

6 种常见侧耳的农艺性状和营养成分评价

孙佳琪^{1,2}, 李辉平¹, 徐平¹, 林金盛¹, 蒋宁¹,
侯立娟¹, 马林¹, 王强², 曲绍轩^{1,2}

(1. 江苏省农业科学院蔬菜研究所·江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室 南京 210014;

2. 江苏大学生命科学学院 江苏镇江 212013)

摘要:侧耳属食用菌属于木腐菌类,具有易栽培、种植面积广、生长周期短、生物转化率高、环境适应性强及食药价值高等优势。本研究旨在明确不同种类侧耳菌株在同一栽培基质上的农艺性状与营养价值差异,为侧耳属食用菌优良品种选育及针对性开发营养导向型加工产品提供科学支持。以6种常见的侧耳种类为试验材料,包括糙皮侧耳(苏平5号、平菇45和新科101)、黄白侧耳(小白平)、肺形侧耳(夏秀)、桃红侧耳(红平菇)、刺芹侧耳(苏杏1号)和金顶侧耳(平顶榆黄蘑)。研究结果显示,在农艺性状方面,糙皮侧耳和肺形侧耳的发菌期最短、现蕾早、出菇转潮快,其中,苏平5号、夏秀、平菇45和新科101的第一潮产量最高;在营养价值方面,不同侧耳菌株间差异显著,小白平的维生素C含量(w,后同)533.07 mg·g⁻¹、总氨基酸含量3.88 mg·g⁻¹和可溶性蛋白含量21.95 mg·g⁻¹均为最高,夏秀和苏杏1号的粗多糖含量(>65 mg·g⁻¹)显著高于其他菌株。本研究结果不仅为侧耳属食用菌优良品种筛选与培育提供了科学依据,也为根据不同营养需求开发专用的食用菌加工产品提供了方向指引,进而助力食用菌产业高质量发展。

关键词:侧耳;农艺性状;营养成分

中图分类号:S646.1⁴ 文献标志码:A 文章编号:1673-2871(2026)03-158-07

Evaluation of agronomic traits and nutritional composition of six common *Pleurotus*

SUN Jiaqi^{1,2}, LI Huiping¹, XU Ping¹, LIN Jinsheng¹, JIANG Ning¹, HOU Lijuan¹, MA Lin¹, WANG Qiang², QU Shaoxuan^{1,2}

(1. Vegetable Research Institute, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Jiangsu Key Laboratory for Horticultural Crop Genetic Improvement, Nanjing 210014, Jiangsu, China; 2. College of Life Science, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, Jiangsu, China)

Abstract: *Pleurotus*, a genus of wood-rotting fungi, is characterized by easy cultivation, extensive planting, short growth cycle, high bioconversion rate, strong environmental adaptability, and high edible and medicinal value. This study aims to clarify the differences in agronomic traits and nutritional value among different *Pleurotus* strains under the same cultivation substrate, so as to provide scientific support for the breeding of excellent varieties of the genus *Pleurotus* and the targeted development of nutrition-oriented processed products. Six common *Pleurotus* were used as experimental materials, including *P. ostreatus* (Suping 5, Pinggu 45, Xinke 101), *P. cornucopiae* (Xiaobaiping), *P. pulmonarius* (Xiaxiu), *P. djamor* (Hongpinggu), *P. eryngii* (Suxing 1), and *P. citrinopileatus* (Pingding Yuhuangmo). The results showed that in terms of agronomic traits, *P. ostreatus* and *P. pulmonarius* exhibited the shortest mycelial growth period, early primordium formation, and rapid flushing during fruiting. Among them, Suping 5, Xiaxiu, Pinggu 45, and Xinke 101 showed the highest bioconversion rate in the first flush. Regarding nutritional value, significant differences were observed among the strains. Xiaobaiping had the highest content of vitamin C (533.07 mg·g⁻¹), total amino acids (3.88 mg·g⁻¹), and soluble protein (21.95 mg·g⁻¹). The crude polysaccharide content (>65 mg·g⁻¹) in Xiaxiu and Suxing 1 was significantly higher than in other strains. The results of this study not only provide a scientific basis for screening and breeding superior *Pleurotus* varieties, but also offer direction for developing specialized processed mushroom products tailored to different nutri-

收稿日期:2025-08-20;修回日期:2025-09-28

基金项目:国家食用菌产业技术体系虫害防控(CARS20);常州市科技计划(CE20222010)

作者简介:孙佳琪,女,在读硕士研究生,主要从事食药真菌生物学研究。E-mail:sunjiaqi0610@163.com

通信作者:曲绍轩,女,研究员,主要从事食药真菌与环境、有害生物互作研究。E-mail:ququzhibao@163.com

tional needs, thereby contributing to the high-quality development of edible mushroom industry.

Key words: *Pleurotus*; Agronomic trait; Nutritional composition

侧耳属(*Pleurotus*)隶属于担子菌门 Basidiomycota、伞菌纲 Agaricomycetes、伞菌目 Agaricales、侧耳科 Pleurotaceae^[1]。据估计,世界有 1000 余种,已知有效名约 50 种^[2],常见种类包括糙皮侧耳(*Pleurotus ostreatus*)、肺形侧耳(*P. pulmonarius*)、金顶侧耳(*P. citrinopileatus*)、桃红侧耳(*P. djamor*)、刺芹侧耳(*P. eryngii*)、白灵侧耳(*P. tuoliensis*)、鲍鱼侧耳(*P. abalonus*)、菌核侧耳(*P. tuber-regium*)和巨大侧耳(*P. giganteus*)等。其中,糙皮侧耳俗称平菇,是世界四大栽培食用菌之一,2023 年中国平菇产量达 613.21 万 t,占全国食用菌总产量的 14.15%^[3];刺芹侧耳俗称杏鲍菇,是我国工厂化栽培产量最大的食用菌之一。此外,肺形侧耳(商品名为秀珍菇、凤尾菇)、桃红侧耳(又称红平菇)、金顶侧耳(又称榆黄蘑)等均为商业化栽培品种,在食品供给中占据重要地位^[3-4]。

侧耳属食用菌不仅风味鲜美,还富含多糖、氨基酸、维生素等营养物质与生物活性物质,具有抗氧化、增强免疫力等保健功效,其低脂特性及必需氨基酸的优质配比更凸显营养优势^[4-8]。同时,侧耳属食用菌在我国具有丰富的遗传多样性,不同菌株在菌丝生长速度、生物学效率、子实体形态等方面表现出显著差异^[9-11];且栽培基质(桑枝、杂木屑和棉籽壳等)能影响其风味成分与营养成分,这种差异与其农艺性状和营养价值密切相关^[12]。相较于其他食用菌,侧耳属食用菌中的多糖具有免疫调节等药用活性^[13];杏鲍菇的脂肪含量(w,后同)仅为 0.65%,且富含膳食纤维,有助于促进肠道健康,是理想的低脂食品^[14]。这些特性为品种改良与产品开发提供了广阔空间。

笔者选取侧耳属 6 个种类的 8 个菌株,从生长特性、产量等农艺性状及总氨基酸、多糖等营养成分方面评估其作为功能性食品的潜力,既可筛选优良菌株,提升经济价值,推动产业现代化规模化进程,也可为其他食用菌研究提供理论与技术支持。

1 材料与amp;方法

1.1 供试菌株

供试的侧耳菌株共 8 个。其中,糙皮侧耳 3 个菌株,苏平 5 号、平菇 45 来自江苏省农业科学院,新科 101 来自中国农业科学院;黄白侧耳、肺形侧

耳和刺芹侧耳各 1 个菌株,分别为小白平、夏秀和苏杏 1 号,均来自江苏省农业科学院;桃红侧耳(红平菇)和金顶侧耳(平顶榆黄蘑)各 1 个菌株,均来自江苏高邮市科学食用菌研究所。

1.2 试验设计

试验于 2024 年 11 月在江苏省农业科学院蔬菜研究所实验室进行。供试菌株先转接到含马铃薯综合培养基(马铃薯提取物 200 g、葡萄糖 20 g、大豆蛋白胨 2 g、琼脂 13 g,加蒸馏水定容至 1000 mL)的培养板上,在 25 °C 的恒温无菌培养箱中进行活化复壮。确保活化的菌株无污染且活力旺盛可用于后续试验。为明确不同侧耳菌株在同一栽培基质下的农艺性状与营养价值差异,选用的出菇培养料为:棉籽壳 80%、麸皮 18%、石灰 2%、含水量 60%~65%。先将培养料充分混合均匀,分装至 380 mL 的出菇瓶中,随后进行高压灭菌处理,121 °C 下灭菌 2 h。灭菌完成后分别接入活化的待测菌株,每个菌株 12 个重复。接种后,放入室内通风处避光发菌,发菌温度 23~25 °C,相对湿度 60%~75%,保持室内空气新鲜。根据不同侧耳出菇所需的环境条件放置到不同温湿度条件的人工气候箱内^[15]。

1.3 方法

1.3.1 菌丝性状观察和生长速度测定 将 PDA 培养基均匀分装至灭菌的培养皿中(90 mm),待测菌株经转接活化后,使用直径 5.0 mm 的打孔器制备接种块于培养皿中央,每个菌种设置 5 个重复,倒置于 25 °C 的恒温无菌培养箱中培养。以接种点为初始测定点,自第 3 天起每 2 d 测量 1 次菌落半径,直至菌丝完全覆盖平板中的培养基^[16]。同时,系统观察菌落形态及菌丝生长情况。第 7 天的菌丝生长速度计算方法如下:

菌丝生长速度($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$) = 菌落半径(mm) / 菌丝生长时间(d)。

1.3.2 农艺性状观察 待测菌株接种后的第 7 天标记为初始测定点,随后在第 14 天、第 21 天分别测量菌丝纵向生长的距离,直到菌丝完全覆盖出菇瓶底部。当出菇瓶口出现针尖状原基时,移除瓶盖,进入出菇管理阶段。根据不同侧耳出菇所需的温度放置到不同温湿度条件的人工气候箱内^[16]。出菇期间,观察发菌期、现蕾期、子实体伸长期的发育

进程,记录菌盖颜色、菌盖宽度、菌盖厚度、菌柄长度、菌柄直径及第一潮菇的平均产量等农艺性状指标^[17],每个菌株5个重复。培养料中第21天的菌丝生长速度计算方法如下:

菌丝生长速度/(mm·d⁻¹) = 菌丝纵向深度(mm)/培养时间(d)。

1.3.3 营养价值测定 新鲜子实体分别采用茚三酮比色法测定总氨基酸含量,采用2,6-二氯靛酚滴定法测定活性维生素C含量^[18],采用考马斯亮蓝G-250法测定可溶性蛋白含量^[19];烘干后的子实体采用苯酚-硫酸分光光度法测定粗多糖含量^[18]。

1.4 数据分析

采用Excel进行数据统计;再通过SPSS 27.0软件,对不同侧耳属食用菌菌株的菌丝生长速度、农艺性状和营养物质含量进行单因素方差分析,采用Duncan's新复极差法进行差异显著性分析^[17],采用GraphPad Prism绘图。

2 结果与分析

2.1 菌丝生长形态与长势评价

在PDA平板培养基上对6种侧耳的8个菌株菌丝生长表型进行观察,如图1所示。不同菌株的菌落特征存在明显差异,主要表现在菌落厚度、气生菌丝发达程度及菌落边缘整齐度等方面。结果显示,夏秀、小白平、新科101、平菇45这4个菌株的菌落厚度较厚、气生菌丝发达;苏平5号、红平菇的菌落厚度次之;平顶榆黄蘑、苏杏1号的菌丝厚度最薄;夏秀、小白平、苏杏1号和平顶榆黄蘑的菌落边缘整齐度明显优于其他菌株。

25℃恒温培养后,8个菌株在PDA平板上的菌丝生长速度差异显著(图2-A),菌丝生长速度在2.61~6.39 mm·d⁻¹,相差约2.4倍。糙皮侧耳3个菌株间的菌丝生长速度存在显著差异,苏平5号的菌丝生长速度快于新科101和平菇45,且其与桃红侧

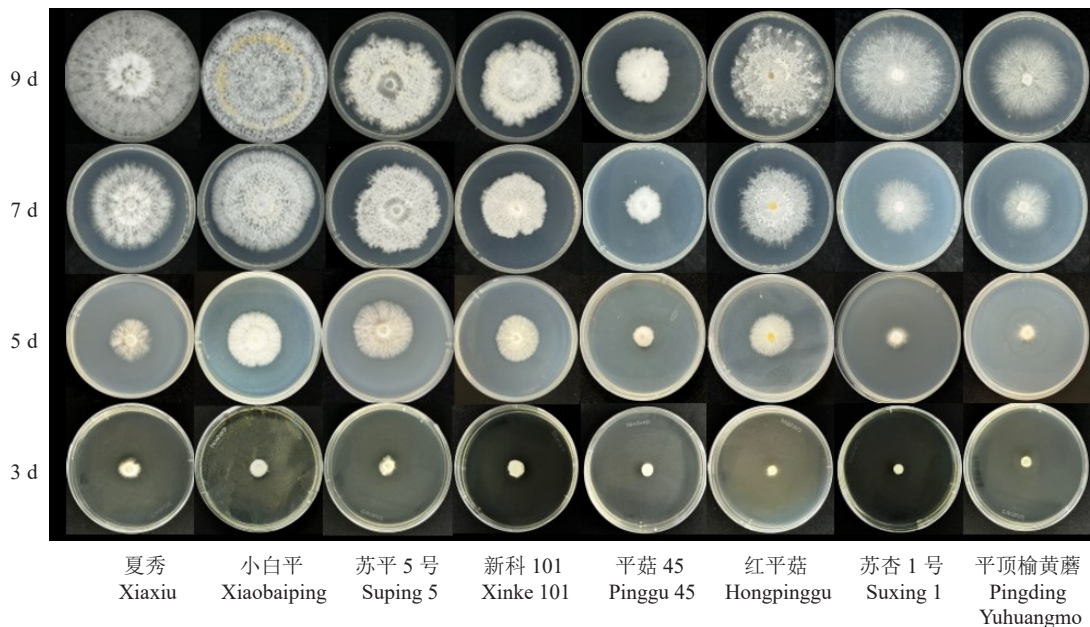


图1 不同侧耳菌株在PDA平板培养基上的菌落形态

Fig. 1 Colony morphology of different *Pleurotus* strains on PDA solid medium

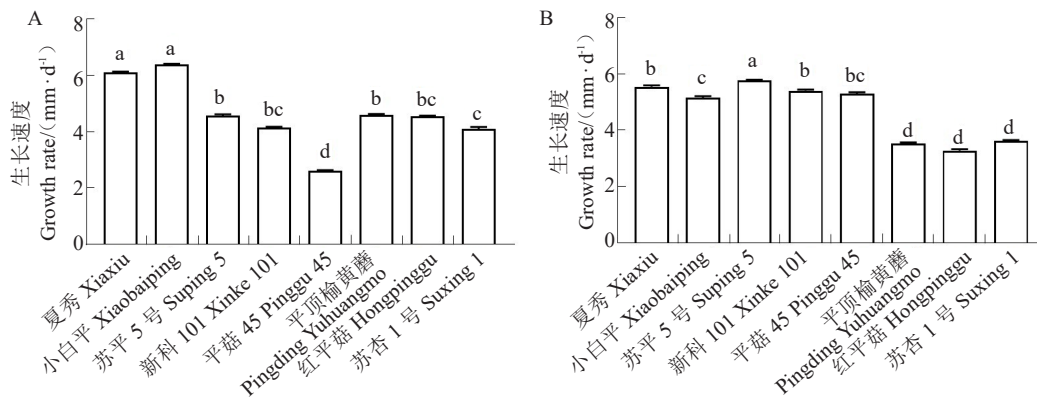
耳(红平菇)和金顶侧耳(平顶榆黄蘑)间无显著差异(图2-A)。黄白侧耳(小白平)与肺形侧耳(夏秀)的菌丝生长速度最快(>6.0 mm·d⁻¹),平菇45最慢;其他5个菌株生长速度在4~5 mm·d⁻¹,居于中间。

2.2 农艺性状分析

在23~25℃避光培养下,不同菌株在培养料上的菌丝生长速度存在显著差异(图2-B,图3)。苏平5号菌丝生长速度最快,为5.77 mm·d⁻¹,红平菇的菌丝生长速度最慢,为3.62 mm·d⁻¹,相差约1.6

倍;6种侧耳生长速度区间跨度较大,糙皮侧耳(苏平5号、平菇45和新科101)、黄白侧耳(小白平)和肺形侧耳(夏秀)在培养料中的菌丝生长速度显著高于桃红侧耳(红平菇)、刺芹侧耳(苏杏1号)和金顶侧耳(平顶榆黄蘑)。

试验结果显示,不同菌株子实体形态及产量存在显著差异(表1)。在菌盖颜色方面,夏秀、苏杏1号呈灰褐色,苏平5号为浅灰褐色,平菇45为深黄褐色,小白平、平顶榆黄蘑呈浅黄色,红平菇呈桃红



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

图 2 不同侧耳菌株分别在 PDA 培养基(A)和培养料(B)中的菌丝生长速度

Fig. 2 The growth rate of different *Pleurotus* strains on PDA medium (A) and substrate culture (B)

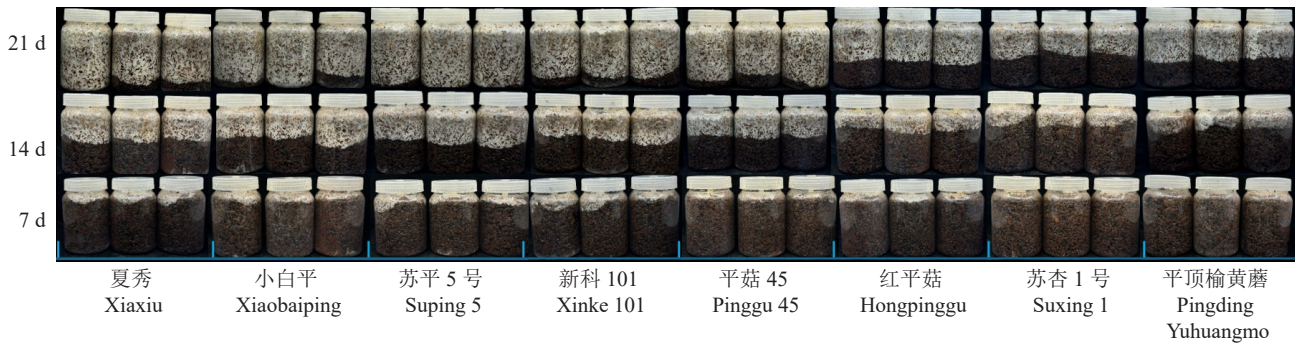


图 3 不同侧耳菌株在培养料上的菌丝长势情况

Fig. 3 Hyphal growth of different *Pleurotus* strains on the substrate culture

色,新科 101 呈乳白色;菌盖宽度以苏平 5 号和新科 101 较大,平顶榆黄蘑最小;在菌柄长度上,苏平 5 号和平菇 45 最长,显著高于其他菌株;菌柄直径则以苏杏 1 号最粗,平顶榆黄蘑最细,其余菌株间差异较小;在产量方面,夏秀、苏平 5 号产量最高,适宜作为高产菌株推广,平顶榆黄蘑产量最低。各菌株农艺性状详见表 1。

由图 4 所示,8 个菌株在培养料上各发育时期所需时间存在显著差异。肺形侧耳(夏秀)和黄白侧耳(小白平)在发菌期、现蕾期和伸长期所需的发育时间无显著差异;糙皮侧耳的苏平 5 号、新科 101 在发菌期、伸长期与肺形侧耳(夏秀)和黄白侧耳(小白平)无显著差异;平菇 45 与糙皮侧耳其他 2 个菌株间在发菌期和现蕾期存在显著差异,需较长

表 1 不同菌株子实体生长情况

Table 1 The fruiting body growth of the different strains

菌株 Strain	菌盖颜色 Cap color	菌盖宽度 Cap width/cm	菌盖厚度 Cap thickness/cm	菌柄长度 Stipe length/cm	菌柄直径 Stipe diameter/cm	第一潮产量 First-tide yield/g
夏秀 Xiaxiu	灰褐色 Taupe	6.21±0.64 c	0.48±0.03 e	2.84±0.04 e	1.24±0.07 e	46.68±11.51 a
小白平 Xiaobaiping	浅黄色 Light yellow	5.47±0.69 d	0.57±0.03 d	4.63±0.04 b	1.56±0.09 c	18.47±3.34 e
苏平 5 号 Suping 5	浅灰褐色 Light taupe	7.23±0.97 b	0.65±0.04 c	5.62±0.63 a	1.40±0.09 d	47.84±8.61 a
新科 101 Xinke 101	乳白色 Milk white	7.53±0.74 a	0.89±0.05 b	3.95±0.02 c	1.70±0.12 b	43.13±6.61 bc
平菇 45 Pinggu 45	深黄褐色 Dark brown	3.41±0.65 f	0.62±0.04 c	5.62±0.05 a	1.58±0.01 c	45.64±5.17 b
红平菇 Hongpinggu	桃红色 Peach pink	4.89±0.46 e	0.52±0.03 d	3.63±0.04 d	1.67±0.09 b	22.91±3.10 d
苏杏 1 号 Suxing 1	灰褐色 Taupe	5.46±0.63 d	2.10±0.07 a	4.16±0.03 c	2.69±0.17 a	40.19±2.46 c
平顶榆黄蘑 Pingding Yuhuangmo	浅黄色 Light yellow	1.79±0.13 g	0.47±0.20 e	3.94±0.05 c	0.97±0.03 f	18.26±1.49 e

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different lowercase in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

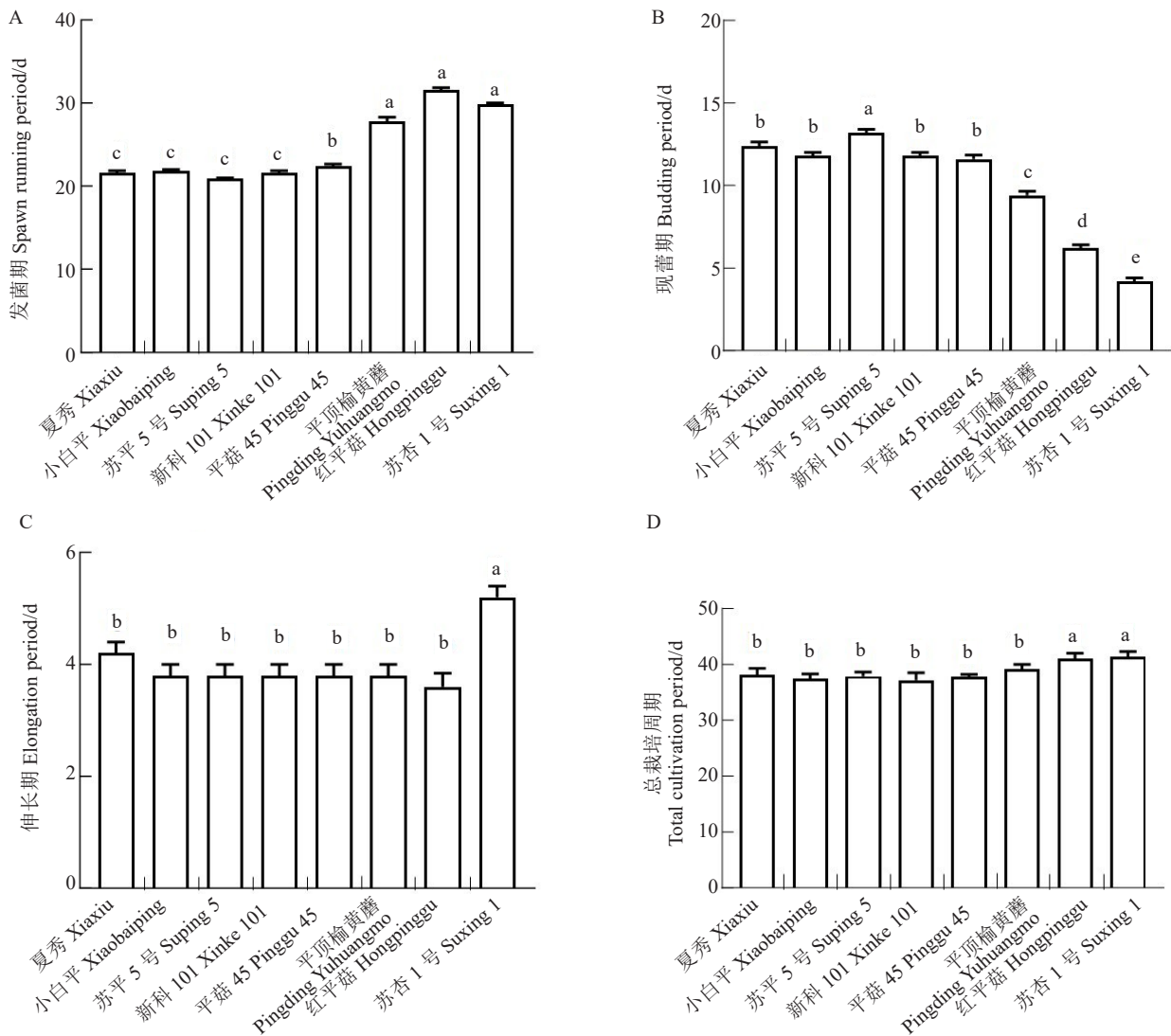


图 4 不同侧耳菌株的生长发育期

Fig. 4 The growth and development period of different *Pleurotus* strains

的发菌期 22.4 d 和较短的现蕾期 11.6 d;红平菇、苏杏 1 号和平顶榆黄蘑 3 个菌株在发菌期和现蕾期则与其他 5 个菌株间存在显著差异。苏平 5 号现蕾期较长,为 13.2 d,红平菇、苏杏 1 号和平顶榆黄蘑的发菌期最长,为 27.8~31.6 d,但现蕾期较短 4.2~9.4 d。从接种到第一潮菇采收的总栽培周期见图 4-D,肺形侧耳、黄白侧耳、糙皮侧耳以及金顶侧耳的 6 个菌株间的栽培总周期无显著差异,为 38.2~39.2 d,但与桃红侧耳和刺芹侧耳有显著差异)。

2.3 主要营养成分测定结果

研究结果显示,不同侧耳及菌株间的营养价值存在显著差异(表 2)。黄白侧耳的小白平菌株在维生素 C、总氨基酸及可溶性蛋白含量均最高,其中,维生素 C 含量 $533.07 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,是糙皮侧耳 3 个菌株的 1.7~2.6 倍、刺芹侧耳(苏杏 1

号)1.8 倍、肺形侧耳(夏秀)的 2.4 倍、金顶侧耳(平顶榆黄蘑)的 2.7 倍以及桃红侧耳(红平菇)的 3.8 倍,可溶性蛋白含量是糙皮侧耳 3 个菌株的 1.7~4.0 倍、刺芹侧耳(苏杏 1 号)的 1.7 倍、肺形侧耳(夏秀)的 2.6 倍;肺形侧耳(夏秀)与刺芹侧耳(苏杏 1 号)的粗多糖含量($>65 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)优势显著,属高多糖品种;桃红侧耳(红平菇)除总氨基酸含量较高外,维生素 C 和粗多糖含量均为最低。

3 讨论与结论

侧耳作为商业化广泛栽培的食用菌,凭借对不同地域气候的广泛适应性,以及对棉籽壳、秸秆等农业废弃物的高效转化能力,在丰富农业种植结构、推动区域特色农业发展中展现出显著优势,为

表2 不同菌株营养价值测定

Table 2 Determination of the nutritional values of the different strains

(mg·g⁻¹)

菌株 Strain	w(维生素 C) Vitamin C content	w(总氨基酸) Total amino acid content	w(可溶性蛋白) Soluble protein content	w(粗多糖) Crude polysaccharide content
夏秀 Xiaxiu	225.95±10.04 d	1.86±0.10 e	8.49±0.39 d	67.23±9.36 a
小白平 Xiaobaiping	533.07±19.32 a	3.88±1.35 a	21.95±1.05 a	56.28±5.61 c
苏平 5 号 Suping 5	307.19±13.82 b	2.02±0.13 d	7.07±0.36 e	61.21±5.72 b
新科 101 Xinke 101	202.82±9.76 e	1.43±0.09 f	5.46±1.06 f	42.21±3.15 d
平菇 45 Pinggu 45	244.84±10.46 c	2.18±0.08 c	12.55±1.33 c	55.75±7.28 c
红平菇 Hongpinggu	140.62±6.84 f	3.60±0.16 ab	19.32±0.92 b	14.61±4.11 f
苏杏 1 号 Suxing 1	301.24±13.62 b	2.02±0.09 d	12.56±1.32 c	65.15±7.10 a
平顶榆黄蘑 Pingding Yuhuangmo	197.65±7.46 e	3.32±0.11 b	19.82±2.25 b	35.39±1.90 e

农业产业多元化和资源循环利用提供了重要支撑^[20]。品种改良与高产栽培研究可提升作物的产量和品质,保障农作物的稳定供应;而解析其营养成分(如多糖、氨基酸)能为功能性食品开发提供依据,通过改善口感、增加营养(如高多糖、高氨基酸),可拓展深加工路径(如功能食品、保健品),推动产业从初级种植向高附加值加工环节升级^[21]。

现有的研究多聚焦单个或少数栽培种(如糙皮侧耳、肺形侧耳、刺芹侧耳等)在不同栽培基质上的农艺性状和营养成分,较少比较侧耳属内更多近缘种、地方特色菌株在相同基质条件下的生长潜力差异,也难以系统反映不同生态型侧耳的营养差异^[4-8,22]。本研究在同一栽培基质下系统分析了侧耳属 6 个种类的 8 个地方菌株(夏秀、小白平、苏平 5 号、新科 101、平菇 45、平顶榆黄蘑、红平菇、苏杏 1 号)的农艺性状与营养价值,进一步揭示了该属真菌在遗传多样性与功能特性上的丰富潜力。

从农艺性状来看,不同菌株的菌丝生长速度、菌落形态、子实体形态、栽培周期和产量都存在显著差异,可能与种性以及菌株对培养环境和基质利用的适应性相关(如碳源利用效率、次生代谢调控等)。品种的选择可以结合栽培材料和食用菌价格的市场波动与经济收益进行优化:糙皮侧耳产量高,适宜抵御市场价格波动;肺形侧耳与金顶侧耳适配高端市场,单价高时收益显著;刺芹侧耳耐贮运,能降低流通损耗成本;桃红侧耳凭借特色外观实现产品溢价;黄白侧耳凭借短周期可灵活应对市场旺季。在营养价值方面,8 个菌株中小白平的维生素 C、总氨基酸及可溶性蛋白含量突出,夏秀和苏杏 1 号粗多糖含量优势

显著,凸显了侧耳属在“营养型”与“功能型”品种上的分化潜力。这一结果丰富了现有研究中侧耳营养价值多样性的认知,本研究发现的菌株特异性功能成分富集现象(如小白平的综合营养优势),为侧耳属食用菌的功能性食品开发提供了品种选择依据。

参考文献

- [1] 李静,图力古尔,杨祝良.侧耳属真菌的起源演化与物种识别研究进展[J].菌物研究,2022,20(4):235-245.
- [2] GASTON G. Genus *Pleurotus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm. (Agaricomycetideae): diversity, taxonomic problems, and cultural and traditional medicinal uses[J]. International Journal of Medicinal Mushrooms, 2000, 2(2): 29.
- [3] 中国食用菌协会.2023 年度全国食用菌统计调查结果分析[J].中国食用菌,2025,44(1):120-129.
- [4] 殷朝敏,范秀芝,刘纯友,等.12 株侧耳属食用菌菌丝中主要营养成分分析[J].核农学报,2019,33(1):96-102.
- [5] 贾乐,张建军.侧耳属食用菌多糖的研究进展[J].微生物学杂志,2015,35(4):1-6.
- [6] 常存,段楠,杨雪冰.平菇的营养成分测定及保健功能研究[J].黑龙江科学,2019,10(18):30-31.
- [7] 吴莹莹,李文云,TAN Y,等.15 份中国和马来西亚市售秀珍菇的营养成分与蛋白质品质分析[J].上海农业学报,2024,40(6):42-54.
- [8] 魏晶晶,张浩然,王志鸽,等.真菌金顶侧耳的研究进展[J].青海草业,2020,29(2):28-31.
- [9] 宋爽,刘宇,武月园,等.野生白灵侧耳种质资源遗传多样性分析和评价[J].食用菌学报,2025,32(3):120-130.
- [10] 张妍,郭向丽,黄晨阳,等.金顶侧耳种质资源的遗传多样性鉴定及农艺性状评价[J].北方园艺,2018(11):151-157.
- [11] 岳园园,胡哲源,何琪,等.基于全基因组 SNP 位点和性状特征解析我国野生肺形侧耳的遗传多样性[J].生物技术通报,2025,41(3):282-293.

- [12] 殷朝敏,李雨鸿,范秀芝,等.不同栽培基质对6种侧耳属食用菌风味成分的影响[J].核农学报,2022,36(10):1984-1995.
- [13] 李宗义,李培睿,李雪梅,等.侧耳、金针菇蛋白质的测定及营养价值比较[J].食用菌,2002(2):10-11.
- [14] 赵睿秋,马高兴,杨文建,等.6种食用菌子实体水提物对肠道菌群的影响[J].食品科学,2017,38(5):116-121.
- [15] 张金霞,蔡为明,黄晨阳.中国食用菌栽培学[M].北京:中国农业出版社,2021.
- [16] 羊晨,涂镜,翟杨,等.一株野生肺形侧耳的菌丝生长特性及人工栽培初探[J].中国食用菌,2022,41(10):18-25.
- [17] 兰玉菲,王庆武,唐丽娜,等.糙皮侧耳种质主要农艺性状的遗传多样性及聚类分析[J].食用菌学报,2014,21(4):10-14.
- [18] 张时馨,陈荟,耿阳阳.不同菌材栽培糙皮侧耳营养品质综合评价[J].食品安全质量检测学报,2024,15(9):321-331.
- [19] 王华,刘虹,刘欣,等.富硒黄白侧耳子实体蛋白质和多糖的研究[J].中国食用菌,2018,37(3):59-63.
- [20] 张俊波,宋海燕,苏明声,等.江西大型真菌系统分类学研究:侧耳属及栽培驯化[J].江西农业大学学报,2019,41(3):590-600.
- [21] 魏杰,曹子恒,黄晨阳.基于大食物观的森林食用菌产业现状、问题与对策[J].微生物学报,2025,65(4):1714-1725.
- [22] 鲍大鹏.食用真菌中的大家族:侧耳属[J].生命世界,2023(7):58-65.