植物遗传资源学报 2024，25（4）：1020-1027
Journal of Plant Genetic Resources
DOI：10.13430/j.cnki.jpgr.20231009003

盐生肉苁蓉寄主植物种类鉴定及分布区域分析

沈　亮[1,2]，张　飘[1]，徐　荣[1]，谭诗馨[1]，朱　军[1,3]，李晓瑾[3]，刘永萍[4]，陈　君[1]
（[1]中国医学科学院药用植物研究所濒危药材繁育国家工程实验室，北京 100193；[2]国家自然博物馆，北京 100050；
[3]新疆维吾尔自治区中药民族药研究所，乌鲁木齐 830002；[4]新疆林业科学院造林治沙研究所，乌鲁木齐 830092）

摘要：盐生肉苁蓉（*Cistanche salsa*（C. A. Mey.）G. Beck）为列当科肉苁蓉属寄生性草本植物，为目前已知寄主植物种类最多的肉苁蓉属物种，也是我国西北地区传统常用中药材。为探明我国盐生肉苁蓉寄主植物种类及分布区域，本研究结合DNA条形码鉴定和形态鉴别技术，对采集到的66份带有寄主根的盐生肉苁蓉样品进行分布区域分析和寄主植物种类鉴定。结果表明盐生肉苁蓉在新疆及宁夏等地区海拔400~2000 m的区域分布广泛。新疆塔城地区裕民县盐生肉苁蓉寄主植物为菊科绢蒿属聚头绢蒿（*Seriphidium compactum*（Fisch. ex DC.）Poljakov）和苋科滨藜属疣苞滨藜（*Atriplex verrucifera* Marsch. von Bieb.），塔城市盐生肉苁蓉寄主植物为苋科盐爪爪属里海盐爪爪（*Kalidium cuspidatum* Ung.-Sternb.）、疣苞滨藜和驼绒藜属驼绒藜（*Krascheninnikovia ceratoides*（L.）Gueldenst.），该地区优势寄主植物为疣苞滨藜。新疆阿勒泰地区哈巴河县寄主植物为聚头绢蒿、苋科驼绒藜属心叶驼绒藜（*Krascheninnikovia ewersmanniana*（Stschegl. ex Losinsk.）Grubov）和驼绒藜，吉木乃县寄主植物为驼绒藜和聚头绢蒿。新疆哈密地区伊吾县寄主植物为苋科戈壁藜属戈壁藜（*Iljinia regelii*（Bunge）Korovin），巴里坤县寄主植物为里海盐爪爪。新疆昌吉州吉木萨尔县寄主植物为苋科碱蓬属囊果碱蓬（*Suaeda physophora* Pall.）。宁夏吴忠市盐池县寄主植物为苋科盐爪爪属细枝盐爪爪（*Kalidium gracile* Fenzl）和合头草属合头草（*Sympegma regelii* Bunge），合头草为该地区优势寄主植物。其中聚头绢蒿是我国新记录的盐生肉苁蓉寄主植物。本研究为盐生肉苁蓉及其寄主植物保护和优良品种选育提供科学依据。

关键词：盐生肉苁蓉；寄主植物；寄生；ITS

Host Plant Species Identification and Distribution Areas Analysis of *Cistanche salsa*

SHEN Liang[1,2]，ZHANG Piao[1]，XU Rong[1]，TAN Shixin[1]，ZHU Jun[1,3]，LI Xiaojin[3]，LIU Yongping[4]，CHEN Jun[1]
（[1]*National Engineering Laboratory for Breeding of Endangered Medicinal Materials of Institute of Medicinal Plant Development*，*Chinese Academy of Medical Science & Peking Union Medical College*，*Beijing 100193*；[2]*National Natural History Museum of China*，*Beijing 100050*；[3]*Xinjiang Institute of Chinese and Ethnic Medicine*，*Urumqi 830002*；[4]*Institutes of Afforestation and Desertification Control*，*Xinjiang Academy of Forestry*，*Urumqi 830092*）

Abstract：*Cistanche salsa*（C. A. Mey.）G. Beck is a parasitic herb of the genus *Cistanche* in the family Orobanchaceae，which has the largest number of host plant species identified. It is a traditional Chinese medicine commonly used in northwest China. To clarify the distribution of *C. salsa* resources and the identify host plants，66 samples of *C. salsa* with parasitic roots were analyzed using DNA barcoding and morphological

收稿日期：2023-10-09　　**修回日期：**2023-10-30　　**网络出版日期：**2023-12-05
URL：https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231009003
第一作者研究方向为药用植物资源保护及鉴定研究，E-mail：shenliang@nnhm.org.cn
通信作者：徐　荣，研究方向为药用植物资源保护及繁育，E-mail：rxu@implad.ac.cn
刘永萍，研究方向为荒漠化防治、沙生药用植物种植和盐碱地改良造林，E-mail：liuyongping88@126.com
基金项目：自治区“三农”骨干人才培养项目（2022SNGGGCC032）；国家自然科学基金面上项目（82274051）；国家自然科学基金-新疆联合重点支持项目（U1403224）；北京市科学技术研究院萌芽计划（BGS202111）；北京市财政项目
Foundation projects：Autonomous Region "Three Rural Issue" Key Personnel Training Project（2022SNGGGCC032）；General Program of National Natural Science Foundation of China（82274051）；Xinjiang Union Funds of National Natural Science Foundation of China（U1403224）；Beijing Academy of Science and Technology Budding Talent Program（BGS202111）；Financial Projects of Beijing

characters. The results indicated that *C. salsa* was widely distributed in regions of Xinjiang and Ningxia municipality, at the elevation ranging from 400 to 2000 meters. Specifically, the host plants in Yumin County, Tacheng City, Xinjiang Municipality including *Seriphidium compactum* (Fisch. ex DC.) Poljakov (*Seriphidium* genus, Asteraceae) and *Atriplex verrucifera* Marsch. von Bieb. (*Atriplex* genus, Amaranthaceae), the host plants in Tacheng County of Tacheng City including *Kalidium cuspidatum* Ung. -Sternb. (*Kalidium* genus, Amaranthaceae), *A. verrucifera* and *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. (*Krascheninnikovia* genus, Amaranthaceae), among which *A. verrucifera* was the dominant host. The host plants in Habahe County, Altay City, Xinjiang Municipality including *S. compactum*, *Krascheninnikovia ewersmanniana* (Stschegl. ex Losinsk.) Grubov (*Krascheninnikovia* genus, Amaranthaceae) and *K. ceratoides*, the host plants in Jimunai County of Altay City including *K. ceratoides* and *S. compactum*. In Yiwu County, Hami City, Xinjiang Municipality, *Iljinia regelii* (Bunge) Korovin (*Iljinia* genus, Amaranthaceae) served as the dominant host plant, and the host plants in Barkol County of Hami City including *K. cuspidatum*. Besides, *Suaeda physophora* Pall (*Suaeda* genus, Amaranthaceae) was host plant in the plantation of Jumisar of Changji City in Xinjiang Municipality. *Kalidium gracile* Fenzl (*Kalidium* genus, Amaranthaceae) and *Sympegma regelii* Bunge (*Sympegma* genus, Amaranthaceae) were both host plants in Yanchi County of Ningxia Wuzhong region, with *S. regelii* being the dominant host. And *S. compactum* is a new recorded host plant of *C. salsa*. Collectively, this study provided scientific basis for protection and breeding of *C. salsa* and its cultivated host plants in future.

Key words: *Cistanche salsa*; parasitic plant; parasitic; ITS

肉苁蓉是我国传统名贵中药材，具有补肾阳、益精血、润肠通便、延缓衰老等功效，素有“沙漠人参”之称，是应用历史比较悠久的滋补类中药材，现已被国家卫生健康委员会和国家市场监督管理总局正式列入药食同源目录[1]。历代医药古籍记载的肉苁蓉基原植物主要为盐生肉苁蓉[*Cistanche salsa* (C. A. Mey.) G. Beck]和肉苁蓉(*Cistanche deserticola* Y. C. Ma)，常称荒漠肉苁蓉，其产地为陕西、内蒙古、宁夏、甘肃和新疆等省区[2]。《中华人民共和国药典》1964年版(一部)收载肉苁蓉药材基原植物为盐生肉苁蓉[3]，由于我国盐生肉苁蓉资源蕴藏量有限，《中华人民共和国药典》1977年版(一部)收载的肉苁蓉药材基原植物改为产量较大的荒漠肉苁蓉[4]。目前，盐生肉苁蓉被我国新疆、宁夏、内蒙古等地方药材标准收录，在民间广泛使用[5]。

肉苁蓉为全寄生性草本植物，其生长所需各种营养物质与水分需要从寄主获取，并且其种子需要在寄主植物根系分泌物刺激下才能萌发[6]。Press等[7]研究表明寄主植物类型会影响寄生植物的化学成分种类及含量。寄主植物种类也是《中国植物志》肉苁蓉属植物的重要分类依据之一[8]。现代研究发现荒漠肉苁蓉寄生于梭梭属(*Haloxylon* spp.)和滨藜属(*Atriplex* L.)植物根部[9]，管花肉苁蓉寄生于柽柳属(*Tamarix* spp.)植物根部，而盐生肉苁蓉具有广寄生性，不仅寄生于苋科多个种属植物根部，还寄生于向日葵(*Helianthus annuus* L.)、芦苇(*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud)和芨芨草(*Neotrinia splendens* (Trin.) M. Nobis, P. D. Gudkova & A. Nowak)等植物根部[10]，丰富的寄主植物使得盐生肉苁蓉的生物学特征、化学成分种类及含量出现了多样性变化，但目前关于盐生肉苁蓉寄主植物的种类和分布范围尚不明确，仍然存在许多疑点及争议有待解决。

目前肉苁蓉寄主植物的确定仍沿用传统植物分类方法，即将肉苁蓉整株及其四周土壤全部挖开，与其寄主根相连的植物即为肉苁蓉寄主植物。因肉苁蓉寄主根多分布于地下40~150 cm范围内，这种鉴定方法在野外实施难度极大，不仅破坏植被地貌，而且可能引起误判。DNA条形码鉴定是一种利用生物体内DNA片段进行身份认证和物种鉴定的技术，ITS序列是DNA条形码鉴定领域常用的序列，通过分析ITS基因的遗传信息，可以高效精准地对待测物种进行分类鉴定[11]。本研究在野外大量调查取样的基础上，结合待测样品形态特征描述和DNA条形码鉴定结果，准确鉴别盐生肉苁蓉的寄主植物种类，为肉苁蓉未知寄主植物鉴定提供思路和方法，对肉苁蓉分类学及寄生生物学研究具有重要意义，同时也为盐生肉苁蓉及其寄主资源保护及栽

培品种选育提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 盐生肉苁蓉分布区域调查与样品采集

盐生肉苁蓉的花期为4-6月，果期为7-8月。本研究通过查阅文献资料和实地走访，共调研了新疆塔城地区裕民县和塔城市，阿勒泰地区哈巴河县和吉木乃县，哈密市伊吾县和巴里坤县，昌吉州吉木萨尔县及宁夏吴忠市盐池县等地区，主要采集盐生肉苁蓉及连接肉苁蓉长约10~15 cm的寄主根（图1），取盐生肉苁蓉鳞片和寄主根置于硅胶中干燥保存，同时详细记录采样植株周围的伴生植物种类，供后续寄主鉴定参考。本研究共采集到完整带寄主根的盐生肉苁蓉样品66份，所有盐生肉苁蓉样品均经过了中国医学科学院药用植物研究所陈君研究员的形态特征鉴定和DNA条形码鉴定。凭证标本及照片资料保存于中国医学科学院药用植物研究所，样品详细采集信息见表1。

A：新疆裕民县盛花期盐生肉苁蓉及其寄主聚头绢蒿；B：新疆哈巴河县盛花期盐生肉苁蓉及其寄主驼绒藜；C：新疆伊吾县出土期的盐生肉苁蓉；D：新疆巴里坤县出土期的盐生肉苁蓉

A：*Cistanche salsa* in full bloom and its host *Seriphidium compactum* in the Yumin county，Xinjiang；B：*C. salsa* in full bloom and its host *Krascheninnikovia ceratoides* in the Habahe county，Xinjiang；C：*C. salsa* in the exhumation stage in the Yiwu county，Xinjiang；D：*C. salsa* in the exhumation stage in the Balikun county，Xinjiang

图1 盐生肉苁蓉及其寄主植物形态特征

Fig.1 Morphological characteristics of *Cistanche salsa* and their host plants

表1 盐生肉苁蓉采样信息表

Table 1 Sampling information table of *Cistanche salsa*

居群 Identity	来源 Origin	海拔（m） Altitude	采集时间 Acquistion time	份数 Counts	类型 Type
S1	新疆塔城地区裕民县	520.8	2016/04/27	7	野生
S2	新疆塔城地区裕民县	423.7	2017/05/07	6	野生
S3	新疆塔城地区塔城市	427.3	2016/04/28	7	野生
S4	新疆阿勒泰地区哈巴河县	424.0	2017/05/23	5	野生
S5	新疆阿勒泰地区哈巴河县	446.2	2016/05/10	8	野生
S6	新疆阿勒泰地区吉木乃县	432.2	2016/04/30	8	野生
S7	新疆哈密市伊吾县	1160.7	2016/06/13	5	野生
			2017/05/20	5	野生
S8	新疆哈密市巴里坤县	1420.1	2016/06/14	2	野生
			2017/05/21	5	野生
S9	新疆昌吉州吉木萨尔县	700.0	2017/05/07	5	栽培
S10	宁夏吴忠市盐池县	1500.0	2015/06/14	3	野生

1.2 盐生肉苁蓉寄主植物鉴定

分别以采集到的盐生肉苁蓉寄主根为材料，采用DNA条形码鉴定技术对寄主根进行分子鉴定，同时参考盐生肉苁蓉寄主植物文献报道[12-17]，结合盐生肉苁蓉采样植株周围植物种类，进一步溯源及确定寄主植物种类。寄主根DNA提取方法参考刘玲等[18]进行，利用荧光计测量提取的DNA浓度。针对采集的寄主植物根样品，通过在NCBI（National Center for Biotechnology Information，https://www.ncbi.nlm.nih.gov/）数据库内进行引物筛选，选取了

包含丰富多态位点的ITS cpDNA片段，对所有样品进行PCR扩增。

PCR扩增：PCR扩增正向引物ITS5F（5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3'），反向引物ITS4R（5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'）。PCR反应体系为25 μL，包含25 mmol/L $MgCl_2$ 2 μL、2.5 mmol/L dNTPs 2 μL、Taq DNA聚合酶1.0 μL、10×PCR buffer 2.5 μL、2.5 μmol/L正反引物各1 μL、模板DNA约2μL，加dd H_2O至25 μL。扩增程序：94 ℃变性5 min；94 ℃变性1 min，50 ℃退火1 min，72 ℃延伸1.5 min（+3s/循环），35个循环；最后72 ℃延伸7 min[19]。PCR扩增产物送交上海美吉生物公司进行测序，测序结果在NCBI数据库中进行碱基序列相似度比对分析，用于鉴定寄主根的植物种类。

2　结果与分析

2.1　盐生肉苁蓉资源分布

盐生肉苁蓉主要分布于内蒙古、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆等地，生长于砾漠、沙漠、盐漠等生境，且多生长于地势平坦的荒漠中，海拔约为400~2000 m。调研发现盐生肉苁蓉在新疆分布区域的地表植被稀疏，主要植被类型多为灌木或小灌木，土壤类型以砾漠、盐漠等为主（图2A~I），而在宁夏盐池地区的生境主要以风沙土及红粘土等为主，植被稀少（图2J）。野外调查发现，盐生肉苁蓉采挖痕迹随处可见，且采挖过后留下的深坑致使寄主植物根系暴露，给生态环境带来了极大破坏。有些生于灌木丛中不易采挖的盐生肉苁蓉，由于草场过度放牧，往往也会被牛、羊等牲畜吃掉，植株不能正常开花结实，致使盐生肉苁蓉资源蕴藏量急剧下降，陕西定边等部分地区已经很难发现野生盐生肉苁蓉植株，资源量极少。

2.2　寄主植物鉴定结果

通过DNA条形码技术对寄主植物进行鉴定，经序列比对确定所采集的寄主植物包括2科7属9种植物，不同居群寄主物种NCBI比对结果见表2。研究表明新疆塔城地区裕民县（S1和S2）盐生肉苁蓉寄主植物包括菊科绢蒿属聚头绢蒿（*Seriphidium compactum*（Fisch. ex DC.）Poljakov）和苋科滨藜属疣苞滨藜（*Atriplex verrucifera* Marsch. von Bieb.），塔城市（S3）盐生肉苁蓉寄主植物主要为苋科盐爪爪属里海盐爪爪（*Kalidium cuspidatum* Ung.-Sternb.）、疣苞滨藜和驼绒藜属驼绒藜（*Krascheninnikovia ceratoides*（L.）Gueldenst）。新疆塔城地区3个采样点共鉴定出12份疣苞滨藜，为盐生肉苁蓉在该地区的优势寄主植物。调查得知疣苞滨藜为多年生草本植物，主要分布于新疆，生于海拔1100~2900 m的干旱山坡、荒漠草原、半荒漠草原、草甸、冲积平原及干河谷地带，也见于林中空地或灌丛中，蒙古、俄罗斯及北欧各国也有分布。新疆阿勒泰地区哈巴河县（S4和S5）盐生肉苁蓉寄主植物包括聚头绢蒿、驼绒藜属心叶驼绒藜（*Krascheninnikovia ewersmanniana*（Stschegl. ex Losinsk.）Grubov）和驼绒藜，吉木乃县（S6）盐生肉苁蓉寄主植物包括聚头绢蒿和驼绒藜。新疆哈密市伊吾县（S7）盐生肉苁蓉寄主植物为戈壁藜属戈壁藜（*Iljinia regelii*（Bunge）Korovin）。戈壁藜为单种属，半灌木，新疆全疆分布，在伊吾县、和硕县等地可形成大面积戈壁藜纯群落，多见于海拔500~1600 m的山前洪积扇砾石荒漠，但在盐生荒漠、河漫滩沙地、塔里木盆地周围沙地及干旱山坡也有零星分布。新疆哈密市巴里坤县（S8）盐生肉苁蓉寄主植物为盐爪爪属里海盐爪爪。新疆昌吉州吉木萨尔县博林种植基地（S9）盐生肉苁蓉寄主植物为碱蓬属囊果碱蓬（*Suaeda physophora* Pall.）。囊果碱蓬为半灌木植物，主要分布于新疆北部、甘肃西部，生于戈壁及盐碱化的山坡，因植株较大，可作为人工种植盐生肉苁蓉的优选寄主植物。宁夏吴忠市盐池县（S10）盐生肉苁蓉寄主植物为合头草属合头草（*Sympegma regelii* Bunge）和盐爪爪属细枝盐爪爪（*Kalidium gracile* Fenzl）。

盐生肉苁蓉寄主植物中鉴定出苋科植物47份，其中驼绒藜属植物有17份，该属4个居群（S3~S6）分布于新疆西北部塔城地区和阿勒泰地区。驼绒藜主要分布于我国新疆、西藏、青海、甘肃和内蒙古等省区，生于戈壁、荒漠、半荒漠、干旱山坡或草原中。心叶驼绒藜在我国仅见于新疆，生于半荒漠、砂丘、荒地、田边及路旁等。

苋科盐爪爪属植物鉴定出6份样品，该属植物分布最广，从新疆西北地区的塔城市、新疆东部的巴里坤县到宁夏盐池县均有分布。里海盐爪爪为小灌木，主要分布于新疆东北部，生于低洼盐碱滩地及盐湖边，在新疆巴里坤县为优势寄主，是我国西北荒漠地带的非地带性植物类型。细枝盐爪爪为小灌木，分布于内蒙古、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆等省区，生长在河谷碱地、芨芨草滩及盐湖边。

A:S1(新疆裕民)生境;B:S2(新疆裕民)生境;C:S3(新疆塔城)生境;D:S4(新疆哈巴河)生境;E:S5(新疆哈巴河)生境;
F:S6(新疆吉木乃)生境;G:S7(新疆伊吾)生境;H:S8(新疆巴里坤)生境;I:S9(新疆吉木萨尔)生境;J:S10(宁夏盐池)生境
A: S1 (Xinjiang Yumin) habitat; B: S2 (Xinjiang Yumin) habitat; C: S3 (Xinjiang Tacheng) habitat; D: S4 (Xinjiang Habahe) habitat;
E: S5 (Xinjiang Habahe) habitat; F: S6 (Xinjiang Jimunai) habitat; G: S7 (Xinjiang Yiwu) habitat; H: S8 (Xinjiang Balikun) habitat;
I: S9 (Xinjiang Jimusar) habitat; J: S10 (Ningxia Yanchi) habitat

图2 盐生肉苁蓉分布区域生境概况

Fig.2 Habitat profile of the distribution area of *Cistanche salsa*

表2　盐生肉苁寄主植物ITS序列比对结果

Table 2　Results of ITS sequence alignment of host plants of *Cistanche salsa*

居群 Identity	NCBI登记号 Registration number	中文名 Chinese name	科 Family	属 Genus	拉丁名 Latin name	份数 Counts	相似度(%) Similarity
S1	KX581815.1	聚头绢蒿	菊科	绢蒿属	*Seriphidium compactum*	1	99
	HM587575.1	疣苞滨藜	苋科	滨藜属	*Atriplex verrucifera*	4	100
S2	HM587575.1	疣苞滨藜	苋科	滨藜属	*Atriplex verrucifera*	6	100
S3	KX133025.1	里海盐爪爪	苋科	盐爪爪属	*Kalidium caspicum*	1	99
	HM587575.1	疣苞滨藜	苋科	滨藜属	*Atriplex verrucifera*	2	100
	AM849239.1	驼绒藜	苋科	驼绒藜属	*Krascheninnikovia ceratoides*	2	100
S4	KX581815.1	聚头绢蒿	菊科	绢蒿属	*Seriphidium compactum*	3	99
	AM849249.1	心叶驼绒藜	苋科	驼绒藜属	*Krascheninnikovia ewersmanniana*	2	100
S5	AM849239.1	驼绒藜	苋科	驼绒藜属	*Krascheninnikovia ceratoides*	7	100
	AM849248.1	心叶驼绒藜	苋科	驼绒藜属	*Krascheninnikovia ewersmanniana*	1	100
S6	AM849248.1	驼绒藜	苋科	驼绒藜属	*Krascheninnikovia ceratoides*	5	100
	KX581815.1	聚头绢蒿	菊科	绢蒿属	*Seriphidium compactum*	2	99
S7	HM131635.1	戈壁藜	苋科	戈壁藜属	*Iljinia regelii*	6	99
S8	KX133025.1	里海盐爪爪	苋科	盐爪爪属	*Kalidium caspicum*	4	99
S9	AY556435.1	囊果碱蓬	苋科	碱蓬属	*Suaeda physophora*	4	100
S10	KX133088.1	细枝盐爪爪	苋科	盐爪爪属	*Kalidium gracile*	1	99
	EF453510.1	合头草	苋科	合头草属	*Sympegma regelii*	2	99

苋科合头草属鉴定出2份植物样品，为单属种。合头草俗称黑柴，半灌木，为宁夏盐池居群的优势寄主植物，在我国甘肃西北部、青海北部、宁夏、内蒙古西北部及新疆东疆和南疆均有分布，常形成单优势种群落。合头草喜生于海拔1200~2100 m的洪积扇砾质荒漠、轻度盐化荒漠及山地干旱荒漠，在昆仑山北坡可分布于海拔2600~2900 m范围内，生境土壤中砾石化很明显。

菊科绢蒿属植物共鉴定出6份样品，该属在我国有186种，44变种，其中新疆分布47种。其ITS序列与NCBI数据库中多种绢蒿属植物序列相似度接近，但当时未能准确鉴定到物种，后经中国科学院植物研究所高天刚教授对植物样品进行了形态鉴定，确定为菊科绢蒿属植物聚头绢蒿［*Seriphidium compactum*（Fisch. ex DC.）Poljakov］，此寄主植物为盐生肉苁蓉在我国发现的新记录寄主植物。

3　讨论

本研究采用DNA条形码鉴定技术对采集到的66份盐生肉苁蓉及寄主植物进行序列比对分析，发现新疆地区盐生肉苁蓉寄主植物主要包括聚头绢蒿、疣苞滨藜、驼绒藜、心叶驼绒藜、戈壁藜、里海盐爪爪、囊果碱蓬等；宁夏吴忠地区的寄主植物主要为细枝盐爪爪和合头草等。结果表明盐生肉苁蓉在我国分布广泛且寄主较多，不同分布区域盐生肉苁蓉对寄主的选择存在差异，可能是受环境和寄主植物的生长影响[10,20]。新疆塔城地区盐生肉苁蓉居群S1、S2和S3均位于新疆古尔班通古特沙漠西北部，该区域气候偏冷，盐生肉苁蓉植株肉质茎为圆柱形，花筒直立，裂片深紫色，大苞片三角形，居群S1、S2和S3外观形态上相似性较大，寄主为聚头绢蒿、疣苞滨藜和驼绒藜。但哈密地区盐生肉苁蓉S7居群位于新疆古尔班通古特沙漠东部，该地区生境恶劣，土壤类型为砾石戈壁，其肉质茎含水量低，形状不规则，植株较小，寄主植物为戈壁藜。造成同种不同形态特征的原因是两地受到新疆博格达等山脉阻隔，导致这些居群间呈斑块状分布，在长期进化过程中形成各居群特有的遗传结构。盐生肉苁蓉及其寄主植物的遗传多样性对该物种生存及进化具有重要意义。

盐生肉苁蓉在新疆各地均有分布，以北疆分布

最为广泛,但其资源量少,喜生于干旱、疏松的砂质性荒漠盐碱地[21]。广寄生植物对寄主植物的依赖程度较专性寄生植物弱,对寄主植物的养分索取较少,寄主植物次生代谢物质对寄生植物可能带来的毒害作用较弱,这可能是盐生肉苁蓉分布广及寄主植物多的主要原因之一[22]。调研中发现盐生肉苁蓉野生资源在我国的分布正不断减少,陕西省定边等地区已经很难采到野生盐生肉苁蓉。掠夺式采挖对其寄主植物也带来很大灾难,这些寄主植物大多为戈壁砾石荒漠的重要建群植物,对盐碱土壤改良和生物多样性的维持具有重要意义。由于盐生肉苁蓉为名贵药材,多年的滥采滥挖导致其资源蕴藏量较低,现已被列入国家二级保护植物,国家明令禁止采挖野生肉苁蓉。当前多地区已开展荒漠肉苁蓉和管花肉苁蓉及其寄主植物的人工种植,已具有一定种植规模[23-24],但盐生肉苁蓉的人工种植面积极少,仅在新疆吉木萨尔县有小面积以囊果碱蓬作为寄主植物进行探索性种植。本研究发现盐生肉苁蓉寄主囊果碱蓬分布广泛,生于戈壁及盐碱化的山坡,因其植株较大,能够给盐生肉苁蓉提供较为充足的营养物质,可作为人工种植盐生肉苁蓉的优良寄主进行选育。

Hřibová等[25]通过大量研究表明ITS序列可以用于被子植物的物种鉴定,解决科内不同等级的系统发育和分类问题,因此ITS序列在物种鉴别中发挥越来越重要的作用。本研究对盐生肉苁蓉寄主植物的分析表明,ITS序列用于植物鉴定具有较高的准确性。本研究寄主植物类型与文献报道的盐生肉苁蓉寄主基本吻合,分布区域也与样品采集区域一致[10]。另外,本研究中通过ITS序列相似度比对,结合中国科学院植物研究所高天刚教授对植物样品的形态鉴定,发现了盐生肉苁蓉新记录寄主植物聚头绢蒿。但目前我国许多植物种质资源的序列资料以及相关研究相对缺乏,在分子鉴定和系统发育研究等方面尚存较大空白,所以此次寄主植物鉴定结果还需结合形态鉴定进一步完善,对于本研究中分子鉴定尚未确定种类的13份寄主植物,后续将对其植物标本做详细的形态鉴定以及进行再次野外采集鉴定,以弥补分子鉴定资料的不足。本研究通过野外形态调查和DNA条形码分子鉴定,明确了新疆和宁夏不同居群的盐生肉苁蓉寄主植物种类和分布区域,为盐生肉苁蓉及其寄主植物资源保护、人工栽培以及优势寄主品种选育提供了科学依据。

参考文献

[1] Li Z M, Lin H N, Gu L, Gao J W, Tzeng C M. Herba Cistanche (Rou Cong-Rong): One of the best pharmaceutical gifts of traditional Chinese medicine. Frontiers in Pharology, 2016, 7(15): 41

[2] 屠鹏飞, 何燕萍, 楼之岑. 肉苁蓉的本草考证. 中国中药杂志, 1994, 19 (1): 3
Tu P F, He Y P, Lou Z C. Herbalogical studies on Rou Congrong (Herba Cistanchis). China Journal of Chinese Materia Medica, 1994, 19 (1): 3

[3] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典. 1963年版一部. 北京: 人民卫生出版社, 1964: 108
Pharmacopoeia Committee of the Ministry of Health of the People's Republic of China. Pharmacopoeia of People's Republic of China. 1963 edition I. Beijing: People's Medical Publishing House, 1964: 108

[4] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典. 1977年版一部. 北京: 人民卫生出版社, 1978: 220
Pharmacopoeia Committee of the Ministry of Health of the People's Republic of China. Pharmacopoeia of People's Republic of China. 1977 edition I. Beijing: People's Medical Publishing House, 1978: 220

[5] 彭芳, 徐荣, 徐常青, 齐云, 石钺, 叶祖光, 陈君. 肉苁蓉药用及其食疗历史考证. 中国药学杂志, 2017, 52(5): 55-61
Peng F, Xu R, Xu C Q, Qi Y, Shi Y, Ye Z G, Chen J. Ancient literature textual research on medicinal and edible history of Cistanches Herba. Chinese Pharmaceutical Journal, 2017, 52(5): 55-61

[6] Feng R, Wei H S, Xu R, Liu S, Wei J H, Guo K, Xu C Q. Combined metabolome and transcriptome analysis highlights the host's influence on *Cistanche deserticola* metabolite accumulation. International Journal of Molecular Sciences. 2023, 24(9): 7968

[7] Press M C, Phoenix G K. Impacts of parasitic plants on natural communities. The New Phytologist, 2005, 166(3): 737-751

[8] 张志耘, 王文采. 中国植物志: 第69卷. 北京: 科学出版社, 1990: 83
Zhang Z Y, Wang W C. Flora of China: Vol 69. Beijing: Science Press, 1990: 83

[9] 王帅, 李得禄, 纪永福, 姜生秀, 吴昊, 王飞. 四翅滨藜接种肉苁蓉的方法. CN108551953B, 2020-06-26
Wang S, Li D L, Ji Y F, Jiang S X, Wu H, Wang F. Method of *Cistanche deserticola* inoculation with *Atriplex canescens*. CN108551953B, 2020-06-26

[10] 温都苏. 中国肉苁蓉属的分类学研究及其寄主植物的确定. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2008
Wen D S. Studies on the classification and the host plants of Chinese Cistanche Hoffmg. Et Link. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2008

[11] 吴丽艳, 郭志祥, 曾莉, 鲍锐, 黎志彬, 龚亚菊. 云南野生茄资源黄萎病苗期人工接种抗性鉴定分析. 植物遗传资源学报, 2017, 18(6): 1046-1054

Wu L Y，Guo Z X，Zeng L，Bao R，Li Z B，Gong Y J. Resistance identification of Yunnan wild eggplant resources to *Verticillium wilt*. Journal of Plant Genetic Resources，2017，18（6）：1046-1054

［12］ 屠鹏飞，何燕萍，楼之岑. 肉苁蓉类药源调查与资源保护. 中草药，1994，25(4)：205-208
Tu P F，He Y P，Lou Z C. Survey and protection of medicinal resources of desertliving Cistanche（*Cistanche deserticola*）. Chinese Traditional and Herbal Drugs，1994，25(4)：205-208

［13］ Schüssler C，Freitag H，Koteyeva N，Schmidt D，Edwards G，Voznesenskaya E，Kadereit G. Molecular phylogeny and forms of photosynthesis in tribe *Salsoleae*（Chenopodiaceae）. Journal of Experimental Botany，2017，68(2)：207-223

［14］ Liang X H，Wu Y X. Identification of *Kalidium* species（Chenopodiaceae）by DNA barcoding. Sciences in Cold & Arid Regions，2017(1)：89-96

［15］ Heklau H，Röser M. Delineation，taxonomy and phylogenetic relationships of the genus *Krascheninnikovia*（Amaranthaceae subtribe Axyridinae）. Taxon，2008，57(2)：563-576

［16］ 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志：第二十五卷 第二分册 藜科 苋科. 北京：科学出版社，1979：18-19
Editorial Committee of the Flora of China，Chinese Academy of Sciences. Flora of China：Volume 25 Division 2 Chenopodiaceae Amaranthaceae. Beijing：Science Press，1979：18-19

［17］ 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志：第七十六卷 第二分册 菊科. 北京：科学出版社，1991：253-289
Editorial Committee of the Flora of China，Chinese Academy of Sciences. Flora of China：Volume 76 Division 2 Asteraceae. Beijing：Science Press，1991：253-289

［18］ 刘玲，张佳钰，范小敏，陈祥平，柯皓天，黄昊翔，贾庭豪，李天星，付乐章，陈仁芳. 特色桑品种资源ITS、TrnL-F和rps16序列与亲缘关系分析. 植物遗传资源学报，2014，15(5)：1074-1079
Liu L，Zhang J Y，Fan X M，Chen X P，Ke H T，Huang H X，Jia T H，Li T X，Fu L Z，Chen R F. Analysis of ITS，TrnL-F，rps16 sequence and genetic relationship of characteristic mulberry resources. Journal of Plant Genetic Resources，2014，15(5)：1074-1079

［19］ 辛天怡，姚辉，罗焜，向丽，马晓冲，韩建萍，林余霖，宋经元，陈士林. 羌活药材ITS/ITS2条形码鉴定及其稳定性与准确性研究. 药学学报，2012，47 (8)：1098-1105
Xin T Y，Yao H，Luo K，Xiang L，Ma X C，Han J P，Lin Y L，Song J Y，Chen S L. Stability and accuracy of the identification of *Notopterygii Rhizoma* et Radix using the ITS/ITS2 barcodes. Acta Pharmaceutica Sinica，2012，47(8)：1098-1105

［20］ 张慧，黄蜚颖，苏本伟，朱开昕，陆海琳，银胜高，郭敏，李永华. 寄主对桑寄生药材质量的影响. 世界科学技术-中医药现代化，2016，18(7)：1182-1187
Zhang H，Huang F Y，Su B W，Zhu K X，Lu H L，Yin S G，Guo M，Li Y H. Impacts of different host trees on the quality of *Taxillus Chinensis*. Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica-World Science and Technology，2016，18(7)：1182-1187

［21］ Xu R，Chen J，Chen S L，Liu T N，Zhu W C，Xu J. *Cistanche deserticola* Ma cultivated as a new crop in China . Genetic Resources and Crop Evolution，2009，56(1)：137-142

［22］ Thorogood C J，Rumsey F J，Harris S A，Hiscock S J. Host-driven divergence in the parasitic plant *Orobanche minor* Sm.（Orobanchaceae）. Molecular Ecology，2008，17 (19)：4289-4303

［23］ 屠鹏飞，陈庆亮，姜勇，郭玉海，杨太新，王新意，艾尔肯·买提肉孜，李晓波，杜友，南泽东. 管花肉苁蓉及其寄主柽柳栽培技术. 中国现代中药，2015(4)：349-358
Tu P F，Chen Q L，Jiang Y，Guo Y H，Yang T X，Wang X Y，Aierken M，Li X B，Du Y，Nan Z D. Cultivation techniques of *Cistanche tubulosa* and its host *Tamarix* spp. Modern Chinese Medicine，2015，17(4)：359-368

［24］ 徐荣，陈君，王夏，乔海莉，彭芳，徐常青，郭昆，刘同宁. 肉苁蓉及其寄主梭梭主要病虫害发生与防治. 中国现代中药，2015，17(4)：369-374
Xu R，Chen J，Wang X，Qiao H L，Peng F，Xu C Q，Guo K，Liu T N. Occurrence and control of the diseases and pests damage on *Cistanche deserticola* Y. C. Ma and its host Haloxylon ammodendron. Modern Chinese Medicine，2015，17(4)：369-374

［25］ Hřibová E，Čížková J，Christelová P，Taudien S，Langhe Ed，Dolezˇ J. The ITS1-5.8S-ITS2 sequence region in the Musaceae; structure，diversity and use in molecular phylogeny. PLoS ONE，2011，6(3)：e17863