

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2021.02.007

基于主成分分析法的安徽省经济发展质量综合评价

孟 强

(阜阳师范大学商学院,安徽 阜阳 236000)

摘要:高质量发展是“十四五”期间经济发展的主题。作为中部地区核心省份之一,安徽省经济高质量发展事关中部崛起战略的实施。为了准确了解安徽省经济高质量发展现状,以便针对性地采取措施提升经济发展质量,采取“构建综合评价体系+评价方法”的模式,基于主成分分析,运用 SPSS23.0 软件对安徽省 2006—2018 年 21 项经济指标进行实证分析。研究表明:安徽省经济发展正逐步呈现出高质量发展趋势;经济增长速度与经济发展质量上出现了失衡的现象;经济高质量发展创新驱动质量有不稳定的现象。基于此,提出了注重优化经济结构调整、注重创新和教育投资巩固创新驱动动力、加强执政能力建设保持经济增长稳定性 3 点建议。

关键词:安徽省;经济高质量发展;综合评价;主成分分析

中图分类号:F127.54 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2021)02-0043-06

The Comprehensive Evaluation of Economic Development Quality in Anhui Province Based on Principal Component Analysis

MENG Qiang

(Business School, Fuyang Normal University, Fuyang, Anhui 236000, China)

Abstract: High-quality development is the theme of economic development during the 14th Five-Year Plan period. As one of the core provinces in the central region, the high-quality economic development of Anhui province is related to the implementation of the strategy of the rise of the central region. In order to have an accurate understanding of the current situation of high-quality economic development in Anhui so as to make targeted measures to improve the development quality, this paper adopts the mode of “building a comprehensive evaluation system + evaluation method” based on PCA, using SPSS 23.0 to carry out an empirical analysis of the 21 economic indicators from 2006 to 2018. The research shows that firstly, the economic development of Anhui is gradually showing a trend toward high quality development; second, there is an unbalance between the economic growth rate and the quality of economic development; lastly, the quality of the innovative drives of high-quality economic development is unstable. Based on this, this paper puts forward three suggestions: focusing on optimizing economic structure adjustment, focusing on the innovation and education investment to consolidate the driving force of innovation, and strengthening the construction of governance capacity to maintain a stable economic growth.

Keywords: Anhui province; quality of economic development; comprehensive evaluation; principal component analysis

0 引言

党的十九大报告指出:我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,区域经济的高质量发展是可持续发展的内在要求^[1-2]。“十四五”阶段的发展主题是高质量发展,不但要求经济发展进入高质量发展阶段,社会、生态、文化、国家治理体系都要

进入高质量发展阶段。中国在经济上取得了令人瞩目的成就,改革开放 40 年中国 GDP 总量增长了 33.5 倍,年均增长 9.5%,但从根本上看,这仅是“量”的提升,而非“质”的提高。过去的经济高速增长主要通过高投入、高消耗、高集中度的粗放式经济发展方式。这直接导致了我国经济发展结构出现了失衡的现象,凸显出科技创新投入不足、产能

收稿日期:2021-03-11

基金项目:阜阳师范大学校级项目(2019JYXM43)。

作者简介:孟强(1988—),男,安徽阜阳人,助教,硕士,研究方向:经济统计,财务分析研究。

过剩、环境污染、生态严重破坏等问题。因此,规模扩张的发展模式全面转向更加注重质量、效率、效益的高质量经济发展方式已迫在眉睫。

安徽省地处我国中部腹地,是我国东、中、西部地区协调发展的重要桥梁和纽带。2020 年全省 GDP 总量 38 680 亿元,增长率 3.9%,增速全国第 4,超出全国 GDP 增长率 1.6 个百分点,GDP 总量是 1978 年 GDP 总量的 300 余倍^[3]。但经济总量的大幅度增长并没有大幅提升安徽省的经济发展质量,GDP 增长波动率增大、贫富差距逐渐扩大、生态失衡、环境污染等问题已经影响到了经济的可持续发展。如,2019 年安徽省 GDP 增长波动率是 2018 年的近 12 倍;2018 年工业废气排放量大幅增加超 6 000 亿 m³^[4]。因此,对安徽省近年来经济发展质量情况展开研究,不仅可以准确地了解安徽省经济发展质量的现状和发展趋势,以便采取针对性的措施提升经济发展质量,也能为中部其他省份经济高质量发展提供借鉴。

1 文献综述

国内外学者早期关于经济发展质量的研究主要集中在经济增长效益和社会财富积累方面。众多学者普遍认为经济增长质量是产出过程中资源使用规模和利用效率的变化关系,经济增长速度是经济发展质量的重要补充^[5]。粗放式的高速增长随之而来的是经济结构失衡、环境污染、居民收入差距不断扩大等社会问题的出现。国内外学者开始着重研究高质量经济发展的影响因素。Barro^[6]认为高质量的经济发展不仅要满足社会物质方面需要,也要满足文化、精神和社会等方面需求,劳动者受教育水平、社会保障投入、可持续发展指标等内容也影响着经济发展质量;随后他将政治制度、收入分配制度、健康状况、宗教信仰和犯罪等内容纳入经济发展质量的研究维度^[7],进一步扩展了经济发展质量的研究框架。国内学术界对于经济高质量发展的研究主要集中在我国经济高质量发展现状和驱动因素上,从环境规制、科技创新、人力资本、财政支出、金融聚集、产业协同效应等方面丰富了经济高质量发展驱动因素^[8-11]。

在经济发展质量评价研究方面,国内外学者普遍构建经济发展质量评价指标体系对区域经济发展质量进行综合测度。经济高质量发展应该能缩小贫富差距、使经济结构合理、生态环境得到保护、能够实现可持续发展等^[2]。因此许多学者主要结合地区经济发展分享性、稳定性、有效性、协调性、

创新性、持续性等方面,从不同方面和角度构建综合评价指标研究区域经济发展质量情况^[12-13]。如张侠等^[14]从经济动力、效率创新、绿色发展、美好生活、和谐社会 5 个方面构建了中国经济高质量发展指标体系。

在经济发展质量评价方法应用上主要有熵值法、主成分分析法、因子分析法等。由于单一评价方法在评价经济发展质量时存在较多的主观成分,因此许多学者在测度经济发展质量时普遍采取“构建综合评价体系+评价方法”的模式进行综合评价^[15]。

综上,现有文献主要从宏观视角研究经济高质量发展状况以及在理论层面探讨经济发展质量驱动因素,涉及具体省区或地域的研究较少。在经济发展质量评价研究方面主要采取构建综合评价体系进行经济发展质量测度,但在指标的选取中存在指标选取比较宏观、不够全面、针对性不强的问题。本文在结合安徽省经济发展数据的基础上,针对省域经济发展特点构建经济发展质量综合评价体系对安徽省经济发展质量进行评价,研究省域经济发展质量情况,分析制约经济高质量发展的主要因素,进而提出推动省域经济高质量发展的具体措施。

2 综合评价指标的构建

经济发展质量是一个综合性的概念,本文借鉴国内众多学者采用的构建综合评价指标的方式研究区域经济发展质量。在借鉴国内外学者已有的评价指标体系的基础上,结合安徽省经济发展客观情况及具体数据,从收入水平、稳定性水平、产出效率水平、经济结构水平、创新水平、绿色发展水平 6 个方面比较全面地选取了 21 个指标构建了安徽省经济发展质量综合评价指标体系(表 1)。

3 经济发展质量实证评价过程

3.1 样本选取与数据来源

本文所使用数据主要来自 2007—2019 年的《安徽统计年鉴》^[4],部分数据来自《新中国六十年统计资料汇编》^[16]。多数指标可以直接从《安徽统计年鉴》上找到,不能直接找到的指标通过《安徽统计年鉴》提供的数据计算得出。对于部分缺失数据,利用 SPSS 线性插值法或根据其线性趋势进行了填补。在数据处理中,对逆向指标进行正向化处理,同时采取正态标准化法对各数据进行了无量纲化处理,消除指标中的量纲效应。

3.2 实证步骤和计算结果

运用 SPSS23.0 对 21 项指标进行主成分分析,结果如表 2 所示。

3.2.1 方差贡献率

采用主成分分析法进行提取,表 2 包含 21 个变量的初始特征值和方差贡献率。第 1 成分的初始特

表 1 安徽省经济发展质量综合评价指标体系

一级指标	二级指标	计算公式
收入水平	人均 GDP(X1)	GDP/人口数
	居民年底储蓄余额(X2)	
	人均社保和就业投入(X3)	社保和就业财政支出/人口数
	人均医疗卫生投入(X4)	医疗卫生财政支出/人口数
	人均环境保护投入(X5)	环境保护财政支出/人口数
	城乡人均收入比(X6)	城镇人均可支配收入/农村人均纯收入
	恩格尔系数(X7)	食品支出/消费性支出
稳定性水平	GDP 波动率(X8)	当年 GDP 增长率/上年 GDP 增长率-1
	失业率(X9)	
	通货膨胀率(X10)	CPI
产出效率水平	GDP 增长率(X11)	当年 GDP/上年 GDP-1
	劳动生产率(X12)	GDP/就业人口数
	能源利用率(X13)	GDP/资源消耗量
经济结构水平	第三产业增加值比重(X14)	第三产业增加值/GDP
	城镇化水平(X15)	城镇居民人口数/总人口数
创新水平	R&D 投入占 GDP 比例(X16)	R&D 经费/GDP
	人均教育投入(X17)	教育财政支出/人口数
绿色发展水平	人均工业废气排放量(X18)	工业废气排放量/人口数
	人均工业固体废物排放量(X19)	工业固体废物排放量/人口数
	人均废水排放量(X20)	工业废水排放量/人口数
	森林覆盖率(X21)	

征值为 15.777,远大于 1;第 2 成分和第 3 成分初始特征值分别为 2.114 和 1.395,大于 1;从第 4 成分开始,其初始特征值均小于 1,因此选择 3 个公共因子可以得到 91.839%的累计方差贡献率,即 3 个公共因子可以解释超过 91%的总方差,结果具有代表性。

3.2.2 成分矩阵分析

进一步对提取的 3 个主成分进行分析,如表 3 所示。

表 2 总方差解释

成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差/%	累积/%	总计	方差/%	累积/%
1	15.777	75.129	75.129	15.777	75.129	75.129
2	2.114	10.067	85.196	2.114	10.067	85.196
3	1.395	6.643	91.839	1.395	6.643	91.839
4	0.885	4.212	96.051			
5	0.387	1.844	97.895			
6	0.169	0.805	98.700			
7	0.150	0.713	99.413			
8	0.061	0.291	99.704			
9	0.028	0.131	99.835			
10	0.019	0.091	99.926			
11	0.012	0.055	99.981			
12	0.004	0.019	100			
13	6.34E-16	3.02E-15	100			
14	5.70E-16	2.72E-15	100			
15	2.52E-16	1.20E-15	100			
16	1.30E-16	6.18E-16	100			
17	1.42E-17	6.76E-17	100			
18	-2.17E-16	-1.03E-15	100			
19	-2.69E-16	-1.28E-15	100			
20	-3.91E-16	-1.86E-15	100			
21	-4.21E-16	-2.00E-15	100			

表 3 成分矩阵

	成分 1	成分 2	成分 3
X1	0.997	-0.011	0.024
X4	0.996	-0.038	0.042
X12	0.994	0.027	0.074
X15	0.993	-0.066	0.065
X2	0.991	0.017	0.046
X17	0.991	-0.022	0.005
X3	0.989	0.002	0.089
X16	0.977	-0.135	0.025
X9	0.966	0.010	0.053
X5	0.963	-0.068	0.067
X6	0.960	-0.003	-0.012
X21	0.950	0.085	-0.073
X7	0.946	0.020	0.151
X13	-0.933	-0.105	0.13
X19	-0.812	0.361	0.019
X20	0.808	0.107	0.112
X18	-0.799	0.237	-0.045
X14	0.238	0.757	0.561
X8	0.302	0.699	-0.561
X10	0.461	0.695	-0.531
X11	-0.404	0.568	0.627

注:提取方法为主成分分析法,提取了 3 个成分。

从表 3 可以发现,成分 1 与变量 X1、X2、X3、X4、X5、X6、X7、X9、X12、X13、X15、X16、X17、X18、X19、X20 相关性较强。这些变量与收入水平、产出效率、创新水平等指标相关,因此将成分 1 命名为“经济发展规模与创新驱动质量”;成分 2 与变量 X8、X10、X14 相关性强,这 3 个变量与通货膨胀和经济增长波动相关,因此将主成分 2 命名为“经济发展稳定性质量”;成分 3 与变量 X11 相关性强,该指标代表 GDP 增长率,因此将主成分 3 命名为“经济增长速度质量”。

3.2.3 安徽省经济发展质量评价模型

由表 4 的成分得分系数矩阵,本文将提取的 3 个主成分表达为 21 项指标的线性组合用 F_1 、 F_2 、 F_3 分别代表提取的 3 个主成分,参考主成分分析法的原理^[17],得到如下计算公式:

$$F1 = 0.063 \times ZX1 + 0.063 \times ZX2 + 0.063 \times ZX3 + 0.063 \times ZX4 + 0.061 \times ZX5 + 0.061 \times ZX6 + 0.060 \times ZX7 + 0.019 \times ZX8 + 0.061 \times ZX9 + 0.029 \times ZX10 - 0.026 \times ZX11 + 0.063 \times ZX12 - 0.059 \times ZX13 + 0.015 \times ZX14 + 0.063 \times ZX15 + 0.062 \times ZX16 + 0.063 \times ZX17 + 0.060 \times ZX18 - 0.051 \times ZX19 + 0.051 \times ZX20 - 0.051 \times ZX21, \quad (1)$$

$$F2 = -0.005 \times ZX1 + 0.008 \times ZX2 + 0.001 \times ZX3 - 0.018 \times ZX4 - 0.032 \times ZX5 - 0.001 \times ZX6 + 0.09 \times ZX7 + 0.33 \times ZX8 + 0.05 \times ZX9 + 0.329 \times ZX10 + 0.269 \times ZX11 + 0.013 \times ZX12 - 0.05 \times ZX13 + 0.358 \times ZX14 - 0.031 \times ZX15 - 0.064 \times ZX16 - 0.01 \times ZX17 + 0.040 \times ZX18 + 0.112 \times ZX19 + 0.051 \times ZX20 + 0.171 \times ZX21, \quad (2)$$

$$F3 = 0.017 \times ZX1 + 0.033 \times ZX2 + 0.064 \times ZX3 + 0.03 \times ZX4 + 0.048 \times ZX5 - 0.09 \times ZX6 + 0.108 \times ZX7 - 0.402 \times ZX8 + 0.038 \times ZX9 - 0.381 \times ZX10 + 0.449 \times ZX11 + 0.053 \times ZX12 + 0.093 \times ZX13 + 0.402 \times ZX14 + 0.047 \times ZX15 + 0.018 \times ZX16 + 0.03 \times ZX17 - 0.053 \times ZX18 - 0.032 \times ZX19 + 0.081 \times ZX20 + 0.014 \times ZX21. \quad (3)$$

通过因子加权法计算综合总分,以各主成分的方差、贡献率分别为各主成分的权重,构造综合评价模型 F ,计算过程如下:

$$F1 \text{ 权重} = 75.129\% / 91.839\% = 0.818,$$

$$F2 \text{ 权重} = 10.067\% / 91.839\% = 0.110,$$

$$F3 \text{ 权重} = 6.643\% / 91.839\% = 0.072.$$

最终,安徽省经济发展质量评价模型可以表达为

$$F = 0.818 \times F1 + 0.110 \times F2 + 0.072 \times F3 \quad (4)$$

3.3 综合评分计算与分析

将安徽省各年各项指标的标准化值代入上述安徽省经济发展质量评价模型(式(4))中计算得

分,并进行排序整理,如表 5 所示。

表 4 成分得分系数矩阵

	成分 1	成分 2	成分 3
X1	0.063	-0.005	0.017
X2	0.063	0.008	0.033
X3	0.063	0.001	0.064
X4	0.063	-0.018	0.03
X5	0.061	-0.032	0.048
X6	0.061	-0.001	-0.009
X7	0.060	0.009	0.108
X8	0.019	0.330	-0.402
X9	0.061	0.005	0.038
X10	0.029	0.329	-0.381
X11	-0.026	0.269	0.449
X12	0.063	0.013	0.053
X13	-0.059	-0.05	0.093
X14	0.015	0.358	0.402
X15	0.063	-0.031	0.047
X16	0.062	-0.064	0.018
X17	0.063	-0.01	0.003
X18	0.060	0.040	-0.053
X19	-0.051	0.112	-0.032
X20	0.051	0.051	0.081
X21	-0.051	0.171	0.014

表 5 安徽省历年主成分得分及排序

年份	F1		F2		F3		F 总分	F 总排名
	得分	排名	得分	排名	得分	排名		
2006	-1.42	13	1.19	2	-1.05	12	-1.11	13
2007	-1.28	12	1.82	1	1.81	1	-0.72	10
2008	-1.00	11	-0.97	12	-1.74	13	-1.05	12
2009	-0.97	10	-2.42	13	1.76	2	-0.93	11
2010	-0.52	9	0.18	5	-0.20	7	-0.42	9
2011	-0.24	8	0.07	8	0.25	5	-0.17	8
2012	0.03	7	-0.31	11	-0.56	10	-0.05	7
2013	0.21	6	-0.18	9	-0.33	8	0.13	6
2014	0.57	5	-0.21	10	-0.60	11	0.40	5
2015	0.80	4	0.11	7	-0.38	9	0.64	4
2016	0.96	3	0.18	4	0.17	6	0.82	3
2017	1.34	2	0.39	3	0.28	4	1.16	2
2018	1.53	1	0.14	6	0.60	3	1.31	1

由表 5 可知,F3 列“经济增长速度质量”得分不规律且分值变化较大,反映出安徽省经济增长速度质量不高且持续性不强。从图 1 可以看出,对比 F3 列排名与 F 总分列“安徽省经济发展质量”折线趋势能够发现,这 2 列在排名位次上完全不一致,表明安徽省经济在发展速度和质量上出现了失衡的现象。且在 2007、2009、2014 和 2015 年失衡现象非常

明显。在2016、2017和2018年该失衡现象得到了缓解,从图1能够看出这种失衡现象在上述3a有趋缓的现象。

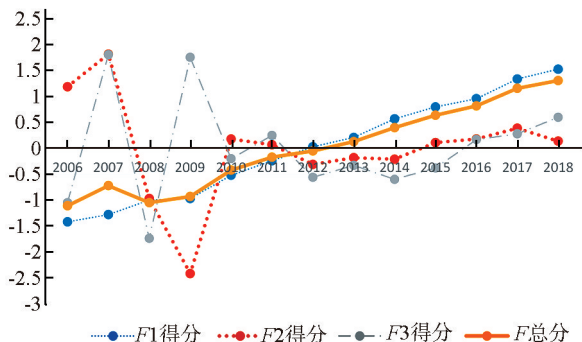


图1 成分得分比较

F2列代表“安徽省经济发展稳定性质量”得分。从表5和图1能够发现该项得分在2007和2009年波动剧烈,偏离情况非常严重,表明安徽省经济发展在该阶段稳定性非常差。虽然近10a该波动趋势趋缓,但图1中发现经济发展依然呈现出波动状态,经济发展稳定性质量有待提高。

从成分F1“经济发展规模与创新驱动质量”得分中发现2006—2018年安徽省经济规模不断扩大,表现为国民生产总值持续扩大,年均GDP增长率超过13%。但也能发现安徽省GDP增长率在2010—2018年呈现出波动现象,增长率时小时大,没有规律,说明安徽省的经济增长持续能力差,经济持续增长驱动质量不稳定。

4 结论和建议

4.1 研究结论

本文以省域经济发展视角构建经济高质量发展综合评价指标体系对安徽省经济发展质量进行综合研究和评价,主要结论如下。

1)从时间上来看,2006—2018年安徽省经济高质量发展水平综合得分总体上呈现逐年上升的趋势,由2006年的-1.11上升到2018年的1.31,由负值上升为正值。但分值并不大,说明增长速度比较平缓。从趋势上看,最近10a该综合得分逐年变大,说明该阶段安徽省更加注重经济发展质量,经济发展状态正逐步呈现出高质量发展趋势。

2)通过对安徽省经济增长速度质量得分与经

济高质量发展水平综合得分的对比发现,安徽省经济增长速度与经济发展质量出现了失衡的现象。2014和2015年安徽省GDP增速分别降低了0.9和0.6个百分点。主要原因是安徽省政府主动下调GDP增幅目标,政府将经济发展重心从数量增长转移到高质量增长上来,努力调整经济结构,转变经济发展方式。

3)通过对“经济发展规模与创新驱动质量”得分分析发现,安徽省经济高质量发展创新驱动质量有不稳定的现象。原因可以诊断为安徽经济发展“换挡期”通货膨胀水平波动上升、第三产业占比增长缓慢、科技创新投入和人均教育投入增长缓慢、城乡收入差距加剧以及能源利用率下降,制约了安徽省经济平稳、高速、高质量发展。

4.2 政策建议

根据研究结论,本文认为可以从以下几点进一步推动安徽省经济高质量发展。

1)注重优化经济结构调整。安徽省经济发展“换挡期”应进一步注重产业结构优化调整,鼓励支持第三产业发展,激发第三产业发展新潜能。在制度建设和保障服务上,政府应继续为第三产业发展保驾护航,鼓励新产品、新服务、新行业的发展,满足市场日益增长的新需求。

2)注重创新和教育投资巩固创新驱动动力。依靠科技进步,不断激发新的创新驱动点,推动经济持续高质量发展。城市发展牢记以科技为基调,以科技创新为导向,以科技发展为城市灵魂的发展理念,鼓励企业加大创新研发,继续支持“校企合作”,协同发展,持续推动“产学研”结合,加速科技进步与经济发展的融合力度。加大教育投入,继续加强职业教育培训,以市场需求为导向及时调整职业教育培训方向,以市场竞争为基础鼓励人才合理流动,促进劳动力结构合理、调整适当,变安徽省“人口红利”优势为“人力资本优势”。

3)加强执政能力建设保持经济增长稳定性。经济增长稳定性对安徽省经济高质量发展影响比较大。政府应继续加强执政能力建设,在发挥市场资源配置优势的同时积极发挥政府宏观调控能力,稳定物价水平、合理调节通货膨胀水平、注重改善民生、提高就业率,进而减少经济增长的波动,推动经济高质量发展。

参考文献:

- [1] 杨伟民.贯彻中央经济工作会议精神 推动高质量发展[J].宏观经济管理,2018(2):13-17.
- [2] 任保平,李禹墨.新时代我国高质量发展评判体系的构建及其转型路径[J].陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2018(3):105-113.

- [3] 安徽省人民政府新闻办公室. 安徽举行 2020 年经济运行情况新闻发布会[EB/OL].(2021-01-20)[2021-02-03]. <http://www.scio.gov.cn/m/xwfbh/gssxwfbh/xwfbh/anhui/Document/1697619/1697619.htm>.
- [4] 安徽省统计局. 安徽统计年鉴(2001—2019)[EB/OL].[2021-01-02]. <http://tjj.ah.gov.cn/ssah/qwfbjd/tjnj/index.html>.
- [5] 任保平, 钞小静. 从数量型增长向质量型增长转变的政治经济学分析[J]. 经济学家, 2012(11): 46-51.
- [6] BARRO R J. Quantity and quality of economic growth[J]. Working Papers Central Bank of Chile from Central Bank of Chile, 2002: 1-39.
- [7] BARRO R J. 经济增长的决定因素[M]. 李剑, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2004: 51-57.
- [8] 上官绪明, 葛斌华. 科技创新、环境规制与经济高质量发展——来自中国 278 个地级及以上城市的经验证据[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(6): 95-104.
- [9] 任保平, 文丰安. 新时代中国高质量发展的判断标准、决定因素与实现途径[J]. 改革, 2018(4): 5-16.
- [10] 张治河, 郭星, 易兰. 经济高质量发展的创新驱动机制[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2019, 39(6): 39-46.
- [11] 吕祥伟, 辛波. 人力资本促进经济高质量发展的空间效应及其溢出效应研究[J]. 广东财经大学学报, 2020, 35(4): 34-47.
- [12] 程启智, 马建东. 中国西部地区经济发展质量评: 2006—2017 年[J]. 云南财经大学学报, 2019, 35(4): 50-58.
- [13] 王嵩, 丁延武, 郭晓鸣. 我国县域经济高质量发展的指标体系构建[J]. 软科学, 2021(1): 115-119+133.
- [14] 张侠, 许启发. 新时代中国省域经济高质量发展测度分析[J]. 经济问题, 2021(3): 16-25.
- [15] 张士杰, 饶亚会. 基于组合评价的经济发展质量测度与时序分析——来自中国 1978—2013 年数据的实证研究[J]. 财贸研究, 2016, 27(3): 10-17.
- [16] 国家统计局国民经济综合统计司. 新中国六十年统计资料汇编[M]. 北京: 中国统计出版社, 2010.
- [17] 邓维斌. SPSS23(中文版)统计分析实用教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.

(上接第 42 页)

- [14] 郝洋洋. 茶多酚和乳酸菌对肉鸡抗氧化能力和肠道发育的影响研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2019.
- [15] 左晟希. 原花青素普生源对 AA 肉鸡生长性能、肌肉品质及血液生化指标的影响[D]. 南昌: 江西农业大学, 2017.
- [16] 李明元, 徐坤, 马嫒. 饲料添加茶多酚对猪生产性能和肉质的影响[J]. 西南大学学报, 2007, 29(8): 21-23.
- [17] 廖勇, 刘婷, 邹晓卓, 等. 茶多酚乳酸菌复合物对肉鸡品质特性的影响研究[J]. 农产品加工(学刊), 2014(10): 5-9.
- [18] 蔡海莹, 朱建和, 张晓, 等. 日粮中添加茶多酚对肥育猪肉品质的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2007, 43(9): 27-30.
- [19] 赵萌, 屠幼英, 王春花. 茶多酚作为育肥猪天然肉质改良剂的应用研究[J]. 饲料添加剂, 2015, 36(20): 12-14.