

美味黏肉菇新品种‘哈元 1 号’的选育报告

庄磊*, 孙志晖, 郭旭欣, 于松涛, 杨娜

哈尔滨市农业科学院畜牧与生态技术研究分院食用菌研究室, 黑龙江 哈尔滨 150029

摘要: 本研究对采集自 3 个不同地理区域的 44 份野生美味黏肉菇材料进行了系统性品种选育研究。通过菌株分离、拮抗试验和母种性能评估, 成功获得 22 个具有遗传差异性的菌株。经菌丝活力比较分析、栽培适应性复筛及农艺性状综合评价, 最终筛选出具有显著优势的‘哈元 1 号’菌株。该品种菌丝体表现出白色致密、生长均一的菌落特征; 子实体呈扇贝状丛生结构, 成熟期呈深黄色, 其形态参数为菌盖直径 8–10 cm × 18–20 cm, 厚度 1.0–1.5 cm。栽培试验表明, 在袋料培养体系中, 该菌株单袋鲜菇产量达 700 g 以上(鲜重)。最佳接种期为 2–3 月, 具有春(5–6 月)秋(9–10 月)双季采收特性。农艺性状分析显示, ‘哈元 1 号’在形态指标、产量稳定性及生态适应性等方面均显著优于原始野生种群。研究表明, 该品种具有形态特征显著、性状稳定、适应性广、产量突出等优势, 为东北地区人工美味黏肉菇种植产业提供新的种质资源与栽培方案。

关键词: 美味黏肉菇; 哈元 1 号; 品种选育

[引用本文]

庄磊, 孙志晖, 郭旭欣, 于松涛, 杨娜, 2025. 美味黏肉菇新品种‘哈元 1 号’的选育报告. 菌物学报, 44(8): 250031

Zhuang L, Sun ZH, Guo XX, Yu ST, Yang N, 2025. New cultivar ‘Hayuan1’ of *Sarcomyxa edulis*. Mycosystema, 44(8): 250031

New cultivar ‘Hayuan1’ of *Sarcomyxa edulis*

ZHUANG Lei*, SUN Zhihui, GUO Xuxin, YU Songtao, YANG Na

Animal Husbandry and Ecological Technology Research Branch & Edible Fungus Research Room, Harbin Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150029, Heilongjiang, China

Abstract: Forty-four wild *Sarcomyxa edulis* isolates from Xizang and Heilongjiang were collected. After antagonistic reaction determination and maternal performance examination, 22 strains with different heredity were screened. Through mycelium activity comparison, planting

资助项目: 哈尔滨市财政专项; 哈尔滨市农业科学院院长引领基金

This work was supported by the Harbin City Financial Special Project and the President Leading Fund of Harbin Academy of Agricultural Sciences.

*Corresponding author. E-mail: 6234083@qq.com

ORCID: ZHUANG Lei (0009-0006-5215-0192)

Received: 2025-02-17; Accepted: 2025-03-12

adaptability screening and agronomic trait test, a stable, high-yield and high-quality *Sarcomyxa edulis* ‘Hayuan1’ was finally obtained. The mycelia are white, thick and dense. The fruiting bodies are tufted, deep yellow and scallop-shaped, 8–10 cm × 18–20 cm, with cap thickness of 1.0–1.5 cm. The yield of fresh fruiting bodies is over 0.7 kg per bag under bag-cultivation. The best inoculation period is February or March, and the double harvest periods are spring (May–June) and autumn (September–October). Agronomically, ‘Hayuan1’ was significantly better than the original wild population in terms of morphological indicators, yield stability and ecological adaptability. The variety has the advantages for the planting on an industry scale in northeast China.

Keywords: *Sarcomyxa edulis*; Hayuan1; variety breeding

美味黏肉菇 *Sarcomyxa edulis* (Y.C. Dai, Niemelä & G.F. Qin) T. Saito, 俗称元蘑、亚侧耳、冻蘑、黄灵菇、黄蘑等, 隶属于担子菌门 Basidiomycota、蘑菇纲 Agaricomycetes、蘑菇目 Agaricales、黏肉菇科 Sarcomyxaaceae、黏肉菇属 *Sarcomyxa*。该种最早描述于中国东北地区(Dai *et al.* 2003; 戴玉成等 2021), 主要生长在椴树上(戴玉成和图力古尔 2007)。美味黏肉菇细嫩清香、味道鲜美。美味黏肉菇是蘑菇中仅次于猴头蘑的上品蘑, 富含蛋白质、多糖、氨基酸、维生素等营养物质(冯卫红等 2023), 营养成分是一般蔬菜的十几倍, 食用价值极高。同时美味黏肉菇也有极高的药用价值, 具有预防动脉硬化, 提高机体免疫力, 抑制肿瘤增殖等作用(Li *et al.* 2013, 2016)。其中美味黏肉菇多糖有抗肿瘤、抗辐射、提高免疫力等作用(马岩等 2006; 刘宇等 2013; Wu *et al.* 2019)。

近些年市场对美味黏肉菇品种的需求不断增加(宋吉玲等 2010), 但美味黏肉菇的栽培历史较短, 适合人工栽培生产的美味黏肉菇品种较少, 现有的美味黏肉菇菌株中, 绝大多数都是野生驯化获得, 存在子实体产量低、出菇周期长、出菇整齐度较低以及出菇温度范围窄等一系列问题(庄磊等 2024b), 因此生产上多使用野生菌株进行栽培(宋吉玲 2011)。本研究旨在深入挖掘和丰富美味黏肉菇种质资源, 为市场提供可人工栽培的高产、稳产、适应性强的美味黏肉菇品种。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 菌株

试验菌种分别为西藏收集的 14 株野生美味黏肉菇材料; 黑龙江省牡丹江市二道河森林公园收集的 12 株野生美味黏肉菇材料; 黑龙江省绥化市庆安县大青山林场收集的 18 株野生菌株, 共计 44 份材料。经分离、纯化、拮抗试验, 共筛选出 22 株野生美味黏肉菇资源作为本试验供试菌株。选取美味黏肉菇市场种“厚片元蘑”“常满冻蘑”和“安慧元蘑”作为本研究的对照菌株。

1.1.2 培养基

PDA 培养基: 250 g 马铃薯块、22 g 葡萄糖、22 g 琼脂、2.2 g 磷酸二氢钾、1.5 g 硫酸镁, 121 °C、 1×10^5 Pa 灭菌 20 min; 取出试管摆斜面, 冷却后储存备用;

原种培养基及栽培种培养基: 阔叶木屑 480 g、麸皮 90 g、玉米粉 18 g、石膏 6 g, 含水量 60%, 培养基 pH 值为 5–6。

1.2 野生美味黏肉菇组织分离及纯化

将 44 份野生美味黏肉菇子实体材料切除基部后, 清水冲洗及灭菌。随后在无菌条件下, 使用灭菌接种针截取子实体内部组织块, 转接至 PDA 斜面培养基进行活化培养。25 °C 恒温培养, 经 3 次纯化后, 依据菌丝形态、活性、长速等性状, 选择其中较好的编号后作为试管母种。

1.3 拮抗试验

选取生长较快、饱满以及色泽较好的野生美味黏肉菇菌落接种于 PDA 培养基上两两共同

培养, 经过 25 °C 避光培养后观察是否存在明显的拮抗线, 由此淘汰重复的野生美味黏肉菇菌株(庄磊等 2024b)。

1.4 菌丝生长速度测定

将预培养的菌丝体琼脂块(0.5 cm³)接种至 PDA 培养基表面, 于恒温培养箱 25 °C 进行培养。菌丝复苏后, 运用十字交叉法动态监测菌丝日扩展速率(24 h 间隔测定), 实验设置 3 次生物学重复。

1.5 农艺性状的测定

将栽培种在相同培养条件下(温度 8–24 °C, 湿度 90%–95%, 散射光光照 200–500 lx)进行出菇管理, 对野生美味黏肉菇菌株进行产量及生物转化率测定。从中筛选出产量高、生物转化率高的菌株。

为确定菌丝体生长状况、子实体生长状况以及逐年产量等优异性状是否能够稳定遗传, 将上述试验筛选出的性状优良的美味黏肉菇菌株进行 3 年袋料栽培试验测定。

1.6 美味黏肉菇‘哈元 1 号’和现有品种比较实验

为比较筛选后的优异美味黏肉菇株系‘哈元 1 号’与现有品种之间的农艺性状表现的差异, 本试验将选取美味黏肉菇市场种“厚片元蘑”“常满冻蘑”和“安慧元蘑”进行品种间比较试验。

1.6.1 美味黏肉菇‘哈元 1 号’和现有品种拮抗试验

为确定美味黏肉菇株系‘哈元 1 号’与现有品种是否重复, 本试验将‘哈元 1 号’的菌丝体分别与美味黏肉菇市场种“厚片元蘑”“常满冻蘑”和“安慧元蘑”的菌丝体接种于 PDA 培养基上, 观察拮抗现象(庄磊等 2024b)。

1.6.2 美味黏肉菇‘哈元 1 号’和现有品种栽培品比试验

将 4 个品种放置在同一栽培环境进行栽培试验, 从菌丝长速、外表颜色、子实体形状、生物转化率等性状综合比较评定。

1.6.3 美味黏肉菇‘哈元 1 号’和现有品种耐温试验

将 4 个品种统一放置在不同梯度温度

(8–24 °C)处理环境中, 保证其他栽培条件(空气相对湿度为 95%、光照为 200–500 lx; 空气中二氧化碳浓度不超过 0.1%)相同, 在出菇阶段对不同美味黏肉菇品种出菇的各梯度温度处理环境的出菇量进行统计。

1.7 数据处理

采用 SPSS23.0 软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 野生美味黏肉菇的筛选

将从野外搜集回来的 44 份野生美味黏肉菇材料分离制备母种, 两两接种菌丝块于 PDA 培养基上, 观察不同菌株之间是否存在拮抗现象, 共筛选出 22 株野生美味黏肉菇菌株, 依次按顺序编号。

2.2 美味黏肉菇菌丝性能测定

通过菌丝的生长速度与长势来评价 22 份野生美味黏肉菇菌株的菌丝性能(表 1), 筛选出菌丝性能优秀的野生美味黏肉菇菌株。野生美味黏肉菇菌株的菌丝生长速度均在 0.42–0.66 cm/d 之间, 其中, 4 号、7 号、9 号、15 号、16 号、17 号、19 号、20 号的菌丝生长速度在 0.55 cm/d 以上, 菌丝长势较好, 菌丝粗壮且浓密。

2.3 美味黏肉菇菌株出菇栽培

将筛选出的 8 个野生菌株(4 号、7 号、9 号、15 号、16 号、17 号、19 号、20 号)进行小规模出菇试验, 9 号、17 号、20 号的生物转化率较高, 均在 74% 以上, 且每袋产量均在 0.49 kg 以上(表 2)。其中, 20 号菌株在相同的栽培条件下, 其子实体的表现最佳, 每袋产量在 0.70–0.72 kg, 生物转化率达 89%。

2.4 连续 3 年袋栽种植产量测定

通过 3 年袋栽试验, 观察美味黏肉菇菌丝与子实体的生长状况, 测定每百袋产量(表 3, 表 4, 图 1), 以确定经过驯化的美味黏肉菇菌株子实体产量性状是否稳定遗传。9 号、17 号和 20 号的菌丝体和子实体的生长状况仍然良好, 其中 20 号的菌丝体和子实体的生长状况比另外 2 个美味黏肉菇菌株都好, 产量也是

表 1 美味黏肉菇菌丝生长速度和长势
Table 1 Hyphal growth rate of *Sarcomyxa edulis* hyphae

菌株 编号 Strain No.	菌丝生长速度 Hyphal growth rate (cm/d)				长势 Growth vigour
	重复 1 Repeat 1	重复 2 Repeat 2	重复 3 Repeat 3	平均值 Mean	
1	0.42	0.42	0.41	0.42	+
2	0.49	0.50	0.46	0.48	++
3	0.52	0.50	0.54	0.52	++
4	0.57	0.55	0.56	0.55	+++
5	0.49	0.47	0.50	0.49	++
6	0.51	0.50	0.50	0.50	++
7	0.57	0.62	0.59	0.59	++++
8	0.46	0.47	0.48	0.47	++
9	0.62	0.64	0.60	0.62	++++
10	0.50	0.47	0.48	0.48	++
11	0.45	0.45	0.47	0.46	++
12	0.45	0.45	0.46	0.45	++
13	0.39	0.38	0.39	0.39	+
14	0.52	0.51	0.49	0.51	++
15	0.59	0.62	0.62	0.61	++++
16	0.66	0.68	0.63	0.66	++++
17	0.57	0.54	0.55	0.55	+++
18	0.46	0.49	0.47	0.47	++
19	0.59	0.63	0.61	0.61	++++
20	0.57	0.57	0.57	0.57	++++
21	0.41	0.43	0.42	0.42	++
22	0.48	0.49	0.47	0.48	++

注：+表示菌丝稀疏、纤弱，++表示菌丝较稀疏、长势较好，+++表示菌丝密、长势壮，++++表示菌丝浓密、粗壮
Note: +, sparse and weak; ++, comparatively sparse but sturdy; +++, dense and strong; +++++, thick and strong.

最高的。美味黏肉菇 20 号综合表现最好，命名此菌株为‘哈元 1 号’(图 2)。

2.5 品比试验结果

筛选出的优异美味黏肉菇菌株‘哈元 1 号’与现有品种进行比较试验，本试验选取美味黏肉菇市场种“厚片元蘑”“常满冻蘑”和“安慧元蘑”作为本试验的对照品种。

2.5.1 拮抗试验结果

为确定美味黏肉菇‘哈元 1 号’与现有品种是否是同一品种，本试验首先对 4 种品种进行两两拮抗试验(图 3)，美味黏肉菇‘哈元 1 号’与“厚片元蘑”“常满冻蘑”“安慧元蘑”均存在拮

抗现象，确定美味黏肉菇‘哈元 1 号’与市场美味黏肉菇品种不属于同一品种。

表 2 美味黏肉菇每袋产量与生物转化率
Table 2 Production and bioconversion rate of *Sarcomyxa edulis* per cultivation bag

菌株 编号 Strain No.	每袋产量 Yield per bag (kg)				生物转化率 Bioconversion rate (%)
	重复 1 Repeat 1	重复 2 Repeat 2	重复 3 Repeat 3	平均值 Mean	
	1	2	3		
4	0.38	0.37	0.41	0.38	63
7	0.38	0.41	0.38	0.39	65
9	0.54	0.51	0.54	0.53	81
15	0.31	0.39	0.38	0.36	66
16	0.37	0.43	0.43	0.41	68
17	0.49	0.50	0.47	0.49	74
19	0.36	0.34	0.35	0.35	58
20	0.72	0.70	0.71	0.71	89

2.5.2 栽培试验结果

(1) 菌丝生长速度对比

将‘哈元 1 号’与现有品种进行菌丝生长速度比较(图 4)，其中现有品种的菌丝生长速度为 0.43–0.47 cm/d，而美味黏肉菇‘哈元 1 号’的菌丝生长速度相对较快，为 0.57 cm/d。

(2) 子实体性状与生物转化率对比

比较美味黏肉菇‘哈元 1 号’与现有品种“厚片元蘑”“常满冻蘑”“安慧元蘑”的子实体性状与生物转化率(表 5)，在外表颜色形状上，美味黏肉菇‘哈元 1 号’的子实体颜色为深黄色，子实体形状呈扇贝形，相较于现有品种，其品相更佳；在出菇潮数上，美味黏肉菇‘哈元 1 号’与美味黏肉菇‘常满冻蘑’的出菇潮数稳定在 2 潮，优于其他美味黏肉菇品种；其中美味黏肉菇‘哈元 1 号’的生物转化率高达 90%，远远高于现有品种，综上所述，美味黏肉菇‘哈元 1 号’的子实体品相更佳，产量更高，综合表现是更优异的美味黏肉菇菌株，有着巨大的种植推广前景。

2.5.3 耐温试验结果

通过温度广度试验可知(表 6)，美味黏肉菇‘哈元 1 号’在温度 8–24 °C 环境中均出菇并且出菇量正常；而现有品种“厚片元蘑”“常满冻

表 3 美味黏肉菇菌丝体与子实体生长状况
Table 3 Growth status of mycelia and fruiting bodies

菌株编号	菌丝体的生长状况	子实体的生长状况
Strain No.	Growth status of the mycelia	Growth status of the fruiting bodies
9	菌丝体洁白浓密，菌落边缘整齐，均匀 The mycelium is white and dense, and the colony edges are neat and uniform	子实体灰黄色、覆瓦状叠生、扇贝形、边缘内卷至平展，抗杂能力较强，商品性优良；单个子实体大小为 7–9 cm × 12–14 cm，菌盖厚 1.0–1.5 cm The fruiting body is gray yellow, overlapped, scallop-shaped, the edge involute to flattened, with strong anti-miscellaneous ability and excellent commercial property. The individual fruiting body size is 7–9 cm × 12–14 cm, and the cap thickness is 1.0–1.5 cm.
17	菌丝体洁白浓密，菌落边缘整齐，均匀 The mycelium is white and dense, and the colony edges are neat and uniform	子实体深黄色、覆瓦状叠生、扇贝形、边缘内卷至平展，抗杂能力较强，商品性优良；单个子实体大小为 7–9 cm × 11–13 cm，菌盖厚 1.0–1.5 cm The fruiting body is deep yellow, overlapped, scallop-shaped, the edge involute to flattened, with strong resistance ability and excellent commercial property. The individual fruiting body size is 7–9 cm × 11–13 cm, and the cap thickness is 1.0–1.5 cm.
20	菌丝体洁白浓密，菌落边缘整齐，均匀 The mycelium is white and dense, and the colony edges are neat and uniform	子实体深黄色、丛生、扇贝形、边缘内卷至平展，抗杂能力较强，商品性优良；单个子实体大小为 8–10 cm × 18–20 cm，菌盖厚 1.0–1.5 cm The fruiting body is deep yellow, tufted, scallop-shaped, the edge involute to flattened, with strong anti-miscellaneous ability and excellent commodity. The individual fruiting body size is 8–10 cm × 18–20 cm and the cap thickness is 1.0–1.5 cm.

表 4 美味黏肉菇 3 年种植每潮菇每百袋产量
Table 4 Production per hundred bags for 3 year cultivation

菌株编号	第一潮菇	第二潮菇	总产量
Strain	The first fruiting (kg)	The second fruiting (kg)	Total yield (kg)
9	28.5	25.1	53.6
17	25.9	23.7	49.6
20	37.3	32.6	69.9

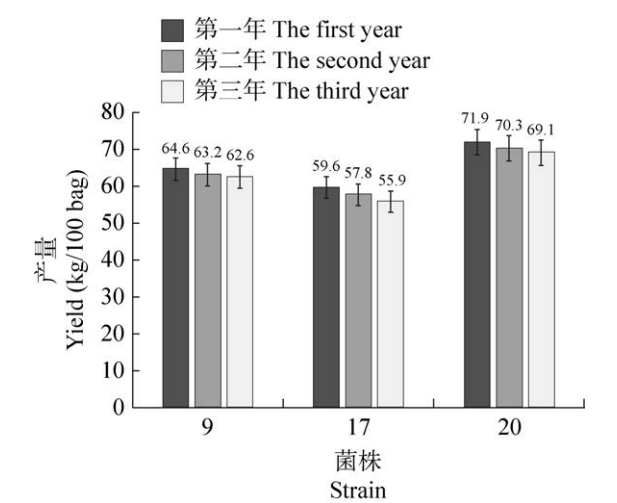


图 1 连续 3 年袋栽种植的美味黏肉菇产量
Fig. 1 Production of bag-cultivated *Sarcomyxa edulis* for three year continued cultivation.



图 2 美味黏肉菇‘哈元 1 号’子实体
Fig. 2 A fruiting body of *Sarcomyxa edulis* ‘Hayuan1’.

蘑”“安慧元蘑”在温度超过 20 °C 的环境中出菇率开始降低，其中，“安慧元蘑”在 24 °C 出菇率极低，综上所述，美味黏肉菇‘哈元 1 号’相较于现有品种具有更广的出菇范围。

3 讨论

美味黏肉菇作为黑龙江省著名的野生食(药)用菌，其有着十分开阔的市场前景。随着人工栽培美味黏肉菇的产业规模不断壮大，市

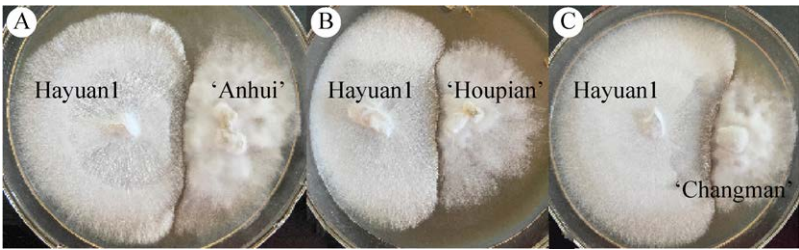


图3 美味黏肉菇‘哈元1号’与现有品种拮抗试验 A: ‘哈元1号’与“厚片元蘑”拮抗现象; B: ‘哈元1号’与“常满冻蘑”拮抗现象; C: ‘哈元1号’与“安慧元蘑”拮抗现象

Fig. 3 The antagonistic test of *Sarcomyxa edulis* ‘Hayuan1’. A: The antagonistic test of *S. edulis* ‘Hayuan1’ and *S. edulis* ‘Houpien’; B: The antagonistic test of *S. edulis* ‘Hayuan1’ and *S. edulis* ‘Changman’; C: The antagonistic test of *S. edulis* ‘Hayuan1’ and *S. edulis* ‘Anhui’.

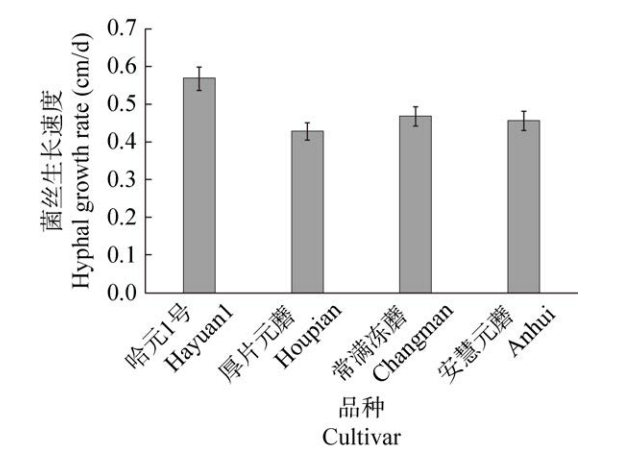


图4 不同美味黏肉菇的菌丝生长速度对比

Fig. 4 A comparison of hyphal growth rates of different *Sarcomyxa edulis* strains.

场对于美味黏肉菇的要求也越来越高。由于人工栽培美味黏肉菇的历史较短，目前人工栽培美味黏肉菇仍然存在产量低、出菇整齐度低、

品质不稳定等问题，这与美味黏肉菇菌种以及配套的栽培模式密切相关。现阶段美味黏肉菇的研究多集中在栽培方面，对美味黏肉菇菌种及种质资源的报道相对较少(刘姿彤等 2023)。近年来对珍稀食用菌品种的开发和推广力度持续加大(戴玉成 2022, 2023; 李国庆等 2023; 刘理旭等 2024; 陆欢等 2024; 庄磊等 2024a)，但目前市场上美味黏肉菇品种存在均一性、稳定性差等问题，因此，培育出高产、稳产的高附加值美味黏肉菇品种有着巨大的发展前景。

本研究选取美味黏肉菇市场种“厚片元蘑”“常满冻蘑”和“安慧元蘑”进行一系列品比实验，结果表明，美味黏肉菇品种‘哈元1号’在菌丝活力、生物转化率、产量以及耐温性均优于现有品种；美味黏肉菇作为低温菌种，其在8–24℃的出菇率较为稳定，经美味黏肉菇品种间耐温实验结果可知，美味黏肉菇‘哈元1号’

表5 不同美味黏肉菇的子实体性状和生物转化率对比

Table 5 Fruiting body traits and bioconversion rates of different <i>Sarcomyxa edulis</i> strains					
品种 Cultivar	外表颜色 Appearance color	子实体形状 Shapes of fruiting bodies	出菇潮数 Fruiting frequency	生物转化率 Bioconversion rate (%)	每袋产量 Yield per bag (kg)
哈元1号 <i>Sarcomyxa edulis</i> “Hayuan1”	深黄色 Deep yellow	扇贝形 Scallop-shaped	2	90	0.72
“厚片元蘑” <i>Sarcomyxa edulis</i> “Houpien”	金黄色 Golden yellow	半圆形 Hemicycle	1	68	0.41
“常满冻蘑” <i>Sarcomyxa edulis</i> “Changman”	黄灰色 Yellow gray	扁半球形 Flat-hemispheric	2	82	0.63
“安慧元蘑” <i>Sarcomyxa edulis</i> “Anhui”	黄灰色 Yellow gray	肾形 Kidney-shaped	1	62	0.37

表 6 不同美味黏肉菇在不同温度下的出菇率对比
Table 6 A comparison of fruiting rates of different *Sarcomyxa edulis* strains at different temperatures

温度	哈元 1 号	“厚片元蘑”	“常满冻蘑”	“安慧元蘑”
Temperature	<i>Sarcomyxa edulis</i>	<i>Sarcomyxa edulis</i>	<i>Sarcomyxa edulis</i>	<i>Sarcomyxa edulis</i>
(°C)	“Hayuan1” (%)	“Houpian” (%)	“Changman” (%)	“Anhui” (%)
8	85	56	49	36
10	95	76	69	56
12	100	100	100	100
16	100	100	100	100
18	100	100	100	100
20	100	100	100	75
22	100	80	85	56
24	90	55	60	35

的出菇范围相较于现有品种较广，其在 22–24 °C 的出菇率仍然优异，延长了采收周期，从而提高了产量，表明美味黏肉菇‘哈元 1 号’的适应性强。

本研究对采集自 3 个不同地理区域的 44 份野生美味黏肉菇材料进行了系统性品种选育研究。通过菌株分离、拮抗试验和母种性能评估，成功获得 22 个具有遗传差异性的菌株。经菌丝活力比较分析、栽培适应性复筛及农艺性状综合评价，最终筛选出具有显著优势的美味黏肉菇‘哈元 1 号’菌株。该品种菌丝体表现出白色致密、生长均一的菌落特征；子实体呈扇贝状丛生结构，成熟期呈深黄色，其形态参数为菌盖直径 8–10 cm × 18–20 cm，厚度 1.0–1.5 cm。栽培试验表明，在袋料培养体系中，该菌株单袋鲜菇产量达 700 g 以上(鲜重)。最佳接种期为 2–3 月，具有春(5–6 月)秋(9–10 月)双季采收特性。农艺性状分析显示，‘哈元 1 号’在形态指标、产量稳定性及生态适应性等方面均显著优于原始野生种群。研究表明，该品种具有形态特征显著、性状稳定、适应性强、产量突出等优势，为东北地区人工美味黏肉菇种植产业提供新的种质资源与栽培方案。

作者贡献

庄磊：试验及论文撰写；孙志晖：野生资源收集与试验数据分析；郭旭欣：材料制备、菌种分离与纯化及母种制备；于松涛：试验设

计；杨娜：小区品比试验及栽培数据统计。

利益冲突

作者声明,该研究不存在任何潜在利益冲突的商业或财务关系。

[REFERENCES]

Dai YC, 2022. New trend of edible and medicinal fungi research in China. Journal of Fungal Research, 20: 141-156 (in Chinese)

Dai YC, 2023. Research progress on polypore domesticated cultivation in China. Journal of Fungal Research, 21: 151-156 (in Chinese)

Dai YC, Bau T, 2007. Illustrations of edible and medicinal fungi in northeastern China. Science Press, Beijing. 1-231 (in Chinese)

Dai YC, Niemelä T, Qin GF, 2003. Changbai wood-rotting fungi 14. A new pleurotoid species *Panellus edulis*. Annales Botanici Fennici, 40: 107-112

Dai YC, Yang ZL, Cui BK, Wu G, Yuan HS, Zhou LW, He SH, Ge ZW, Wu F, Wei YL, Yuan Y, Si J, 2021. Diversity and systematics of the important macrofungi in Chinese forests. Mycosystema, 40: 770-805 (in Chinese)

Feng WH, Yao L, Lü JH, Pan MC, Fan DY, Li CT, 2023. Protective effect of *Sarcomyxa edulis* mycelial fermentation polysaccharides on immune damage in mice. Chinese Traditional Patent Medicine, 45(2): 592-595 (in Chinese)

Li GQ, Yu DS, Zhu PL, Zhao GY, Liu CY, Zhao HY, 2023. Three new cultivars of *Ganoderma sinense* and *Auricularia heimuer* from southern Anhui. Mycosystema, 42(5): 1219-1222 (in Chinese)

Li X, Wang Z, Wang L, 2013. Polysaccharide of *Hohenbuehelia*

- serotina* as a defense against damage by whole-body gamma irradiation of mice. Carbohydrate Polymers, 94(2): 829-835 (in Chinese)
- Li XY, Wang L, Wang Y, Xiong ZH, 2016. Effect of drying method on physicochemical properties and antioxidant activities of *Hohenbuehelia serotina* polysaccharides. Process Biochemistry, 51(8): 1100-1108
- Liu LX, Tang J, Chen Y, Wang Y, Yan SJ, Peng WH, Hou YL, 2024. Three new cultivars of *Morchella*. Mycosystema, 43(12): 240086 (in Chinese)
- Liu Y, Wang JR, Lu T, Hao XD, Bau T, 2013. Comparison of the contents of polysaccharide in hypha and fermentation broth of different *Panellus edulis* strains. Northern Horticulture, 19: 155-158 (in Chinese)
- Liu ZT, Wang YF, Ma HL, Wei JC, Zhang P, Zhang PQ, Dai XD, Ma YP, Zhang XF, 2023. Identification, domestication and cultivation of a wild *Sarcomyxa edulis* and analysis of active ingredient in the spore. Edible Fungi of China, 42(6): 6-10 (in Chinese)
- Lu H, Liu JY, Zhang D, Song CY, Tan Q, Shang XD, Wang RJ, 2024. Three new cultivars of *Pleurotus citrinopileatus* and *Flammulina filiformis*. Mycosystema, 43(5): 230226 (in Chinese)
- Ma Y, Zhang R, Yu XF, Qu SC, Xu HL, Sui Y, 2006. Atuated and synergistic effect of *Sarcomyxa edulis* polysaccharide on chemotherapy in tumor-bearing mice. Chinese Herbal Medicine, 8: 1199-1202 (in Chinese)
- Song JL, 2011. Study on the diversity of incompatibility factors and the breeding of delicious mushrooms. MS Thesis, Jilin Agricultural University, Changchun. 1-47 (in Chinese)
- Song JL, Yao FJ, Wang YX, 2010. Breeding and identification of ear hybrid strains. Proceedings of the Ninth National Symposium on Edible Fungi, Shanghai. 24 (in Chinese)
- Wu F, Zhou LW, Yang ZL, Bau T, Li TH, Dai YC, 2019. Resource diversity of Chinese macrofungi: edible, medicinal and poisonous species. Fungal Diversity, 98: 1-76
- Zhuang L, Sun ZH, Yu ST, Guo XX, Yang N, 2024a. New cultivar ‘ZLsh-1’ of *Hericium coralloides*. Mycosystema, 43(11): 240121 (in Chinese)
- Zhuang L, Yu ST, Guo XX, Yang N, Sun ZH, Wang R, Li N, 2024b. A Chinese mushroom strain, hybrid breeding method, cultivation method and application: CN117844656B. 2024-05-31 (in Chinese)
- [附中文参考文献]
- 戴玉成, 2022. 中国食药真菌研究发展的新趋势. 菌物研究, 20: 141-156
- 戴玉成, 2023. 中国多孔菌驯化栽培研究进展. 菌物研究, 21: 151-156
- 戴玉成, 图力古尔, 2007. 中国东北野生食药真菌图志. 北京: 科学出版社. 1-231
- 戴玉成, 杨祝良, 崔宝凯, 吴刚, 袁海生, 周丽伟, 何双辉, 葛再伟, 吴芳, 魏玉莲, 员媛, 司静, 2021. 中国森林大型真菌重要类群多样性和系统学研究. 菌物学报, 40: 770-805
- 冯卫红, 姚澜, 吕建华, 潘美晨, 范冬雨, 李长田, 2023. 元蘑菌丝发酵多糖对小鼠免疫损伤的保护作用. 中成药, 45(2): 592-595
- 李国庆, 于得水, 朱培蕾, 赵贵云, 刘才宇, 赵宏远, 2023. 紫芝和黑木耳三个新品种的选育报告. 菌物学报, 42(5): 1219-1222
- 刘理旭, 唐杰, 陈影, 王勇, 闫世杰, 彭卫红, 侯怡铃, 2024. 羊肚菌三个新品种的选育报告. 菌物学报, 43(12): 240086
- 刘宇, 王建瑞, 鲁铁, 郝晓东, 图力古尔, 2013. 元蘑不同菌株的菌丝发酵液多糖含量比较. 北方园艺, 19: 155-158
- 刘姿彤, 王延锋, 马怀良, 魏继承, 张鹏, 张丕奇, 戴肖东, 马银鹏, 张秀丰, 2023. 1 株野生元蘑的鉴定、驯化栽培及孢子活性成分分析. 中国食用菌, 42(6): 6-10
- 陆欢, 刘建雨, 张丹, 宋春艳, 谭琦, 尚晓冬, 王瑞娟, 2024. 金顶侧耳和金针菇三个新品种的选育报告. 菌物学报, 43(5): 230226
- 马岩, 张锐, 于小凤, 曲绍春, 徐华丽, 睢大员, 2006. 黄蘑多糖对荷瘤小鼠化疗的减毒增效作用. 中草药, 8: 1199-1202
- 宋吉玲, 2011. 美味冬菇不亲和性因子多样性及优良品种选育研究. 吉林农业大学硕士论文, 长春. 1-47
- 宋吉玲, 姚方杰, 王玉霞, 2010. 亚侧耳杂交菌株选育及其鉴定. 第九届全国食用菌学术研讨会论文集, 上海. 24
- 庄磊, 孙志晖, 于松涛, 郭旭欣, 杨娜, 2024a. 珊瑚猴头菌新品种‘ZLsh-1’的选育. 菌物学报, 43(11): 240121
- 庄磊, 于松涛, 郭旭欣, 杨娜, 孙志晖, 王瑞, 李娜, 2024b. 一种元蘑菌株、杂交育种方法、栽培方法及应用: CN117844656B. 2024-05-31