王静之,敬樊,柏秋月,等.5个羊肚菌菌株的栽培与评价研究[J].山西农业大学学报(自然科学版),2024,44(3):75-82.
Wang J Z, Jing F, Bai Q Y, et al.Cultivation and evaluation of five *Morchella* strains in Shangluo[J].Journal of Shanxi Agricultural University(Natural Science Edition), 2024,44(3):75-82.
doi: 10.13842/j.cnki.issn1671-8151.202309012

5个羊肚菌菌株的栽培与评价研究

王静之[1],敬樊[1*],柏秋月[1],王玲[1],党文丽[2],彭建文[3]

(1.商洛市农业科学研究所,陕西 商洛 726000;2.商洛市农业技术推广站,陕西 商洛 726000;
3.商洛市商州区北宽坪镇农业综合服务站,陕西 商洛 726004)

摘　要:[目的]本研究旨在探究商洛羊肚菌人工栽培常用品种特点,为商洛地区羊肚菌人工栽培菌种选择和新品种选育提供理论参考。[方法]对征集的5个商洛地区羊肚菌常用菌株G8(YD1)、幺妹(YD2)、草莓(YD3)、401(YD4)、191(YD5)进行菌种特性、亲缘关系、栽培比较、子实体形态特征研究,综合评价其在商洛地区的栽培适应性和产量稳定性。[结果]本研究中,YD1菌丝生长速度最快,其次为YD2;YD5菌株与其它4个菌株亲缘关系均较远,YD1与YD2菌株亲缘关系较远,初步判断YD5、YD1、YD2为3个不同菌株;YD1、YD2菌株菌丝活力旺盛,生育期适中(分别为140、145 d),产量适中(分别为3 005.10、2 888.10 kg·hm^{-2}),且菇型较好;YD3、YD4菌株菌丝活力旺盛,但生育期较长(均为151 d),产量偏低(分别为2 194.05、2 253.60 kg·hm^{-2}),菇型一般;YD5菌株菌丝活力旺盛,生育期最短(131 d),产量最高(3 334.95 kg·hm^{-2}),且与其它4个菌株存在极显著差异,但菇型一般。[结论]因此在5个商洛地区常用羊肚菌种中,YD1、YD2菌株具有一定的推广价值,可作为主推品种在生产中应用;同时可有计划的推广应用YD5菌株,而YD3、YD4菌株菌丝产量较低,不易推广,应慎重选择。

关键词:羊肚菌; 菌丝生长速度; 菌株子实体
中图分类号:S759.81　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**1671-8151(2024)03-0075-08

羊肚菌(*Morchella esculenta*)香味独特,营养丰富,富含多种人体需要的氨基酸和有机锗[1-2],是世界公认的著名食药兼用菌,在我国主要分布于云南、四川、甘肃、新疆、陕西、辽宁等地,安徽、河南境内也有分布[3]。近年来,随着种植业结构的调整和羊肚菌人工栽培技术的日臻成熟,我国羊肚菌产业发展迅猛,栽培面积和产量不断提高。2003年全国羊肚菌栽培面积仅6.67 hm^{2}左右[4],而2022年全国羊肚菌栽培面积已达2.27×10^4 hm^2[5],成为食用菌产业发展过程中栽培规模增速最快的品种之一。

商洛市地处秦岭南麓,气候温和,四季分明,雨量充沛,无霜期短,年平均气温7.8～13.9 ℃,年平均降水量696.8～830.1 mm,且土壤质量优良,具备得天独厚的羊肚菌栽培气候条件[6]。2023年全市栽培总面积超133.33 hm^2,平均鲜菇产量达3000 kg·hm^{-2},产值超5600万元。羊肚菌产业已逐步成为商洛促民增收、推动乡村振兴的一项朝阳产业。

目前,商洛羊肚菌的人工栽培技术和栽培规模虽然都取得了较大的发展,但生产上还存在着诸多问题,例如栽培技术尚不成熟,优良栽培菌株缺乏,菌种质量良莠不齐等[7-8],导致出菇不稳定,减产和绝收时有发生。菌种是羊肚菌栽培成功与否的关键,其优劣直接影响着羊肚菌的产量和品质[9-10]。当前,我国可人工栽培的羊肚菌品种主要集中在黑色类群中,商业化栽培的品种主要有3类,即六妹羊肚菌、七妹羊肚菌和梯棱羊肚菌,其中六妹羊肚菌栽培面积最广[11-14]。而在商洛,六妹羊肚菌、七妹羊肚菌和梯棱羊肚菌的栽培面积现已占整个羊肚菌产业总面积的80%～90%,且均从外地引进。不同羊肚菌品种或菌株的生态适应

收稿日期:2023-09-05　　**修回日期:**2024-01-17
基金项目:陕西省农业协同创新与推广联盟项目(LM201917)
作者简介:王静之(ORCID:0009-0003-5177-5199),硕士,农艺师,研究方向:食用菌栽培技术,E-mail:1587811571@qq.com
*通信作者:敬樊(ORCID:0009-0004-6840-069X),硕士,农艺师,研究方向:食用菌新品种引进与示范推广,E-mail:1056829401@qq.com

性和农艺性状有所差异,羊肚菌栽培品种的多、乱、杂,以及对菌种特性认识不足,导致每年有70%的栽培者无法稳定盈利,严重制约着商洛羊肚菌产业的健康发展[15]。因此,有必要对生产所用菌株栽培特性进行研究,对其菌丝生长特性、子实体农艺性状等进行描述记录,评价其栽培适应性和产量稳定性。本研究从商洛各县区征集筛选了5个广泛种植的羊肚菌菌株,详细测试其菌种特性和亲缘关系并开展栽培比较研究,从生育期、产量、子实体形态特征和市场接受度方面,综合分析评价各菌株,以期明晰其特点,旨在为商洛羊肚菌生产菌种选择提供理论参考,进而为后期羊肚菌育种工作奠定基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株及来源

试验供试菌株及来源见表1。

1.1.2 各级菌种培养基及营养袋配方

母种培养基:PDA培养基[3],去皮马铃薯200 g、葡萄糖20 g、琼脂18 g,水1000 mL。

表1 供试菌株及来源

Table 1 Strains under test and their sources

菌株编号 Strain number	生产用代号 Production code	所属类群 Group	菌株来源 Source of strains
YD1	G8	六妹羊肚菌	商南县惟特食用菌发展有限责任公司
YD2	幺妹	六妹羊肚菌	商洛市丰鑫生态农业有限公司
YD3	草莓	七妹羊肚菌	洛南县秦洲惠达农业种植专业合作社
YD4	401	七妹羊肚菌	商洛市商州区北宽坪秦珍园农场
YD5	191	梯棱羊肚菌	商洛市农业科学研究所

原种、栽培种配方:小麦45%、木屑20%、棉籽皮15%、石膏1%、腐殖质土19%、硫酸镁0.02%、磷酸二氢钾0.02%,含水量60%~65%;

营养袋配方:小麦67%、木屑30%、石灰3%,含水量60%~65%。

1.2 试验方法

1.2.1 菌丝体特征研究

用打孔器(直径5 mm)将供试菌株接种于直径90 mm的培养皿中,每个处理设3次重复,培养基量20 mL。(20±1)℃温度下,避光培养7 d,观察供试菌株菌丝的气生菌丝发达程度、絮状菌丝分布状态,计算母种菌丝生长速度;培养10 d,观察供试菌株有无色素、菌核产生并描述菌核状态[16]。

1.2.2 拮抗试验

用打孔器分别取5个菌株母种接种块,两两接种于直径90 mm的培养皿中,接种块相距5 cm,培养基量20 mL,培养温度20±1 ℃,避光培养,第10天观察是否产生拮抗线,以2个相同菌株的接种块为对照。

1.2.3 栽培试验及农艺性状观察

试验设在商洛市农业科学研究所院内,海拔700 m,采用小拱棚栽培模式。供试菌株每个品种设3次重复,每次重复栽培面积30 m^2。11月11日做畦播种,畦宽1.2 m,高15 cm,畦面开沟,沟宽10 cm。将栽培种捣碎加水,使其湿度达到70%左右,进行沟播,覆土5 cm,每平方米播种500 g,播种后灌水,使畦面10 cm保持湿润状态。11月26日在畦面摆放营养袋,5袋·m^{-2}。翌年2月15日浇水催菇,记录栽培特性、子实体特征,计算不同菌株生育期、产量、干湿比。

生育期(d):播种至第1次采收所用时间。

原基期(mm·dd^{-1}):小区10%土壤表面出现原基的时间。

子实体分化期(mm·dd^{-1}):小区20%子实体形成的时间。

子实体采收期(mm·dd^{-1}):小区20%子实体可采收的时间。

干湿比:(干菇重/鲜菇重)×100%。鲜菇重测量方法:采收时用刀将菌柄基部割下并称重。干菇重测量方法:将鲜子实体纵剖成两半,40 ℃烘干8 h后称重。

1.2.4 子实体形态特征研究

随机从5个羊肚菌菌株中挑选中等大小子实体各20个,在菌柄近地面、沿水平方向切割,分别测量其菌盖直径、菌盖长度、菌柄直径、菌柄长度、菌盖厚度和鲜菇单菇重量、干菇单菇重量,描述菌盖颜色、菌柄颜色、菌盖顶端形态,纵刨后描述菌盖与菌柄连接处形态等。

1.3 统计分析

采用Excel 2003进行数据整理,采用SPSS 25

软件对数据进行描述性统计、差异性显著检验和相关分析。

2　试验结果与分析

2.1　不同羊肚菌菌株菌丝体特征

不同羊肚菌菌株菌丝体特征见表2、图1。5个菌株菌丝生长速度各不相同,由快到慢分别为:YD1、YD2、YD3、YD4、YD5。YD5菌株菌丝生长速度显著低于其它4个菌株;YD4菌株菌丝生长速度显著低于YD1、YD2、YD3菌株;YD3菌株菌丝生长速度显著低于YD1、YD2菌株;YD1与YD2菌株差异不显著,生长速度相近。培养7 d,5个菌株菌丝均为灰白色,气生菌丝发达程度均较强,絮状菌丝分布均呈现分散状;培养10 d,均产生黄褐色色素,菌落呈现黄褐色;培养15 d,YD1产生菌核,菌核分布在培养基外缘,菌核形态为聚合状,颜色为白色;YD5菌株产生菌核,菌核分布在培养基外缘,菌核形态为颗粒状,颜色为黄色,其余菌株未产生明显菌核。

表2　供试菌株菌丝体特征

Table 2　Characteristics of Mycelium of tested strains

菌株编号 Strain number	菌丝生长速度/(cm·d^{-1}) Mycelial growth rate	气生菌丝发达程度 Development level of aerial hyphae	絮状菌丝分布 Distribution of flocculent hyphae	菌核 Sclerotium	菌核颜色 Sclerotia color	菌核分布 Distribution of bacterial nuclei	菌核形态 Sclerotinic morphology	色素产生 Pigment production
YD1	1.97Aa	强	分散	有	白色	平皿外缘	聚合状	不明显
YD2	1.95Aa	强	分散	无	/	/	/	不明显
YD3	1.87ABab	强	分散	无	/	/	/	明显
YD4	1.75Bb	强	分散	无	/	/	/	明显
YD5	0.97Cc	强	分散	有	黄色	平皿外缘	颗粒状	明显

注:不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note:Different uppercase letters within the same column indicated significant differences at $P<0.01$, while different lowercase letters indicated significant differences at $P<0.05$

2.2　不同羊肚菌菌株拮抗试验

不同羊肚菌菌株拮抗试验结果见表3、图2。可见,对照组中2个接种块的菌株相同,菌落大小、颜色、菌丝状态一致,交接处菌丝相互融合,未产生色素、拮抗线。各处理中,YD5与其它4个菌株拮抗表现一致,其菌落小,菌丝旺盛,气生菌丝浓密,产生明显色素,菌丝交接处形成明显分界;YD1与YD2拮抗,2菌株菌落大小相当,菌落形态表现差异,YD1菌落上形成均匀的菌核,YD2菌落上无菌核;背面观察YD1菌落透明度低,YD2菌落透明度高,菌丝交接处形成明显分界;其余菌株拮抗均表现为菌落大小一致,菌丝交接处正、背面未见明显分界、未产生色素、未产生菌核。

2.3　不同羊肚菌菌株栽培特性及产量

不同羊肚菌菌株栽培特性及产量分析结果见表4。可见,YD5菌株原基期、子实体分化期、子实体采收期最早,生育期最短,为131 d,随后为YD1(140 d)和YD2(145 d),YD3、YD4生育期均为150 d。YD5鲜菇产量最高,为3 334.95 kg·hm^{-2},随后为YD1(3 005.10 kg·hm^{-2})、YD2(2 888.10 kg·hm^{-2})、YD4(2 253.60 kg·hm^{-2})、YD3(2 194.05 kg·hm^{-2})。方差分析结果显示:YD5产量显著高于其它4个菌株,YD1与YD2、YD3与YD4之间菌株产量差异均不明显,但YD1与YD2产量显著高于YD4、YD3。YD5子实体发生方式多为丛生,其它菌株子实体发生方式多为单生。干湿比大小依次为YD5(16.23%)>YD3(15.75%)>YD1(15.19%)>YD4(14.27%)>YD2(12.35%)。

2.4　不同羊肚菌菌株子实体形态特征及相关性

2.4.1　不同羊肚菌菌株子实体的形态特征

不同羊肚菌菌株子实体形态特征见表5、图3。由表5、图3可知,不同羊肚菌菌株的子实体形态和大小之间存在差异。YD1、YD2菌盖上、下部直径大小差距较大,菌盖长,形状为圆锥形,顶端较尖,棱纹密度居中;YD5上、下部直径大小差距较小,形状近似圆柱形,顶端较平,棱纹密致密度;YD3、YD4菌盖形状介于二者之间为中间型,顶端为圆钝形,棱纹密度疏。YD5菌盖的纵切面近长方形,

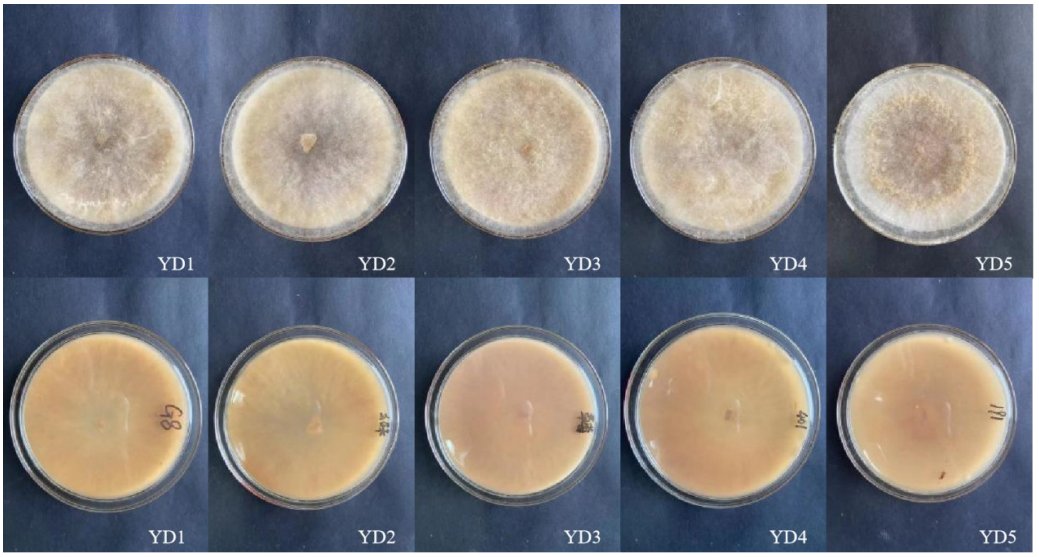


图1 供试菌株培养10 d菌落图

Fig.1 Colony images of the tested strain cultured for 10 days

表3 拮抗试验结果

Table 3 Antagonistic test results

菌株编号 Strain number	YD1	YD2	YD3	YD4	YD5
YD1	无	明显	不明显	不明显	明显
YD2	—	无	不明显	不明显	明显
YD3	—	—	无	不明显	明显
YD4	—	—	—	无	明显
YD5	—	—	—	—	无

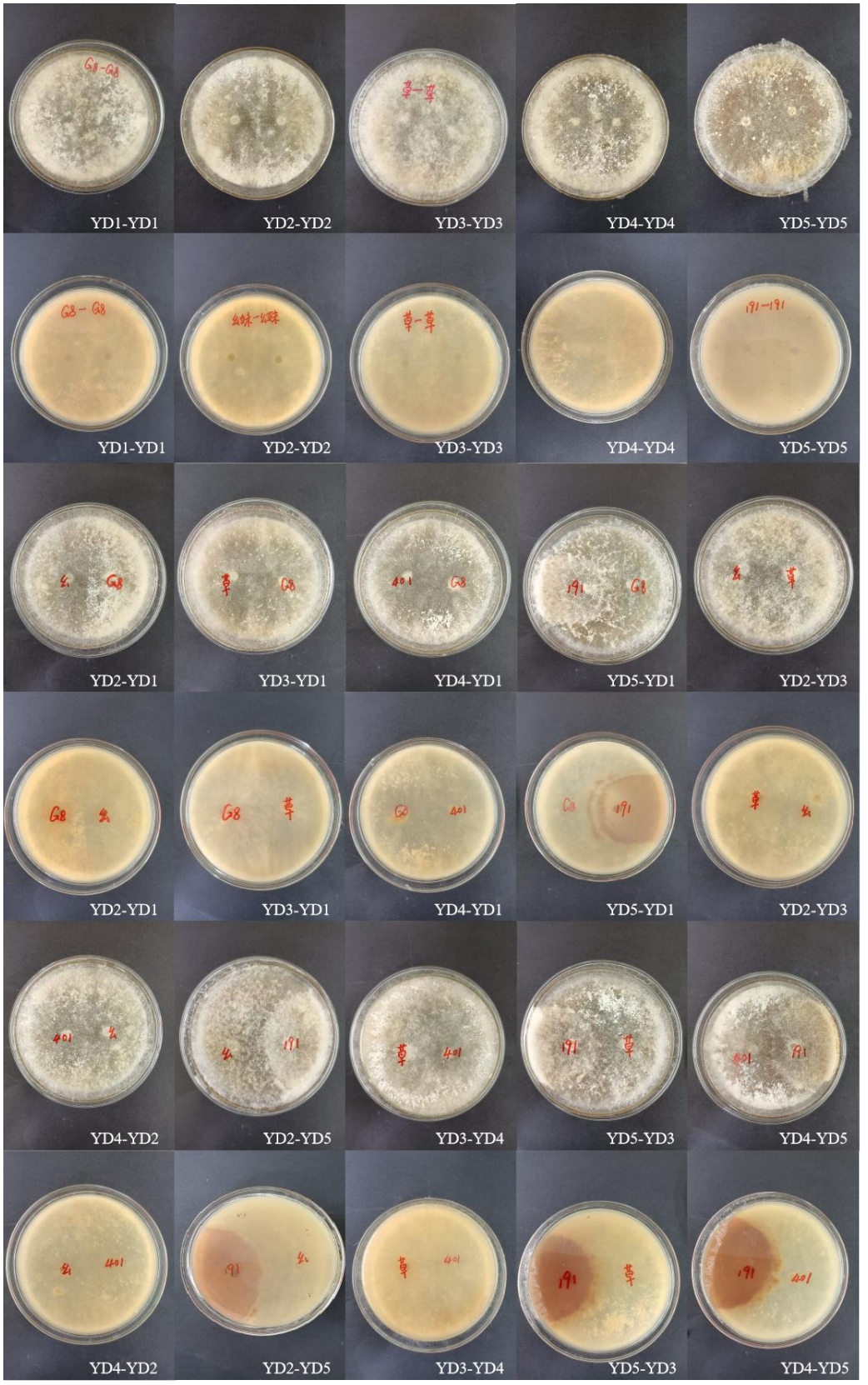
菌盖与菌柄的交接处凹陷不明显,其它菌株菌盖纵切面为近梯形,交接处凹陷明显。

3 讨论

本研究征集了5株来自商洛羊肚菌生产区的常用栽培菌株,对其菌丝生长特性、栽培农艺性状、子实体形态特征等方面进行了分析评价。菌丝特性研究表明,羊肚菌菌丝初期为灰白色,后期为黄褐色,其生长速度快,可达1~2 cm·d^{-1},气生菌丝旺盛。但不同菌株的菌落形态、色素和菌核、菌丝生长速度之间均存在差异,结合各菌株的栽培特征和产量表现分析可知,YD5菌丝生长速度最慢,但生育期最短且产量最高。由此可以看出,羊肚菌的母种菌丝生长速度和生育期、产量之间并未表现出严格的正相关性。因此在生产中,不能单一的以菌丝生长速度作为优良品种的筛选指标,而要综合评判其菌丝生长速度、生产周期、产量等农艺性状指标数据。

拮抗反应适用于担子菌异宗结合的种类[17],Duetal等[18]和刘伟等[19]发现14种黑色羊肚菌均是异宗结合真菌,马瑜等[20]和王月等[21]认为羊肚菌菌丝拮抗反应型大多为色素沉积、隆起型或隔离型。本研究拮抗试验结果显示,供试菌株菌丝交接处未产生隔离沟、隔离带、菌丝隆起,而是产生色素或菌核。YD5和其余4个菌株拮抗,其菌落产生明显的黄褐色色素,自我培养未产生明显色素,因此判断YD5与其它4个菌株亲缘关系较远;YD1与YD2拮抗,YD1菌落上形成均匀的菌核,YD2无菌核,在菌丝交接处形成明显分界,YD1自我培养未产生明显菌核,因此判断二者亲缘关系较远;其余菌株拮抗反应型均不明显。因此可初步判断YD5、YD1、YD2为3个不同的菌株,其它2个菌株应结合分子手段进一步鉴定区分。

对5个商洛生产上常用的羊肚菌栽培菌株栽培农艺性状研究表明,YD5生育期短,出菇早,产量高,可有计划的推广应用。适宜在商州区牧护关、黑龙口和洛南县等高海拔区域栽培,或采取林下模式栽培,可实现提前出菇;YD1、YD2菌株生育期适中,菇型好,产量达到平均水平,可作为主推品种在生产中应用。该菌株适宜冷棚、暖棚、小拱棚等设施栽培,尤其适宜在商南县、丹凤县、商州区等气温稍高地区栽培;YD3、YD4生育期较长,产量适中,由于商洛春季温度回升较快,生育期过长会容易在出菇期遇到高温,导致全面减产和染病,不易推广,建议适时提早播种,可采取大



第1行和第2行为对照组,第3排至第6排为5个菌株两两拮抗培养结果

The first and second rows were the control group; The third to sixth rows showed the results of pairwise antagonistic cultivation of five strains

图2　拮抗试验结果图

Fig.2　Results of antagonism test

表4 供试菌株的栽培特性及产量比较

Table 4 Cultivation characteristics and yield comparison of the tested strains

菌株编号 Strain number	原基期/(mm·dd^{-1}) Original period	子实体分化期/(mm·dd^{-1}) Subentity differentiation stage	子实体采收期/(mm·dd^{-1}) Harvest period of sub entities	子实体发生方式 How sub entities occur	生育期/d Growing period	鲜菇产量/(kg·hm^{-2}) Fresh mushroom yield	干湿比/% Dry to wet weight ratio
YD1	3－8	3－17	3－30	单生	140	3 005.10Bb	15.19
YD2	3－10	3－20	4－4	单生	145	2 888.10Bb	12.35
YD3	3－20	3－21	4－10	单生	151	2 194.05Cc	15.75
YD4	3－10	3－21	4－10	单生	151	2 253.60Cc	14.27
YD5	2－14	3－9	3－21	丛生	131	3 334.95Aa	16.23

注:同列不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different uppercase letters in the same column indicated significant differences at $P<0.01$, while different lowercase letters indicated significant differences at $P<0.05$

表5 供试菌株子实体特征

Table 5 Characteristics of fruiting bodies of the tested strains

菌株编号 Strain number	菌盖形状 Cap shape	顶端形态 Topical morphology	棱纹密度 Ridge density	菌盖颜色 Cap color	菌柄颜色 Stipe color	菌柄纵切面形状 Shape of longitudinal section of fungal stalk	交接处凹陷 Concave junction
YD1	中间型	尖	中	灰褐色	白色	梯形	明显
YD2	中间型	尖	疏	灰褐色	白色	梯形	明显
YD3	中间型	圆钝	疏	灰褐色	白色	梯形	明显
YD4	近圆柱形	圆钝	疏	灰褐色	黄白色	梯形	明显
YD5	近圆柱形	平	密	灰褐色	灰白	长方形	不明显



图3 供试菌株子实体形态图

Fig.3 Morphological images of fruiting bodies of the tested strains

棚套小棚方式栽培,争取做到提前出菇,避开高温期。

羊肚菌干货因风味独特,便于储藏流通,一直占据市场较大份额,且保持稳定增长[22]。优质羊肚菌具有色深、肉厚、尖顶、香味浓郁的特点,YD5为平顶,菌盖偏细长,菌肉较薄,形状为圆柱形,菇型不符合当前市场对优质菇的要求,建议将其作

为羊肚菌即食产品、羊肚菌汤料包等功能性食品开发,供应用品种使用;YD1、YD2为尖顶,菌盖上、下部直径大小差距较大,菌盖长,菌肉厚,形状为圆锥形,菇型符合市场优质菇的需求,且商洛市羊肚菌产品绝大多数以初级农产品形式销售,因此可以作为商洛市推广用品种;YD3、YD4菌盖形状介于二者之间为中间型,菌肉厚,顶端为圆钝形,菇型较好,产品可鲜销或干销。

4　结论

综上所述,在商洛市羊肚菌栽培菌株选择与推广过程中,应优先选择菌盖长且宽,菌柄长度短且直径小的菌株。在征集的5个菌株中,YD5菌株菌丝生长速度慢,菌丝活力旺盛、生育期短、出菇早、产量高,菇型一般,可有计划地推广应用;YD1、YD2菌株菌丝生长速度快,菌丝活力旺盛,产量适中,出菇周期适中,菇型优良,具有一定的推广价值,可作为主推品种在生产中应用;YD3、YD4菌株虽然菌丝生长速度快、菇型较好,但出菇期长、产量较低、不易推广,建议慎重选择。

参　考　文　献

[1]贺新生.羊肚菌生物学基础、菌种分离制作与高产栽培技术[M].北京:科学出版社,2017,1-2.
He X S. Biological basis, strain isolation and production, and high-yield cultivation techniques of *Morchella esculenta* [M]. Beijing: Science Press, 2017, : 1-2.

[2]任茜.羊肚菌营养功能特性[J].中国食用菌,2020,39(9):212-215.
Ren Q. Nutritional functional characteristics of *Morchella spp.* and development of health products[J]. Edible Fungi of China, 2020,39(9):212-215.

[3]蔡英丽,刘伟,刘高磊,等.47株羊肚菌菌株在武汉市的栽培适应性分析[J].湖北农业科学,2022,61(20):92-97,215.
Cai Y L, Liu W, Liu G L, et al. Cultivation adaptability analysis of 47 *Morchella* strains in Wuhan City[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2022, 61(20): 92-97, 215.

[4]赵琪,吕梦岚,李路,等.我国羊肚菌产业的"诱惑"与"陷阱"[J].菌物研究,2021,19(4):232-237.
Zhao Q, Lv M L, Li L, et al. Temptation and trap of morel industry in China[J]. Journal of Fungal Research, 2021, 19(4): 232-237.

[5]中国乡镇企业协会食用菌产业分会.中国羊肚菌产业发展报告[R].广昌:中国乡镇企业协会,2023.
Edible Fungus Industry Branch of China Association of Township Enterprises. Report on the Development of China *Morchella* Industry [R]. Guangchang: China Association of Township Enterprises, 2023.

[6]王玲.商洛市食用菌产业现状与发展对策[J].食用菌,2017,39(5):1-4.
Wang L. The current situation and development strategies of edible mushroom industry in Shangluo City[J]. Edible Fungi, 2017, 39(5): 1-4.

[7]李拴曹,党文丽.商洛市食用菌产业发展现状及对策建议[J].安徽农学通报,2020,26(10):26-27,78.
Li S C, Dang W L. Development status and countermeasures of edible mushroom industry in Shangluo [J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2020, 26(10): 26-27, 78.

[8]王玲.商洛食用菌产业可持续发展的思考[J].陕西农业科学,2014,60(2):95-96,117.
Wang L. Reflections on the sustainable development of Shangluo edible mushroom industry [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2014, 60(2): 95-96, 117.

[9]边银丙.浅析羊肚菌稳产高产相关的科学技术问题[J].食用菌学报,2024,31(1):1-7.
Bian Y B. Analysis of scientific and technological issues related to stable and high yield of *Morchella esculenta* [J]. Acta Edulis Fungi, 2024, 31(1): 1-7.

[10]贺立虎,李娟丽,王文光.羊肚菌研究与利用现状[J].陕西农业科学,2021,67(5):93-96.
He L H, Li J L, Wang W G. Current situation of research and utilization of *Morchella esculenta* in China[J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2021, 67(5): 93-96.

[11]杨仁德.羊肚菌绿色高效栽培技术[M].北京:中国农业出版社,2020:1.
Yang R D. Green and efficient cultivation techniques for *Morchella esculenta* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2020: 1.

[12]何培新,刘伟,蔡英丽,等.我国人工栽培和野生黑色羊肚菌的菌种鉴定及系统发育分析[J].郑州轻工业学院学报(自然科学版),2015,30(Z1):26-29.
He P X, Liu W, Cai Y L, et al. Strain identification and phylogenetic analysis of cultivated and wild strains of *Morchella* belonging to Elata Clade in China [J]. Journal of Zhengzhou University of Light Industry (Natural Science), 2015, 30: 26-29.

[13]赵瑞,刘绍雄,马超.我国羊肚菌产业发展现状及市场分析[J].中国食用菌,2020,39(2):7-10.
Zhao R, Liu S X, Ma C. Current situation and market analysis of *Morchella* spp. industry in China[J]. Edible Fungi of China, 2020, 39(2): 7-10.

[14]张勇,曹晋良,李弘文,等.两株羊肚菌的人工栽培技术研究[J].食用菌,2019,41(1):42-46.
Zhang Y, Cao J L, Li H W, et al. Study on artificial cultivation techniques of two *Morchella* strains[J]. Edible Fungi, 2019, 41(1): 42-46.

[15]刘伟.梯棱羊肚菌生长发育过程及羊肚菌属的组学研究[D].武汉:华中农业大学,2020.
Liu W. Omics on the growth and development of *Morchella* importuna and the *Morchella* [D]. Wuhan: Huazhong

Agricultural University,2020.
[16]NY/T 4221-2022,植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 羊肚菌属[S].北京:中国标准出版社,2023.
NY/T 4221-2022, Guidelines for testing the specificity, consistency, and stability of plant varieties -Morchellagenus [S].Beijing:Standards Press of China,2023.
[17]张金霞.中国食用菌菌种学[M].北京:中国农业出版社,2011:226.
Zhang J X.Chinese Edible Fungi Ethnology[M].Beijing:China Agriculture Press,2011:226.
[18]Doedt T, Krishnamurthy S, Bockmühl D P, et al. APSES proteins regulate morphogenesis and metabolism in *Candida albicans*[J]. Molecular Biology of the Cell, 2004, 15(7): 3167-3180.
[19]刘伟,蔡英丽,何培新,等.梯棱羊肚菌单孢及杂交群体的栽培出菇试验和极性分析[J].菌物研究,2019,17(1):43-49.
Liu W,Cai Y L,He P X,et al.Cultivation of monosporic and hybrid populations and polarity analysis of *Morchella importuna* [J].Journal of Fungal Research,2019,17(1):43-49.
[20]马瑜,申坚定,宋君锋,等.羊肚菌不同栽培品种间拮抗试验反应[J].中国食用菌,2017,36(5):80-82.
Ma Y,Shen J D,Song J F,et al.Antagonistic test responses among different cultivated varieties of *Morchella* esculenta[J]. Edible Fungi of China,2017,36(5):80-82.
[21]王月,任梓铭,于延申.羊肚菌菌种鉴定及生长条件优化[J].北方园艺,2022(6):114-121.
Wang Y, Ren Z M, Yu Y S. Identificaton of *Morchella esculenta* and growth conditions optimization [J]. Northern Horticulture,2022(6):114-121.
[22]张亚,刘伟.羊肚菌消费市场的变化对产业结构的影响[J].食药用菌,2018,26(3):135-141.
Zhang Y,Liu W.The influence on the industrial structure of the changes in the consumption market of *Morchella*[J].Edible and Medicinal Mushrooms,2018,26(3):135-141.

Cultivation and evaluation of five *Morchella* strains in Shangluo

Wang Jingzhi[1], Jing Fan[1*], Bai Qiuyue[1], Wang Ling [1], Dang Wenli[2], Peng Jianwen[3]
(*1.Shangluo Agricultural science Research Institute, Shangluo 726000, China; 2.Shangluo City agricultural technology promotion station, Shangluo 726000, China; 3.Agricultural Comprehensive Service Station in Beikuanping Town, Shangluo 726004, China*)

Abstract:[Objective]*Morchella* is a fungus with both edible and medicinal properties,known for its unique aroma and rich nutrition, and containing various essential amino acids and organic germanium for human health. This study aimed to explore the characteristics of commonly used *Morchella* varieties cultivated in Shangluo and provide theoretical references for strain selection and breeding of new varieties in Shangluo. [Method]The characteristics, genetic relationships, cultivation comparisons, morphological features of fruiting bodies, of five commonly used *Morchella* strains in Shangluo,namely G8(YD1), Yaomei (YD2), Strawberry(YD3), 401(YD4), and 191 (YD5), were investigated to comprehensively evaluate their cultivation adaptability and yield stability in the Shangluo. [Result]In this study, YD1 exhibited the fastest mycelial growth rate, followed by YD2; YD5 showed distant genetic relationships with the other four strains, and YD1 had a relatively distant genetic relationship with YD2, preliminarily suggesting that YD5, YD1, and YD2 strains were three distinct strains. YD1 and YD2 strains had vigorous mycelial vitality, moderate growth period (140 and 145 days, respectively), moderate yield (3 005.10 and 2 888.10 kg·hm^{-2}, respectively), and good mushroom shapes. YD3 and YD4 strains also had vigorous mycelial vitality but longer growth periods (151 days for both)and lower yields (2 194.05 and 2 253.60 kg·hm^{-2}, respectively),with average mushroom shapes. YD5 strain had vigorous mycelial vitality, the shortest growth period (131 days), the highest yield (3 334.95 kg·hm^{-2}), and significant differences from the other four strains,with an average mushroom shape.[Conclusion]Among the five commonly used *Morchella* strains in Shangluo, YD1 and YD2 strains have certain promotional value and can be the main recommended varieties for production; At the same time, planned promotion and application of the YD5 strain can be considered, while YD3 and YD4 strains, with lower mycelial yields, are less suitable for promotion and should be carefully selected.

Keywords:*Morchella*, Mycelial growth rate, Strain fruiting entity

(编辑:郭玥微)