

文章编号:1000-8020(2022)01-0001-07

·论著·

基于灰色模型的中国居民主要食物摄入量预测

逯晓娣¹ 房玥暉¹ 连怡遥¹ 张继国¹ 张晓帆¹ 何宇纳¹

¹ 中国疾病预防控制中心营养与健康所,北京 100050



摘要:目的 预测2022—2030年中国城镇和农村居民主要食物摄入量的变化趋势。方法 数据来源于2000—2018年的中国健康与营养调查,调查采用分层多阶段整群随机抽样,采用连续3天24小时膳食回顾法完成膳食调查。7轮调查20岁及以上人群样本量分别为9794、9425、9313、9726、12 760、15 446和15 051人。以7轮食物平均摄入量数据为基础,应用灰色模型对2022—2030年中国城镇和农村居民主要食物摄入量进行预测。结果 (1)城镇和农村各类食物摄入量预测的平均绝对百分比误差范围为1.6%~38.4%。(2)从2022—2030年各类食物摄入量趋势看,中国居民植物性食物中谷薯和蔬菜的平均摄入量呈下降趋势,水果的平均摄入量呈上升趋势;城镇居民禽类和水产品,农村居民畜类、禽类和蛋类等动物性食物的平均摄入量呈上升趋势;城镇居民畜类和蛋类、农村居民水产品等动物性食物的平均摄入量呈下降趋势。(3)与2018年摄入量相比,预测到2030年,城镇居民水果、禽类和水产品平均摄入量将分别增加60.7%、29.4%和6.6%,谷薯、蔬菜、畜类、蛋类摄入量将分别减少36.9%、19.4%、8.7%和12.4%。2030年农村居民水果、畜类、禽类、蛋类摄入量将分别增加88.9%、31.8%、71.9%和9.2%,谷薯、蔬菜、水产品摄入量将分别减少32.5%、24.8%和2.2%。(4)预测到2030年城镇居民和农村居民的禽类平均摄入量在《中国居民膳食指南2016》的推荐量范围之内;城镇居民和农村居民的谷薯、蔬菜、水果、蛋类和水产品的平均摄入量将低于膳食指南推荐量,而城镇居民和农村居民的畜类平均摄入量将远高于膳食指南推荐量。结论 不同类别食物应用同一预测模型,预测精度不同。根据模型预测结果,2030年中国城镇居民和农村居民的禽类平均摄入量将达到膳食指南要求,谷薯、蔬菜、水果、蛋类和水产品等食物的平均摄入量仍低于膳食指南推荐量,而畜类的平均摄入量将远高于膳食指南推荐量。

关键词:灰色模型 摄入量 预测

中图分类号:R151.4⁺1

文献标志码:A

DOI:10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2022.01.001

Main food intake prediction of Chinese residents based on grey model

Lu Xiaodi¹, Fang Yuehui¹, Lian Yiyao¹, Zhang Jiguo¹, Zhang Xiaofan¹, He Yuna¹

¹ National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

ABSTRACT: OBJECTIVE To predict the main food intake trend of the China's urban and rural residents from 2022 to 2030. **METHODS** Data was collected from the China Health and Nutrition Survey (CHNS), which was carried out on a stratified, multistage, clustered, and random sampling method. And the average daily food intake in

基金项目:国家重点研发计划(No.2018YFC1315303)

作者简介:逯晓娣,女,硕士,研究方向:营养流行病学,E-mail:luxiaodi186@163.com

通信作者:何宇纳,女,博士,研究员,研究方向:营养流行病学,E-mail:heyn@nih.chinacdc.cn

the survey was continuously collected by a 24-hour dietary review method for 3 consecutive days. The sample sizes aged 20 years or older of seven rounds survey were 9794, 9425, 9313, 9726, 12 760, 15 446 and 15 051, respectively. Based on the seven rounds of average food intake, the main food intake of urban and rural residents in China from 2022 to 2030 was predicted by the Grey model. **RESULTS** (1)The mean absolute percentage error of average food intake prediction in urban and rural ranged from 1.6% to 38.4%. (2)In terms of the trends of food intake from 2022 to 2030, the grain and vegetable average intake of plant food in urban and rural residents showed a decreasing trend, while the average intake of fruits showed an increasing trend. The average intake of animal food, such as poultry and aquatic products in urban, livestock, poultry, eggs in rural areas showed an upward trend. Meanwhile, the average intake of animal food, such as livestock and eggs in urban and aquatic products in rural showed a downward trend. (3) Compared with the 2018, the fruits, poultry and aquatic product intake of urban and rural residents in 2030 will increase by 60.7%, 29.4% and 6.6%, the intake of grain, vegetables, livestock and eggs in urban areas will decrease by 36.9%, 19.4%, 8.7% and 12.4%, respectively. In 2030, the intake of fruits, livestock, poultry and eggs of rural residents will increase by 88.9%, 31.8%, 71.9% and 9.2%, respectively. While the intake of grain, vegetables and aquatic products of rural residents will decrease by 32.5%, 24.8% and 2.2%, respectively. (4) By 2030, the average intake of poultry in urban and rural areas will be within the recommended range of dietary guidelines. But the average intake of grain, vegetables, fruits, eggs and aquatic products in urban and rural areas will remain below dietary recommendations. While the livestock average intake will be far higher than the recommendations. **CONCLUSION** The model accuracy is different when applied to different kinds of food. According to the prediction result of the grey model, residents should be guided to maintain the current grain intake level and increase the intake of vegetables, fruits, poultry, eggs and aquatic products in order to get balanced diet, while reducing the intake of livestock.

KEY WORDS: grey model, intake, predict

食物摄入量是了解和掌握居民膳食结构是否合理的重要依据。通过对食物摄入量的预测研究,可以获得我国居民食物的摄入趋势,为制定营养和健康相关策略提供科学依据。

常用的食物消费量预测模型有趋势外推法、差分整合移动平均自回归模型 (autoregressive integrated moving average model, ARIMA)、神经网络模型和灰色模型。趋势外推法预测精度低,结果有时出现负值,与实际情况不符^[1]; ARIMA 模型受近期序列值的影响较大,对于影响因素较多、变化复杂的波动性大和数据量不足的序列无法进行准确预测^[2];神经网络模型在应用时收敛速度较慢,且局部出现极小点,适用于不易建立精确数学模型的序列^[3]。而灰色模型的建立过程简单、有助于减少时间序列的随机性和提高预测精度,适用于中长期预测^[4]。利用较少的、不确定的表示灰色系统行为特征的数据序列,建立可以描述

灰色系统内部事物连续变化过程的模型,称为灰色模型^[5]。其主要思想是通过累加和累减计算,使原始数据序列的随机性弱化,确定性增强,最后构建成一个仅含时间变量的连续微分方程,应用数学方法求解微分方程中的参数,从而实现对未来数据预测的目的。

目前应用灰色模型对食物的产量^[6-10]和消费量^[11-15]预测研究比较多。本研究基于中国健康与营养调查 2000—2018 年 7 轮调查数据构建灰色预测模型,对谷薯、蔬菜、水果、畜类、禽类、蛋类和水产品 7 类食物摄入量进行预测研究。通过对我国居民主要食物摄入量的预测,探索我国居民 2022—2030 年的食物摄入量发展趋势,并找出 2030 年食物摄入量和《中国居民膳食指南 2016》^[16]食物推荐量之间的差距,进而为开展促进居民合理摄入、平衡膳食的营养教育和营养改善工作提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

数据来源于中国健康与营养调查 (China Health and Nutrition Survey, CHNS), 该项目是中国疾病预防控制中心与美国北卡罗来纳大学人口中心合作开展的中国居民营养状况队列研究。研究采用分层多阶段整群随机抽样的方法完成抽样^[17], 膳食调查采用连续 3 天 24 小时膳食回顾法获得个体平均每日各类食物摄入量。

本研究选取 2000 年、2004 年、2006 年、2009 年、2011 年、2015 年和 2018 年 7 轮调查中 20 岁及以上人群的膳食调查数据, 按照 2010 年人口加权获得各年度城镇和农村居民的各类食物平均摄入量。

调查通过中国疾病预防控制中心营养与健康所伦理审查 (No. 201524), 所有调查对象均在调查前签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 数据插补 7 轮调查中的非调查年份食物摄入量数据采用线性插值的方法补齐, 最终获得 2000—2018 年 7 类食物的平均摄入量。

1.2.2 灰色模型^[18] 灰色模型建模步骤如下: (1) 原始数据序列经变形生成一阶累加序列; (2) 确定相应的白化微分方程; (3) 求解上述一阶线性微分方程, 得到预测模型; (4) 生成原始序列预测模型进行预测。

1.2.3 精度评价 采用平均绝对百分比误差 (mean absolute percentage error, MAPE) 指标对模型精度进行评价^[19]。精度等级评价为: MAPE ≤ 1% 为一级, MAPE ≤ 5% 为二级, MAPE ≤ 10% 为三级, MAPE ≤ 20% 为四级^[20]。

1.3 食物推荐量

《中国居民膳食指南 2016》^[16] 推荐: 我国居民谷薯类摄入量为 250~400 g、蔬菜摄入量为 300~500 g、水果摄入量为 200~350 g、畜禽类摄入量为 40~75 g、蛋类摄入量为 40~50 g、水产品摄入量为 40~75 g。各类食物平均摄入量与膳食指南推荐量比较采用推荐量的下限值。

1.4 统计学分析

使用 Excel 2010 整理数据和制图, 应用 SAS 9.4 中 SAS/IML (Interactive Matrix Language) 模块对 7 类食物摄入量进行灰色模型拟合和预测分析。

2 结果

2.1 7 轮调查加权后食物摄入量

由图 1~图 7 可见, 城镇居民除谷薯和蔬菜的

平均摄入量低于农村居民之外, 水果、畜类、禽类、蛋类和水产品的平均摄入量均高于农村居民。

植物性食物摄入量变化特点: 城镇居民谷薯平均摄入量呈现先下降后上升趋势, 农村居民谷薯平均摄入量虽有波动, 但整体上呈现下降趋势。蔬菜和水果的平均摄入量在城镇居民和农村居民间的变化趋势一致, 其中, 蔬菜的变化趋势稳定, 总体呈下降趋势。水果的平均摄入量数据波动明显。

动物性食物摄入量变化特点: 城镇居民畜类平均摄入量呈现先下降后缓慢上升的趋势, 农村居民畜类平均摄入量总体呈上升趋势。城镇居民禽类平均摄入量的波动性较大, 变化大致呈现先下降后上升再下降趋势, 农村居民禽类平均摄入量波动性不大, 整体呈现上升趋势。城镇居民的蛋类平均摄入量虽有波动, 但整体上呈现稳定的趋势, 农村居民的蛋类平均摄入量呈先上升后下降趋势。城镇居民和农村居民的水产品平均摄入量均呈现先上升后下降的变化趋势。

参照《中国居民膳食指南 2016》, 2018 年城镇居民和农村居民的食物摄入量都呈现出: 谷薯的平均摄入量在膳食指南推荐量范围之内; 蔬菜、水果、蛋类和水产品的平均摄入量低于膳食指南推荐量; 畜类和禽类的肉类总量高于膳食指南推荐量, 其中, 仅畜类的平均摄入量高于膳食指南推荐量数值。

2.2 2000—2018 年各类食物摄入量的灰色模型拟合及检验

2000—2018 年各类食物摄入量的灰色模型检验结果显示, 农村居民水果平均摄入量预测的 MAPE 范围最大, 农村居民畜类平均摄入量预测的 MAPE 范围最小。不同地区各类食物摄入量预测的 MAPE 范围为 1.6%~38.4%。

由图 1 可见, 城镇居民和农村居民谷薯平均摄入量的拟合值与实际值较接近, 吻合程度较高, 二者的 MAPE 分别为 5.7% 和 3.9%, 模型模拟精度分别为三级和二级。

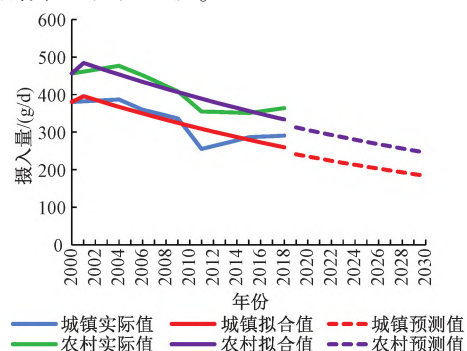


图 1 2000—2030 年中国居民谷薯摄入量的灰色模型

由图2可见,城镇居民和农村居民蔬菜平均摄入量的拟合值与实际值非常接近,吻合程度较高,二者的MAPE分别为3.0%和2.4%,属于二级精度。

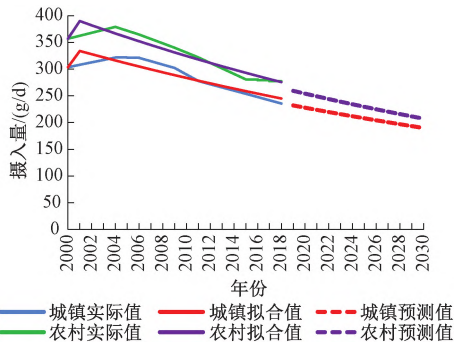


图2 2000—2030年中国居民蔬菜摄入量的灰色模型

由图3可见,城镇居民和农村居民水果平均摄入量的拟合值与实际值相差非常大,吻合程度低,二者的MAPE分别为30.1%和38.4%,低于四级精度。

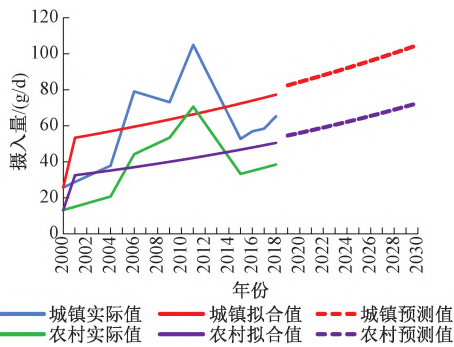


图3 2000—2030年中国居民水果摄入量的灰色模型

由图4可见,城镇居民和农村居民畜类平均摄入量的拟合值与实际值非常接近,MAPE分别为1.6%和2.3%,模型精度均为二级。

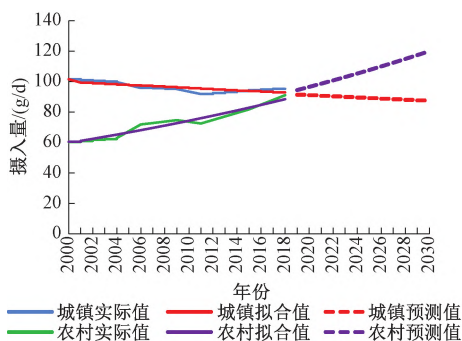


图4 2000—2030年中国居民畜类摄入量的灰色模型

由图5可见,城镇居民禽类平均摄入量的拟合值与实际值相差较大,吻合程度较低,MAPE为8.7%,模型精度为三级;农村居民禽类平均摄入量的拟合值与实际值相差较大,MAPE为7.4%,模型精度为三级。

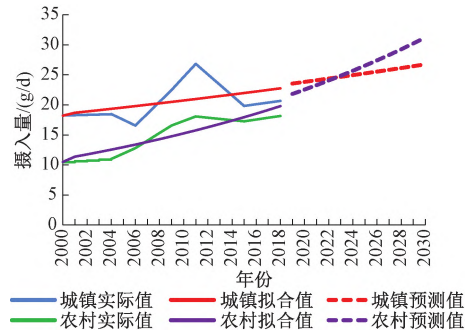


图5 2000—2030年中国居民禽类摄入量的灰色模型

由图6可见,城镇居民的蛋类平均摄入量拟合值与实际值较接近,MAPE为3.2%,模型精度为二级;农村居民的蛋类平均摄入量拟合值与实际值相差较大,MAPE为7.7%,模型精度为三级。

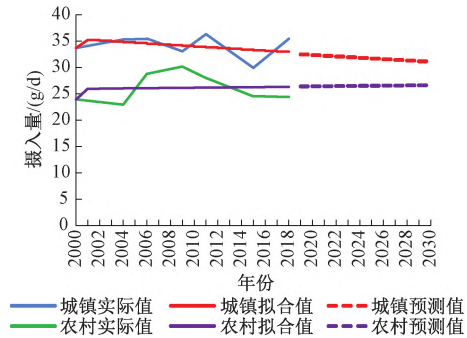


图6 2000—2030年中国居民蛋类摄入量的灰色模型

由图7可见,城镇居民和农村居民的水产品平均摄入量拟合值与实际值相差较大,MAPE分别为6.6%和8.1%,模型精度均为三级。

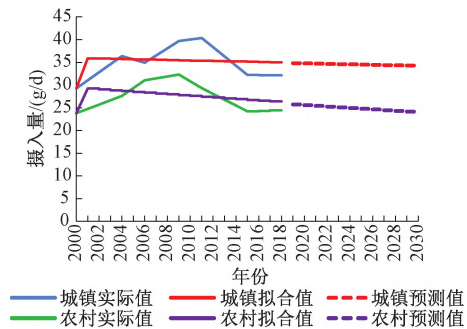


图7 2000—2030年中国居民水产品摄入量的灰色模型

2.3 2022—2030年各类食物摄入量的预测

2.3.1 城镇居民7类食物摄入量预测 由图1~图7可见,城镇居民谷薯平均摄入量将呈现明显下降趋势,相较于2018年,2030年谷薯平均摄入量将下降36.9%;蔬菜、畜类和蛋类的平均摄入量将呈现缓慢下降趋势,2030年将比2018年分别减少19.4%、8.7%和12.4%;而水果和禽类的平均摄入量呈明显上升趋势,2030年将分别达到104.8 g/d和26.7 g/d,比2018年分别增加60.7%和29.4%;水产品的平均摄入量将呈缓慢

上升趋势,2030 年将比 2018 年增加 6.6%。

2.3.2 农村居民 7 类食物摄入量预测 由图 1~图 7 可见,2022—2030 年农村居民谷薯和蔬菜的平均摄入量将呈现明显下降趋势,与 2018 年摄入量相比,2030 年将分别减少 32.5% 和 24.8%;水产品平均摄入量将呈现缓慢下降趋势,2030 年将比 2018 年减少 2.2%;水果、畜类和禽类的平均摄入量则呈现明显上升趋势,2030 年将在 2019 年基础上分别增加 88.9%、31.8% 和 71.9%;蛋类 2030 年平均摄入量将增加 9.2%,呈缓慢上升趋势。

3 讨论

本研究结果显示,城镇和农村的不同类别食物应用相同的预测模型,模型模拟精度存在差异,这可能与不同种类食物数据的波动性不一样有关^[11]。城镇居民谷薯、蔬菜、畜类、禽类、蛋类、水产品以及农村居民谷薯、蔬菜、畜类、禽类、蛋类、水产品的平均摄入量数据波动小,预测的 MAPE 数值小;城镇居民和农村居民水果平均摄入量数据波动明显,预测的 MAPE 数值大。总的来说,应用灰色模型预测食物摄入量的效果较好。

3.1 我国居民植物性食物摄入趋势

2022—2030 年我国城镇居民和农村居民的谷薯、蔬菜的平均摄入量均呈现下降趋势,谷薯、蔬菜平均摄入量的城乡差距将显著缩小。到 2030 年,城镇居民和农村居民的谷薯平均摄入量将减少到 183.3 g/d 和 245.4 g/d,均低于目前膳食指南推荐量。2010 年中国居民营养与健康状况监测报告,我国城镇居民和农村居民由谷薯类提供的能量分别占 51% 和 62.3%^[21],依据预测结果,2030 年我国居民由谷薯提供的能量比例也将下降。我国城镇居民和农村居民 2030 年蔬菜平均摄入量将减少到 189.8 g/d 和 207.2 g/d,与膳食指南推荐量相比,差距越来越大。我国城镇居民和农村居民 2030 年水果平均摄入量将增加到 104.8 g/d 和 72.6 g/d,但仍低于膳食指南推荐量。2019 年全球疾病负担表明,中国因蔬菜摄入不足造成了 1.6 万人死亡,27.2 万人年 DALYs 损失;因水果摄入不足造成了 104.6 万人死亡,2767.8 万人年 DALYs 损失。统计数据显示,我国 2018 年人均蔬菜产量已达到 505.10 kg^[22],蔬菜市场供应充足。因此,需加强居民营养健康教育以保证居民每日蔬菜的足量摄入。研究表明,水果的摄入量与收入水平呈正相关^[23],也与水果的可及性和可得性有关^[24]。因此,随着经济发

展,人们收入水平的提高,加强人们的营养健康意识和增加水果可及性、可得性,水果的消费水平将会得到明显的提高。

3.2 我国居民动物性食物摄入趋势

2022—2030 年我国城镇居民畜类平均摄入量将呈缓慢下降趋势,农村居民畜类平均摄入量将呈明显上升趋势,到 2030 年,城镇居民和农村居民的畜类平均摄入量将分别达到 87.3 g/d 和 120.0 g/d。城镇居民畜类平均摄入量虽呈下降趋势,但其数值仍高于膳食指南畜禽肉的推荐量。居民摄入过量的畜产品,会增加 2 型糖尿病、肥胖、结直肠癌的发病风险^[25-26]。2019 年我国因过量摄入畜类分别导致 32.3 万人死亡和 875.0 万人年 DALYs 损失,因此,通过引导居民合理摄入畜产品,可以降低归因于畜肉的疾病负担。2022—2030 年我国城镇居民和农村居民禽类平均摄入量均呈明显上升趋势,农村居民摄入量的上升幅度大于城镇居民,预计 2022 年,农村居民的禽类平均摄入量将有可能超过城镇居民。2030 年我国城镇居民和农村居民的禽类平均摄入量分别是 26.7 g/d 和 31.2 g/d,达到了合理膳食的要求。相较于畜肉,禽肉的脂肪含量更少,并且含有 20% 的亚油酸,易于人体消化吸收,是优质蛋白质、血红素铁等营养物质的重要来源。建议引导居民优化调整畜禽肉类的摄入比例,以禽肉代替部分畜肉,适当提高禽肉的摄入量,降低畜肉的摄入量,达到均衡膳食的目的。

2022—2030 年我国城镇居民蛋类平均摄入量将呈缓慢下降趋势,农村居民蛋类平均摄入量将呈缓慢上升趋势,但城镇居民和农村居民 2030 年的蛋类平均摄入量仍会低于膳食指南推荐量。有研究表明,蛋类在未来的消费增长很大程度上要依赖蛋类食品加工的方式^[27],而我国目前用于加工蛋制品的蛋类仅占产量的 1%,因此,可通过加工蛋制品来提高居民的蛋类摄入量。

2022—2030 年我国城镇居民和农村居民水产品的平均摄入量均呈缓慢下降趋势,2030 年的摄入量分别是 34.2 g/d 和 24.0 g/d,但仍低于膳食指南推荐量。研究表明,我国居民水产品摄入量的主要影响因素为经济收入,其次为喜食新鲜水产品的习惯^[28]。东部沿海地区海洋渔业资源丰富,居民形成喜食水产品的习惯,中西部地区由于水产资源匮乏,大部分居民没有形成消费水产品的习惯^[29]。因此,随着居民收入水平、居民对水产品营养价值认识以及水产品成品和半成品供应的增加,居民水产品的摄入量将会提高。

任何一种预测模型,由于对实际情况进行了不同程度的简化和抽象,且是基于过去呈现的规律对未来进行预测,得到的预测结果均是预期值,带有局限性^[30-31]。当居民食物摄入量受到收入水平、食物供应、自然灾害或政策等因素变化影响时,灰色模型对 2030 年主要食物摄入量预测具有一定的局限性。尽管灰色模型存在局限性,但在现有条件下仍可为相关决策部门提供一定参考。

综上所述,依据 2000—2018 年各类食物摄入量的自然趋势发展,预测结果表明,2022—2030 年我国居民植物性食物中谷薯和蔬菜的平均摄入量呈下降趋势,水果的平均摄入量呈上升趋势;城镇居民禽类、农村居民畜类、禽类和蛋类等动物性食物的平均摄入量呈上升趋势;城镇居民畜类、蛋类和水产品、农村居民水产品等动物性食物的平均摄入量呈下降趋势。总体来看,我国居民的膳食结构仍以植物性食物为主,但是动物性食物的比重将增加,城乡之间差距减少,应引导城镇和农村居民保持现有的谷薯足量摄入水平,同时增加蔬菜、水果、禽类、蛋类和水产品的摄入量,控制畜类的摄入量,以达到平衡膳食的目标。

参考文献

- [1] 苏畅. 经济因素对我国成年居民膳食结构和营养状况影响的研究[D]. 北京:中国疾病预防控制中心, 2010.
- [2] 王平. 三种预测模型在主要传染病发病率预测中的应用[D]. 杭州:浙江大学, 2010.
- [3] 李小芳. 基于改进灰色马尔可夫模型的城市污水量和 COD 总量预测[D]. 天津:天津大学, 2012.
- [4] 崔露阳. 多种预测模型在卫生支出预测方面的应用[D]. 上海:华东师范大学, 2012.
- [5] 李月娥,郭志忠. 赣州市土地承载力研究[J]. 安徽农业科学, 2012(31): 15438-15440.
- [6] 杨克磊,张振宇,和美. 应用灰色 GM(1,1)模型的粮食产量预测研究[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2015, 29(4): 124-127.
- [7] 王步祥. 基于灰色系统理论的我国粮食产量预测研究[D]. 镇江:江苏大学, 2009.
- [8] 王谊鹏,朱信凯. 运用灰色模型对我国肉类产量的预测[J]. 统计与决策, 2005(8): 63-64.
- [9] 黄松钱,王卫民,曾聪,等. 基于灰色新陈代谢 GM(1,1)模型的中国水产品年总产量的预测[J]. 中国农学通报, 2012, 28(17): 126-131.
- [10] 王海英,谢骏,王广军,等. 基于灰色动态模型的我国水产品产量预测[J]. 中国渔业经济, 2011, 29(4): 135-138.
- [11] 宋明启,王志国. 基于灰色模型的中国主要果蔬消费量预测[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(12): 3021-3024.
- [12] 汪雅倩,王刚贞. 基于灰色预测的我国果蔬经济未来发展战略研究[J]. 湖北科技学院学报, 2016, 36(4): 29-32.
- [13] 马恋,陆智明,宋乃庆. 中国居民果蔬消费与营养发展的趋势预测及战略思考[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2017, 42(4): 68-75.
- [14] 周洪祥,郭桂南. 用灰色系统预测模型预测浙江省粮食产量和消费量[J]. 计算机时代, 1990(3): 47-48.
- [15] ZENG B, LI S, MENG W, et al. An improved gray prediction model for China's beef consumption forecasting[J]. PLoS One, 2019, 14(9): e221333.
- [16] 中国营养学会. 中国居民膳食指南 2016 版[M]. 北京:人民卫生出版社, 2016: 334.
- [17] 中国健康与营养调查项目组. 1989—2009 年中国九省区居民膳食营养摄入状况及变化趋势:(一)健康与营养调查项目总体方案[J]. 营养学报, 2011, 33(3): 234-236.
- [18] 颜杰,相丽驰,方积乾. 灰色预测模型及 SAS 实现[J]. 中国卫生统计, 2006(1): 75-85.
- [19] ALIM M, YE G H, GUAN P, et al. Comparison of ARIMA model and XGBoost model for prediction of human brucellosis in mainland China: a time-series study[J]. BMJ Open, 2020, 10(12): e39676.
- [20] 刘思峰. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社, 2014: 238-239.
- [21] 常继乐,王宇. 中国居民营养与健康状况监测: 2010-2013 年综合报告[M]. 北京:北京大学医学出版社, 2016: 42.
- [22] 中国农业农村部. 全国蔬菜人均产量[Z]. 北京:中国农业农村部, 2021.
- [23] REHM C D, PENALVO J L, AFSHIN A, et al. Dietary intake among US adults, 1999-2012 [J]. JAMA, 2016, 315(23): 2542-2553.
- [24] CALDWELL E M, MILLER K M, DUBOW W M, et al. Perceived access to fruits and vegetables associated with increased consumption [J]. Public Health Nutr, 2009, 12(10): 1743-1750.
- [25] NEUENSCHWANDER M, BALLON A, WEBER K S, et al. Role of diet in type 2 diabetes incidence: umbrella review of meta-analyses of prospective observational studies[J]. BMJ, 2019, 366: 12368.
- [26] TURNER N D, LLOYD S K. Association between red meat consumption and colon cancer: a systematic review of experimental results [J]. Exp Biol Med, 2017, 242(8): 813-839.

(下转第 11 页)

- [11] Korean Statistic Information Service. Korea National Health and Nutrition Examination Survey [DB/OL]. [2021-04-10]. https://kosis.kr/eng/statisticsList/statisticsListInd ex.do? menuId = M_01_01&vwcd = MT_ ETITLE&parmTabId = M_01_01&statId = 1973001&themaId = #SelectStatsBoxDiv, 2020-02-11.
- [12] USDA. America's eating habits: food away from home, EIB-196, economic research service [DB/OL]. [2021-04-10]. <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/? pubid = 90227. 2018-9-27>.
- [13] 曹可珂, 何宇纳, 杨晓光. 中国成年居民在外就餐与超重肥胖状况的关系 [J]. 中华预防医学杂志, 2014, 48(12): 1088-1092.
- [14] THORSEN A V, LASSEN A D, TETENS I, et al. Long-term sustainability of a worksite canteen intervention of serving more fruit and vegetables [J]. Public Health Nutr, 2010, 13(10): 1647-1652.
- [15] BEDE F, CUMBER S N, NKUFUSAI C N, et al. Dietary habits and nutritional status of medical school students: the case of three state universities in Cameroon [J]. Pan Afr Med J, 2020, 35:15.
- [16] ZANG J, LUO B, WANG Y, et al. Eating out-of-home in adult residents in shanghai and the nutritional differences among dining places [J]. Nutrients, 2018, 10(7): 951.
- [17] 吴函, 吴岷, 郁建国, 等. 上海市松江区职业人群在外就餐行为与肥胖的关系 [J]. 环境与职业医学, 2020, 37(10): 950-956.
- [18] VANDEVIJVERE S, LACHAT C, KOLSTEREN P, et al. Eating out of home in Belgium: current situation and policy implications [J]. Br J Nutr, 2009, 102(6): 921-928.
- [19] O'DWYER N A, GIBNEY M J, BURKE S J, et al. The influence of eating location on nutrient intakes in Irish adults: implications for developing food-based dietary guidelines [J]. Public Health Nutr, 2005, 8(3): 258-265.
- [20] GEANEY F, HARRINGTON J, FITZGERALD A, et al. The impact of a workplace catering initiative on dietary intakes of salt and other nutrients: a pilot study [J]. Public Health Nutr, 2011, 14(8): 1345-1349.
- [21] ROOS E, SALLIO-LAHTENKORVA S, LALLUKKA T. Having lunch at a staff canteen is associated with recommended food habits [J]. Public Health Nutr, 2004, 7(1): 53-61.
- [22] AN R. Fast-food and full-service restaurant consumption and daily energy and nutrient intakes in US adults [J]. Eur J Clin Nutr, 2016, 70(1): 97-103.
- [23] CLIFFORD ASTBURY C, PENNEY T L, ADAMS J. Comparison of individuals with low versus high consumption of home-prepared food in a group with universally high dietary quality: a cross-sectional analysis of the UK National Diet & Nutrition Survey (2008-2016) [J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 2019, 16(1): 9.
- [24] 张冬然. 中国成年居民在外就餐行为及其与体重、血压的关系 [D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2018.
- [25] BHUTANI S, SCHOELLER D A, WALSH M C, et al. Frequency of eating out at both fast-food and sit-down restaurants was associated with high body mass index in non-large metropolitan communities in midwest [J]. Am J Health Promot, 2018, 32(1): 75-83.
- [26] BURNS C, JACKSON M, GIBBONS C, et al. Foods prepared outside the home: association with selected nutrients and body mass index in adult Australians [J]. Public Health Nutr, 2002, 5(3): 441-448.

收稿日期:2021-04-26

(上接第 6 页)

- [27] 邸超. 全球蛋类消费将向蛋制品转变 [J]. 中国禽业导刊, 2013(9): 20-21.
- [28] 关洁. 我国农村居民水产品消费影响因素探析: 以山东农村居民鱼类产品消费为例 [J]. 生产力研究, 2013(7): 25-26.
- [29] 张成. 中国水产品供需问题研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2015.
- [30] 王海鹏. 我国诊断糖尿病疾病经济负担趋势预测研究 [D]. 济南: 山东大学, 2013.
- [31] 谭懋莘, 田考聪. 数学模型在人群疾病预测研究中的应用 [J]. 中国医院统计, 2005(1): 83-85.

收稿日期:2020-07-08