

新疆喀什地区濒危物种裂盖马鞍菌生态因子调查

李传华¹, 王海孝², 宋晓霞¹, 刘长安³, 李泰辉⁴, 陈明杰¹, 张劲松¹, 马丹丹^{1*}

(¹上海市农业科学院食用菌研究所,农业部南方食用菌资源利用重点实验室,国家食用菌工程技术研究中心,国家食用菌加工技术研发分中心,上海市农业遗传育种重点开放实验室,上海 201403; ²新疆维吾尔自治区喀什地区农业技术推广中心,新疆喀什 844000; ³中国科学院西双版纳热带植物园,热带植物资源可持续利用重点实验室,云南勐腊 666303; ⁴广东省微生物研究所,华南应用微生物国家重点实验,广东广州 510070)

摘要: 在 2013~2015 年期间,每年 3 月 31 日到 5 月 28 日,调查新疆喀什地区裂盖马鞍菌(*Helvella leucopus*)的发生情况和环境因子,持续 3 年调查结果表明:在胡杨林和毛白杨中均有子实体发生,裂盖马鞍菌子实体发生在土壤 pH 8.0 左右、有机质含量 20~36 g/kg、全氮含量 0.8~1.3 g/kg 和速效钾含量 189~293 mg/kg 的地区;野生子实体形成期的土壤温度 5.0~26.4 °C,空气湿度 20%~35%,光照 3000~8000 lux。

关键词: 裂盖马鞍菌; 新疆自治区; 生态因子

生态环境遭到破坏,珍稀物种会面临退化,导致物种濒危,甚至灭绝^[1]。裂盖马鞍菌(*Helvella leucopus*),俗名巴楚蘑菇,属于囊菌门(Ascomycota)、盘菌纲(Pezizomycetes)、盘菌目(Pezizales)、马鞍菌科(Helvellaceae)^[2],是新疆一种著名的野生食用菌,因其稀有美味,深受当地百姓喜爱。经作者多年调查研究,发现该野生菌仅在中国的新疆喀什地区有发现,其它省市地区还未有发现。过去新疆曾有相对较高的产量,但因被过度采集,加之脆弱的生态系统,导致该菌在该区处于灭绝的边缘。而国外的研究中,此种食用菌只在土耳其有过记载^[3],其它国家目前未有报道。喀什地区位于欧亚大陆中部,新疆西南部,地处东经 71.39'~79.52'、北纬 35.28'~40.16',平均海拔 1289 m,东临塔克拉玛干大沙漠,南有喀喇昆仑山阻隔,西有帕米尔高原耸立,北有天山南脉横卧,印度洋湿润气流难以到达,北冰洋寒冷气流也难穿透,仅有山区冰雪融水提供水源,形成较集中的喀什噶尔和叶尔羌河两大绿洲,造成喀什地区暖温带大陆性干旱气候,四季分明、光照时间长、气温变化大,降水稀少,蒸发旺盛。通过调查该地区生态因子,了解裂盖马鞍菌的生长环境,为人工驯化和栽培奠定基础。

1 材料与方法

1.1 调查

2013~2015 年笔者对新疆喀什地区裂盖马鞍菌(*H. leucopus*)的土壤取样,并调查空气、土壤的各项指标,因裂盖马鞍菌主要出菇期为 4 月中旬至 5 月中旬,故调查时间主要集中在每年的 3 月 31 日到 5 月 28 日。

1.2 土壤生态因子测定

分为胡杨林区、胡杨林实验区、毛白杨区、毛白杨实验区和对照区,实验林区株距 2 m,行距 2 m。每个实验区随机选 3 个不同实验点,取地下 10 cm 处土壤,3 个重复。对土壤 pH 以及有机质、全氮、水解氮、速效磷和速效钾等含量进行测定,具体方法参见文献^[4]。

收稿日期:2016-03-12 原稿; 2016-04-15 修改稿

基金项目:新疆维吾尔自治区科技支疆项目(201491155)和上海市科技兴农重点攻关项目[沪农科攻字(2014)第 7-1-6 号]资助

作者简介:李传华(1976-),男,博士,副研究员,主要从事野生菌种质资源收集、驯化、栽培和利用等工作。

* 本文通讯作者 E-mail:madan2003@126.com

1.3 胡杨林区空气、土壤指标测定

随机选取3个点,采用 ZigWSN 农用温室型采集器自动采集该区空气温度、土壤温度、气温日均变化、土壤温度日均变化和光照强度等。

2 结果与分析

2.1 土壤生态因子

pH 方面,所有检测样地土壤 pH 均为碱性。从表 1 中可以看出,生长过裂盖马鞍菌的胡杨林 3 个样地土壤(地下 10 cm 处,下同)pH 平均值为 8.1,胡杨林实验区土壤 pH 平均值为 8.22,略高于产生过裂盖马鞍菌的胡杨林土壤 pH。毛白杨区土壤 pH 平均值为 8.19,而毛白杨实验区与毛白杨区几乎一致,说明生长于毛白杨林区的裂盖马鞍菌对土壤的 pH 的影响较小。而对照区土壤平均 pH 为 8.25,略高于有子实体区,这可能与胡杨林中胡杨树或裂盖马鞍菌对土壤的改良有一定的关系。在土壤偏碱性的情况下,土壤 pH 对子实体发生没有必然影响。

土壤有机质含量方面,胡杨林地面下 10 cm 处有机质含量介于 20~36 g/kg,平均 28.66 g/kg,统计显示裂盖马鞍菌发生的多寡和土壤有机质含量没有正相关性。胡杨林区土壤中速效磷的平均含量为 1.8 mg/kg,胡杨林实验区的为 1.97 mg/kg;毛白杨区及毛白杨实验区均为 2.1 mg/kg 左右,略高于胡杨林区的速效磷含量;对照区为 2.0 mg/kg,稍高于胡杨林区的含量。速效钾的含量中,胡杨林区土壤平均含量为 226.7 mg/kg,胡杨林实验区为 178.0 mg/kg,毛白杨区和其实验区分别为 213 mg/kg 和 211 mg/kg,而对照区平均含量为 211.5 mg/kg,数据对比说明裂盖马鞍菌是否发生和土壤中速效钾含量的多少关系不大。

表 1 裂盖马鞍菌子实体发生区的土壤化学特性

Table 1 Chemical properties of soil in *H. leucopus* fruit body deficient and populated habitats

组别 Habitat	pH	OMC (g/kg)	TNC (g/kg)	HNC (mg/kg)	APC (mg/kg)	AKC (mg/kg)
HY1-1	8.10	30.45	1.06	108	1.2	198
HY1-2	7.96	35.50	1.24	152	1.0	293
HY1-3	8.24	20.03	0.84	74	3.2	189
HY2-1	8.27	16.99	0.53	58	2.6	138
HY2-2	8.19	37.30	1.15	113	1.1	198
HY2-3	8.21	20.84	0.77	72	2.2	198
MBY3-1	8.15	30.09	1.00	126	2.3	220
MBY3-2	8.23	28.65	1.04	112	2.0	206
MBY4-1	8.19	31.17	0.93	115	2.5	221
MBY4-2	8.20	29.14	1.06	124	2.2	202
CK5-1	8.24	8.50	0.30	38	1.6	194
CK5-2	8.26	9.71	0.43	32	2.4	229

HY1-1、1-2 和 1-3: 分别选自 3 个不同的以胡杨树为主要子实体发生的区域;HY2-1、2-2 和 2-3: 分别选自 3 个不同的以胡杨树为主但无子实体发生的林区;MBY3-1 和 3-2: 分别选自 2 个不同的以毛白杨树为主要子实体发生的林区;MBY4-1 和 4-2: 分别选自 2 个不同的有毛白杨但无子实体发生的林区;CK: 无林区或植被很少的区域,无子实体发生,CK5-1 为胡杨林附近的空地,CK5-2 为毛白杨附近的空地。各区面积为 1000 m²;OMC: 有机质含量;TNC: 全氮含量;HNC: 水解氮含量;APC: 速效磷含量;AKC: 速效钾含量

Values are the means of readings taken at three test locations within a habitat 1000 m² in area; HY1-1, 1-2 and 1-3: three different habitats where *Populus diversifolia* was the main tree species and where fruit bodies were present; HY2-1, 2-2 and 2-3: three different habitats where *P. diversifolia* was the main tree species and where fruit bodies were absent; MBY3-1 and 3-2: two different habitats where *P. tomentosa* was the main tree species and where fruit bodies were present; MBY4-1 and 4-2: two different habitats where *P. tomentosa* was the main tree species and where fruit bodies were absent; CK5-1: habitat nearby *P. diversifolia* forest with few or no plants and where fruit bodies were absent; CK5-2: habitat nearby *P. tomentosa* forest with few or no plants and where fruit bodies were absent. OMC: organic matter content; TNC: total nitrogen content; HNC: soluble nitrogen content; APC: available phosphorus content; AKC: available potassium content

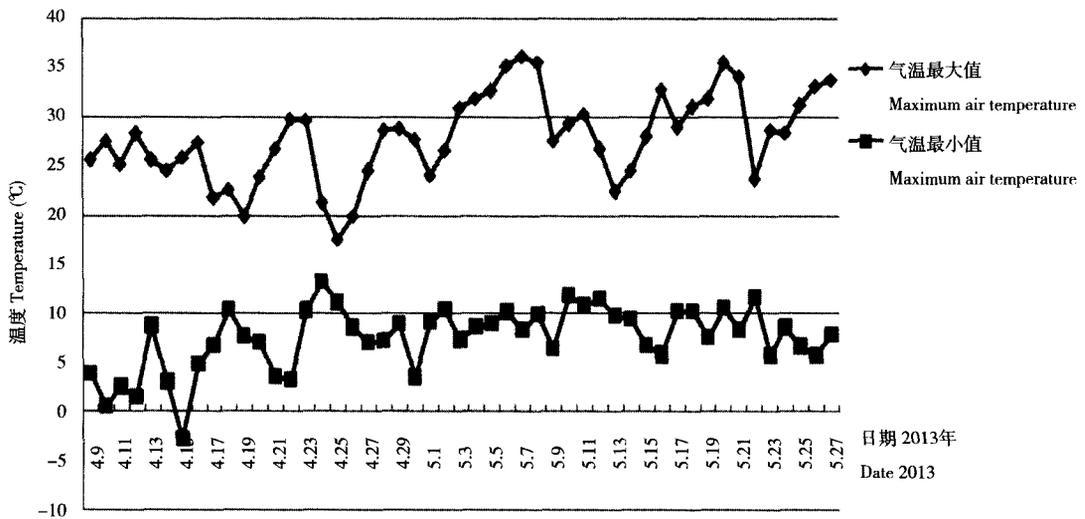
总体来看,碱性土壤、有机质含量 20~36 g/kg、全氮含量 0.8~1.3 g/kg、水解氮含量 74~152 mg/kg、速效磷含量 1.0~3.2 mg/kg 和速效钾含量 189~293 mg/kg 时有子实体发生,但满足这些条件未必发生子实体,植被、裂盖马鞍菌和土壤生态因子之间的作用关系非常复杂,需要进一步研究才能确定。

2.2 子实体发生期的生态因子

2.2.1 气温和土壤温度

从4月初到5月中下旬空气温度总体呈震荡上升,土壤温度也随气温的升高而逐步回升,两者呈正相关性。裂盖马鞍菌在4月下旬子实体开始发生,有的成熟的子实体可以采集,此时温度平均值约为 15 °C,土壤温度平均值也多数接近或达到 15 °C,因此,裂盖马鞍菌发生的气温应不低于 15 °C。通常情况下,裂盖马鞍菌子实体在5月中下旬即消失,此时空气温度和土壤温度平均值多数高于 15 °C 甚至高于 20 °C,据此推断,空气温度和土壤温度平均值超过 20 °C,裂盖马鞍菌子实体将不能发生。

从裂盖马鞍菌空气温度和土壤温度日均变化来看,变化幅度较大。可以看出,裂盖马鞍菌发生地空气温度日均变化幅度较大,4月份最高温发生在4月22日,高达 29.93 °C,低至 3.4 °C,温差高达 26.53 °C;5月份日均变化幅度极值发生在6日,高达 35.89 °C,低至 7.64 °C,温差高达 28.25 °C。从走势图可以看出,裂盖马鞍菌发生地平均空气温度日均变化较大,从部分子实体形成的特性来看,较大的温差刺激可能是裂盖马鞍菌形成子实体的必需条件之一(图 1)。



数据采集自 HY1-1、HY1-2、HY1-3、MBY3-1 和 MBY3-2,通过 ZigWSN 农用温室型采集器自动采集,5个点的日均值,x轴表示2013年的4月9日到2013年的5月27日

Data are the average values for habitats HY1-1, HY1-2, HY1-3, MBY3-1 and MBY3-2 collected using a ZigWSN automatic temperature recorder during the *H. leucopus* fruiting period extending from April 9 to May 27, 2013

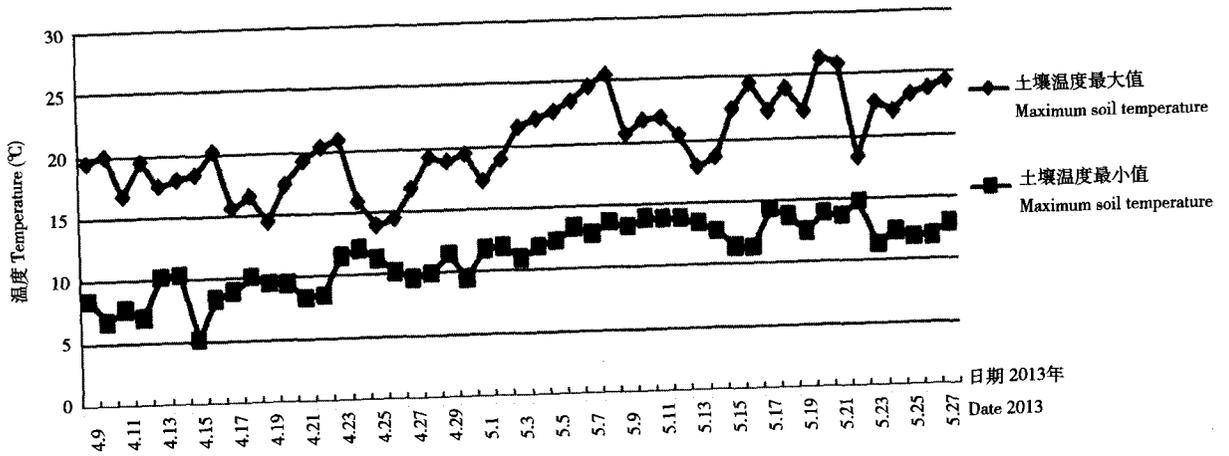
图 1 裂盖马鞍菌子实体发生期间的气温日均变化
Fig. 1 Daily changes in air temperature during *H. leucopus* fruiting period

土壤温度极值变化和气温极值变化较为一致,从土壤温度极值分析,4月土壤最高温度一般小于 20 °C,5月土壤温度最大值稍高,最高可达 26.41 °C,但一般低于 25 °C。通常情况下,裂盖马鞍菌子实体的发生从4月底开始,至5月中下旬结束,因此 27 °C 应是裂盖马鞍菌菌丝生长及子实体发生的最高土壤温度。而土壤最低值方面,4月中上旬一般为 7~10 °C,因此裂盖马鞍菌菌丝生长的适宜温度应在 10~20 °C 之间,而裂盖马鞍菌集中发生的4月下旬至5月中上旬,最低土壤温度多集中于 13 °C,所以裂盖马鞍菌发生的土壤温度应介于 13~23 °C 之间(图 2)。

2.2.2 空气相对湿度和土壤含水量

喀什地区是一个蒸发量大于降雨量,终年干旱的地区,每年7~8月下旬雪山冰雪融化,雪水流淌到胡杨林中,为干涸的胡杨林补充水分,此时土壤含水量可达 90% 以上。从图 3 可以看出,到了第二年的4月

初,地面下 10 cm 处土壤含水量由 90%以上已降低至 16%左右,此时子实体开始发生,而到 4 月中下旬至 5 月上旬时,土壤含水量从 15%降低到 10%,此时子实体大规模发生,至 5 月下旬含水量降低至 10%左右时,子实体则逐渐消失。因此,子实体发生的地面下 10 cm 处土壤含水量域值为 10%~16%。



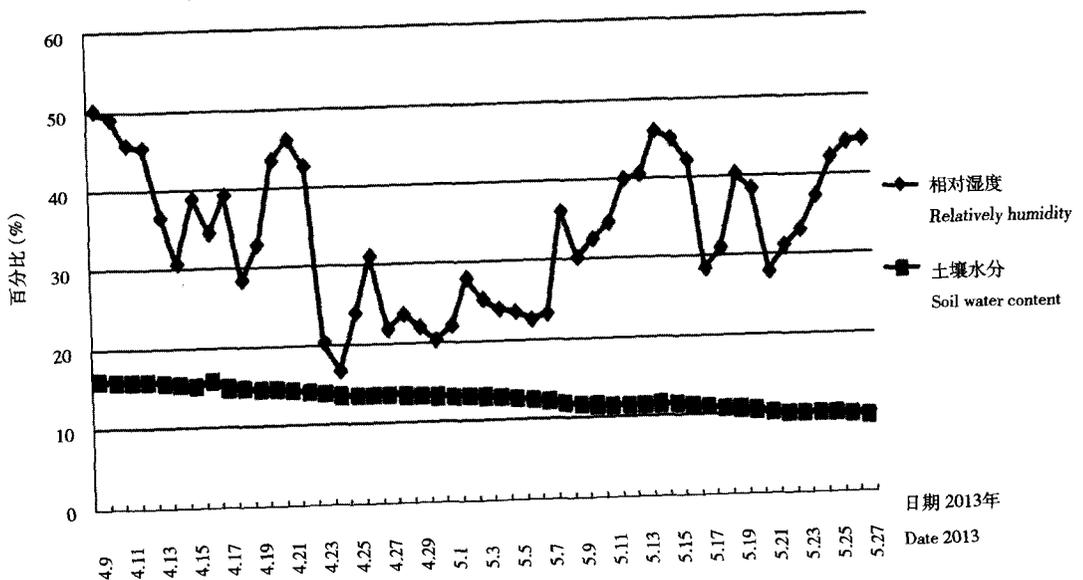
图注同图 1,数据采集自地下 10 cm 处土壤

Temperatures taken 10 cm below the soil surface; other footnotes as in Fig. 1

图 2 裂盖马鞍菌子实体发生期间的土壤温度日均变化
Fig. 2 Daily changes in soil temperature during *H. leucopus* fruiting period

空气相对湿度则随气温的变化呈现出不规则性。由 4 月初的 40%左右经历 4 月中下旬至 5 月上旬的走低后逐步回升,这种情况可能与当地气温变化导致的部分雪山冰雪融化、河水变化有一定关系。随着气温的升高,空气相对湿度和土壤含水量呈不规则负相关性。

由图 3 可以得出,当地面下 10 cm 处土壤平均含水量为 10%~15%时,空气平均相对湿度介于 20%~35%时,较适于子实体发生,当地面下 10 cm 处土壤平均含水量低于 10%时,不利于子实体的发生和生长。



图注同图 2

Footnotes as in Fig. 2

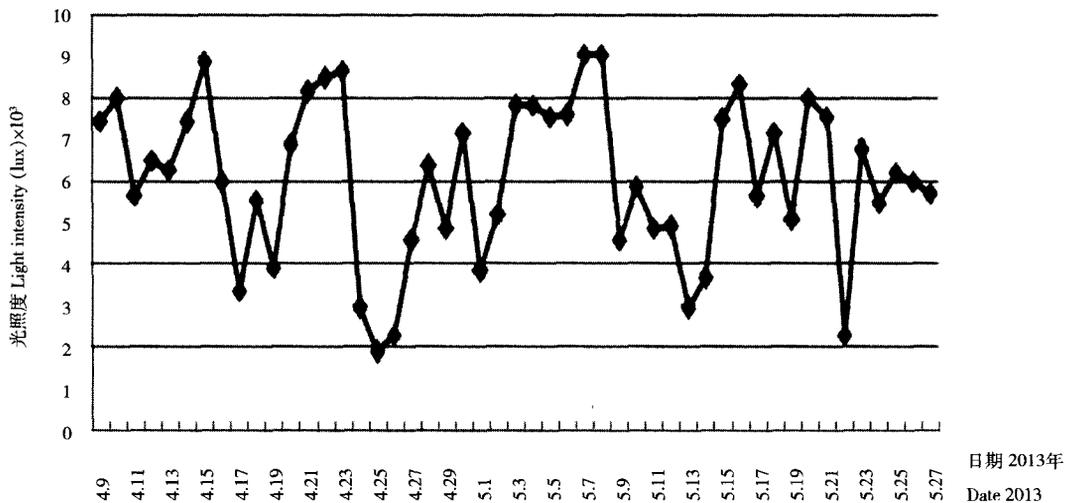
图 3 裂盖马鞍菌子实体发生期间的空气相对湿度和土壤含水量
Fig. 3 Relative humidity and soil water content during *H. leucopus* fruiting period

2.2.3 光照强度

裂盖马鞍菌发生地的平均光照度变化较大,这与当地的天气条件呈正相关。从4月中上旬至5月下旬,总体来看,日平均光照强度介于3000~8000 lux,从大型真菌的生物学特性来看,与裂盖马鞍菌发生没有必然的直接关系,而且裂盖马鞍菌多数发现于地面下5~10 cm处,光照对裂盖马鞍菌的生长影响不大(图4)。

2.3 各生态因子对裂盖马鞍菌生长的综合影响

综合上述各生态因子分析,裂盖马鞍菌菌丝生长的环境pH为碱性,所需要的平均土壤温度不高于20℃,从土壤湿度和空气湿度来看,地面下10 cm处土壤最大湿度一般不超过16.73%,最小不低于9%,空气相对湿度30%左右利于菌丝生长,但其它食用菌菌丝生长所需的培养基湿度多介于55%~65%,空气湿度多数介于75%~90%,湿度方面和其它食用菌有较大的差异。



图注同图1,数据采集自胡杨林和毛白杨林树荫下地表,采集时间中午12点

Data was recorded at noon in shaded areas of *P. diversifolia* and *P. tomentosa* forest; other footnotes as in Fig. 1

图4 裂盖马鞍菌子实体发生期间的光照强度

Fig. 4 Light intensity recorded during *H. leucopus* fruiting period

子实体发生方面,菌丝形成子实体土壤平均温度低于20℃,子实体发生的最高气温不宜超过35℃,超过则会抑制裂盖马鞍菌子实体的发生,且发生需要较大的温差刺激;土壤地面下10 cm处含水量高于10%低于20%,利于子实体的发生,而低于9%时,会抑制裂盖马鞍菌菌丝及子实体的发生。

3 讨论

裂盖马鞍菌分布区域较为狭窄,目前所知仅分布于新疆自治区,且当地对裂盖马鞍菌的过度采集已造成此物种濒临灭绝。裂盖马鞍菌和当地脆弱的树种胡杨树有何关联,目前仅凭生态因子调查尚难确认。众所周知的是,胡杨树是新疆沙洲的建群树种,也是最主要的防风固沙树种,若裂盖马鞍菌与胡杨树具有共生关系,则裂盖马鞍菌的濒危处境会危及当地脆弱的生态系统,因此,进一步研究其生态关系尤为重要。另外,经调查,目前人工栽培的白杨林中,部分区域发生了裂盖马鞍菌,且多数发生于4~5年生的白杨树,而5年以上的白杨树林中裂盖马鞍菌发生的较为稀少,因此,裂盖马鞍菌对植树造林可能有一定的帮助,这方面的研究应该加强。

子实体发生时地面下10 cm处土壤含水量介于10%~20%,比普通野生大型真菌发生时土壤的含水量低,一个原因可能是裂盖马鞍菌是菌根菌,其菌根和植物根系有相关联系,子实体发生需要的水分不需要全部从土壤中获得。

在裂盖马鞍菌物种保护方面,应与胡杨林等当地的生态防护林的保护同时进行,同时建议采取适度干扰原则,对裂盖马鞍菌发生地的生境定期实施青年林增补作业,特别是每年的雪山雪水融化河水充足时,实施青年林增补,另外在青年林区宜增加裂盖马鞍菌的菌丝量,建立保护区等管理措施。对于人为采集过度、干扰过重的部分人工林区,进行人工管理恢复生境,辅以人工繁殖白杨树、柽柳、芦苇和莎草等植被,以逐渐恢复种群数量。此外,应严格限制对胡杨林和人工林内裂盖马鞍菌的大量采集活动。

致谢:本研究得到了喀什地区农业局、巴楚县、莎车县、泽普县和麦盖提县等相关领导的大力支持和中国科学院华南植物园的王俊博士提供的参考建议,在此对他们表示衷心的感谢!

参考文献

- [1] 郭振营,高可,李秀山,等. 太白虎凤蝶的生物学与生境研究[J]. 生态学报,2014,34(23):6943-6953.
 [2] 李传华,张明,章炉军,等. 巴楚蘑菇学名考证[J]. 食用菌学报,2012,19(4):52-54.
 [3] SESLI E. Checklist of the Turkish ascomycota and basidiomycota collected from the Black Sea region[J]. Mycotaxon,2007,99:71-74.
 [4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

Investigation on Ecological Factors of *Helvella leucopus*, An Endangered Species from Kashi City, Xinjiang Autonomous Region

LI Chuanhua¹, WANG Haixiao², SONG Xiaoxia¹, LIU Chang'an³, LI Taihui⁴,
 CHEN Mingjie¹, ZHANG Jingsong¹, MA Dandan^{1*}

[¹ Institute of Edible Fungi, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Edible Fungi Resources and Utilization (South), Ministry of Agriculture, P. R. China; National Engineering Research Center of Edible Fungi, National R&D Center for Edible Fungi Processing, Key Laboratory of Agricultural Genetics and Breeding of Shanghai, Shanghai 201403, China; ² The Application Center of Agricultural Science and Technology of Kashi District, Kashi, Xinjiang Autonomous Region 844000, China; ³ Key Laboratory of Tropical Plant Resources and Sustainable Use, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla County, Yunnan 666303, China; ⁴ State Key Laboratory of Applied Microbiology Southern China, Guangdong Institute of Microbiology, Guangzhou, Guangdong 510070, China]

Abstract: Selected environmental factors associated with habitats sustaining *Helvella leucopus* fruit body formation were investigated over a three year period from March 2013 to May 2015. Our data revealed that *H. leucopus* fruit bodies were distributed in habitats populated with both *Populus diversifolia* and *P. tomentosa* where the soil pH was approximately 8.0 and contained 20-36 g/kg organic matter, 0.8-1.3 g/kg total nitrogen and 189-293 mg/kg available potassium. During the fruiting period, the soil temperature fluctuated between 5.0 °C and 26.4 °C, the soil water content was 20%~35%, and illumination levels varied between 3000 and 8000 lux.

Key words: *Helvella leucopus*; Xinjiang Autonomous Region; environmental factor