

# 近10年楚雄州玉米、水稻产量驱动因子初探

郭婷\*, 刘园园#, 李海龙, 李维华, 字兴珍, 赵进雨

楚雄师范学院资源环境与化学学院, 云南 楚雄

收稿日期: 2024年4月23日; 录用日期: 2024年5月22日; 发布日期: 2024年5月30日

## 摘要

随着科学技术的不断进步, 农业生产越来越离不开科学的指导和管理, 而粮食产量的高低对于整个国民经济发展起着至关重要的作用。本文以云南省楚雄彝族自治州水稻、玉米作为研究对象, 分别从自然要素和人文要素, 包括楚雄州气温、降水、化肥、农药使用量、总人口数量等驱动效应因子与玉米、水稻产量关系进行分析, 运用相关分析、多元线性回归分析方法, 探究楚雄州2006~2019年水稻、玉米产量的驱动因子。结果显示自然因素(气温、降水)对楚雄州近10年来玉米和水稻的产量驱动作用不显著, 人文要素中农药化肥施用量、人口数量的驱动作用最为显著。研究结果有望为楚雄州粮食产业发展策略研究提供科学依据。

## 关键词

楚雄州, 玉米, 水稻, 人为驱动

# Preliminary Study on the Driving Factors of Corn and Rice Yield in Chuxiong Prefecture in the Last 10 Years

Ting Guo\*, Yuanyuan Liu#, Hailong Li, Weihua Li, Xingzhen Zi, Jinyu Zhao

School of Resources, Environment and Chemistry, Chuxiong Normal University, Chuxiong Yunnan

Received: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2024; accepted: May 22<sup>nd</sup>, 2024; published: May 30<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

With the continuous progress of science and technology, agricultural production is more and more

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 郭婷, 刘园园, 李海龙, 李维华, 字兴珍, 赵进雨. 近10年楚雄州玉米、水稻产量驱动因子初探[J]. 农业科学, 2024, 14(5): 591-598. DOI: 10.12677/hjas.2024.145075

inseparable from scientific guidance and management, and the level of food production plays a crucial role for the development of the whole national economy. This paper took rice and corn in Chuxiong Yi Autonomous Prefecture of Yunnan Province as the research object, and analyzed the relationship between the natural factors and anthropic factors, including the driving effect factors such as temperature, precipitation, fertilizer, pesticide usage and total population in Chuxiong, and the yield of corn and rice, using correlation analysis and multiple linear regression analysis. To explore the driving factors of rice and maize yield in Chuxiong from 2006 to 2019. The results showed that the natural factors (temperature and precipitation) had no significant driving effects on the yield of corn and rice in Chuxiong during recent 10 years, while the anthropic factors, such as pesticide and fertilizer, had the most significant driving effects on the production. The results are expected to provide scientific basis for the research on the development strategy of grain industry in Chuxiong.

## Keywords

Chuxiong, Corn, Rice, Anthropic Driving Factors

Copyright © 2024 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

随着西部大开发战略的实施和云南经济的发展，楚雄州发展不断加快，人口数量持续增加，农作物的需求随之增大，而楚雄州整体农业发展不及国家现代农业发展的速度。玉米和水稻作为楚雄州主要的粮食作物，全州常年种植面积分别为 7.78 和 6.12 万  $\text{hm}^2$ 。

已有研究主要集中在玉米和谷物生产现状及环境的影响方面。李新河、黄宁在研究西南地区玉米产业现状发展时发现西南地区的玉米产业具有机械化程度低和产品单一的问题[1]，张运锋在研究楚雄州玉米产业发展中提到楚雄州玉米产业发展思路是以选育或引进优质抗逆玉米新品种为基础，提高单位、带动总产为目的，以加大玉米后期产业化发展为前期研究，最终带动楚雄州玉米科学发展[2]。孙国亮等人在研究楚雄州水稻生产中研究表明传统的以人工劳作为主的水稻生产方式效益越来越低，对环境承载压力日益增大[3]；段智源等人在基于生命周期评价的楚雄市水稻生产环境影响中发现通过氮肥的清洁生产和合理施用会降低楚雄市水稻生产造成环境影响的关键[4]。

粮食是农业的命脉，是人类赖以生存的基础，我国是世界上最大的粮食消费国。云南省稻谷种植历史悠久，是世界栽培稻起源地之一，水稻种植分布范围广。玉米已经成为了播种面积第一、总产第二的粮食作物。改革开放以来，云南找到粮食自求平衡的突破口，全省粮食生产取得了令人瞩目的成就，粮食总量和播种面积不断增加。2003~2014 期间云南粮食实现“十二连增”，粮食由长期需要大量外调到基本自求平衡的历史性转变。玉米和水稻是楚雄州重要的粮食作物，对农业及经济的发展起到重要的影响作用。因此，如何提高粮食生产水平已成为当前亟待解决的重要问题。本文研究对象为玉米和水稻，以典型的高原山地城市楚雄州为研究区，从自然要素和人文要素两方面探究玉米与水稻产量的主要驱动因素及驱动强度。研究结果有望为楚雄州粮食作物产量的健康发展提供科学依据。

## 2. 研究区域概况

楚雄彝族自治州位于云贵高原中部，地势西北高东南低，山地众多。境内属亚热带季风气候，立体

气候突出[5]。楚雄州的土壤养分酸碱度适中，宜种范围广；有机质含量中等，磷、钾含量丰富。是农业发展沃土。全州总土地面积 4388.7 万亩，耕地主要分布在海拔 230 米以下的中、半山丘陵，湖盆坝区。据土壤普查，全州水田耕地面积占 54%，旱地面积(包括菜地，轮歇地)占 46%。水田分布海拔跨度较大，大部分集中分布在楚雄、姚安、元谋、禄丰、南华、牟定、大姚等十几个中海拔坝子。旱地绝大部分分布在海拔 1900~2300 米之间的丘陵山区，低海拔河谷和高寒山区也有少量分布。耕作面积在 10 万亩以下的有姚安、永仁两县，其余七个县，面积在 10~20 万亩之间[6]。可开发利用的荒山荒地较多，人口密度每平方公里不到 90 人，人均土地面积宽阔。

楚雄州发展高原生态农业具有得天独厚的优势：1) 市场环境。全球化进程加快，中国与东南亚的农业贸易领域不断拓宽，农产品进出口贸易额快速增长。2) 区位环境。楚雄地处滇中经济圈，是川滇大通道的枢纽。是云南省建设连接东南亚、南亚国际大通道的重要节点，人流、物流、信息流将给楚雄农业的发展带来强大的推动力。且具备竞争优势和发展潜力的重点区域。3) 政策环境。紧紧抓住国家深入实施西部大开发战略和“桥头堡”战略的机遇，规划发展滇中经济区建设，加大对农业和农村基础设施建设、粮食增产百亿斤计划、优势特色产业发展等支持投入力度。4) 国际环境。最近十年，是中国经济持续快速发展、国际影响力日益扩大的时期，农业国际合作的领域和区域不断扩大，中国农业融入国际体系的程度进一步[7]。

### 3. 材料与方法

影响粮食产量的因素众多，本文结合云南省楚雄州实际情况选择了 14 个因子作为分析对象，通过相关分析、多元线性回归分析得到了楚雄州玉米、水稻产量的主要驱动因子。数据主要源于 2007~2020 年《云南省统计年鉴》、云南省气象局等。本文指标体系的构建、查阅相关与粮食产量影响因素分析有关的文献资料的基础上，结合指标选择应遵循的若干原则，建立了相应的评价指标体系，具体指标包括：粮食产量(万吨)、平均气温(摄氏度)、年降水量(毫米)、农业用地面积(万公顷)、国民生产总值(亿元)、公路通车里程(公里)、农药使用量(万吨)、化肥施用量(万吨)、家禽家畜数量(万头·只)。

相关分析是研究两个或两个以上处于同等地位的随机变量间的相关关系的统计分析方法，相关分析在工农业、水文、气象、社会经济和生物学等方面都有应用。它是描述客观事物相互间关系的密切程度并用适当的统计指标表示出来的过程。在一段时期内水稻玉米产量随经济水平上升而上升，这说明两指标间是正相关关系；而在另一时期，随着经济水平进一步发展，出现水稻玉米产量下降的现象，两指标间就是负相关关系。

在水稻玉米种植中，如能很好地了解各水稻玉米产量驱动因子对其产量的影响，这对于指导种植是十分必要的。而回归分析是主要探究变量之间相关关系和依存关系的一种有效方法。总体回归模型反映了变量间关系的总体趋势，线性总体回归模型形式简单、参数的估计与检验也相对容易，是最为常见的总体回归模型。多元线性回归模型的一般形式是  $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + u$ , ( $i = 1, 2, \dots, n$ )。其中， $Y$  为被解释变量， $X_1, X_2, \dots, X_k$  为解释变量； $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  为待估参数，即回归系数； $u$  为随机误差项； $k$  为解释变量个数； $i$  为观测值下标； $n$  为样本容量。在回归分析中因引入的效应因子较少或者没有进行最优的线性回归选择，因而不能很好地反应各效应因子与产量的相互关系，这样对于指导玉米水稻高产育种具有一定的片面性和无主次性。

### 4. 研究结果

据粮食产量和生产资料初步统计，全州水稻实现粮食产量在整体波动较大。玉米粮食产量实现稳步增长。本文将影响因素分为自然因素与人为因素，自然因素主要包括气温、降水。人为因素主要包括

人口、GDP、化肥施用量、农药施用量、公路运输里程、家禽家畜数量。

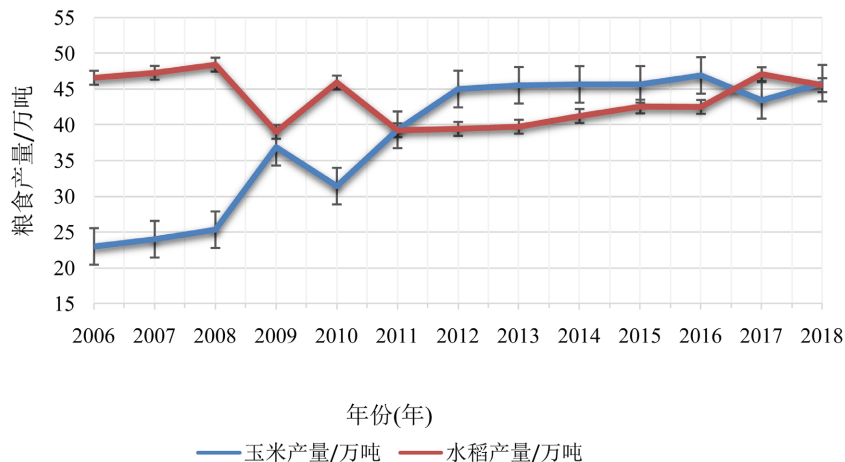


Figure 1. Trends in corn and rice yield changes in Chuxiong prefecture from 2006 to 2019  
图 1. 2006~2019 年楚雄州玉米和水稻产量变化趋势

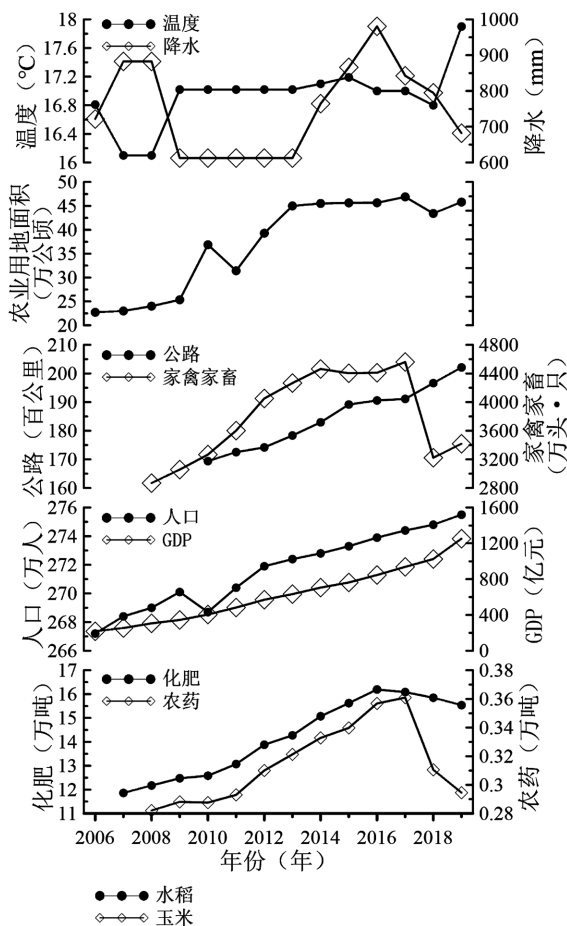


Figure 2. Changes in different driving factors from 2006 to 2019  
图 2. 2006~2019 年不同驱动因子的变化情况

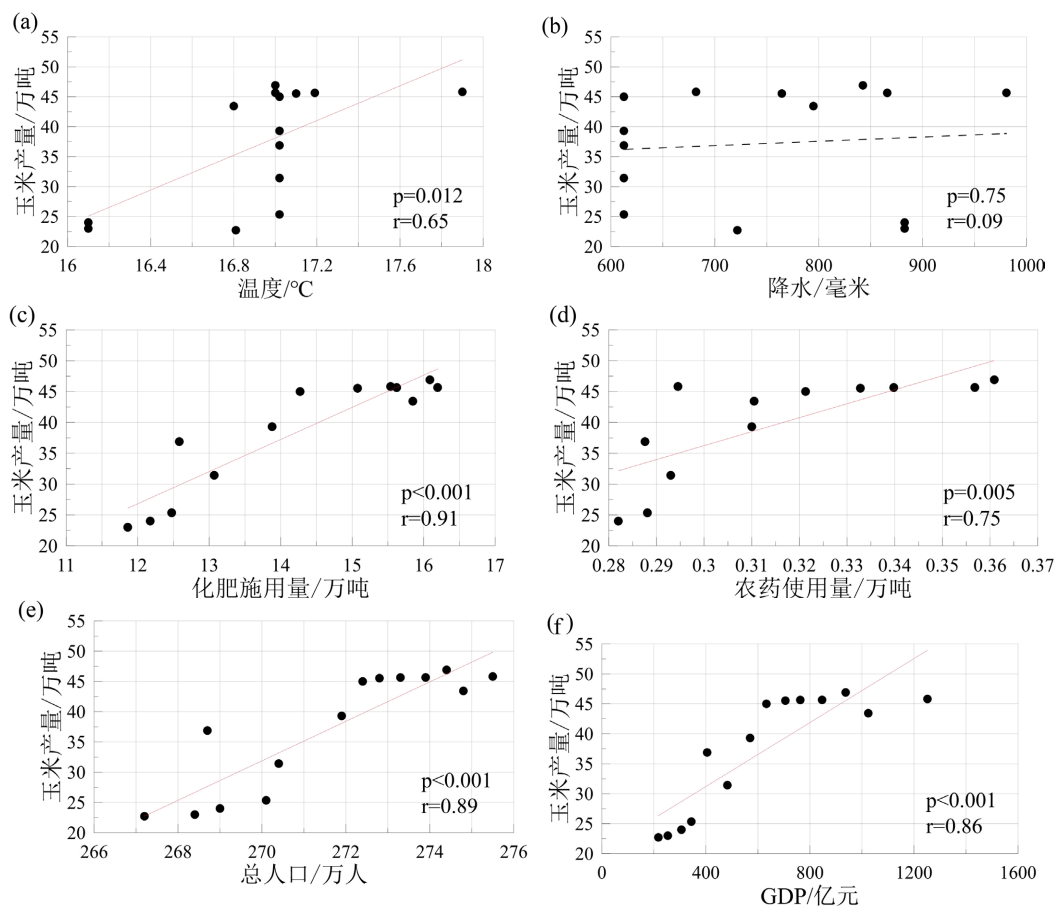
楚雄州玉米产量在 2006~2017 年呈现上升趋势。2017 年最高玉米总量高达 46.91 万吨，而 2017~2018

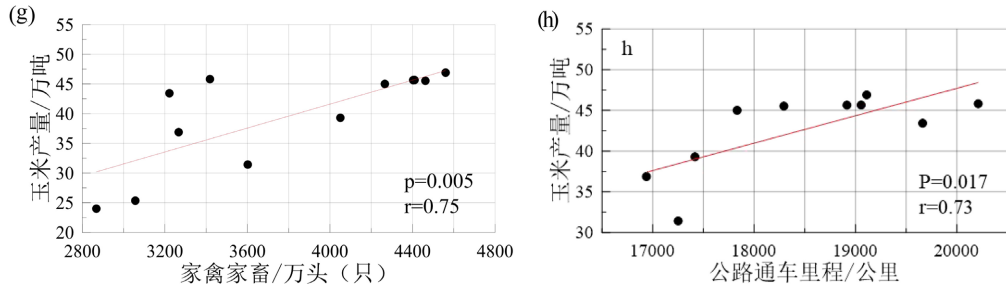
年呈现下降趋势, 2018 年玉米产量仅为 43.43 万吨, 比前年减少了 3.48 万吨至 2019 年楚雄州玉米产量又呈现上升趋势(图 1)。

楚雄州的水稻产量在 2006~2009 年呈现缓慢上升趋势, 2009 年的水稻产量高达 48.41 万吨, 但水稻产量在 2009~2010 年之间呈现急速下降趋势, 减少 9.39 万吨, 仅有 39.02 万吨; 而 2010~2011 年又呈现上升趋势, 2011 年的水稻产量为 45.92 万吨, 与前年相比增加 6.9 万; 且在 2011~2012 年, 楚雄州水稻的产量保持下降的趋势, 2012 年的水稻产量为 39.24 万吨, 比前年减少了 6.68 万吨; 不过楚雄州的水稻产量在 2012~2018 年之间呈现稳定上升趋势, 2018 年水稻产量达到 27.08 万吨。而 2018~2019 年期间, 水稻产量又呈现缓慢下降的趋势, 2019 年的水稻产量为 45.55 万吨, 比前年下降 1.53 万吨, 下降趋势不明显(如图 1 所示)。

2006~2009 年全州温度表现为先下降至平缓后直线上升趋势, 而全州降水量表现为先升高至平缓后直线下降趋势, 2009~2013 年前后, 全州温度和降水量表现为波动微小。2013~2018 年全州温度缓慢波动下降, 2018~2019 年呈现急速直线上升趋势。全州降水量于 2013~2016 年呈现稳定上升趋势, 2016 年达到降水量峰值 980.60 mm, 2016~2019 年呈现直线下降趋势, 降至 681.90 mm(如图 2 所示)。

全州化肥与农药施用量在 2006~2016 年呈现稳定上升趋势, 2016~2019 年, 化肥与农药施用量逐渐下降, 农药施用量下降趋势表现明显, 化肥施用量下降平缓(如图 2 所示)。全州人口在 2006~2016 年整体呈现缓慢上升趋势, 于 2010 年达到人口数量达到峰值全州 GDP 整体呈现稳步上升趋势(如图 2 所示)。全州公路运输发展于 2010~2019 年一直呈现稳定上升趋势, 家禽家畜产量从 2008~2017 年呈现缓慢上升趋势, 而 2017~2018 年间急剧下降, 2018~2019 年家禽家畜产量再次呈现缓慢上升趋势(如图 2 所示)。

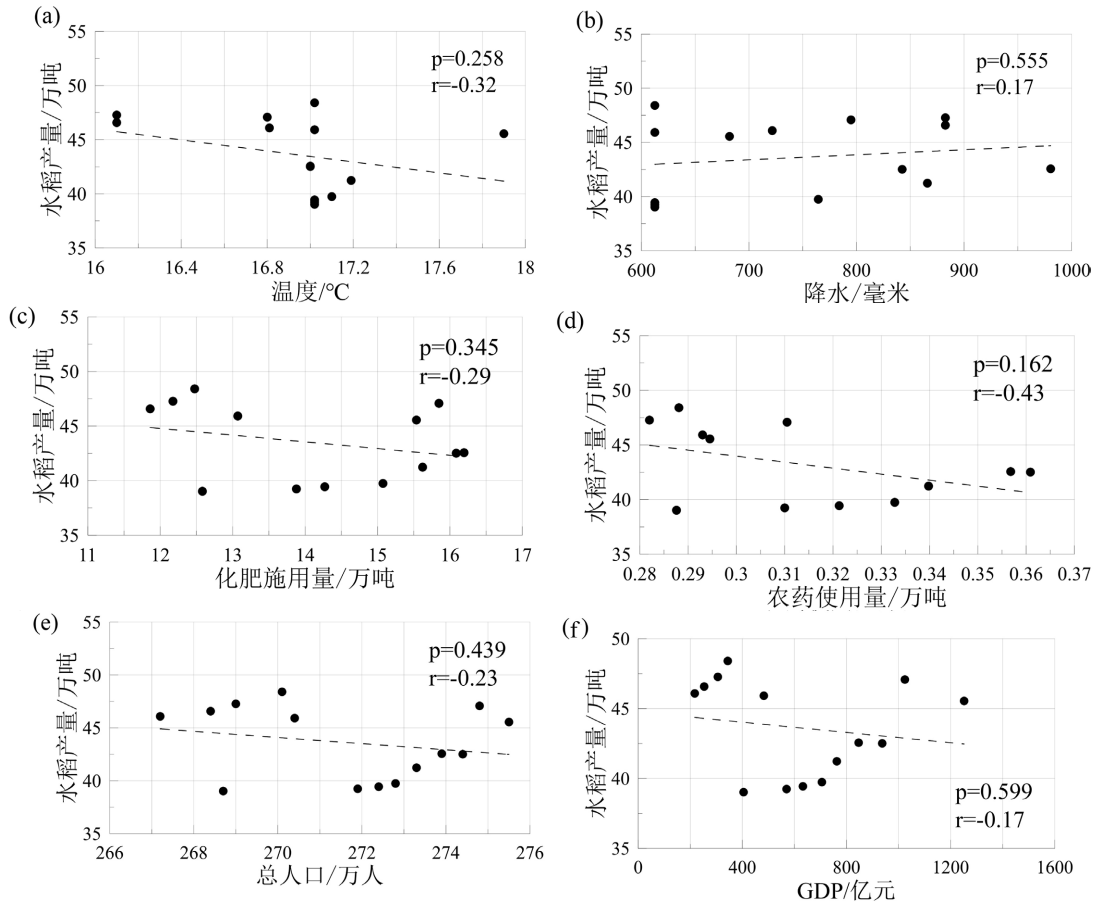




**Figure 3.** Scatter plot of correlation analysis of corn yield in Chuxiong Prefecture  
**图 3.** 楚雄州玉米产量相关性分析散点图

在对自然环境要素分析的过程中，楚雄州玉米产量与气温变化呈显著正相关关系，而与降水相关性并不显著(如图 3 所示，a、b)。人文环境要素与楚雄州玉米产量的关系均呈显著的正相关关系(如图 3 所示，c、d、e、f、g、h)。根据数据显示，自 2006 年以来随着社会经济水平(GDP)的提升，人口数量逐步增加，社会通达性(公路通车里程)提高，这些因素都提高了对玉米产量的需求、同时也拓展了玉米的销售市场，而农药、化肥施用量的增加更是直接促进了玉米产量的提升。

2006 年以来影响水稻产量的驱动因子与玉米显著不同(如图 4 所示)。相关分析结果显示，楚雄州水稻产量与自然要素之间不存在显著的相关关系(如图 4 所示，a、b)，而在与人文要素进行分析时，水稻产量仅与家禽家畜(鸡鸭羊牛等)的数量呈显著负相关关系(如图 4 所示，g)，与农药、化肥施用量、人口、GDP、公路通车里程等要素之间的相关关系均不显著。





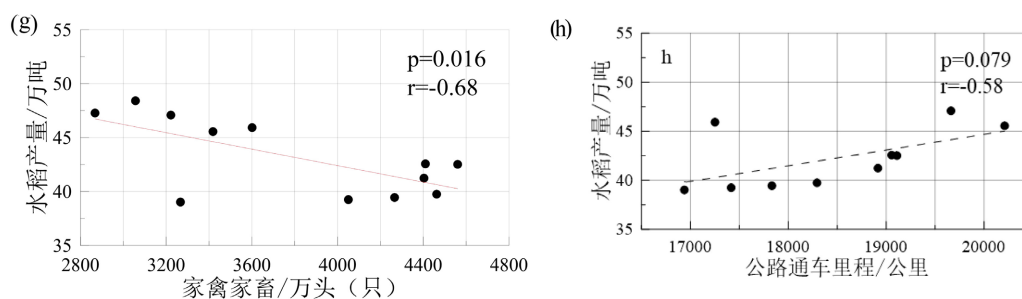


Figure 4. Scatter plot of correlation analysis of rice yield in Chuxiong Prefecture

图 4. 楚雄州水稻产量相关性分析散点图

以玉米产量和水稻产量分别为因变量，各环境要素为自变量开展多元回归分析，结果显示：

$$Y = 513.228 + 1191.238X_1 - 0.037X_2 - 0.017X_3 - 2.317X_4 - 0.007X_5$$

$$Z = 390.844 - 1230.129X_1 - 0.001X_2 + 0.03X_3 - 1.646X_4 + 0.21X_5$$

$X_1$  农药使用量， $X_2$  降水， $X_3$  家禽家畜， $X_4$  总人口， $X_5$  公路通车里程。

根据多元回归分析的结果表明，楚雄州玉米和水稻产量最主要的驱动因素是农药和总人口数量，自然要素(气温和降水)的影响并不显著。

## 5. 讨论

### 5.1. 楚雄州影响玉米产量的自然因素小于人为因素

李新河等在《关于西南地区玉米产业现状与发展建议》中综述了当前玉米临储制度改革背景下西南地区的玉米育种情况和玉米的生产、消费、流通，以及当前该地区玉米生产所受到的影响等相关玉米产业现状，表明西南地区玉米产业具有机械化程度低和产品单一的问题[1]；张运锋在《关于楚雄州玉米产业科学发展思路》中重点提出楚雄州玉米将来发展的重点方向，楚雄州玉米产业发展思路是以充分调研本州玉米发展现状、借鉴外地先进经验，依据楚雄州玉米生产实际来确定发展思路，以选育或引进优质抗逆玉米新品种为基础，提高单位、带动总产为目的，以加大玉米后期产业化发展为前期研究，最终带动楚雄州玉米科学发展[2]。

楚雄州地处云贵高原中部，根据气温和降水数据显示，该地的气候情况相对稳定，自然要素影响较小，由于该地降水不稳定，河流的储水较少。而玉米的种植区多为坝子地区，大多数是人为灌溉、或依靠水库等水利工程。因此分析，影响玉米产量的驱动因子中自然因素小于人为因素。

### 5.2. 楚雄州影响水稻产量的自然因素小于人为因素

孙国亮等在《关于楚雄州水稻生产中存在的问题及对策》中针对近年来，水稻生产资料及劳动力价格逐年上涨与稻谷价格低位徘徊的矛盾日益突出，传统的以人工劳作为主的水稻生产方式效益越来越低，对环境承载压力日益增大，同时为满足人们对绿色、优质稻米的迫切需求，必须加快转变水稻生产方式和种植技术，加快推进水稻专业化、规模化生产，加快推广水稻绿色、高效的机械化栽培技术[3]；段智源等基于生命周期评价的楚雄市水稻生产环境影响评价的研究表明水稻种植会直接和间接造成环境问题，结果表明楚雄市氮肥的清洁生产和合理施用是降低该区域水稻生产造成环境影响的关键[4]。

### 5.3. 楚雄州水稻、玉米产业稳步增长的原因

1、生产用水充足。2018 年全州夏收粮食生产期间雨水均匀，早稻和秋收粮食播种期间农业用水充足。据气象部门资料，2018 年 1 月至 6 月，平均降雨 368.8 毫米，比上年同期多 108.6 毫米；据水利部

门统计截至5月8日,库塘蓄水7.12亿立方米,仅比上年同期少0.49亿立方米,为大春生产提供必要的水源保证。

2、粮食面积稳步增长,带动粮食产量增长。2018年全州播种粮食作物392.69万亩,与上年相比全州粮食播种面积增加2.89万亩,增长0.7%;因粮食播种面积增长带动粮食产量增加0.96万吨,占全年粮食增加量的32.9%。

3、科技增粮措施落实到位。据农业局统计,全州实施省级绿色高产创建15片,示范面积16.25万亩,测土配方施肥390.33万亩。因科技增粮措施的落实,带动了粮食单产提高,增加粮食产量1.95万吨,占全年粮食增加量的67.1%。

4、防灾减灾措施有力,灾害减轻。据农业局统计,2018年全年粮食作物受灾12.12万亩,比上年下降67.6%。其中成灾7.06万亩,比上年下降56.1%;绝收0.18万亩,比上年下降84.6%。张涛等在《基于多元线性回归的山东省粮食生产影响因素分析》中研究2001~2020年山东省粮食产量增长各影响因素,基于SPSS软件得出粮食单产影响因素的方程以及各影响因素的贡献值,研究表明适量使用农药和化肥,提高粮食产量[8]。赵慧江在《基于回归分析的粮食产量影响因素分析》中研究1990~2005年影响我国粮食产量变化的主要因素中发现化肥施用量虽然对粮食增产有着积极作用,但过度使用化肥,必然在很大程度上降低土地肥力,抑制粮食生产,所以在合理控制化肥量的同时,也要加大对化肥质的提高[9]。

## 6. 结论

本篇研究旨在探讨近十年来,楚雄州玉米和水稻的产量的主要驱动因素。通过运用相关分析、多元线性回归分析方法、获取数据及图表综合分析可知,人口数量、农药和化肥使用这3个指标因素对粮食总量的影响程度相对较大。因此人为因素是楚雄州玉米和水稻产量的主要驱动力,而气候因素如气温和降水对此产量的影响并不明显。虽然农药与化肥施用量对粮食增产有着积极作用,但过度使用化肥,必然在很大程度上降低土地肥力,抑制粮食生产。所以在合理控制化肥量的同时,也要加大对化肥质的提高。以此保证楚雄州的玉米和水稻粮食产量。

## 基金项目

云南省大学生创新创业项目,202111391007。

## 参考文献

- [1] 李新河,黄宁.西南地区玉米产业现状与发展建议[J].农业研究与应用,2020,33(3):60-64.
- [2] 张运锋.楚雄州玉米产业科学发展思路[J].农业科技通讯,2014(3):17-18.
- [3] 孙国亮,陈建.楚雄州水稻生产中存在的问题及对策[J].中国种业,2018(4):44-46.
- [4] 段智源,王学良,何萍.基于生命周期评价的楚雄市水稻生产环境影响评价[J].南方农业,2020(14):172-176.
- [5] 崔昌文.楚雄彝族自治州人口分布空间统计分析[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2012(3):209-210.
- [6] 陶冶.楚雄州土壤简说[J].楚雄师专学报,1992(3):41-48.
- [7] 李皎,许玉贵.云南省楚雄州高原特色农业发展战略选择[J].经济师,2013(5):195-196.
- [8] 巫琦玲,张葵.基于回归分析的粮食产量影响因素分析[J].粮食科技与经济,2017,42(6):35-37.
- [9] 赵慧江.基于回归分析的粮食产量影响因素分析[J].怀化学院学报,2009,28(2):31-35.