

现代农业视域下我国香菇产业的发展现状、 瓶颈及突破路径研究

王玲燕¹, 朱坤¹, 邹明¹, 鲁欣欣¹, 徐世静¹, 靳荣线¹, 孔维丽²

(1. 新乡市农业科学院 河南新乡 453003; 2. 河南省农业科学院食用菌研究所 郑州 450002)

摘要: 作为我国食用菌产业核心代表,香菇在赋能乡村振兴、带动农户增收致富中发挥关键性作用,兼具经济收益、社会价值与生态效益协同发展的多重属性。为推动产业跳出传统模式、迈向现代农业新阶段,实现科技赋能下的效益提质与竞争力升级,本文基于2010—2023年生产数据、2015—2024年价格波动特征及栽培品种现状展开系统分析:梳理生产端规模扩张与效率瓶颈,解析“自然环境冲击-区域供应失衡-市场振荡”传导逻辑,厘清品种同质化与特色化悖论,锚定产业布局分散、价格风险突出、菌种创新不足、产业链短链化等核心问题。在此基础上,从空间优化布局、技术筑牢菌种根基、价值延伸产业链三方面提出系统性对策,推动香菇产业从“规模扩张”向“质效双升”转型,为高质量可持续发展注入长效动能。

关键词: 香菇; 现代农业; 转型升级; 持续发展

中图分类号: S646.1²

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2026)08-264-11

Research on the development status, bottlenecks and breakthrough paths of China's *Lentinula edodes* industry from the perspective of modern agriculture

Wang Lingyan¹, Zhu Kun¹, Zou Ming¹, Lu Xinxin¹, Xu Shijing¹, Jin Rongxian¹, Kong Weili²

(1. Xinxiang Academy of Agricultural Sciences, Xinxiang 453003, Henan, China; 2. Institute of Edible Fungi, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, Henan, China)

Abstract: As a core representative of China's edible fungus industry, *Lentinula edodes* possesses the multiple attributes of economic benefits, social value and ecological benefits, playing a key role in empowering rural revitalization and increasing farmers' income and prosperity. To promote the industry's transition from traditional model to a new stage of modern agriculture, and to achieve efficiency improvement and competitiveness upgrading empowered by technology, this article conducts a systematic analysis based on the production data from 2010 to 2023, the price fluctuation characteristics from 2015 to 2024, and the current status of cultivated varieties. The study reviews the bottlenecks of production-side scale expansion and efficiency improvement, analyzes the transmission logic of "natural environment impact - regional supply imbalance - market volatility", clarifies the paradox of variety homogenization and specialization, and focuses on core issues such as scattered industrial layout, prominent price risks, insufficient strain innovation, and short industrial chain. On this basis, systematic countermeasures are proposed from three aspects: Spatial optimization layout, technological consolidation of mushroom strains, and value extension of the industrial chain, to promote the transformation of the mushroom industry from "scale expansion" to "dual improvement in quality and efficiency", and inject long-term impetus into high-quality and sustainable development.

Key words: *Lentinula edodes*; Modern agriculture; Transformation and upgrade; Sustainable development

在全球食用菌产业加速发展的宏观背景下,中国香菇产业稳居核心地位,产量占全球总量的70%以上,出口量连续多年位居世界首位^[1]。作为我国现

代农业的重要支柱,该产业以科技创新为核心驱动力,通过智能化生产装备提升种植效率、精深加工技术拓展产品形态、品牌化建设增强市场竞争力,

收稿日期: 2025-12-09; 修回日期: 2026-06-10

基金项目: 河南省食用菌产业技术体系项目(HARS-22-08-Z1)

作者简介: 王玲燕,女,副研究员,现主要从事食用菌品种选育和栽培技术研究工作。E-mail: xxnkywly@126.com

通信作者: 靳荣线,女,副研究员,现主要从事食用菌品种选育和栽培技术研究工作。E-mail: jinrongxian@163.com

推动出口创汇规模突破百亿美元。同时,产业依托“企业+合作社+农户”模式联农带农,助力乡村振兴战略落地;并以木屑、麸皮为基础,搭配棉籽壳、玉米芯等农林废弃物构建种植基质,探索油菜秸秆、竹屑等替代材料^[2-5],实现资源循环利用,成为经济增效与绿色发展协同的典型。

我国已建成并广泛应用香菇代料袋栽标准化技术体系^[6],主栽品种适应性广、生产模式成熟稳定,在国内食用菌供给体系中占据主导地位^[7]。尽管基质配方与常规栽培技术日趋完善,但在专用型基质精准适配、抗逆优质新品种定向选育、工厂化环境智能调控、全链条质量安全管控等关键环节仍存在明显提升空间^[8]。香菇兼具营养健康价值与文化属性,在亚洲传统饮食文化传承、现代功能农业发展及生态循环农业体系构建中,均具有不可替代的重要地位。

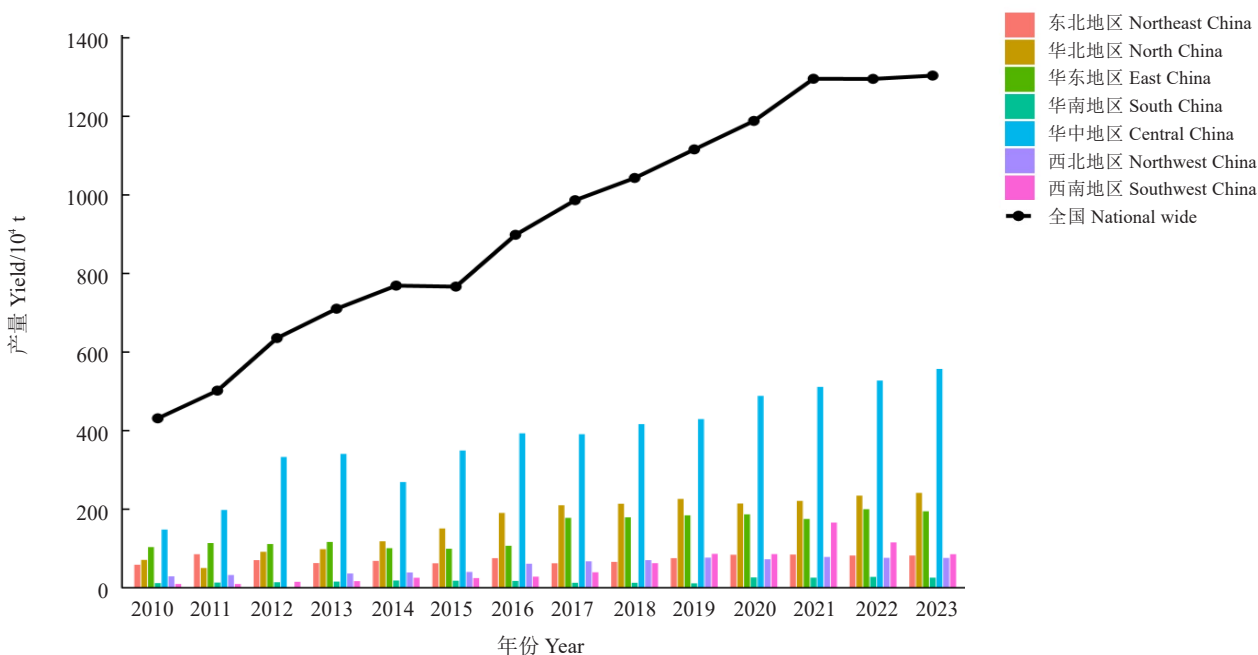
本文在系统梳理我国香菇产业发展现状的基础上,深入剖析产业发展面临的关键瓶颈问题,进而提出优化产业空间布局、强化核心技术创新等针

对性策略,旨在为推动香菇产业转型升级、实现可持续高质量发展提供理论支撑与实践路径参考。

1 我国香菇产业发展现状

1.1 我国香菇生产情况

从整体时间序列分布视角来看(图1),2010—2023年中国香菇产量呈现持续稳步上升态势,产业扩张能力显著。统计数据显示,该时期内中国香菇产量年均复合增长率(CAGR)约为8.9%;2010年全国香菇产量为431.15万t,至2018年已突破千万吨级,达到1 043.22万t;2023年进一步增长至1 303.75万t,较2010年实现近3倍增长,充分体现出香菇产业在我国农业经济中的稳定发展活力。值得注意的是,2022年受极端高温天气影响,我国香菇主产区生产受阻,成为产量增长中的短期波动点。河南西峡^[9]等地菌棒坏死率高达30%,河北、东北等夏菇产区出菇量显著下降,全国产量同比微降0.02%至1 295.5万t。从长期看,此次波动未改变产业整体增长趋势,反而体现出较强的抗风险韧性



注:数据引自中国食用菌协会对全国23个省、自治区、直辖市的统计。华北地区包括北京、天津、河北、山西、山东;东北地区包括辽宁、吉林、黑龙江;华东地区包括上海、江苏、浙江、福建、江西;华中地区包括河南、湖北、湖南;华南地区包括广东、广西;西南地区包括重庆、四川、贵州;西北地区包括陕西、新疆。

Note: The data is quoted from the statistics of the China Edible Fungi Association on 23 provinces, autonomous regions and municipalities directly under the Central Government across the country. North China includes Beijing, Tianjin, Hebei, Shanxi and Shandong. The Northeast region includes Liaoning, Jilin and Heilongjiang. The East China region includes Shanghai, Jiangsu, Zhejiang, Fujian and Jiangxi. The Central China region includes Henan, Hubei and Hunan. The South China region includes Guangdong and Guangxi. The southwest region includes Chongqing, Sichuan and Guizhou. The northwest region includes Shaanxi and Xinjiang.

图1 2010—2023年我国香菇年产量

Fig. 1 Annual yield of shiitake mushroom in China from 2010 to 2023

与恢复能力。

我国香菇产业空间集聚特征显著,形成“华中主导、华北与华东协同、西南崛起、其他区域差异化发展”的格局(表 1),受气候、产业基础、政策与市场需求共同驱动。华中地区为核心产区,2010—2023 年产量由 148.12 万 t 增至 556.93 万 t,增幅 276%,增量占全国的 46.9%,连续 14 年贡献全国超 40% 的产量;其中河南 2023 年产量 430.88 万 t,占华中

的 79%,连续 14 年全国第一,占比稳定在 33.05%~37.01%,规模与质量协同领先。

华北地区产量由 70.93 万 t 增至 241.37 万 t,增幅 240.3%,政策扶持与设施升级增强产业韧性^[10];华东地区处于结构转型期,产能由浙沪向苏北、皖北转移,劳动力成本上升倒逼深加工升级,2021—2023 年产量小幅回调,呈现“资本-技术”驱动特征。西南地区波动分化明显,贵州受政策与市场双

表 1 2010—2023 年中国香菇主产省份产量
Table 1 The yield of major mushroom production provinces in China from 2010 to 2023 10⁴ t

地区 Area	省份 Province	年份 Year													
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
华北地区 Northern China	河北 Hebei	39.15	16.59	53.31	60.28	76.87	112.32	144.97	163.18	172.00	177.46	166.71	172.38	185.48	190.48
	山东 Shandong	21.00	20.77	29.88	29.86	33.81	29.25	34.20	33.68	22.57	26.49	24.76	26.55	26.11	24.86
	合计 Total	60.16	37.36	83.19	90.14	110.68	141.56	179.17	196.87	194.57	203.95	191.47	198.93	211.59	215.34
东北地区 North eastern China	辽宁 Liaoning	46.16	71.51	62.08	55.10	54.08	46.93	53.00	56.25	60.52	69.60	77.26	78.27	78.57	78.98
	黑龙江 Heilongjiang	9.79	10.79	3.45	4.36	6.06	6.66	15.01	1.44	1.24	1.93	1.83	1.71	1.15	1.05
	合计 Total	55.95	82.30	65.53	59.46	60.15	53.59	68.01	57.69	61.76	71.53	79.09	79.98	79.72	80.03
华东地区 Eastern China	浙江 Zhejiang	45.00	48.00	50.00	53.58	34.55	35.04	35.96	31.44	31.33	32.77	32.77	30.99	28.72	29.25
	福建 Fujian	39.17	41.17	38.62	37.75	38.73	37.45	43.42	113.00	116.57	121.39	128.82	118.55	133.59	127.23
	合计 Total	84.17	89.17	88.62	91.33	73.28	72.49	79.38	144.44	147.90	154.15	161.59	149.54	162.31	156.48
华中地区 Central China	河南 Henan	54.56	77.53	235.21	228.01	240.53	247.70	275.50	280.50	288.86	312.36	365.08	387.42	406.71	430.88
	湖北 Hubei	78.00	104.79	81.92	96.04	11.41	86.56	101.75	90.63	105.77	95.92	97.18	97.92	105.75	113.05
	合计 Total	132.56	182.33	317.13	324.05	251.93	334.25	377.25	371.13	394.63	408.28	462.26	485.34	512.47	543.93
华南地区 Southern China	广东 Guangdong	2.35	2.59	2.72	2.89	3.11	2.86	3.23	3.23	4.20	4.55	3.85	4.45	5.12	3.53
	广西 Guangxi	9.37	10.48	11.34	12.75	15.21	14.94	14.09	9.26	8.46	6.73	22.40	21.13	22.48	22.05
	合计 Total	11.72	13.06	14.07	15.64	18.32	17.80	17.32	12.49	12.66	11.28	26.25	25.58	27.60	25.58
西南地区 South western China	四川 Sichuan	7.80	9.36	11.23	12.43	13.92	10.85	12.58	12.65	12.42	29.76	27.44	23.77	34.12	33.69
	贵州 Guizhou	0.90	-	3.87	4.38	5.10	5.80	6.87	18.82	42.42	49.50	51.05	135.00	74.17	44.50
	合计 Total	8.70	9.36	15.11	16.81	19.02	16.65	19.45	31.47	54.85	79.26	78.49	158.77	108.29	78.19
西北地区 North western China	陕西 Shaanxi	28.50	31.93	-	35.76	38.26	39.79	60.56	66.56	69.66	76.06	72.26	75.87	73.60	74.06
	新疆 Xinjiang	0.35	0.35	0.46	0.46	0.47	0.46	0.41	0.5	0.5	0.55	0.1	2.45	2.45	1.68
	合计 Total	28.85	32.28	0.46	36.22	38.73	40.25	60.97	67.06	70.16	76.61	72.36	78.32	76.05	75.74
全国总计 National total		431.15	501.79	635.48	710.32	769.12	766.66	898.30	986.50	1 043.22	1 115.94	1 188.21	1 295.72	1 295.48	1 303.75

注：“-”为中国食用菌协会未公布对应年份产量数据。
Note:“-”refers to the production data for the corresponding year that has not been released by the China Edible Fungi Association.

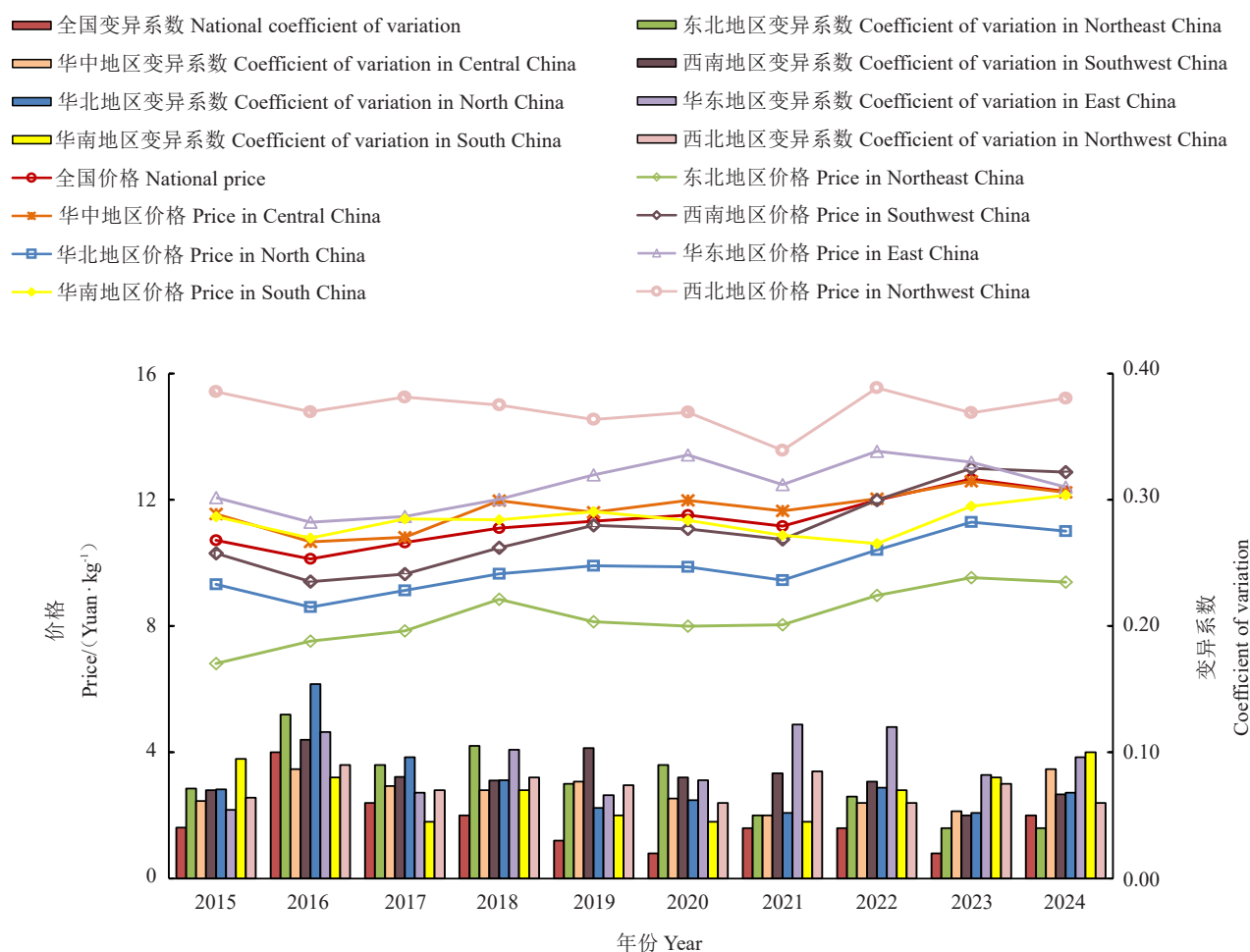
重影响产量大起大落,2023 年降幅达 67.1%;四川则稳步扩张,产量较 2010 年增长 332%。西北地区以陕西工厂化栽培为代表,2019—2023 年产量波动率低于 2%,抗自然风险能力突出。东北地区受天然林禁伐政策深度重构,黑龙江产能近乎退出,辽宁成为核心产区,占区域产量 98.7%;华南地区对外需依赖显著,广西借 RCEP 实现短期增长后回落,反映出外部驱动模式的脆弱性。

1.2 我国香菇价格波动现状

1.2.1 我国香菇年度价格波动情况 由图 2 可以看出,2015—2024 年全国香菇均价呈现三阶段阶梯

式上升:2015—2017 年,10.13~10.71 元·kg⁻¹,年均增幅 0.9%;2018—2020 年,突破 11 元关口至 11.52 元·kg⁻¹,复合增长率 3.1%;因疫情冲击 2021 年回落至 11.17 元·kg⁻¹,2022—2023 年成本推动大幅上涨 13.3%至 12.66 元·kg⁻¹,2024 年回调至 12.26 元·kg⁻¹。

我国香菇市场价格区域分化显著。西北地区受资源与物流约束,价格处于高位,2023 年均价 14.76 元·kg⁻¹,高于全国 16.6%;华东依托高端消费市场,价格保持坚挺,均价 13.19 元·kg⁻¹。华北以大宗鲜菇为主,均价仅 11.29 元·kg⁻¹,呈现“产地低价、消费地



注:数据引自农业农村部全国重点农产品市场信息平台对全国 23 个省、自治区、直辖市的统计。华北地区包括北京、天津、河北、山西、山东;东北地区包括辽宁、吉林、黑龙江;华东地区包括上海、江苏、浙江、福建、江西;华中地区包括河南、湖北、湖南;华南地区包括广东、广西;西南地区包括重庆、四川、贵州;西北地区包括陕西、新疆。下同。

Note: The data is sourced from the statistics of 23 provinces, autonomous regions and municipalities directly under the Central Government across the country by the National Key Agricultural Products Market Information Platform of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of China. North China includes Beijing, Tianjin, Hebei, Shanxi and Shandong. The Northeast region includes Liaoning, Jilin and Heilongjiang. The East China region includes Shanghai, Jiangsu, Zhejiang, Fujian and Jiangxi. The Central China region includes Henan, Hubei and Hunan. The South China region includes Guangdong and Guangxi. The southwest region includes Chongqing, Sichuan and Guizhou. The northwest region includes Shaanxi and Xinjiang. The same below.T

图 2 2015—2024 年我国香菇年均价格走势

Fig. 2 The average annual price trend of shiitake mushroom in China from 2015 to 2024

高价”的结构性矛盾。华中和华南价格相对平稳,华中紧贴全国均价,华南随国际贸易波动。东北受出口导向影响价格偏低,2023 年均价 9.53 元·kg⁻¹;西南受政策驱动波动剧烈,产业链韧性不足。

变异系数是标准差与平均数的比值,该指标可量化不同年份香菇价格的波动强度。2015—2024 年我国香菇年度价格变异系数持续低于 0.2,表明价格波动性整体可控,各年份间价格变动幅度相对有限,市场呈现稳定的低离散特征。

1.2.2 我国香菇价格季节性特征 基于 R 4.5.1 软件,借助‘seasonal’扩展包调用 Census X-12-ARIMA 季节调整模型,对香菇月度价格序列进行了季节分解。分析采用乘法模型,通过 X-11 方法依次从原始序列中分离出趋势循环项、季节项和不规则项,最终生成趋势、季节、随机成分以及剔除季节因素后的调整序列四类成分。从季节性价格波动指数折线图可见(图 3-A),2015—2019 年期间,香菇价格波动呈现“峰值趋近 1.0”的剧烈振荡特征,年度内价格从近负 0.5 的低谷快速冲高至 1.0 高峰,峰谷落差显著,反映此阶段价格波动频次高、振幅大,市场运行稳定性不足。2020—2024 年,价格波动峰值明显收敛(从趋近 1.0 回落至 0.5~0.6 区间),峰谷差收窄,呈现波动幅度减弱、走势趋于平缓的态势。通过价格波动指数折线图的特征研判,香菇价格波动最低点出现在 3 月或 11 月,最高点出现在 8 月,季节性特征显著。从供需维度分析,春秋季节(3—5 月、9—11 月)香菇货源供应充足,价格处于低位区间;夏冬季(6—8 月、12 月至翌年 2 月)货源供应相对短缺,价格处于高位区间。

从各地区及全国层面的香菇价格随机成分序列图综合来看(图 3-B),2015—2024 年香菇价格受自然环境等不确定性因素驱动,呈现区域波动分化、全国冲击共振的典型特征,价格波动周期与自然災害发生高度耦合。2018 年为价格波动高峰年,各区域均呈现“2016 年初触底、2018 年中期冲高”的波动规律,峰谷差普遍超 1.5 个指数单位,西北地区达 2.0 个指数单位,波动最为剧烈。此次全国性价格异动,核心诱因是当年极端天气集中暴发:东北暴雪、华北干旱、华东台风、华南强对流、华中伏旱、西北冻害、西南滑坡等灾害叠加,导致多产区生产、仓储、流通全链条受阻,产能与供给同步收缩,推动价格集体上行。区域波动差异显著:西北地区气候脆弱,灾害影响持久,峰谷差近 2.0;西南山地地形放大灾害效应,峰谷差超 1.5;华北、华东产业

配套完善,波动幅度约 1.5,相对缓和。2023—2024 年,全国及东北再次因洪涝、低温等气候异常出现短期波动,峰谷差约 1.0。

综上,2015—2024 年香菇价格随机波动,本质是自然环境不确定性在区域与全国层面的差异化传导:自然灾害通过影响生产、流通造成供应缺口,既引发 2018 年全国价格共振,又因地理、产业基础差异导致区域波动分化,气候冲击影响具有长期性。

1.3 我国香菇栽培品种现状

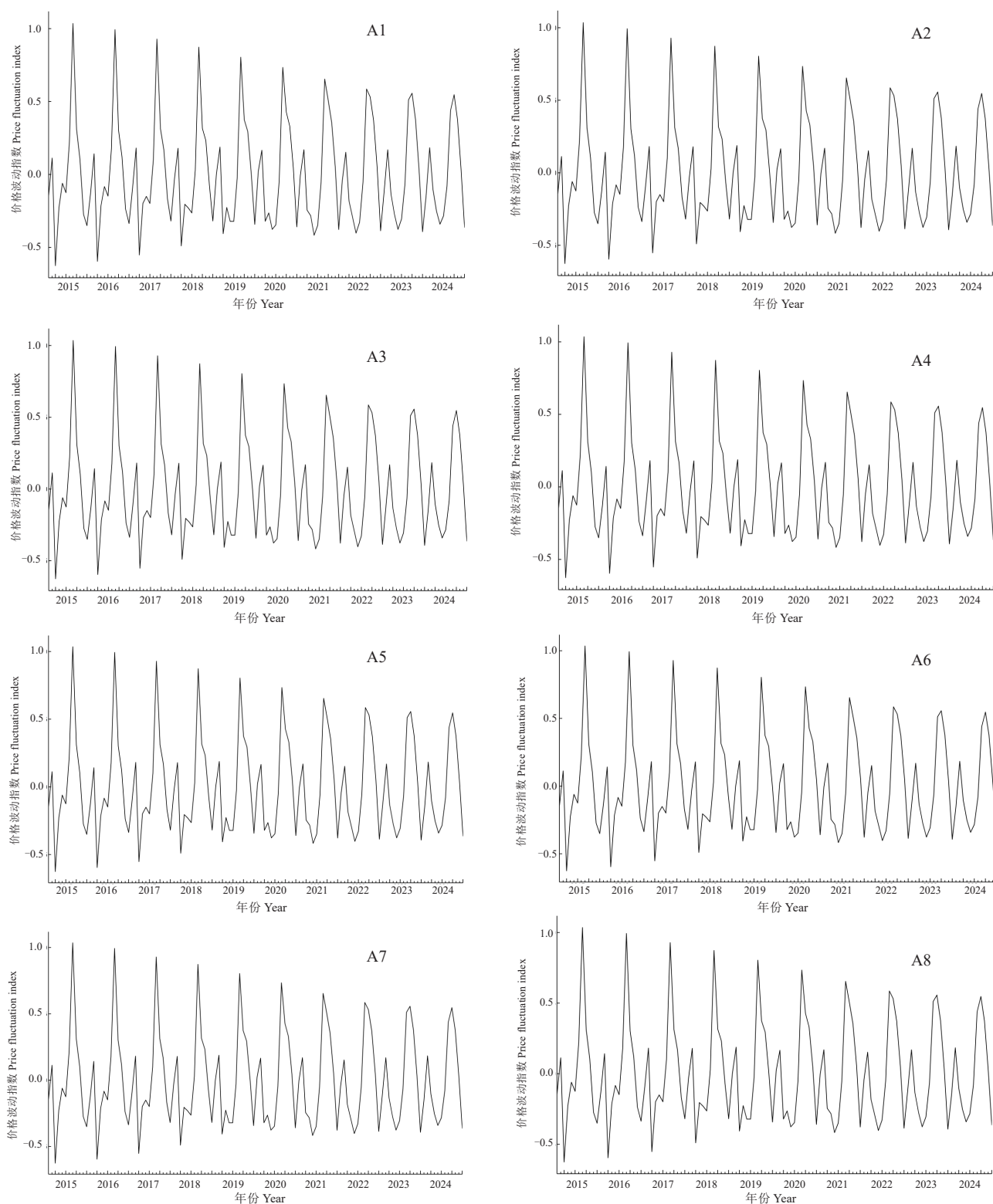
我国香菇栽培历史悠久,品种资源丰富,其分布呈现出鲜明的地域性特征。这种格局的形成,深刻反映了各地自然气候条件,尤其是温度和海拔、栽培历史传统、主导产业模式以及市场需求的差异。不同温型的品种被精心选择和适配,以充分利用当地资源禀赋,实现周年化、高效化生产,并满足多样化的市场(鲜销、干制、出口)需求。

我国香菇生产所用品种可根据温度类型进行明确划分,各品种分布特征显著^[11-13]。中温型品种主要包括 L808、申香 1513 和沪香 F2。其中,L808 适宜在浙江、福建、湖北、四川、贵州等南方山区气候条件下栽培;申香 1513 已广泛推广至湖北、云南、贵州、四川、湖南、安徽、江西、河北、山东、重庆等地,并于 2025 年成为农业农村部唯一认定的主导食用菌品种^[14];沪香 F2 适应性强,可在全国各香菇产区种植。中温偏低型品种有 9608(适宜温度范围为 4~28℃)和申香 1504。9608 主要分布于河北省遵化市及河南省等华北与黄淮产区;申香 1504 同样具备全国范围的栽培适应性,适配不同产区的种植需求。中低温型品种包括 939 和 937。939 专为华东、华北等设施栽培区选育,适宜北方及东部地区的设施种植环境;937 已在北京郊区及辽宁、河北、黑龙江、山东、陕西等北方省、市推广种植。中高温型品种 L26 的出菇中心温度为 10~24℃,契合浙江、福建等南方产区气候特点,在上述地区广泛栽培。广温型品种涵盖申香 215 和七河 9 号。申香 215 适宜全国范围内的木屑代料栽培模式,在浙江、福建、河南、湖北、辽宁、河北等地已实现大面积种植;七河 9 号凭借广泛的温度适应能力,深受菇农认可,市场份额持续扩大。

2 中国香菇产业发展存在的问题

2.1 产业空间配置亟待优化,地理维度的供需结构性矛盾突出

当前我国香菇各主产区发展困境与转型路径



注:数据引自中国农业农村部全国重点农产品市场信息平台对全国23个省、自治区、直辖市的统计。A为季节成分序列,B为随机成分序列,1~8依次为东北、华北、华东、华南、华中、西北、西南、全国地区数据。

Note: The data is quoted from the statistics of the China Edible Fungi Association on 23 provinces, autonomous regions and municipalities directly under the Central Government across the country. A represents the seasonal component sequence, B represents the random component sequence, and data from 1 to 8 are for Northeast, North China, East China, South China, Central China, Northwest, Southwest, and the entire country in sequence.

图3 我国香菇的 Census X-12 季节调整结果

Fig. 3 The Census X-12 seasonal adjustment results of shiitake mushroom in China

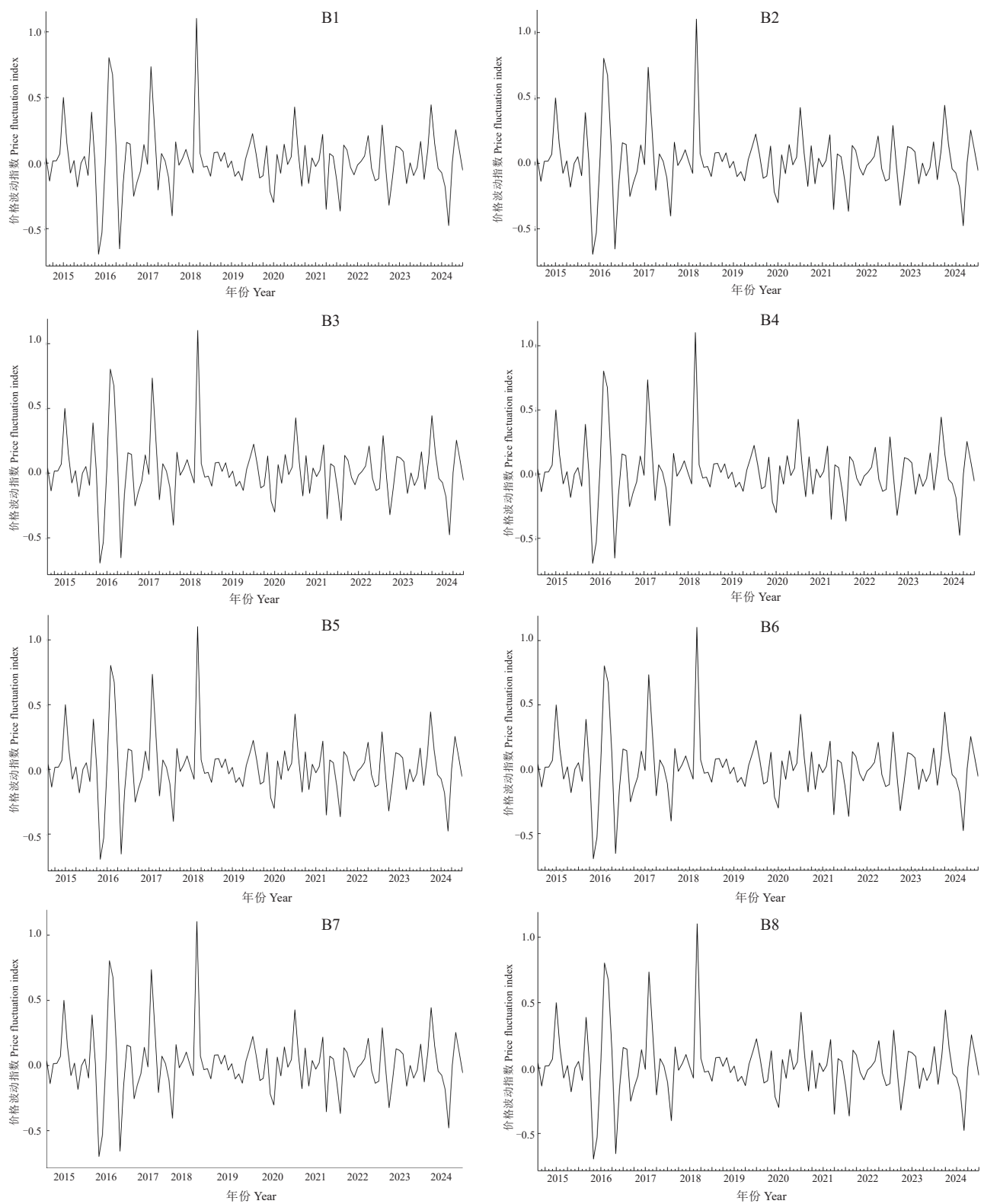


图 3 （续）
Fig. 3 （Continued）

差异化明显。华东地区受设施用地紧张、劳动力成本攀升制约,存在产能冗余、产业升级滞后等问题,需紧扣“十五五”农业新质生产力发展要求,依托智慧农业与科技创新,向技术密集型栽培模式转型。

华中地区产能集聚优势显著,但深加工链条短、物流成本偏高,产业呈现高产低效特征。该区域应依托农业提质增效政策,借鉴成熟区域品牌发展经验,强化精深加工与品牌建设,延伸产业链附加

值。西南地区受制于冷链基建不完善、林下栽培审批流程冗长等问题,需依托国家多元化食物供给体系战略,破除基础设施与制度壁垒,因地制宜发展生态集约型特色香菇栽培产业。

华北与东北地区则表现出不同的发展特征。华北部分地区设施栽培基础较好,但面临技术更新压力;东北地区虽具有气候与原料优势,但产业集聚度不足,品牌效应尚未形成。华南地区作为新兴消费市场,香菇消费增长迅速,但本地生产能力有限,对外依存度较高,价格易受外部供应波动影响。整体上,各产区需在国家政策引导下,形成功能互补、区域协同的香菇产业发展新体系。

2.2 品种市场混乱,信息不对称与适配错位

品种标识模糊,农户选择盲目。市场上流通的菌种普遍缺乏温型、菌龄、适应性等关键参数标注,农户仅凭外观(如菌丝浓白程度)或经验选种,易受误导。例如河南西峡县部分菌种因未标注温型,农户春栽时误用低温品种,导致出菇异常甚至烂棒^[15]。同一品种在不同产区被冠以多个商品名(如“808”在多地有不同亚种)^[16],而不同特性的品种却共享相同名称^[17],加剧了种植风险。

区域适配性差,引种依赖严重。在北方高原区域,部分产区长期引种适配南方气候的高温型香菇品种,这类品种本就适宜温暖湿润的生长环境,却要应对高原地区昼夜温差大、积温不足的特殊条件,最终导致产量显著低于全国平均水平,种植效益大打折扣。而在西南、西北部分产区,一些种植户为追求短周期收益,盲目引入短菌龄品种,却忽视了当地转色期温度波动较大的气候特点,不仅造成畸形菇比例居高不下,还出现保水膜脱落等问题,直接影响产品品质与收成。

品种结构单一固化。目前全国香菇栽培量中,超七成集中在少数几个传统老品种上。这些品种多以肉厚型大香菇为主,普遍存在纤维化程度高、口感偏粗糙的短板,已难以匹配当下消费者对食材鲜嫩口感、多元化风味的升级需求。同时,品种特性与市场需求的错配现象较为突出,部分短菌龄品种虽生长周期短,但不适宜干制加工,而秋冬季市场对干菇需求旺盛,农户只能被迫低价出售鲜菇,导致收益大幅缩水;另有一些产区的香菇品质优良,却因缺乏品牌赋能,市场溢价能力薄弱,只能陷入“优质低价”的困境。

2.3 生产效率与资源矛盾,制约香菇产业前行

在市场需求拉动下,我国香菇产业规模持续扩

张,消费扩容、深加工技术升级与出口增长共同推动产业稳步发展。但产业扩张受到生态资源政策的刚性约束,天然林禁伐政策在豫、鄂、闽、浙等主产区全面落实,香菇栽培木材原料供给大幅缩减,形成产业增长、资源减量的结构性矛盾。数据显示,香菇产业年增速约8%,而森林蓄积年增长率仅3%~4%^[18],原料需求增速远超林木再生能力,原料缺口持续扩大。其中随州、伏牛山等核心产区合法采伐量不足生产需求的50%,产业发展遭遇明显的资源瓶颈,不仅限制产业扩容,也对生态环境造成潜在压力,原料保障与生态保护的平衡成为产业绿色转型的关键难题。

在双碳政策与生态文明建设背景下,环保管控持续收紧,倒逼香菇产业能源结构升级。传统燃煤灭菌设备逐步被电能、生物质能等清洁能源替代,清洁化改造给中小菇厂及家庭作坊带来较大经营压力。设备购置成本抬高、运营费用增加叠加严苛的环保合规要求,大量小型生产主体陷入结构性生存困境。此外,各地环保执行标准不一,部分地区强制淘汰老旧设备、限期整改,部分地区采用补贴缓冲、过渡期管理等柔性调控方式。差异化的政策尺度虽契合地方发展实际,但也提高了中小生产主体的适配难度,使其转型成本上升、经营不确定性加剧。综上,资源约束叠加环保规制,已成为现阶段制约我国香菇产业可持续、高质量发展的主要外部压力。

3 我国香菇产业发展的对策及建议

3.1 构建产业发展新格局,增强科技创新驱动力

近年来,深度学习技术逐步融入食用菌表型识别与生长环境智能决策领域,推动香菇生产向数据驱动、智能管控方向转型。生产端自动化菌棒生产线与无菌培养系统普及应用,大幅提升生产效率与成品品质。以青川县现代化菌棒工厂为例,年产菌棒可达2000万棒,菌棒污染率由10%降至1%以下,生产效率提升4倍^[19]。该模式可为河北平泉等反季节香菇主产区提供参考,引入自动化制棒与无损检测技术,既能稳定菌棒质量,也能强化面向高端市场的冷链供给能力。

“农光互补”成为设施香菇产业低碳发展新范式,江西抚州、浙江金华等地打造“菌光互补”示范基地^[20],推行棚顶光伏发电、棚内香菇栽培的复合经营模式。光伏电力可保障菇棚温控能耗,夏季还能降低棚内温度8~10℃,富余电量并网增收,实

现生态与经济效益双赢,为香菇低碳种植提供可复制路径。

模块化智能方舱采用可配置环境参数与堆叠布局设计,适配多品种栽培需求,大幅节约土地资源,适配土地紧缺区域发展垂直农业,助力产业集约化、智能化升级。邹城探索的“菌瓶出海”创新模式,采用国内发菌、海外出菇的运营方式^[21],有效降低鲜菇跨境运输损耗,使美国市场鲜菇货架期延长10倍、售价提升10%,为华东、华南出口导向型产区提供了借鉴,推动产业由产品出口向技术、标准协同输出转型。

基于深度学习的表型监测技术,可实时感知香菇生长状态并精准预判长势,为环境智能调控提供数据支撑。七河生物智慧产业园融合人工智能、5G与云计算技术,搭建大数据智慧管控平台,实现生产全流程实时监测与远程调控,稳定产品品质、提升生产效能^[22]。未来可组建全国及区域性香菇产业技术创新联盟,搭建种质基因库与行业数据共享平台,协同攻关智能装备、绿色防控等共性技术,减少重复研发。青川县构建的“国企主导+企业联动+科技赋能+资金协同”发展模式^[19],也可为各地集聚创新资源、提升产业整体竞争力提供实践范本。

3.2 界定种质遗传类群,筑牢优质菌种选育根基

我国已构建多层次香菇种质资源保存体系,引入分子标记、基因测序等先进技术,制定标准化的菌种鉴定流程和指标,实现对菌种遗传背景、纯度、活力等关键特性的精准检测。其中,上海市农业科学院作为领军研究机构,累计收集保藏11638份香菇种质资源,率先完成全基因组测序,并通过系统分析发现我国香菇种质存在3种不同核/质类型,为厘清种质分类提供了科学依据,从根本上遏制菌种混乱现象^[23]。

在种质资源深度挖掘方面,鼓励各地科研机构持续开展种质资源的表型与基因型关联分析,重点挖掘与产量、抗逆性、工厂化适应性等关键性状相关的分子标记。在这一方面,各地科研团队已开展多维度研究,宋琳琳等^[24]对河南产区23份种质开展全基因组重测序,获得海量SNP与InDel位点,为种质精准鉴定奠定了分子基础。孔昊等^[25]对56份种质进行遗传多样性分析,结合农艺性状测定,通过SNP标记将菌株划分为5个类群,证实野生与栽培菌株遗传距离较远、性状差异明显。此外,野生种质是优良育种材料的重要来源,需依托重测序技术挖掘耐高温、优质等稀有性状基因。李宏月等^[26]

筛选出两株耐高温野生香菇,30℃条件下菌丝生长能力显著优于栽培菌株,为抗逆育种提供优质种质资源与理论依据。综上,通过种质重测序手段,可有效解析种质遗传差异,挖掘优良性状基因,为香菇定向育种、种质创新及工厂化栽培优化提供技术支撑。

支持研发与推广如MNP、F-MSAP等新型分子标记技术,构建全国共享的香菇品种分子身份证系统。整合现有标记资源,筛选可用于品种鉴定的核心位点组合,建立高精度、可复用的系统发育图谱,为菌种知识产权保护与市场规范管理提供技术保障。在相关技术研发与应用方面,已有多项研究成果涌现,李志远等^[27]开发111个高多态SSR分子标记,在遗传多样性分析与品种鉴定中发挥重要作用;赵瑞琳等^[28]首创MNP分子标记技术,基于188份菌株测序数据筛选501个MNP标记位点,构建香菇品种MNP标记数据库,进一步筛选187个核心位点构建高精度系统发育图谱,将供试栽培品种划分为24个谱系,明确其来源分布,为品种精准鉴定提供全新技术平台;肖冬来等^[29-31]则建立F-MSAP分子标记分析方法,提升亲本亲缘关系分析与表观多样性的关联性,同时开发GC-IMS挥发性组分分析技术及dsRNA病毒快速检测技术,完善种质评价技术体系。

未来需加大CRISPR-Cas9基因编辑技术在香菇定向育种领域的研发力度,聚焦品质改良与抗逆性提升两大维度开展种质创新工作。目前该技术在香菇育种中应用较为成熟,通过靶向修饰形态建成、风味合成及营养代谢基因,能够改良菇体外观形态、优化食用风味、调控营养物质含量;通过编辑热激蛋白、抗氧化酶等胁迫响应基因,可选育耐高温、抗病原菌的优质菌株,增强香菇栽培的环境适应性。除此之外,ZFN、TALEN等基因编辑技术虽因操作繁琐、研发成本偏高导致应用范围有限,但在特殊育种需求中仍具备应用价值。为保障育种产业规范化发展,应搭建基因编辑菌株安全评价监管体系,研发无外源DNA残留的RNP递送技术,以此降低外源基因整合风险,提升基因编辑精准度^[32-33]。国内食用菌基因编辑领域已积累诸多研究成果:刘明等^[34]团队首次实现草菇基因编辑,创制出耐储运的优良种质;上海市农业科学院改造香菇内源基因启动子,提高了菌丝体消化利用率,优化了工业加工特性^[35-36];华中农业大学筛选鉴定出耐热功能基因,为香菇抗逆定向育种提供精准编辑靶

点^[37]。以上研究成果不断完善香菇基因编辑育种体系,为优质种质创制及产业化合规推广筑牢技术根基。

3.3 香菇深加工技术与产品创新

技术创新与高附加值产品生态构建。以“科技赋能+需求牵引”双轮驱动产业价值链升级,推动加工环节从“规模型初加工”向“价值型精深制造”战略转型。聚焦健康消费升级趋势,以基因编辑改良的优质香菇品种为原料基底,融合“清洁生产+营养保全”技术理念,开发低油低盐即食零食、冻干香菇脆片、功能性即食汤饮等高端产品线,建立“风味物质图谱+营养保留率”双指标评价体系,实现产品健康属性与感官体验的精准平衡。深化产学研用协同创新机制,围绕“活性成分高效利用”攻关核心技术:突破香菇多糖超声波-微波协同提取、活性肽定向酶解修饰、副产物(菇柄)生物转化等关键技术瓶颈,构建“功能性食品(如免疫调节口服液)+天然调味料(如香菇风味基料)+生物活性制剂”多元化产品矩阵,将原料利用率从传统加工的60%提升至90%以上,实现全要素价值最大化。

产业链整合与绿色标准化体系革新。以“全链条数字化+循环经济”为核心,构建“智慧原料基地-标准化精深加工-品牌化终端服务”的产业生态闭环。重点培育领军企业牵头组建产业创新联盟,引进智能化分拣、连续式低温干燥、区块链溯源等先进装备与系统,推动加工环节自动化率提升至85%以上,单位产值能耗降低20%,实现市场规模扩大与全球化品牌价值重塑。实施“国内国际双循环”市场战略,以“标准输出+渠道创新”提升全球市场话语权。在国内市场,依托预制菜、健康零食等消费场景,构建“线上社群营销+线下精品商超”的立体渠道网络;在国际市场,对标欧盟有机认证、美国FDA标准等国际最高要求,推动企业获取SGS、BRCGS等权威认证,通过“海外仓集群+跨境电商平台+本土化分销伙伴”的模式优化供应链布局,将跨境物流时效缩短30%以上。

4 结 语

作为食用菌领域价值标杆的大宗优势品种,香菇依托国内稳固且随健康消费升级持续扩容的庞大市场,成为农业产业结构优化的关键抓手,产业发展潜力持续释放。在食用菌农业现代化加速推进的战略机遇期,香菇产业需精准把握政策红利与技术革新双轮驱动机遇,直面市场竞争加剧、菌种

质量不一等核心挑战。通过优质菌种研发攻坚、全产业链条协同优化、社会化服务体系全域覆盖等系统性举措补齐短板,夯实产加销一体化根基,最大化释放其在农户增收致富、农业绿色转型、农林资源循环利用中的经济社会生态协同价值。

参考文献

- [1] 曹斌,王倩,章炉军,等.日本新修香菇原产地标记管理规定的特征、问题及对策建议[J].食用菌,2023,45(4): 1-4.
- [2] 楚晓真,崔杏春,刘格,等.不同配方培养料对香菇胞外酶活性、产量及品质的影响[J].中国瓜菜,2023,36(3): 110-114.
- [3] 朱丹.不同栽培基质对香菇产量和营养品质的影响[J].农业工程技术,2024,44(28): 31-32.
- [4] 石志辉,覃培升.竹屑袋料栽培香菇试验[J].广西农学报,2022,37(4): 22-26.
- [5] 姜宁,董浩然,于海龙,等.国家食用菌产业技术体系“十四五”新品种、新技术、新产品成果[J].菌物研究,2025,23(1): 1-20.
- [6] 张晓露.陕西香菇标准化种植带动经济成效[J].河北农机,2023(19): 148-150.
- [7] 谭琦,宋春艳.中国香菇产业的现状、问题及发展建议[J].食药食用菌,2026,34(1): 1-6.
- [8] 宋艺添,姚方杰,鲁丽鑫,等.香菇种质评价及自交菌株菌丝遗传特性研究[J].吉林农业大学学报,2024,46(3): 415-424.
- [9] 胡莉婷,杨光仙,李梦夏,等.河南香菇越夏高温气候特征及其与菌棒坏袋率的关系分析[J].中国瓜菜,2024,37(5): 98-106.
- [10] 郝东伟.河北高标准打造5个食用菌示范区[N].河北日报,2022-05-07(3).
- [11] 曹斌,高博.我国香菇产业发展现状、趋势和对策研究[J].食药食用菌,2025,33(4): 242-251.
- [12] 刘昆,蒋俊,宋小亚,等.香菇L808细胞核与线粒体基因组注释分析[J].食药食用菌,2023,31(2): 118-125.
- [13] 熊雪,李鹏,张贵合,等.不同栽培基质诱导对香菇液体发酵产漆酶活性的影响[J].生物技术通报,2021,37(12): 50-59.
- [14] 上海市农业农村委员会.“申香1513”入选农业主导品种[EB/OL]. (2025-07-13) [2025-12-09]. <https://nyncw.sh.gov.cn/mtbd/20250731/9247307c04454067b441c04c0fb0c252.html>.
- [15] 杜顺刚,靳士铮,李文志.香菇135菌株在北方春栽中应注意的几点[J].食用菌,2003(1): 11.
- [16] 刘爽,雷伟冬,丁建,等.4个不同种源L808出菇比较试验[J].特种经济动植物,2023,26(3): 20-23.
- [17] 李梦春,源朝政,马瑜,等.南阳市香菇全产业链标准化发展建议[J].中国食用菌,2025,44(4): 120-124.
- [18] 李晓华.破解原料困局推动随州香菇产业可持续发展[EB/OL]. (2025-06-07) [2025-12-09]. <http://www.suiw.cn/portal.php/portal.php?mod=view&aid=271540>.
- [19] 四川青川县联动省港投集团贯通食用菌全产业链助力菌业振兴[EB/OL]. (2025-8-22) [2025-12-09]. <http://zixun.mushroommarket.net/202508/22/213720.html>.
- [20] 张子勤,叶昌荣,郭俊,等.乡村振兴背景下农光互补项目分

- 析、评价与建议:基于江西农光互补项目的案例研究[J]. 企业经济, 2024, 43(9): 135-143.
- [21] 山东邹城创新食用菌出口方式首批菌瓶出口美国[J]. 食药菌, 2025, 33(5): 376.
- [22] 张婧, 袁嘉利. 一部手机“管”20个智能大棚, 香菇住进“空调房”[N]. 工人日报, 2024-01-23(6).
- [23] 谭琦, 应国华, 宋春艳, 等. 香菇种质创新和抗逆优质新品种培育及产业化应用[R]. 2018-10-20. 上海: 上海市农业科学院.
- [24] 宋琳琳, 陈红芝, 毋柳柳, 等. 基于重测序的23份香菇种质资源全基因组序列分析[J]. 中国瓜菜, 2024, 37(3): 28-34.
- [25] 孔昊, 戴鑫, 章炉军, 等. 适宜工厂化栽培香菇菌株的筛选和评价[J]. 菌物学报, 2025, 44(1): 132-148.
- [26] 李宏月, 欧小云, 刘斌. 野生香菇菌株鉴定及其与栽培菌株的生物学特性比较[J]. 广东农业科学, 2023, 50(9): 59-67.
- [27] 李志远, 于海龙, 方智远, 等. 甘蓝 SNP 标记开发及主要品种的 DNA 指纹图谱构建[J]. 中国农业科学, 2018, 51(14): 2771-2788.
- [28] 中国科学院微生物研究所, 江汉大学. 一种鉴定香菇品种的 MNP 标记法的开发及应用: CN202210530743.4[P]. 2023-11-24.
- [29] 肖冬来, 张迪, 林衍铨, 等. 20株香菇菌株的 ISSR 和 F-MSAP 分析[J]. 福建农业学报, 2018, 33(8): 794-798.
- [30] 杨菁, 肖冬来, 张迪, 等. 香菇育种技术创新及品种选育[R]. 2019-04-17. 福州: 福建省农业科学院食用菌研究所.
- [31] 福建省农业科学院食用菌研究所. 一种食用菌 dsRNA 病毒的检测方法: CN201610531148.7[P]. 2016-07-07.
- [32] 付阳, 宋春艳, 董晶晶, 等. 香菇中 CRISPR/Cas9 基因编辑体系的构建[J]. 菌物学报, 2024, 43(8): 26-42.
- [33] 付阳, 宋春艳, 刘建雨, 等. 香菇中 CRISPR/Cas9 基因编辑系统的构建[C]//中国菌物学会. 中国菌物学会 2023 年学术年会论文摘要: 菌物遗传及分子生物学, 2023: 10.
- [34] 刘明, 周慧, 王剑豪, 等. 应用基因编辑技术创制草菇不开伞菌株[C]//中国菌物学会. 中国菌物学会 2024 年学术年会论文摘要, 2024: 94.
- [35] Wang Y, Chen W J, Chen H Y, et al. Editing a mushroom with high-digestibility using a novel endo-*N*-acetyl- β -*D*-glucosaminidase[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2025, 305(2): 141165.
- [36] Wang D D, Zhang M, Wan J N, et al. Enhancing digestibility and intestinal peptide release of *Pleurotus eryngii* protein: An enzymatic approach[J]. Journal of Fungi, 2024, 10(12): 890.
- [37] 龚钰华, 魏晓雪, 陈佳悦, 等. 热胁迫下香菇 DnaJ 影响菌丝耐热性机制研究[C]//中国菌物学会. 中国菌物学会 2023 年学术年会论文摘要: 食用真菌, 2023: 9-10.