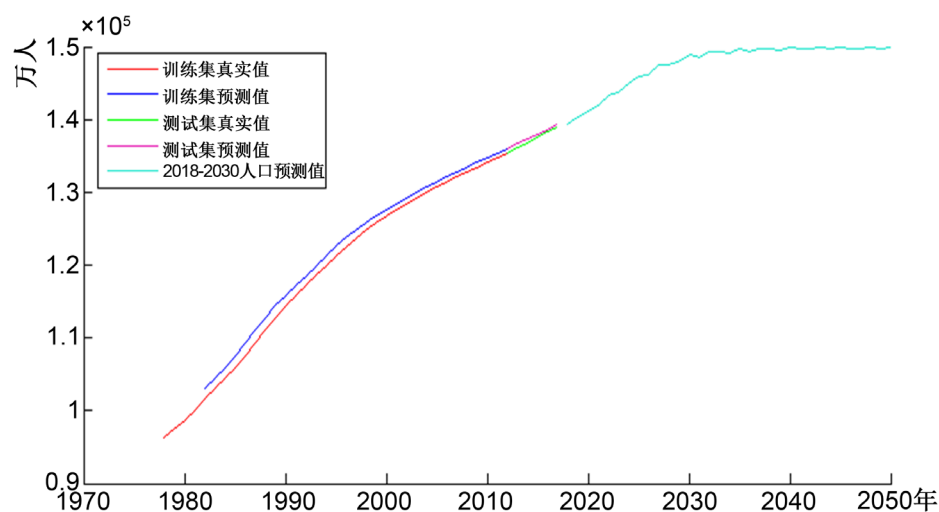


Figure 1. China's population forecast trend in 2050

图 1. 2050 年中国人口预测趋势图

预测结果显示到 2050 年，中国人口呈平缓上升趋势，在 2018~2035 年之间人口缓慢增长，到 2035 年人口达到 14.97 亿人，相较 2017 年增加约 1 亿人，随后，人口增长进入增长滞缓期，人口在 14.9 亿内上下浮动，人口总量变化不大，至 2050 年人口预测数为 14.98 亿人(表 1)。

Table 1. Population forecast results of China from 2018 to 2050 (Unit: 10,000 people)

表 1. 中国 2018~2050 年人口预测结果(单位: 万人)

年份	人口	年份	人口	年份	人口
2018	139,259.91	2029	147,985.84	2040	149,843.64
2019	140,347.05	2030	148,863.50	2041	149,695.67
2020	141,149.64	2031	148,491.28	2042	149,763.40
2021	141,917.96	2032	149,258.58	2043	149,847.66
2022	143,409.72	2033	149,289.59	2044	149,717.14
2023	143,639.61	2034	149,184.77	2045	149,844.02
2024	144,853.96	2035	149,698.20	2046	149,788.88
2025	145,948.03	2036	149,400.84	2047	149,785.86
2026	146,050.45	2037	149,676.20	2048	149,850.53
2027	147,560.95	2038	149,755.26	2049	149,774.93
2028	147,588.05	2039	149,576.72	2050	149,828.70

3.2. 人均粮食消费水平预测

国际粮食农业组织提出，人均粮食消费量不低于 400 千克，但人均粮食消费 400 千克仅是保持我国居民以素食为主的粮食消费的消费标准。生活水平的提高和居民膳食结构的调整，促使居民对肉、蛋、奶制品和其他需求在不断的增加，所以中国目前的人均粮食消费需求远在 400 千克之上。2017 年粮食净进口量为 12,782 万吨，粮食生产量为 66,160 万吨，人均粮食产量为 445 千克，估算人均粮食消费量约为 568 千克。

由于人均粮食消费的实际值难以测算,但基于“刚性递增约束”原理对人均粮食消费进行估算,可以较为合理的研究未来人均粮食消费水平。其原理在于人类的生理特征和营养学决定了粮食消费的恒定值是不会改变的;同时人们的粮食消费习惯会随着生活水平的提而不断的上升,最后人均粮食消费量将会稳定维持在一定的水平区间之上。

姚万军 2016 年根据国际经验,对发达国家的粮食消费与经济发展进行研究,发现人均粮食消费需求与经济发展呈“倒 U 型”关系[11]。也就是说人均粮食消费需求会随着经济发展水平的提高而增加,当经济水平发展到一定的程度时,人均粮食消费需求增长率达到顶峰,随后人们会遵循膳食营养均衡理念科学调整膳食结构,粮食需求增长率将会有所下降。粮食长期需求模型为:

$$\frac{\Delta D}{D} \cong \frac{\Delta P}{P} + \eta \times \frac{\Delta(Y/P)}{Y/P} \quad (2)$$

其中, D 是粮食需求总量, P 是人口总量, Y 是 GDP, Δ 表示的是增量, η 是粮食需求收入弹性。也就是说,粮食需求的变化来自人口因素 $\frac{\Delta P}{P}$ 和经济增长因素 $\eta \times \frac{\Delta(Y/P)}{Y/P}$ 的影响。经计算可得到我国 2050 年人均粮食需求。

首先假定未来人均 GDP 增长率保持在 6.5% 的水平,其次采用文献[12]测算的粮食需求收入弹性 η 计算由经济增长带来粮食需求的增长率(表 2)。

Table 2. Growth rate of food demand from 2001 to 2050

表 2. 2001~2050 年粮食需求增长率

年份	人均 GDP 增长率	粮食需求收入弹性	经济增长带来的粮食需求增长率	人口增长带来的粮食消费需求增长率	粮食消费增长率
2001~2016	6.50	0.07	0.44	0.56	1.01
2016~2020	6.50	0.05	0.31	0.44	0.75
2021~2025	6.50	0.04	0.25	0.22	0.47
2026~2030	6.50	0.03	0.18	0.06	0.24
2031~2035	6.50	0.02	0.12	-0.07	0.06
2036~2040	6.50	0.01	0.07	-0.18	-0.12
2041~2045	6.50	0.00	0.01	-0.30	-0.29
2046~2050	6.50	-0.01	-0.05	-0.42	-0.47

按照表 2 测算未来人均粮食消费量,以 2017 年人均粮食消费量 568 千克为基础(粮食产量为 66,060 万吨,粮食净进口量为 12,313 万吨),2035 年人均粮食消费量达到峰值,随后粮食消费结构调整,粮食需求下降,至 2050 年人均粮食消费需求为 640 千克。

3.3. 耕地面积预测

以中国 2002~2017 年耕地变化数据以预测 2050 年的耕地保有量,主要原因是自 2002 年以来,我国落实了最严格的耕地保护政策,耕地数量和质量相对稳定。如表 3,2002~2017 年平均每年减少耕地面积约 31.02 万公顷,到 2050 年耕地面积大约减少 1023.66 万公顷,也就是说,2050 年耕地面积将还有 12,462.66 万公顷。

Table 3. Changes of cultivated land area from 2002 to 2017 (Unit: 10,000 hectares)**表 3.** 2002~2017 年耕地面积变化情况(单位: 万公顷)

年份	耕地面积	耕地面积减少量	年份	耕地面积	耕地面积减少量
2002	13,951.62	—	2010	13,526.83	11.63
2003	13,697.88	253.74	2011	13,523.86	2.97
2004	13,603.09	94.79	2012	13,515.85	8.01
2005	13,566.93	36.16	2013	13,516.34	-0.49
2006	13,536.25	30.68	2014	13,505.73	10.61
2007	13,532.18	4.07	2015	13,499.78	5.95
2008	13,530.25	1.93	2016	13,492.09	7.69
2009	13,538.46	-8.21	2017	13,486.32	5.77

3.4. 粮经比趋势预测

通过对 1978~2017 年的农作物播种总面积和粮食播种总面积的数据进行统计分析, 对历年的粮食作物和经济作物的种植进行比较, 得出粮经比值(表 4), 公式为:

$$\text{粮经比} = \frac{\text{粮食播种总面积} \div \text{农作物播种总面积}}{\text{经济作物播种总面积} \div \text{农作物播种总面积}} \quad (3)$$

1978 年我国粮食和经济作物的播种面积的比值为 80:20, 但是随着种植结构的调整, 1988 年我国粮食和经济作物的播种面积之比为 76:24, 十年间种植结构已经发生了明显的变化; 1998 年粮食和经济作物的播种面积之比为 73:27, 与 1978~1988 年之间农业种植结构调整幅度基本一致; 2008 年粮食和经济作物的播种面积之比为 70:30, 在此期间农业种植结构出现了粮食播种总面积逐年减少后又进入缓慢恢复的阶段; 2009~2017 年粮食和经济作物的播种面积之比稳定在 71:29。

Table 4. Ratio of total sown area of grain crops to total sown area of cash crops from 1978 to 2017**表 4.** 1978~2017 年粮食作物播种总面积与经济作物播种总面积的比值

年份	粮经比	年份	粮经比	年份	粮经比
1978	80:20	1992	74:26	2006	69:31
1979	80:20	1993	75:25	2007	70:30
1980	80:20	1994	74:26	2008	70:30
1981	79:21	1995	73:27	2009	71:29
1982	78:22	1996	74:26	2010	71:29
1983	79:21	1997	73:27	2011	71:29
1984	78:22	1998	73:27	2012	71:29
1985	76:24	1999	72:28	2013	71:29
1986	77:23	2000	70:30	2014	71:29
1987	77:23	2001	68:32	2015	71:29
1988	76:24	2002	67:33	2016	71:29
1989	77:23	2003	65:35	2017	71:29
1990	76:24	2004	66:34	2018	71:29
1991	75:25	2005	67:33	—	—

2016年农业部发布了《探索实行耕地轮作休耕制度试点方案》，对资源约束趋紧、生态保护缺失的地区进行轮作休耕试点，力争在2~3年内形成适合国情和地域的轮作休耕制度。至2018年，中央财政补助轮作休耕试点规模扩大至160万公顷，同比翻了一番；同时安排相关地区自行开展试点面积40万公顷，休耕轮作面积总计达200万公顷。我国实行休耕试点主要着眼于提高耕地地力，实现“藏粮于地”目标，针对国内面临的农业生产问题提出适当的休耕面积。对于休耕轮作面积，农业部提出在2020年争取达到330万公顷。所以，基于已有的研究和轮作休耕的经验，本文预测2050年的休耕轮作面积可达到670万公顷，粮经比经过休耕轮作后调整为70:30。

3.5. 复种指数预测

1978~1987年间农业复种指数下降0.009，1988~1997年间农业复种指数上涨0.076；1998~2007年间农业复种指数提升了0.024，2008~2017十年间农业复种指数提升0.097，尤其是2008~2013年之间农业复种指数提升了0.063。从中国农业复种指数的变化规律看，1978年至今为止，农业复种指数平均每年提升0.0057，整体看中国耕地的利用程度越来越高(表5)。复种指数计算公示为：

$$\text{复种指数} = \text{全年播种(或移栽)作物的总面积} \div \text{耕地总面积} \times 100\% \quad (4)$$

Table 5. Multiple cropping index of cultivated land in China from 1978 to 2017 (Unit: 10,000 hectares)

表 5. 1978~2017 年全国耕地复种指数(单位: 万公顷)

年份	耕地面积	农作物总播种面积	复种指数	年份	耕地面积	农作物总播种面积	复种指数
1978	14,963	15,010	1.00	1998	14,323	15,571	1.09
1979	14,973	14,848	0.99	1999	14,279	15,637	1.10
1980	14,954	14,638	0.98	2000	14,183	15,630	1.10
1981	14,927	14,516	0.97	2001	14,120	15,571	1.10
1982	14,884	14,475	0.97	2002	13,952	15,464	1.11
1983	14,860	14,399	0.97	2003	13,698	15,242	1.11
1984	14,809	14,422	0.97	2004	13,603	15,355	1.13
1985	14,708	14,363	0.98	2005	13,567	15,549	1.15
1986	14,647	14,420	0.99	2006	13,536	15,215	1.12
1987	14,584	14,496	0.99	2007	13,532	15,040	1.11
1988	14,535	14,487	1.00	2008	13,530	15,369	1.14
1989	14,504	14,655	1.01	2009	13,538	15,559	1.15
1990	14,502	14,836	1.02	2010	13,527	15,679	1.16
1991	14,512	14,959	1.03	2011	13,524	15,986	1.18
1992	14,509	14,901	1.03	2012	13,516	16,183	1.20
1993	14,480	14,774	1.02	2013	13,516	16,345	1.21
1994	14,447	14,824	1.03	2014	13,506	16,497	1.22
1995	14,403	14,988	1.04	2015	13,500	16,683	1.24
1996	14,363	15,238	1.06	2016	13,492	16,694	1.24
1997	14,349	15,397	1.07	2017	13,486	16,633	1.23

对农业复种指数按照表5计算的复种指数做趋势拟合，模拟结果为：

$$A = 0.0084t + 1.0659, R^2 = 0.9165 \quad (5)$$

其中 A 为农业复种指数, t 为预测年, 拟合系数达到 0.9165 水平, 模拟效果良好。对预测年进行计算, 得到 2050 年的农业复种指数为 134%。

3.6. 粮食单产水平预测

对历年的粮食单产数据采用差分整合移动平均自回归模型(Autoregressive Integrated Moving Average model, ARIMA 模型)预测 2050 年的粮食单产数据。ARIMA 模型的优势是可以不考虑其他解释变量的作用, 依靠变量本身的变化规律和外推机制描述时间序列的变化。其原理为: 若一个随机过程 y_t 含有 d 个单位根, 则经过 d 次差分之后可以变换成为一个平稳的自回归移动平均过程:

$$\Phi(L)D^d x_t = \Theta(L)u_t \quad (6)$$

$$D^d x_t = (1-L)^d x_t \quad (7)$$

$$\Phi(L)(1-L)^d x_t = \delta + \Theta(L)u_t \quad (8)$$

其中 $D^d x_t$ 表示 x 经过 d 次差分变为平稳过程; $\Phi(L)$ 是平稳过程的自回归算子; $\Theta(L)$ 是平稳过程中的移动平均算子, 则称 x_t 为 (p, d, q) 阶单积(整)自回归移动平均过程, 即为 ARIMA (p, d, q) 。其中, p, d, q 分别代表自回归阶数、差分次数、移动平均阶数; $\Phi(L)D^d$ 称为广义自回归算子。

选取 AIC 和 SC 函数值达到最小为的模型为相对最优模型, 确定 ARIMA 模型为(1,1,1), 预测模拟结果如图 2。未来粮食单产预测模拟结果显示, 未来粮食单产还有上升的空间, 总体来说呈较平缓的上升趋势, 且未来粮食生产趋势与近几年的粮食单产的增幅较为接近, 可认为未来 2050 年粮食单产可达预测值 6255.68 千克/公顷。

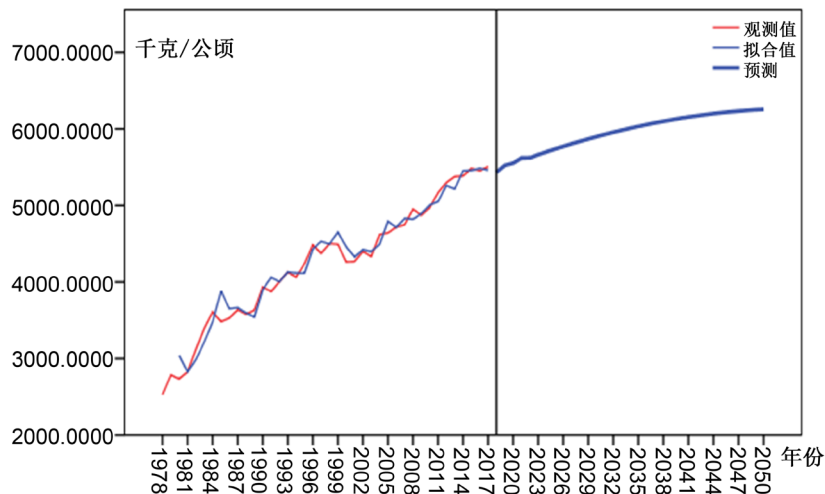


Figure 2. Forecast of grain yield per unit area from 2018 to 2050

图 2. 2018~2050 年粮食单产预测

3.7. 非耕地产粮趋势预测

非耕地产粮目前主要是盐碱地上耐盐水稻的产粮, 耐盐水稻指的是抗盐抗碱性水稻, 经过培育, 耐盐水稻已经可以在 6%盐度灌溉水条件下实现水稻的量产。2018 年, 耐盐水稻研究中心选取山东青岛城阳区、新疆喀什岳普湖、黑龙江大庆、山东东营和浙江温州同时播种插秧, 这五处试验基地基本覆盖了我国主要的盐碱地类型。其中山东青岛阳城区试验田实际单产 3920.7 千克/公顷; 新疆喀什地区岳普湖县

试验田,单产远远超过了 4500 千克/公顷,实际单产达到 8235 千克/公顷;黑龙江大庆试验田种植耐盐水稻实际平均单产为 3163.5 千克/公顷;山东东营试验田产量 6000 千克/公顷。预计通过 8~10 年的努力,到 2028~2030 年全国可推广种植 667 万公顷的耐盐水稻品种,平均单产预计至少可达到 4500 千克/公顷以上[12]。基于耐盐水稻的培育技术水平的发展和提高,且盐碱地的经过种植耐盐水稻可逐渐改良土壤肥力,耐盐水稻的大面积推广和种植具有十分重要的意义。

基于耐盐水稻单位面积单产的不断提升,其规模经济效益必然会促使耐盐水稻的大面积推广,可以推定认为到 2050 年耐盐水稻的平均单产可达到 6000 千克/公顷。在中国 10,000 万公顷的盐碱地资源中,大约有 2000 万公顷适合改造成耐盐水稻种植田,按平均单产 6000 千克/公顷计算,耐盐水稻的粮食总产量可达到 12,000 万吨。

4. 不同情景下的粮食供需平衡分析

4.1. 2050 年中国粮食供需情况预测

2050 年粮食供给可分为耕地产粮供给和非耕地产粮供给两部分。2050 年耕地总产量为 73,283.58 万吨;非耕地产粮供给按照耐盐水稻一年一季的种植方式计算 2050 年非耕地总产量可达 12,000 万吨。所以,到 2050 年中国粮食总产量可达 85,283.58 万吨。

2050 年预测人口达到 149,828.70 万人,人均粮食消费需求是 640 千克,在不包含国家粮食储备需求的前提下,中国粮食需求量为 95,890.37 万吨。

至 2050 年粮食总供给为 85,284.54 万吨,粮食需求量为 95,890.37 万吨,粮食缺口量为 10,606.79 万吨,粮食自给率为 87.56% (表 6),粮食存在较大的缺口,远低于国际上自给率 95% 的安全水平。

Table 6. Grain supply and demand in China in 2050 (Unit: ten thousand tons, %)

表 6. 2050 年中国粮食供需情况(单位:万吨,%)

粮食总供给	粮食总需求	粮食缺口量	粮食自给率
85,284.54	95,890.37	10,606.79	87.56

4.2. 基于粮食完全自给情景下的粮食供需平衡分析

针对国内粮食发展情势,国家提出了“自给为主,立足国内、确保产能、适度进口、科技支撑”的国家粮食安全战略,坚守谷物自给和口粮品质安全的粮食安全底线,保障粮食自给是目前粮食安全主要战略。习近平同志提出,任何时候中国人的饭碗都改牢牢端在自给手里,碗里应该装的是中国粮。所以,基于此政策背景,探讨在粮食安全完全自给的情景下,我国粮食供需如何实现平衡。

若要实现粮食完全自给,我国 2050 年粮食缺口量将达到 10,606.79 万吨。按照 2050 年粮食单产水平和粮食播种面积占农作物播种面积比例计算,还要增加 1800 万公顷耕地才得以实现粮食完全自给。也就是说,在基于 2050 年完全实现粮食自给的情境下,在保证现有的耕地面积前提下增加耕地面积到 14,266 万公顷以上,即在实行更严格的耕地保护制度的基础上,还需增加耕地 1806 万公顷。同时,从完全基于粮经比调整以达到粮食完全自给基础上分析,在 2050 年粮食作物播种总面积为 11,713 万公顷的基础上,还需增加 1693 万公顷的粮食播种面积,则粮经比应调整为 80:20 才能满足粮食完全自给的水平,以目前的发展水平看,这是不合理的。

若完全基于我国的非耕地产量路径以满足粮食供给,测算 2050 年的粮食缺口量为 10,606.79 万吨,若要粮食完全自给,且基于盐碱地生产耐盐水稻 6000 千克/每公顷、一年一季的生产水平计算,则需在

改良利用 2000 万公顷耕地的基础再开发 1766 万公顷的盐碱地才能补足粮食缺口，且耐盐水平产量必需达到 6000 千克/每公顷的水平。

不论是单一方面仅仅从调整粮作比，或者还是增加非耕地产粮的种植面积，都是难以实现的。基于以上分析，可以在调整粮作比的同时，应适当增加非耕地产粮的种植面积，以达到粮食 100% 的自给率水平。由于预测 2050 年粮作比在 70:30 左右，所以选取不同的粮食播种总面积占农作物播种总面积比，通过逐步调整粮经比测算需要新增的盐碱地面积和新增粮食播种面积组合(图 3)。由图可知，随着粮作比的逐步提高，粮食播种面积增加，进而测算需要增加的盐碱地面积减少；反之，粮作比越低，则需要更多的盐碱地种粮以满足粮食需求缺口。当粮占比提高至 80% 的时候，新增粮食播种面积带来的粮食产量可以满足粮食缺口。

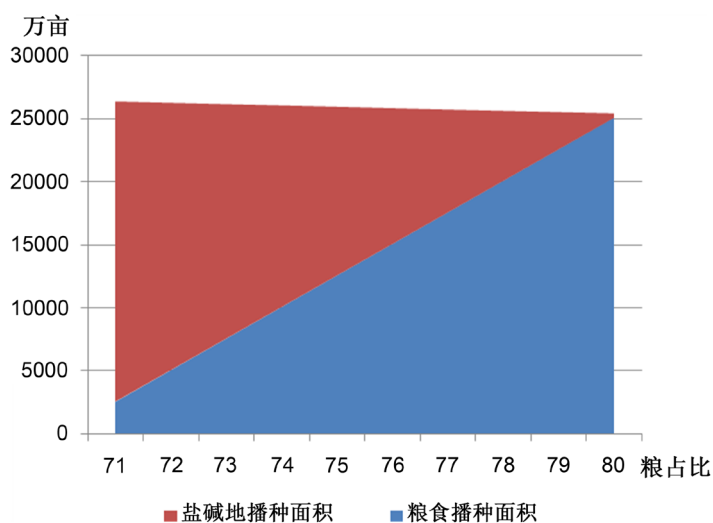


Figure 3. Proportional relation between grain yield planting area and grain sown area in saline-alkali land at 100% self-sufficiency level

图 3. 100% 自给率水平下盐碱地产粮种植面积和粮食播种面积的比例关系

4.3. 粮食自给率等于 95% 情景下的粮食供需平衡分析

若基于粮食适度进口、口粮自给的前提下，将粮食安全自给率设为 95% 是《国家粮食安全发展规划》对保障国内粮食安全提出标准线。达到粮食安全自给率 95%，则意味着 2050 年对国内粮食提出的生产需求为 91,095.85 万吨，与 2050 年粮食总产量存在 5812.27 万吨的粮食缺口。

从耕地产粮路径分析，一方面需要增加 929 万公顷的粮食播种面积；按照 2050 年 70% 的粮食播种面积占农作物播种面积比例计算，还要增加 987 万公顷耕地种粮，即需 13450.67 万公顷耕地。2050 年若仍能保有 2017 年 13,486.67 万公顷的耕地即可实现粮食 95% 自给率目标，同时保证耕地的整体产粮水平同时提升。另外可以考虑调整粮食播种面积和农作物播种总面积之比，当粮食播种总面积占农作物总面积 75% 以上时，亦可基本实现粮食自给率 95% 的目标。

若是从非耕地产粮路径分析，盐碱地平均单产生产耐盐水稻 60,000 千克/公顷，需要在开发 2000 万公顷盐碱地种植耐盐水稻的基础上再改良 968 万公顷的盐碱地生产耐盐水稻，同样保证 60,000 千克/公顷的单产水平前提下才能实现粮食 95% 的自给率。

选取不同的粮食播种总面积占农作物播种总面积比，通过逐步调整粮经比测算在 5812.27 万吨粮食缺口下需要增加的粮食播种面积和盐碱地面积，得到不同粮经比调整方案下需要新增的盐碱地面积和新

增粮食播种面积组合(图 4)。由图可知,当粮占比提高至 76 时,新增的粮食播种面积的生产量已可满足 5812.27 万吨的粮食缺口量;当粮占比为 75 时,新增粮食播种面积增产粮食 5234.61 万吨,盐碱地产耐盐水稻 576.71 万吨。

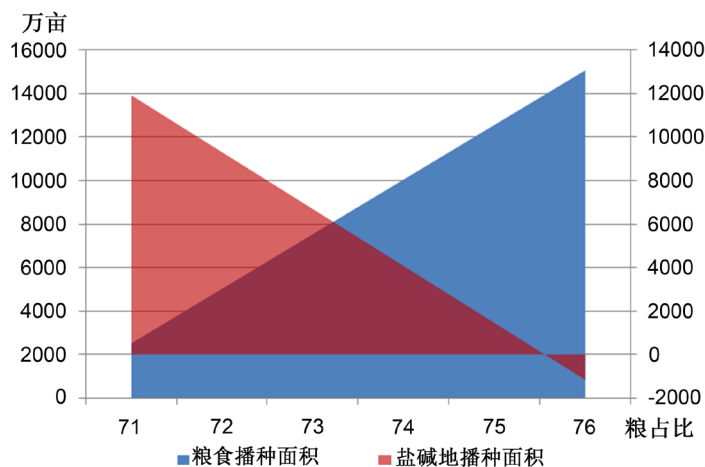


Figure 4. Proportional relation between grain yield planting area and grain sown area in saline and alkaline land at 95% self-sufficiency level

图 4. 95%自给率水平下盐碱地产粮种植面积和粮食播种面积的比例关系

5. 总结与展望

粮食安全是一个永远不能放松的永恒课题,2050 年我国粮食自给率将仅为 87.56%,远远低于国际上 95%的粮食安全标准。在当前国际贸易复杂化背景下,我国的粮食安全更应该值得学术界的广泛关注。本文基于不同的定量方法对 2050 年中国耕地面积、粮经比、复种指数、粮食单产、人口数量、人均粮食消费量等基础数据进行预测,在此基础上预测不同情景下的粮食供需关系,特别是增加了耐盐水稻培育的非耕地产粮作了预测分析,这是对我国粮食安全研究的重要内容补充。

然而本文虽然对影响粮食安全的因素作了较为全面分析,然而由于影响未来粮食供需的因素很多,从以往经验来看,技术进步对于粮食增产的影响极大,本文仅考虑了耐盐水稻培育的技术增长因素,对其他可能的技术进步因素考虑略有不足。另外对耕地撂荒和轮作等影响粮食耕作面积预测的方法也过于主观,可能会在一定程度上影响研究结果,这是后续研究应该注意的问题。

参考文献

- [1] 秦忠彬. 保障国家粮食安全是农业综合开发的重要任务[J]. 中国农业综合开发, 2011(5): 26-28.
- [2] 韩俊. 把中国人的饭碗牢牢地端在自己手中[J]. 求是, 2013(8): 21-22.
- [3] 许云霖, 石培基, 李佳芳, 等. 河西走廊县域人均粮食占有量的时空演变与驱动力分析[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(1): 101-109.
- [4] Brown, L. (1995) Who Will Feed China? Wake-Up Call for a Small Planet. W.W. Norton & Co.
- [5] Bank, W. (1997) At China's Table: Food Security Options. At Chinas Table Food Security Options.
- [6] 肖俊彦. 我国粮食消费水平及中长期需求与政策建议[J]. 理论学刊, 2010(12): 31-35+127.
- [7] 梁姝娜, 张友祥, 王学稹. 基于 BP 神经网络和 Logistic 模型的中国人均粮食产量预测研究[J]. 华南师范大学学报(社会科学版), 2015(5): 102-106.
- [8] 李福夺, 张健, 杨兴洪. 我国粮食安全时空格局与安全形势预测研究[J]. 人口学刊, 2016, 38(3): 29-38.
- [9] 马云倩, 郭燕枝, 王秀丽, 孙君茂. 基于 LASSO 与 GM(1,N)模型的中国粮食产量预测[J]. 干旱区资源与环境,

2018, 32(7): 30-35.

- [10] 李太福, 侯杰, 易军, 等. 基于 UKF 神经网络子空间逼近的非线性动态过程演化建模[J]. 应用基础与工程科学学报, 2013, 21(1): 185-194.
- [11] 姚万军. 经济增长与粮食需求: 国际经验及对中国的启示[J]. 社会科学辑刊, 2016(2): 94-101.
- [12] 袁隆平. 建议加快海水稻品种审定, 1 年内可增产 300 亿 kg 粮食[J]. 粮食加工, 2019, 44(1): 37.