

基于LMDI分解法的茶叶增产因素分解研究

马朝雪, 沈岩, 武悦

阜阳师范大学数学与统计学院, 安徽 阜阳

收稿日期: 2026年4月11日; 录用日期: 2026年5月2日; 发布日期: 2026年5月13日

摘要

基于FAOSTAT数据库的中国茶叶产量、收获面积及单产数据, 探究1961~2024年中国茶叶产量增长的阶段性演变特点。通过建立LMDI模型, 将茶叶产量变化量分解为面积效应对总产量变化的贡献量与单产效应对总产量变化的贡献量之和, 比较各个年份的面积效应与单产效应对茶叶产量总体贡献率, 再将年份分阶段并分析茶叶产量变化量的阶段性演化规律。最终得到以下核心结论并分析模型结果得出结论: 中国茶叶产量长期呈低平稳向高扩张演进趋势, 增产动力经历“面积主导→单产主导→两者结合→面积主导”的过程, 当前面积扩张仍是核心驱动。

关键词

茶叶产业, 产量增长, LMDI分解, 面积效应, FAOSTAT数据库

A Study on the Decomposition of Factors Contributing to Tea Yield Increases Using the LMDI Method

Chaoxue Ma, Yan Shen, Yue Wu

College of Mathematics and Statistics, Fuyang Normal University, Fuyang Anhui

Received: April 11, 2026; accepted: May 2, 2026; published: May 13, 2026

Abstract

Using data on China's tea production, harvested area and yield per unit area from the FAOSTAT database, this study investigates the key factors influencing the growth of China's tea production and the characteristics of its phased evolution between 1961 and 2024. By establishing an LMDI model, the change in tea production is decomposed into the sum of the contribution of the area effect and the contribution of the yield effect to the change in total production. The overall contribution rates

of the area effect and the yield effect to tea production are compared across different years. The years are then grouped into phases to analyze the phased evolution patterns of changes in tea production. The following key conclusions were ultimately drawn, based on an analysis of the model results: China's tea production has long exhibited a trend of evolution from low-level stability towards high-level expansion; the drivers of production growth have undergone a process of "area-dominated → yield-dominated → a combination of both → area-dominated", with area expansion remaining the core driver at present.

Keywords

Tea Industry, Output Growth, LMDI Decomposition, Area Effect, FAOSTAT Database

Copyright © 2026 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

我国是茶叶发源地，茶叶产业历经数千年发展已成为农业重要支柱，近年来茶叶种植、产量及产区分布均呈现出独特发展态势[1]。茶叶是中国特色经济作物与重要出口农产品，茶叶产量增长不仅关系到农业产业结构优化，更与茶区乡村振兴、农民增收密切相关。农业产量增长的主要影响因素可归结为“扩面”（扩大种植面积）与“提单产”（提升单位面积产量）两类[2]，二者背后对应着不同的资源配置逻辑：扩面依赖耕地资源投入，具有明显的资源约束性，易引发与粮食作物、其他经济作物的土地竞争[3]；提产依托农业技术进步与精细化管理，是突破资源约束、实现产业高质量发展的核心路径[4]。厘清茶叶产量增长中面积与单产的贡献比例及阶段性演化规律，对制定茶叶产业可持续发展政策具有重要现实意义。现有农业增产驱动研究多聚焦于粮食作物，对于经济作物的分解分析相对不足[5]。实证检验了农业保险对三大粮食作物产量的影响效果及作用机制[6]，发现在粮食方面，单产提升对粮食增产的贡献高于面积。而在茶叶领域，现有研究多围绕省际空间格局、茶叶产业集聚展开[7]。探究了30年以来中国茶叶种植空间布局及演变规律[8]，探究中国茶叶产业集聚的发展态势，为进一步提升中国茶叶产业集聚水平，应进一步推动中国茶叶产业升级，促进茶叶产业高质量发展。

总之，目前缺乏学者对国家尺度下长时间序列的茶叶增产因素分解的研究，难以系统揭示中国茶叶产业近60余年的增产原因与转型变化。基于此问题，本文以FAOSTAT数据库中1961~2024年中国茶叶数据为基础，采用对数平均迪式分解指数法，将茶叶产量变化量分解为面积效应与单产效应，从年度总体和阶段演化两个维度分析二者的贡献特征，弥补茶叶产业国家尺度长序列分解研究的空缺。另一方面，本文将年度分解与分阶段汇总相结合，对比并汇总了不同发展阶段的茶叶增产影响因素差异，最终得出结论并提出可行性建议，为茶叶产业差异化布局与精准施策提供支撑。

2. 描述性统计分析

为初步了解茶产业现状，先对茶叶产量的变化量及茶产业增长/衰减规律进行描述性统计分析。

2.1. 茶叶产量变化量趋势

对1961~2024年茶叶产量变化量进行研究，可以从图1看到，1962年~1990年茶叶变化量基本保持平稳不变，但在1990年开始，茶叶产量变化量大幅度增长后又急剧下降，在1997年之后，茶叶产量变

化量整体呈正向增长，但年度之间波动幅度较大。

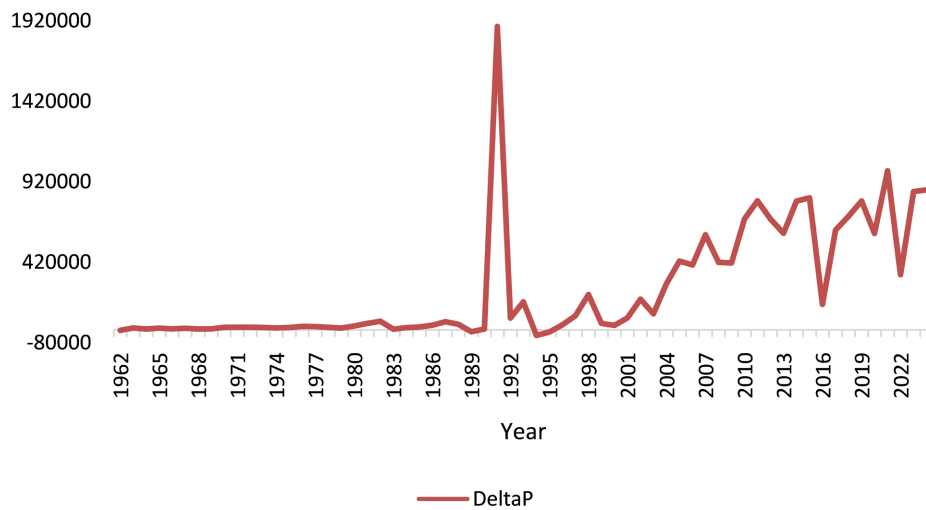


Figure 1. Chart showing trends in tea production
图 1. 茶叶产量变化量趋势图

2.2. 茶叶产量变化量的阶段趋势

为了更清楚地了解茶叶产量变化量随时间变化的波动，按照茶产业关键政策节点将 1961~2024 年分为四个阶段，探索中国茶叶产量变化量由低位向高位的发展趋势演变规律。

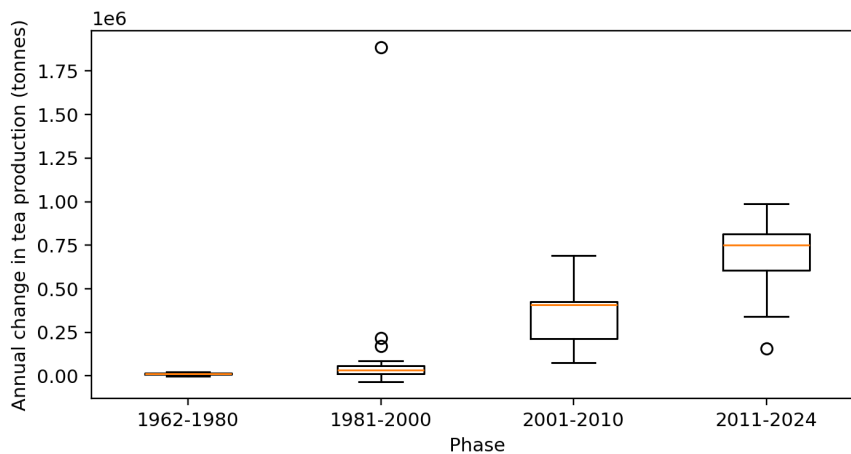


Figure 2. A chart showing the trends in tea production over time
图 2. 茶叶产量变化量的阶段趋势图

从图 2 可以看出，四个阶段茶叶产量变化量的箱体位置整体一直上移，说明整个时期的产量增量平均水平在持续上升。1962~1980 年箱体位置处于最低且分布紧凑，表明早期茶叶的增产规模有限、波动相对较小。1981~2000 年箱体上移，上须和离群点拉长，这一阶段在总体增量有所提高，但出现了少数年份的跳跃式增长。2001~2010 年箱体进一步抬升，四分位区间扩大，反映出茶叶增产进入稳定的扩张阶段。但年度间产量波动幅度相较以前有所增加。2011~2024 年箱体和中位数达到最高，中位数约为 75 万吨，

四分位区间与离群点的分布范围也达到最大,表明近年来茶叶产量增量处于四个阶段中的最高水平范围,且年度间的产量波动较大。

2.3. 中国茶产业指数化趋势

图 3 反映了 1960~2024 年茶叶产量、单产、种植面积三大指数的变化。产量指数整体持续上升,1960~1990 年增长基本停滞且处于低位,1990 年后进入快速扩张期,2010 年后更是爆发式增长,2020 年指数突破 15,000,相较于 1960 年增长约 150 倍,实现了总产量的跨越式提升;对于单产指数,在 1990 年后提升最显著,此时可能是茶叶增产的主要动力,2010 年后增加速度趋于平缓;而种植面积指数在 1970~1990 年增长平缓,此时种植面积指数与单产指数几乎重合,两者对茶叶的增产作用近似,2010 年后持续上升,但增长指数低于单产指数。

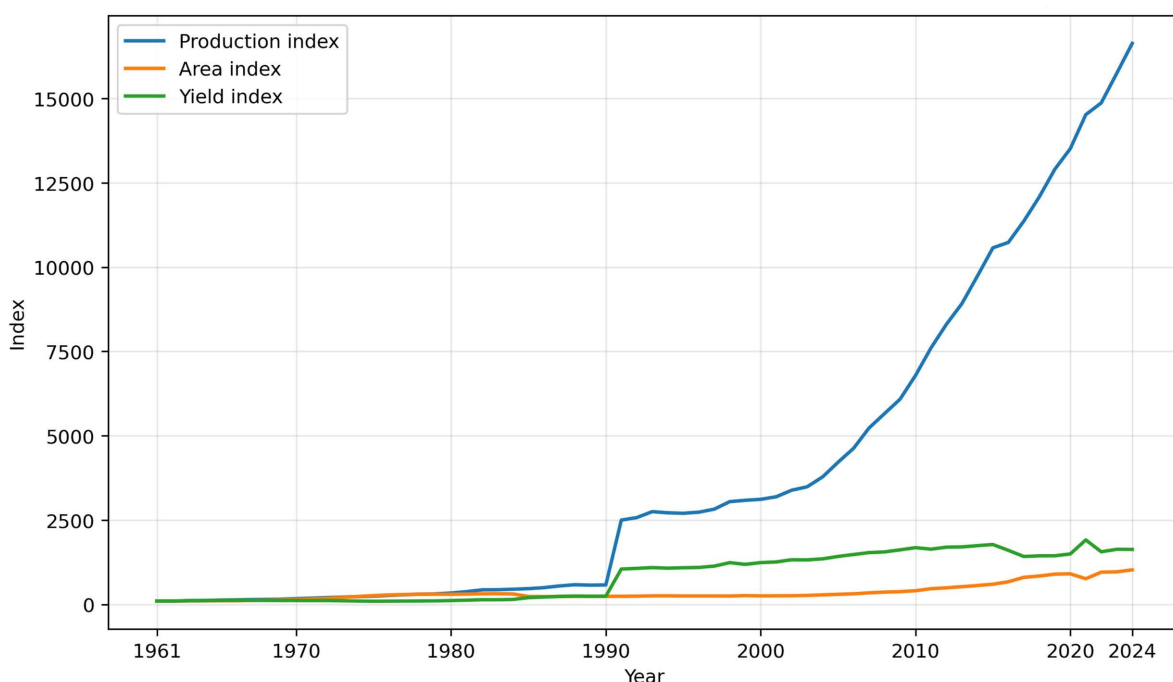


Figure 3. Trend charts for tea production, yield per unit area and harvested area index

图 3. 茶产量、单产、收获面积指数趋势图

3. 基于 LMDI 模型的中国茶叶增产驱动分解研究

3.1. 模型简介

LMDI (对数平均迪氏指数)模型是按照 Divisia 指数原理,将目标指标的总变化拆解为若干影响因素的绝对贡献,从而识别量化各因素的影响程度。该模型有两种形式:加法形式(LMDI-I)与乘法形式(LMDI-II)。其中,加法形式关注总量的绝对变化分析,能够直接计算各因素对总变动的绝对贡献值;乘法形式则侧重于比例变化分析,用于衡量各因素对总变化率的相对贡献。本研究旨在探究面积效应与单产效应对茶叶产量的影响机制,为明确两种效应的贡献率,最终选用加法形式(LMDI-I)构建分解模型。

3.2. 数据来源与变量

数据来源:本文数据选自 FAOSTAT (Crops and livestock products)

数据变量：选取的核心变量为茶叶生产相关的三个指标：

- ① Production (t)：茶叶总产量，单位为吨(ton)；
- ② Area-harvested (ha)：茶叶收获面积，单位为公顷(hectare)；
- ③ Yield (kg/ha)：茶叶单产，单位为千克/公顷，指单位面积的茶叶产量水平。

这些是构建 LMDI 加法分解模型的基础变量，对应总产量(P)、收获面积(A)、单产(Y)的模型指标，为后续分解面积效应和单产效应提供了数据支撑。

3.3. 模型建立

为简化模型中的分析维度，模型假设总产量 P 仅由收获面积 A 和单产 Y 共同决定。其中：

$$P = A \times Y \quad (1)$$

其次定义茶叶总产量的变化量：

$$\Delta P = P_t - P_{t-1} \quad (2)$$

其中 t 表示当期， $t-1$ 表示基期；基于 LMDI 加法分解原理，总产量变化量可以进一步分解为：

$$\Delta P = \Delta P_A + \Delta P_Y \quad (3)$$

其中 ΔP_A 表示面积效应对总产量变化的贡献量， ΔP_Y 表示单产效应对总产量变化的贡献量；两者的具体表达式分别写为：

$$\Delta P_A = L(P_t, P_{t-1}) \ln \left(\frac{A_t}{A_{t-1}} \right) \quad (4)$$

$$\Delta P_Y = L(P_t, P_{t-1}) \ln \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right) \quad (5)$$

其中 A_t 、 A_{t-1} 分别为第 t 期和第 $t-1$ 期的茶叶收获面积， Y_t 、 Y_{t-1} 分别为第 t 期和 $t-1$ 期的茶叶单产； $L(P_t, P_{t-1})$ 为对数平均函数； $L(P_t, P_{t-1})$ 的定义为：

$$\begin{cases} L(P_t, P_{t-1}) = P_t, P_t = P_{t-1} \\ L(P_t, P_{t-1}) = \frac{(P_t - P_{t-1})}{(\ln P_t - \ln P_{t-1})}, P_t \neq P_{t-1} \end{cases} \quad (6)$$

综上，对数平均函数的数学特性使分解结果无残差项，实现总产量变动在面积、单产效应上的完全分解，LMDI 分解的运算规则决定了无论先计算面积效应再计算单产效应，最终得到的 ΔP_A 和 ΔP_Y 数值完全相同，保证了分解结果不随面积、单产效应的排序改变而变化，能保证不同分析场景下结论的一致性。

3.4. 模型结果与分析

3.4.1. 年度产量变化量的分解

从图 4 来看，面积效应和单产效应并非始终同向变化，而是在不同年份表现出显著波动。面积效应最大值出现在 2022 年，约为 3.4 百万吨；最小值出现在 2021 年，为 -2.92 百万吨。而单产效应最大值出现在 2021 年，最小值出现在 2022 年，约为 -3 百万吨。由此可见，茶叶收获面积的变化和茶叶单产的波动在个别年份都可能成为产量变化的主要来源。

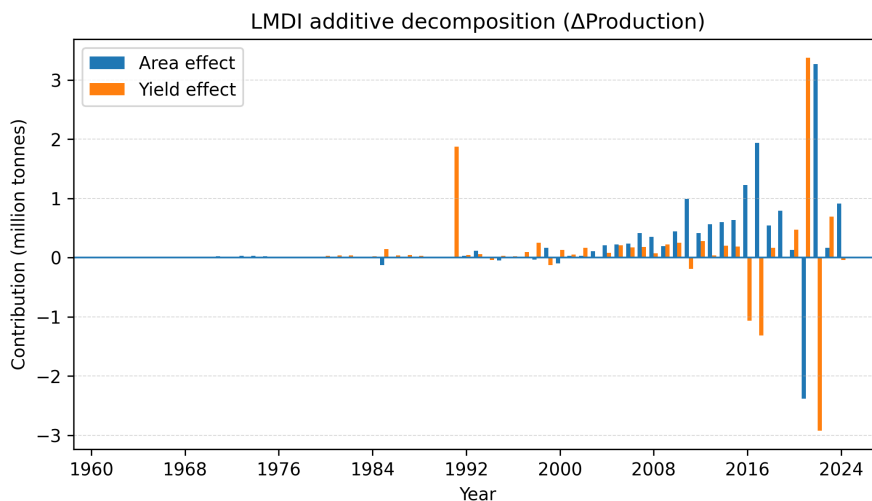


Figure 4. Time-series chart showing the breakdown of annual production volume changes
图 4. 年度产量变化量分解时序图

3.4.2. 总体累计贡献效应

Table 1. Table showing the overall cumulative contribution of yield per unit area and area effects
表 1. 单产与面积效应的总体累计贡献表

Item (1961~2024)	Value
ΔP	16.202 (million tonnes)
ΔP_A	12.24 (million tonnes)
ΔP_Y	3.962 (million tonnes)
Area share	75.55%
Yield share	24.45%

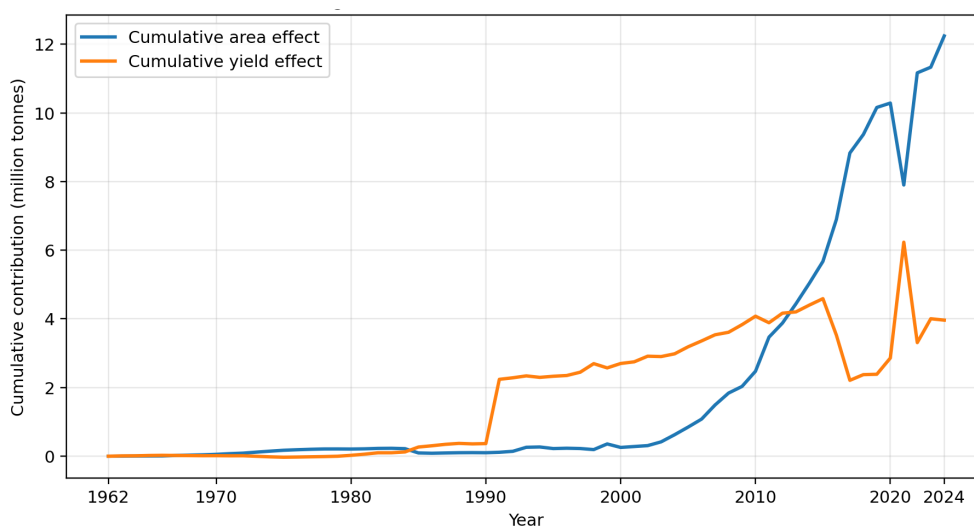


Figure 5. Time series chart showing the overall contribution of cumulative yield per unit area and the area effect
图 5. 累计单产与面积效应的总体贡献时序图

表 1 表明, 在 1961~2024 年的茶叶产量变动中, 面积效应对总产量变化的贡献量为 12,240 万吨, 单产效应对总产量变化的贡献量为 396.2 万吨。从贡献份额看, 面积效应对总产量变化的贡献率占 75.55%, 明显高于单产效应的 24.45%, 说明中国茶叶长期增产总体上茶叶收获面积占主导地位。

从图 5 可以看出, 累计茶叶单产效应在 1990 年开始明显上升, 这个时期的技术进步、良种推广和管理改善可能推动了茶叶增产。相比之下, 累计面积效应在 2000~2010 年后快速上升, 2010 年后呈现爆发式上升, 并最终超过了单产效应, 表明近些年中国茶叶产量扩张更多依赖种植面积增加; 2020~2024 年, 茶叶面积效应和单产效应虽然都有些波动, 但整体仍保持上升趋势, 两条曲线的变化轨迹可以看出茶叶增产动力是由“单产主导”向“面积主导”转变的过程。

3.4.3. 分阶段时期贡献效应

从图 5 中可以看出面积效应与单产效应在不同阶段对茶叶增产的影响有着明显差异, 为了了解其中的变化规律, 将 1961~2024 年按照前文阶段时期划分及效应增长的关键节点综合考虑仍分为以下四个阶段, 分析单产与面积效应的分阶段时期贡献量, 结果如表 2 所示:

Table 2. Table showing the contribution of yield and area effects by stage

表 2. 单产与面积效应的分阶段时期贡献表

阶段	ΔP (tonnes)	ΔP_A (tonnes)	ΔP_Y (tonnes)	Area share (%)	Yield share (%)
1961~1980	231,415	206,982	24,428	89.44%	10.56%
1981~2000	2,682,077	40,872	2,641,235	1.52%	98.48%
2001~2010	3,523,000	2,192,834	1,330,105	62.24%	37.75%
2011~2024	8,850,100	8,774,303	75,922	99.14%	0.86%

从表 2 结果来看, 1961~1980 年, 茶叶产量累计增加 231,415 吨, 其中面积效应贡献量为 206,982 吨, 贡献率占 89.44%; 单产效应为 24,428 吨, 贡献率占 10.56%。在早期阶段, 茶叶增产主要依靠种植面积扩张。1981~2000 年, 茶叶产量累计增加 2,682,077 吨, 其中面积效应仅为 40,872 吨, 比例占 1.52%; 单产效应达到 2,641,235 吨, 占 98.48%。这一阶段单产效应几乎决定了产量的增长, 说明随着改革开放后农业技术进步、良种推广及经营管理改善, 茶叶生产开始由单纯扩张转向依靠提升茶叶质量增效。2001~2010 年, 茶叶产量增加了 3,523,000 吨, 其中面积效应占 62.24%, 单产效应占 37.75%; 该阶段增产动力表现为面积扩张与单产提升共同影响, 但面积效应开始占据主导。2011~2024 年, 茶叶产量累计增加 8,850,100 吨, 其中面积效应占 99.14%; 单产效应占 0.86%。这一结果反映了近年来中国茶叶增产再次主要依赖茶叶收获面积, 单产提升的边际贡献减弱。

4. 结论与建议

4.1. 结论

(1) 中国茶叶产量增长呈现出由低平稳向高扩张演进的长期趋势特征。随着时间推进, 茶叶产量变化量的不断提升, 阶段间差异逐渐拉大, 中国茶叶产业增长规模持续扩大, 中国茶叶增产不仅具有显著的长期上升趋势, 而且表现出了明显的阶段性和波动特征。

(2) 中国茶叶产量增长具有阶段性特征, 不同历史时期的主导动力存在差异。早期增长主要依靠面积扩张, 中期更多依靠单产提升, 进入新世纪后则表现为面积扩张与单产提升并行, 而近阶段再次回到以面积效应为主的局面。

(3) 从长期趋势看, 面积扩张仍然是当前中国茶叶增产的核心驱动, 但这种增长方式也意味着土地资

源约束、生态压力和区域布局效率等问题可能逐渐凸显。若未来仍主要依靠扩面积实现增产，成本和可持续性风险可能将上升。

4.2. 建议

(1) 针对茶产业存在的单产效应停滞问题，国家应将重点放在提升单位面积产出效率上。加强高产、优质、抗逆茶树新品种研发与推广，结合不同产区条件完善良种繁育体系；同时，加快修剪更新、科学施肥、绿色防控和水肥管理等关键栽培技术的集成推广，提高技术到田到户的转化效率。对于老旧低效茶园，还应通过改土培肥、完善灌排设施和更新衰老茶树等方式推进改造，夯实单产提升的基础条件。

(2) 针对茶产业对面积扩张的路径依赖，应强化土地利用规划和新增茶园准入管理，引导产业发展由“扩面积”转向“提质量”。应依据气候、土壤、坡度和水资源条件，科学划定适宜种植区与限制发展区，严格控制在生态脆弱区和非适宜区盲目扩种。与此同时，应将新增茶园的生态可持续性纳入约束条件，完善生态影响评估、水土保持和投入品减量等配套要求，并通过生态补偿和财政奖补等方式，增强地方和经营主体绿色发展的积极性。

(3) 从长期看，解决单产停滞与面积依赖两大问题，需推动茶产业由数量扩张型增长转向质量效益型增长。应支持标准化种植基地建设和质量追溯体系完善，提升茶叶原料品质稳定性；鼓励发展茶饮料、茶食品等深加工产品，延伸产业链、提高附加值；同时加强区域公用品牌和企业品牌建设，提升市场溢价能力。并应优化茶产业考核导向，弱化面积和总产量指标，强化单产水平、亩均产值和绿色发展成效等指标，引导产业走向提质增效和可持续发展。

基金项目

2024 年国家级大学生创新训练计划项目(202410371029)；2025 年省级大学生创新训练计划项目(S202510371028)。

参考文献

- [1] 郭丰歌, 马家骏. 乡村振兴背景下的茶叶经济发展路径[J]. 福建茶叶, 2025, 47(12): 8-10.
- [2] Hercídio, T. and Manjeet, K. (2021) Growth and Instability in Area, Production and Yield of Tea in India. *Journal of Agricultural Development and Policy*, **30**, 56-62.
- [3] Liu, J., Zhang, C., Hu, R., Zhu, X. and Cai, J. (2019) Aging of Agricultural Labor Force and Technical Efficiency in Tea Production: Evidence from Meitan County, China. *Sustainability*, **11**, Article 6246. <https://doi.org/10.3390/su11226246>
- [4] Govereh, J. and Jayne, T.S. (2003) Cash Cropping and Food Crop Productivity: Synergies or Trade-Offs? *Agricultural Economics*, **28**, 39-50. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2003.tb00133.x>
- [5] 陈柳言, 顾海英. 农业保险对粮食作物产量的影响及作用机制——以三大粮食作物为例[J]. 农业技术经济, 2025(5): 4-19.
- [6] 王怡婷, 文姝蓉, 果文帅, 钟钰. 中国粮食增产的贡献分解与路径分析[J]. 科技导报, 2024, 42(16): 26-39.
- [7] 陆国稳. 2005-2030 年中国茶叶种植空间格局模拟及演变特征分析[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2023.
- [8] 毛昭庆, 张远强, 曾贞, 张晓娇, 鄢文光, 伏成秀. 中国茶叶产业集聚水平测度分析[J]. 农学学报, 2024, 14(10): 92-100.