

野生羊肚菌发生处生态环境及主要养分情况分析

李云霞, 原佳敏, 李青*, 韩鹏远, 柴美清, 张锁峰 (山西省农业科学院试验研究中心, 山西太原 030031)

摘要 为了明确野生羊肚菌的发生与土壤环境的关系, 进而为羊肚菌的驯化栽培提供一定的参考依据, 选择方山、良马两地野生羊肚菌发生处, 测定并分析了两地的生态环境、土壤 pH 以及土壤养分含量。结果表明, 方山、良马两地野生羊肚菌的生境相似, 土壤均呈中性偏碱性, 且菌下土和未菌土的 pH 无显著差异。同时, 两地菌下土有机质含量和有效锌含量均显著高于未菌土, 碱解氮、有效磷、速效钾也表现为菌下土高于未菌土, 而有效锰、有效钙和有效镁在菌下土和未菌土间并无显著差异, 有效铁和有效铜则因地域不同表现也不同。因此, 在有机质和有效锌含量充足, 碱解氮、有效磷、速效钾含量偏高的中性偏碱性土壤中适宜羊肚菌的生长。

关键词 羊肚菌; 生态环境; 土壤 pH; 土壤养分

中图分类号 S 646.7 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)11-0044-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.11.013



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of Ecological Environment and Main Nutrients in the Formation of Wild *Morchella esculenta*

LI Yun-xia, YUAN Jia-min, LI Qing et al (Research Center of Experimental, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan, Shanxi 030031)

Abstract In order to clarify the relationship between the occurrence of wild *Morchella esculenta* and the soil environment, and provide some reference for the domestication and cultivation of *Morchella esculenta*, this study selected the occurrence sites of wild *Morchella esculenta* in Fangshan and Liangma, and determined and analyzed the ecological environment, soil pH and soil nutrient content of the two places. The results showed that the habitats of wild *Morchella esculenta* in Fangshan and Liangma were similar, the soil pH was neutral and alkaline, and there was no significant differences between the soil under the fungus and the soil without fungus. At the same time, the organic matter content and available zinc content of soil under fungus were significantly higher than that of soil without fungus. Alkali-hydrolyzed nitrogen, available phosphorus and available potassium also showed that soil under fungus was higher than that of soil without fungus, while available manganese, available calcium and available magnesium had no significant differences between soil under fungus and soil without fungus, effective iron and effective copper showed different performances in different regions. Therefore, it was suitable for the growth of *Morchella esculenta* in neutral alkaline soils with sufficient organic matter and available zinc, alkali-hydrolyzed nitrogen, available phosphorus and available potassium.

Key words *Morchella esculenta*; Ecological environment; Soil pH; Soil nutrient

羊肚菌(*Morchella esculenta*)隶属于子囊菌亚门(Ascomycota), 盘菌纲(Discomycetes), 盘菌目(Pezizales), 羊肚菌科(Morchellaceae), 羊肚菌属(*Morchella*)^[1], 又名羊肚蘑、羊肚菜等, 是一种珍稀的食药兼用菌, 由于其营养价值极高, 一直备受国内外学者的青睐^[2-3]。野生羊肚菌产量有限, 再加上人们毁灭性、掠夺性的采挖, 致使野生羊肚菌面临着逐年减少甚至灭绝的危险^[4-5]。而对于羊肚菌的栽培驯化, 国内外学者也进行了大量研究, 虽然也有人工栽培成功的报道, 但目前尚未形成成熟的商业化栽培技术, 依然存在产量、质量不稳定等问题^[6-7]。因此, 对野生羊肚菌的生理、生态以及遗传学特性等方面进行深入研究显得尤为重要。

土壤养分及其生态环境是制约羊肚菌生长的重要因素^[8]。目前, 在羊肚菌栽培中, 利用土壤中的养分来满足自身的生长或通过营养袋补充所需营养, 这些都充分证明土壤元素对羊肚菌生产的重要性^[9-10]。因此, 笔者从方山、良马两地野生羊肚菌发生地的生态环境入手, 研究两地野生羊肚菌的发生与土壤养分之间的关系, 以期对羊肚菌的驯化栽培提供一定的参考依据。

1 调查内容与方法

1.1 羊肚菌发生地生境调查

基金项目 山西省农业科学院重点攻关项目(YGG1621)。
作者简介 李云霞(1988—), 女, 山西晋中人, 实习研究员, 硕士, 从事食用菌栽培研究。*通信作者, 助理研究员, 硕士, 从事食用菌栽培研究。
收稿日期 2019-11-13

马乡和方山县采集羊肚菌子实体和土壤样品, 并详细调查羊肚菌发生地的温度、湿度以及植物种类、海拔、经纬度等生态因子, 了解羊肚菌发生的环境情况。

1.2 土样采集及理化性质测定 在 2 处羊肚菌发生地分别采集羊肚菌下方土壤(菌下土)和 2 m 以外未发生羊肚菌土壤(未菌土), 混匀后测定其理化性质。

参照《土壤农化分析》第 3 版的方法^[11], 对土壤有机质、碱解氮、有效磷、速效钾、有效锰、有效铁、有效铜、有效锌、有效钙、有效镁含量进行测定。

1.3 数据处理 采用 Microsoft Excel 2003 软件进行数据处理, 采用 SPSS 软件进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 羊肚菌的生态环境 方山位于山西省西部, 吕梁山麓腹地, 东屏关帝山, 西依汉高山, 地势由北向南倾斜, 气候类型为温带大陆性气候, 全年平均气温 7.3℃, 年降雨量 400~600 mm。此次采集羊肚菌的发生地位于 111.4°E、37.9°N, 海拔 1 743.5 m, 植被类型为杨树和松树, 此处羊肚菌的发生时间集中在 4 月中旬至 5 月中旬, 此次采集前 1 d 刚下过雨。

良马位于山西省西南部, 太岳山东南麓, 地势北高南低, 气候类型为暖温带大陆性季风气候, 年平均气温 9.4℃, 年降雨量 622 mm。采集羊肚菌发生地位于 112.37°E、36.22°N, 海拔 1 248.5 m, 植被类型为松树和杜梨, 此处羊肚菌的发生时间集中在 4 月中旬至 5 月初, 采集当天下雨。

2.2 羊肚菌发生地土壤 pH 由图 1 可知,方山、良马两地野生羊肚菌发生地土壤 pH 有所不同。方山羊肚菌菌下土土壤 pH 在 7.36~7.44,未菌土在 6.72~7.24,3 处均显示菌下土土壤 pH 高于未菌土土壤 pH。而良马羊肚菌菌下土土壤 pH 在 7.75~7.85,未菌土在 7.60~7.98,3 处菌下土和未菌土土壤 pH 之间无明显差异。整体来看,方山、良马两地野生羊肚菌发生地的土壤均呈中性偏碱性,而良马羊肚菌发生地土壤 pH 略高于方山羊肚菌发生地土壤 pH。

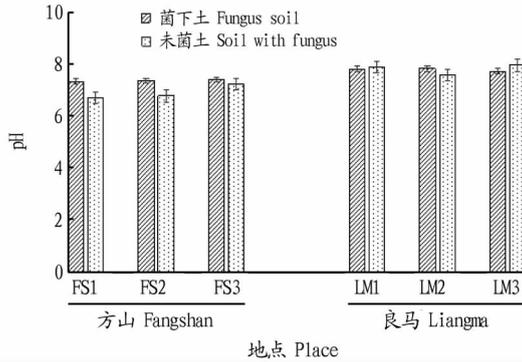


图 1 方山、良马野生羊肚菌土壤 pH 情况

Fig. 1 Soil pH of wild *Morchella esculenta* in Fangshan and Liangma

表 1 方山、良马野生羊肚菌土壤养分含量

Table 1 Soil nutrient content of wild *Morchella esculenta* in Fangshan and Liangma

地点 Place	种类 Species	有机质 Organic matter g/kg	碱解氮 Alkaline hydrolysis nitrogen mg/kg	有效磷 Effective phosphorus mg/kg	速效钾 Available potassium mg/kg	有效锰 Effective manganese mg/kg	有效铁 Effective iron mg/kg	有效铜 Effective copper mg/kg	有效锌 Effective zinc mg/kg	有效钙 Effective calcium mg/kg	有效镁 Effective magnesium mg/kg
方山 Fangshan	菌下土	142.84	366.62	31.49	172.50	60.03	89.75	1.19	4.06	289.67	139.10
	未菌土	79.93	295.58	28.25	151.80	55.33	74.42	1.10	1.77	286.70	128.83
良马 Liangma	菌下土	34.51	156.09	34.69	304.09	56.73	17.51	1.34	5.41	316.00	71.91
	未菌土	24.2	132.74	28.20	264.27	52.46	16.71	1.10	2.58	314.84	71.65

也不同。

羊肚菌的发生需要一定的气候生态环境,适宜的温度、湿度、降水量以及周围植被、土壤等均与羊肚菌的发生有密切关系^[12-13]。土壤 pH 对羊肚菌的生长发育有一定的影响,而不同地区的羊肚菌土壤 pH 也不同^[14]。林彬等^[15]研究的河南新郑地区羊肚菌发生地的土壤 pH 在 6.5~7.0,高俊杰^[16]研究的山东泰山的羊肚菌在 pH 6.8~7.5 时生长最多,这些均属于中性偏酸性土壤。而武冬梅等^[17]研究的新疆伊犁野生羊肚菌的土壤 pH 为 7.5~8.06,伊平昌^[18]研究的青海省大通县羊肚菌土壤 pH 为 7.16,这些均属于中性偏碱性土壤。而对于山西地区羊肚菌,王伯彻^[19]研究认为在 pH 7.0~7.6 时发生最多。该研究中两地羊肚菌的土壤 pH 分别在 7.36~7.44 和 7.75~7.85,呈中性偏碱性,这与韩鹏远等^[20]、李毅等^[21]的研究结果一致。该研究中方山、良马两地野生羊肚菌菌下土和未菌土的 pH 均无显著差异,这与伊平昌等^[22]和申进文等^[23]的研究结果一致。

羊肚菌菌丝的孕育和生长都在土壤中进行,且子囊果的形成也需要特定的土壤环境,因此,羊肚菌的发生与土壤的营养也有非常密切的关系^[24]。赵永昌等^[25]研究认为土壤基

2.3 羊肚菌发生地土壤养分含量 由表 1 可知,方山、良马两地野生羊肚菌发生地土壤各养分含量不同,整体来看菌下土各养分含量均高于未菌土含量,但有些差异显著,有些差异不显著。其中,方山、良马两地野生羊肚菌菌下土的有机质和有效锌含量显著高于未菌土,两地菌下土有机质含量分别是未菌土有机质含量的 1.79 倍和 1.43 倍,有效锌含量则分别是 2.30 倍和 2.10 倍。此外,两地羊肚菌菌下土和未菌土的有效锰、有效钙、有效镁含量差异不大,而良马有效铜含量表现为菌下土高于未菌土,方山有效铁含量表现为菌下土高于未菌土。

3 结论与讨论

该研究中,方山、良马两地野生羊肚菌的生境相似,均发生在原始森林的阳坡上,气候类型均为温带大陆性气候,地上腐殖层较厚,周围有松树等植被,发生时间集中在 4 月中旬到 5 月初或 5 月中旬,且采集当天或前 1 d 都有下雨。两地野生羊肚菌发生地的土壤均呈中性偏碱性,且菌下土和未菌土的 pH 无显著差异。同时,两地菌下土有机质含量和有效锌含量均显著高于未菌土,碱解氮、有效磷、速效钾也表现为菌下土高于未菌土,而有效锰、有效钙和有效镁菌下土和未菌土之间无显著差异,有效铁和有效铜则因地域不同表现

质中含有丰富的磷、钾、锌,是羊肚菌发生的必要条件,李莹霞^[24]研究也认为羊肚菌的发生需要一定的土壤有机质含量,其中磷、钾、锌含量尤为关键,何培新等^[26]研究认为羊肚菌子实体下方的土壤有机质含量比较丰富,总氮含量较高,朱毅等^[27]研究也认为土壤中的有机质成分是羊肚菌生长发育的必备营养来源。该研究结果与上述结果一致,认为在有机质和有效锌含量充足,碱解氮、有效磷、速效钾含量偏高的土壤中适宜羊肚菌的生长,但这与高小朋等^[28]的研究结果不同。高小朋等^[28]通过对陕北羊肚菌产区与非产区的土壤进行研究,认为野生羊肚菌的生长对土壤条件并无特殊的要求。

参考文献

- [1] 吕作舟. 食用菌栽培学[M]. 北京:高等教育出版社,2006:344-349.
- [2] 李焯,温鲁. 羊肚菌的研究与开发[J]. 中国食用菌,2004,23(1):6-7,10.
- [3] 顾可飞,周昌艳,邵毅,等. 云南省野生牛肝菌与羊肚菌营养成分分析[J]. 食品研究与开发,2017,38(17):129-133.
- [4] 谭方河. 羊肚菌人工栽培技术的历史、现状及前景[J]. 食药菌,2016,24(3):140-144.
- [5] 张勇,萧晋川,李毅,等. 关于山西省食用菌产业发展之探讨[J]. 河北农业科学,2011,15(7):92.

的该果实密度较大。而可溶性固形物则表现出河北省农林科学石家庄果树研究所含量和豫南地区均较高,达 13% 以上;果实可食率和引种其他地区一致,均在 98% 以上;外观色泽一致,为黑紫色^[5,12,16-17]。

秋姬于 1997 年由日本引种至熊岳^[8],该品种在石家庄果树研究所的物候期比熊岳资源圃整体晚 30 d 左右,主要是因为气候差异较大,石家庄地区春季回温较早,树木发育相对较早,叶片表现为较熊岳地区短而宽,叶形指数小于熊岳地区的秋姬(2.42),而叶柄则表现较长^[8]。与较近地区相比,花芽、叶芽膨大期和盛花期均早于天津 30 d 左右,果实成熟期早 20 d 左右,落叶期则比天津地区晚 7~10 d^[18]。引种石家庄地区的秋姬单果重和果个均小于熊岳和天津地区;可溶性固形物也最小;果皮颜色底色橙黄色,但表色为淡红色,颜色差于熊岳和天津地区^[8]。这可能与气候有关,同时因为石家庄地区海拔很低(约 60 m)光辐射较小,可溶性固形物的积累和着色相对较差。

3.2 石家庄地区 3 种李子品种之间的栽培差异 引种石家庄地区的 3 个李子品种,早期的物候期差异不大,均在 5 d 以内,因果实本身的特性,果实发育期长短不同,其成熟期有所差异,龙园蜜李属早熟品种,果实发育期 90 d,其他 2 种果实发育期达 120 d,属中晚熟品种。落叶期后两者表现一致,龙园蜜李稍早于二者。由叶片也可分辨出三者的差异,无论纵横径、叶面积都表现为龙园蜜李>黑宝石>秋姬,其中,龙园蜜李和黑宝石的叶片形态相较于秋姬更长。而三者果实外观色泽差异较为明显,表色由深到浅表现为黑宝石>龙园蜜李>秋姬,由此可知,在石家庄地区,黑宝石最易着色,秋姬则属不易着色品种。其中黑宝石和秋姬果个和果重均较大,但可溶性固形物含量则较低,口感稍差。果实硬度在该地区则表

现为三者相似。

参考文献

- [1] 王书臻,赵赵丽,程菊珍,等. 龙园蜜李、龙园秋李引种试验[J]. 北方园艺,2001(5):50.
- [2] 张静茹,孟照刚,巩文红. 花粉直感对黑宝石李果实品质的影响[J]. 果树学报,2009,26(6):836-839.
- [3] WANG R, WANG L M, YUAN S Z, et al. Compositional modifications of bioactive compounds and changes in the edible quality and antioxidant activity of 'Friar' plum fruit during flesh reddening at intermediate temperatures[J]. Food chemistry,2018,254:26-35.
- [4] 郁香荷,张加延,赵锋,等. 黑宝石李引种试栽报告[J]. 北方果树,2000(1):14.
- [5] 陈有志,林振海,李明春. 黑宝石等 11 个李子品种在山东招远引种表现[J]. 中国果树,2003(1):18-20.
- [6] 方智振,姜翠翠,周丹蓉,等. '秋姬李' PsMYB18 基因克隆与功能分析[J]. 果树学报,2019,36(7):837-845.
- [7] 周丹蓉,叶新福,潘少霖,等. 鲜食、晚熟、优质李新品种'秋姬'引种简报[J]. 福建农业学报,2014,29(12):1281-1283.
- [8] 郁香荷. 晚熟优质李新品种——秋姬[J]. 北方果树,2003(1):36-37.
- [9] 牟蕴慧,甄灿福,周野. 龙园系列李、杏品种(系)及主要栽培技术[J]. 北方园艺,2006(1):90-91.
- [10] 王斐,杜萍. 晚熟黑李品种——'黑宝石'引种初报[J]. 落叶果树,2001,33(2):25.
- [11] 林永辉,陈敏健,李振武,等. 黑宝石李生物学特性及栽培技术[J]. 福建农业科技,2007(5):45-46.
- [12] 袁良济,王玉娟,吕顺端,等. 黑宝石李引种试验初报[J]. 农技服务,2015(12):247.
- [13] 丁丽萍,冯军仁,陈斌,等. 9 个沙地李品种经济性状的综合评价[J]. 经济林研究,2019(2):171-175.
- [14] 彭伟秀,杨建民,于伟,等. 安哥诺和黑宝石李花芽形态分化的初步研究[J]. 河北农业大学学报,2004,27(3):52-55.
- [15] 王华瑞,马燕红,王伟,等. 黑宝石李果实发育期间香气成分的组成及变化[J]. 食品科学,2012,33(24):274-279.
- [16] 李岩. 黑宝石李丰产栽培技术总结[J]. 中国果树,2002(2):37-38.
- [17] WANG J, PAN H X, WANG R, et al. Patterns of flesh reddening, translucency, ethylene production and storability of 'Friar' plum fruit harvested at three maturity stages as affected by the storage temperature[J]. Post-harvest biology & technology,2016,121:9-18.
- [18] 李春野. 李子新品种——日本秋姬李[J]. 农村百事通,2010(14):29,77.
- [19] 伊平昌. 大通县羊肚菌生态环境的调查与分析[J]. 中国食用菌,2012,31(6):72-73.
- [20] 王伯彻. 药用真菌系列报道(六)羊肚菌[J]. 食品工业,1990,22(8):52-56.
- [21] 韩鹏远,柴美清,陈斌,等. 娄烦、襄汾野生羊肚菌比较分析[J]. 中国食用菌,2017,36(6):14-17.
- [22] 李毅,张勇,肖晋川,等. 山西省羊肚菌资源及开发利用[J]. 山西农业科学,2009,37(8):41-43,59.
- [23] 伊平昌,谢占玲,毛成荣,等. 青海省羊肚菌发生地的生态环境调查[J]. 中国食用菌,2014,33(2):13-14.
- [24] 申进文,庄庆利,何培新,等. 栗川—羊肚菌发生地生态环境调查与分析[J]. 食用菌,2009,31(2):15-16,18.
- [25] 李莹霞. 云南产羊肚菌的分类学与生态学研究[D]. 昆明:云南大学,2015.
- [26] 赵永昌,柴红梅,陈卫民,等. 羊肚菌子实体发育生物学(上):生物学和非生物学因子对菌丝培养和子实体形成的影响[J]. 食用菌,2018,26(4):201-206.
- [27] 何培新,楼海军,申进文. 郑州市粗柄羊肚菌生境调查分析[J]. 河南农业科学,2009(2):95-97.
- [28] 朱毅,华秀爱. 沂蒙山区羊肚菌的资源状况与生境条件[J]. 中国食用菌,2006,25(1):11-13.
- [29] 高小朋,任桂梅,刘启瑞,等. 陕北野生羊肚菌产区与非产区土壤主要有效成份及酸碱度分析比较[J]. 延安大学学报(自然科学版),2002,21(4):58-59.
- [30] 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.
- [31] 王震,王春弘,魏银初,等. 适宜中原浅山丘陵地区的羊肚菌高产栽培技术[J]. 食用菌,2015,37(4):39-41.
- [32] 刘洪玉,陈惠群,杨晋,等. 羊肚菌子实体生理特性研究(一)——羊肚菌子实体形成的生境条件[J]. 食用菌,1996(5):2-3.
- [33] 李涛,刘文亮,张广,等. 羊肚菌栽培外源营养袋的研究进展[J]. 中国农学通报,2018,34(26):65-69.
- [34] 黎智文,代俊杰,李寿建,等. 变红羊肚菌栽培过程中矿物质元素变化分析[J]. 分子植物育种,2018,16(24):8214-8218.
- [35] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000:34-35,81-83,106-107.
- [36] 王龙,郭璐,路等等,等. 羊肚菌物种多样性研究现状[J]. 西北农业学报,2016,25(4):477-489.
- [37] 董雪. 黑脉羊肚菌(*Morchella angusticeps*)生物学特性研究[D]. 北京:首都师范大学,2004.
- [38] 陈大春. 羊肚菌对生态条件的要求和关键栽培技术[J]. 农业与技术,2015,35(6):6.
- [39] 林彬,赵秀才,刘宜敏,等. 河南新郑地区野生羊肚菌属的种类及生态研究[J]. 河南科学,1997,15(2):191-195.
- [40] 高俊杰. 泰山羊肚菌生境调查及营养价值[J]. 食用菌,1997(2):6.
- [41] 武冬梅,谢宗铭,李全胜,等. 新疆伊犁野生羊肚菌种质资源调查及生境分析[J]. 中国食用菌,2013,32(3):12-14.

(上接第 45 页)