

文章编号:1001-1498(2004)04-0472-07

# 寄生植物肉苁蓉对寄主梭梭生长及生物量的影响研究\*

谭德远<sup>1</sup>, 郭泉水<sup>2</sup>, 王春玲<sup>3</sup>, 马超<sup>2</sup>

(1. 北京林业大学生物科学与技术学院,北京 100083;

2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所,北京 100091; 3. 国家林业局野生动植物保护司,北京 100043)

**摘要:** 在新疆吉木萨尔林木良种试验站肉苁蓉繁育基地,以接种肉苁蓉并采收肉苁蓉种子的寄主梭梭(处理 A)和未接种成功的即没有被肉苁蓉寄生的梭梭(CK)为调查对象,分别测定其树高、地径、冠幅、生物量和根系;同时,对处理 A 和 CK 以及接种成功但肉苁蓉尚未出土的梭梭(处理 B)当年生枝的生长量进行定期连续测定。结果表明:处理 A 的梭梭树高、地径和冠幅,普遍小于 CK,且个体间差异较大;总生物量比 CK 减少了 49.29%,其中当年生枝、2 年生以上活枝、主干、根系分别降低了 22.6%、9.6%、2.2%、15.6%,但枯枝的生物量却高出 1 倍之多,表现出衰弱的态势;梭梭被肉苁蓉寄生以后,细根所占比例较高,这可能是梭梭为了维持生存和供给肉苁蓉营养采取的一种生态对策,当年生枝的生长却受到一定程度的抑制。

**关键词:** 寄生植物;肉苁蓉;梭梭;寄主;生长;生物量

**中图分类号:** Q949.752.7 **文献标识码:** A

在被子植物中,约有 3 000 余种是以寄生方式生存的<sup>[1,2]</sup>。有些是 1 年生或多年生草本植物,有些是灌木或乔木,其寄生部位,有些寄主于根部,有些寄主于茎部<sup>[3]</sup>。不同的寄主植物受寄生植物侵染后,其生长和代谢表现各异<sup>[4,5]</sup>。Gomes<sup>[6]</sup>和 Fernandes<sup>[7]</sup>研究发现,含羞草属(*Mimosa*)植物 *Mimosa naguirei* 被大花草科(Rafflesiaceae)的 *Pirolotyles* 属植物寄生以后,茎分枝数量增多,节间缩短,果实变小,种子减少;Stewart 和 Press<sup>[2]</sup>研究发现,独脚金(*Striga asiatica* (L.) O. Kuntze)可使寄主高粱(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)、甘蔗(*Saccharum officinarum* L.)、玉米(*Zea mays* L.)和谷子(*Setaria italica* (L.) Beauv)等农作物完全丧失产量,相反,很多槲寄生(*Viscum coloratum* (Kom.) Nakai)可与寄主一起生活数十年而无多大危害。

肉苁蓉(*Cistanche deserticola* Ma),习称大芸,属列当科(Orobanchaceae)多年生寄生草本植物,不含叶绿素。主要寄生于梭梭(*Haloxylon ammodendron* (C. A. Mey) Bunge)和白梭梭(*Haloxylon persicum* Bunge ex Boiss.)的根部,是名贵的中药材,属国家濒危三级保护物种<sup>[8]</sup>。自 20 世纪 80 年代以来,随着我国西部大开发战略的实施,国内外对肉苁蓉需求量不断增加,肉苁蓉基

收稿日期:2004-01-09

基金项目:国家林业局野生动植物保护司专项(2002)“珍稀濒危植物肉苁蓉和寄主植物梭梭资源开发及其对环境影响”课题的一部分。

作者简介:谭德远(1976—),男,湖北利川人,北京林业大学硕士研究生。

\* 在本研究过程中,得到了新疆吉木萨尔林木良种试验站郑兴国、陆中元、王程、翟奎军等同志的大力支持,特此感谢!

础生物学和肉苁蓉开发应用技术的研究也不断得到加强。目前,有关肉苁蓉的形态分类特征、核型分析、胚胎学特征、种子生理、药性及药理学分析等方面已取得了具有开发潜力的基础性研究成果<sup>[9,10]</sup>,肉苁蓉的人工培育技术也有了突破性的进展,一种以肉苁蓉为主的沙产业正在我国内蒙、新疆、甘肃等西部省(区)兴起<sup>[11,12]</sup>;肉苁蓉的寄主植物也属国家珍稀濒危保护植物(渐危3级)<sup>[8]</sup>,关于梭梭荒漠植被的生态学和生理学以及生物学特性、更新复壮应用技术研究等也有很多成果<sup>[13,14]</sup>。综合分析有关研究可以看出,目前国内外关于寄生植物肉苁蓉和寄主植物梭梭的研究,大多是分开进行的,对于寄生植物和寄主植物之间相互关系的研究还很少涉及,特别是梭梭被肉苁蓉寄生以后,在生长和生物量方面的表现尚未见报道。

本研究在寄主梭梭苗龄、初植密度、肉苁蓉接种方式、立地条件以及水肥管理等完全一致的试验地内,对寄生和未寄生肉苁蓉的梭梭生长情况进行了连续定位观测,同时对其生物量也进行了测定。旨在从这两个方面来揭示二者之间的相互关系,为我国梭梭属植物资源保护和肉苁蓉资源的合理开发提供科学依据,同时也为深入开展采挖肉苁蓉对梭梭生长发育的影响研究奠定基础。

## 1 研究地区和试验地概况

研究地区位于新疆昌吉地区吉木萨尔县境内,88°30′~89°30′ E,43°30′~45°30′ N。气候类型为温带大陆性气候。年平均气温为5.0~8.1℃,极端最低气温-36.6℃,极端最高气温40.8℃,年降水量120~140 mm。降水季节分配不均,多集中在4月、5月和7月。冬季长而寒冷,夏季短而酷热,春秋季节变化不明显。

试验地设在吉木萨尔林木良种试验站(新疆博林科技发展有限公司)的肉苁蓉良种繁育基地内。土壤类型为盐碱土。接种肉苁蓉时梭梭的苗龄为1 a,苗木平均高度20 cm左右,株行距为1.0 m×1.5 m。栽植梭梭之前,先将肉苁蓉种子纸(吉木萨尔林木良种试验站自行研制,每张180粒左右)放入栽植坑内,栽植梭梭之后,回填土至坑沿10 cm左右。经试验站多年的研究表明,按这种方法进行肉苁蓉接种,其成功率在47%~75%之间。一般春天接种,在第2年3月底至5月初即可见到肉苁蓉出土。出土后的肉苁蓉在短期内则进入开花结实期。6月至7月种子成熟,而后整个植株枯萎死亡。未出土的不开花结实,仍在土壤中继续生长营寄生生活。

## 2 研究方法

### 2.1 调查对象的选择

2002年春,吉木萨尔林木良种试验站栽植梭梭并接种肉苁蓉约80 hm<sup>2</sup>,从中随机选取了4.5 hm<sup>2</sup>作为本研究的调查样地。2003年7月进行调查时,梭梭幼树年龄为2.5 a。在调查样地中,首先把调查对象(梭梭)分为3种类型。一是接种肉苁蓉并采收了肉苁蓉种子的寄主梭梭(处理A,以下同),二是未接种成功的即没有被肉苁蓉寄生的梭梭(CK,以下同),三是接种成功但尚未出土,肉苁蓉仍在土壤中依靠寄主营寄生生活的梭梭(处理B,以下同)。对不同类型的调查对象采用不同的判别方法。一种是现场直接观察,这种方法主要用于判别处理A的情况。因为采收肉苁蓉种子,一般是齐地面直接截取肉苁蓉的地上部分,在采收后的当年可以清晰地看到截后植株的剩余部分。二是直接挖掘观察法。因为接种部位一般比地表面低10

cm左右,所以接种的位置很容易确认。通过挖掘观察就可以断定CK和处理B这两种情况。

## 2.2 生长量和生物量调查

2.2.1 生长量调查 生长量调查内容包括树高、地径、冠幅和枝生长量。其中树高、地径、冠幅等均按常规测树学方法进行;枝生长量采用定位连续测定法。具体操作步骤是:选择调查对象进行生长指标测定,取其平均值。在此基础上选取3株作为标准木,而后从每个标准木上随机选取15个当年生枝条作为连续测定的标准枝,两次测定时间的间隔为14d。每次测定枝生长量之后,计算调查期间枝的生长率。

2.2.2 生物量调查 以处理A和CK的梭梭为对象,根据统计学原理和方法<sup>[15]</sup>,在确定调查样本数量的基础上,逐株测定其树高、地径和冠幅,求取平均值,并在每种类型的调查对象中选取2株标准木。截取地上部分,区分主干、当年生新枝、2年生(含)以上活枝、枯枝等分别称其鲜质量,取适量样品带回实验室,在90℃烘箱中烘干至恒质量,求出各样品的干、鲜质量比,换算为干质量;挖掘地下部分,并将根系按粗度分级,采用与地上部分相同的方法,称其鲜质量,进行烘干处理和干质量换算。

## 3 结果与分析

### 3.1 寄生植物肉苁蓉对寄主梭梭树高、地径和冠幅的影响

分别抽取处理A和CK的梭梭37株和34株,对其树高、地径和冠幅进行测定,并进行方差分析,其结果见表1。

从表1可知,接种肉苁蓉并採收了种子的梭梭比未接种成功即没有寄生肉苁蓉的梭梭,其平均树高、地径和冠幅分别减少了41cm、0.7cm和0.46m<sup>2</sup>,降低幅度分别为29.3%、29.2%和41.4%。

表1 两种处理的梭梭树高、地径、冠幅统计

调查项目	处理	平均值/cm	最大值/cm	最小值/cm	极差	方差	标准差	变异系数
树高	A	99	146	57	89	498.4	22.32	0.22
	CK	140	182	93	89	380.8	19.51	0.13
地径	A	1.70	3.2	0.6	2.6	0.44	0.66	0.39
	CK	2.40	3.3	1.5	1.6	0.21	0.45	0.19
冠幅	A	0.65	1.61	0.13	1.48	0.116	0.34	0.54
	CK	1.11	2.53	0.50	2.03	0.125	0.35	0.32

次数分布图可以直观地反映调查对象的树高、地径和冠幅的变化趋势、分布中心以及变异趋势<sup>[15]</sup>。为此,对树高以9cm为间隔,地径以0.5cm为间隔,冠幅以0.3m<sup>2</sup>为间隔进行分组,并分别统计各组中调查数据出现的次数,计算组中值,分别绘制树高、地径和冠幅次数分布图(图1、2、3)。

从图1、2、3可以看出,梭梭被肉苁蓉寄生以后,寄主梭梭的树高、地径和冠幅的分布都较为分散,这与表2变异系数计算的结果是一致的。从植株树高、地径、冠幅来看,寄生肉苁蓉的梭梭平均树高为99cm,树高在92~155cm之间的累积频率为0.5946,而没有寄生肉苁蓉的植株平均树高为140cm,主要集中在119~137cm之间,树高在92~155cm之间的累积频率已达0.9117;寄生肉苁蓉的梭梭平均地径1.70cm,小于2.0cm累积频率已达0.6487;而没有

寄生肉苁蓉的植株平均地径为 2.40 cm,主要集中在 2.0 ~ 2.5 cm 之间,地径大于 2.0 cm 的累积频率已达 0.911 8;寄生肉苁蓉的梭梭平均冠幅为 0.65 m<sup>2</sup>,集中在 0.10 ~ 1.00 m<sup>2</sup> 之间,累积频率已达 0.891 9,而没有寄生肉苁蓉的植株平均冠幅为 1.11 m<sup>2</sup>,主要集中在 0.7 ~ 1.3 之间,累积频率已达 0.764 8。

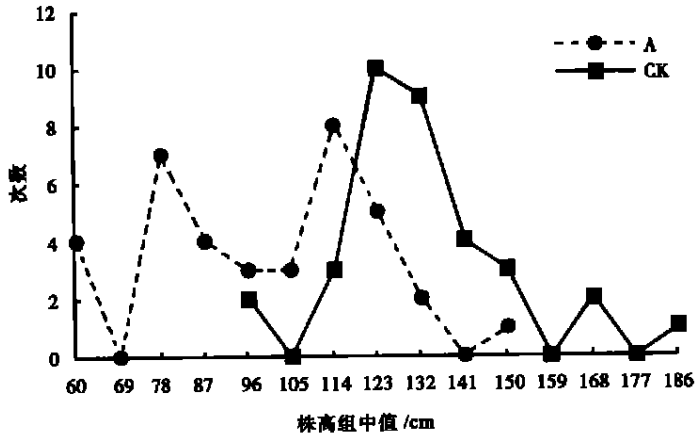


图 1 两种处理梭梭树高次数分布图

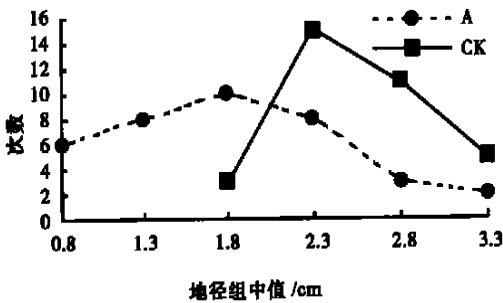


图 2 两种处理梭梭地径次数分布图

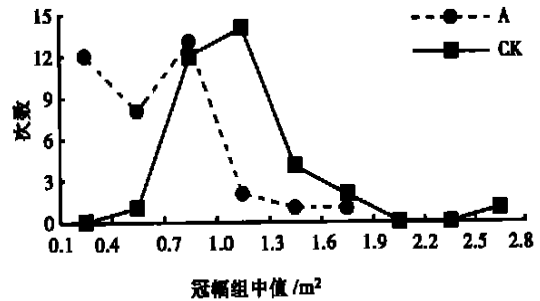


图 3 两种处理梭梭冠幅次数分布图

从寄生肉苁蓉和未寄生的寄主梭梭的树高、地径和冠幅等 3 个方面的比较可知,接种成功并采收肉苁蓉种子的梭梭普遍小于未接种成功即没有寄生肉苁蓉的梭梭,这可能是肉苁蓉对寄主营养过多消耗所致;树高、地径和冠幅分布较为分散,反映出个体之间生长上的差异,这可能与肉苁蓉的大小、数量或寄生的时间长短有关。

### 3.2 接种肉苁蓉对梭梭生物量的影响

生物量是反映生物有机体多年生产积累的数量指标。以接种成功并采收肉苁蓉种子的梭梭和未接种成功即没有寄生肉苁蓉的梭梭为调查对象,在上述调查的植株中,各抽取 2 株进行生物量测定,然后取其平均值,结果见表 2。

处理	当年生枝	2 年生以上活枝	枯枝	主干	根系
A	128.76	39.84	9.50	114.85	87.46
CK	298.48	111.87	3.74	131.65	204.40

根据表 2 调查结果计算表明,接种成功并采收肉苁蓉种子的梭梭比未接种成功即没有寄生肉苁蓉的梭梭的总生物量减少了 369.73 g,减少幅度为 49.29%,其中当年新生枝、2 年生以

上活枝、主干、根系分别减少了 169.72 g、72.03 g、16.80 g 和 116.94 g, 减少幅度为 22.6%、9.6%、2.2%、15.6%, 但枯枝的生物量则相反, 接种成功并采收肉苁蓉种子的梭梭比未接种成功即没有寄生肉苁蓉的梭梭的生物量高出 1 倍之多, 表现出衰退的趋势。

### 3.3 接种肉苁蓉对梭梭根系的影响

将两种处理的梭梭根系, 按粗细程度进行分级<sup>[16]</sup>, 在野外称其鲜质量, 带回室内进行烘干处理, 称其干质量, 结果见表 3。

从表 3 可知, 接种肉苁蓉的梭梭根系总生物量还不足于未接种的 50%,

接种肉苁蓉的梭梭根径小于 2~5 mm 的细根总量为 26.11 g, 未接种肉苁蓉的梭梭细根总量为 31.75 g, 虽然两者之间的细根总量差异不大, 但各自的细根量占根系总生物量的百分比两者之间差异显著, 接种肉苁蓉的梭梭细根总量占根系总生物量的百分比是未接种肉苁蓉的 1.92 倍。细根具有巨大的吸收表面积、生理活性强, 是树木吸收水分和养分的主要器官<sup>[17]</sup>。梭梭被肉苁蓉寄生以后, 细根所占比例较高, 这可能是梭梭为了维持生存和供给肉苁蓉营养需要的一种生态对策。

### 3.4 肉苁蓉对梭梭当年生枝生长量的影响

采用定位连续测定方法, 从 7 月份开始到生长期基本结束, 每隔 14 d 测定 1 次不同类型调查对象标准枝的生长量, 并对当年生枝的生长率进行计算, 结果见表 4。

从表 4 中可知, 7 月中下旬至 9 月中上旬期间, 从当年生枝的生长率看, 处理 A > CK > 处理 B。这说明肉苁蓉寄生于梭梭后, 限制了寄主梭梭当年生枝的生长, 寄生关系被解除, 寄主的生长速率会明显加快。但 9 月中下旬以后的变化与前期有所不同, 原因在于此时不论何种类型的调查对象其生长都已基本结束。从当年生枝总生长量看, CK > 处理 A > 处理 B, 表明肉苁蓉寄生于梭梭后, 其枝的生长量受到一定程度的抑制。

表 4 不同处理的梭梭当年生枝生长量与生长率

处理	7月 20日	8月 4日	生长 量/cm	生长 率/%	8月 19日	生长 量/cm	生长 率/%	9月 3日	生长 量/cm	生长 率/%	9月 18日	生长 量/cm	生长 率/%
CK	12.75	16.09	3.34	26.2	18.45	2.36	14.7	19.38	0.93	5.0	20.02	0.64	3.3
A	9.68	13.13	3.45	35.6	16.26	3.13	23.8	17.20	0.94	5.8	17.62	0.42	2.4
B	8.52	10.58	2.06	24.2	12.01	1.43	13.5	12.76	0.75	6.2	13.31	0.55	4.3

注: 以上各个数据为每种处理中 3 株梭梭上 45 个标准枝的平均值

为了比较不同处理的梭梭当年生枝生长量的差异性, 进行了多重比较, 并进行了 Newmarkeuls 检验<sup>[15]</sup> (见表 5)。结果表明, 在 = 0.05 的水平上, CK 与处理 B 之间有显著性差异, 而 CK 与处理 A, 处理 A 与处理 B 之间都无显著性差异。

表 5 不同处理梭梭当年生枝生长量显著性检验

处理	当年生枝平均生长量/cm	= 0.05
CK	20.02	a
A	17.62	ab
B	13.31	b

### 3.5 不同处理的梭梭定性性状观察

对接种成功和未接种成功的梭梭进行观察发现,在接种成功的梭梭中有20%左右的植株枯死,有15%左右的植株长势衰弱;在未接种成功的梭梭中,没有发现死亡植株,90%左右的植株生长正常,且树冠内外很少有枯枝出现。

## 4 小结与建议

(1) 处理A的梭梭的树高、地径和冠幅,普遍小于CK的梭梭,这可能是肉苕蓉对寄主营养过多消耗所致;处理A的梭梭的树高、地径和冠幅分布较为分散,反映出个体之间生长上的差异,这可能与根部寄生的肉苕蓉大小、数量或寄生的时间长短有关。

(2) 当年生枝生长率,处理A > CK > 处理B,表明梭梭被肉苕蓉寄生以后,枝的生长受到一定程度的抑制,采收肉苕蓉解除寄生关系后,枝的生长率会有所提高。

(3) 处理A比CK的梭梭总生物量减少了49.29%,其中当年新生枝、两年以上活枝、主干、根系分别降低了22.6%、9.6%、2.2%、15.6%,但枯枝的生物量却高出1倍之多,表现出衰弱的态势。

(4) 梭梭被肉苕蓉寄生以后,细根所占比例较高,这可能是梭梭为了维持生存和供给肉苕蓉营养需要的一种生态对策。

(5) 人工接种肉苕蓉必须加强水肥管理,否则寄主会发生衰退成为小老树甚至死亡。幼树根系生命力强,接种容易成功,大树根系生命力弱且位于土层深处,增加了接种的难度且不容易接种成活。而幼树被寄生以后,因营养过多消耗,对寄主的生长发育影响较大。因此,寻求最佳的接种效果,解决因接种而造成寄主生长发生衰退这一矛盾,是今后应加强研究的课题。

### 参考文献:

- [1] 姚东瑞,郑晓明,黄建中,等. 寄生植物无根藤吸器发育过程中酸性磷酸酯酶与细胞分裂素变化研究[J]. 植物学报, 1994, 36(3): 170 ~ 174
- [2] Stewart G R, Press M C. The physiology and biochemistry of parasitic angiosperms[J]. Ann Rev Plant Physiol Plant Mol Biol, 1990, (41): 127 ~ 132
- [3] 李天然. 寄生被子植物的种子生理及其与寄主的相互关系[J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(6): 450 ~ 457
- [4] Smith S. Stomatal behaviour of *Striga hemonhica* [A]. In: Musselman I J, Wegmann K. Recent Advance in Orobanche Research[M]. Eberhard Karls Universitat FRG, 1991. 329 ~ 335
- [5] Schulze E D, Turner N C, Gatzel G. Carbon, water and nutrient relations of two mistletoes and their hosts, a hypothesis[J]. Plant Cell Environ, 1984, 143: 33 ~ 44
- [6] Gomes A L, Fernandes G W. Influence of parasitism by pilosyletes ingae (Rafflesiaceae) on its host plant, Mimosa guirei (Leguminosae) [J]. Ann Bot, 1994, 74: 205 ~ 213
- [7] Fer A, Russo N, Simier P, et al. Physiological changes in a root hemiparasitic angiosperm, *Thesium humile* (Santalaceae), before and after attachment to the host plant (*Triticum vulgare*) [J]. Plant Physiol, 1994, 143: 704 ~ 712
- [8] 国家环境保护局自然保护司,保护区与物种管理处. 珍稀濒危植物保护与研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1991. 157
- [9] 张寿洲, 马毓泉. 肉苕蓉的核型分析[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1989, 20(2): 277 ~ 279
- [10] 马虹, 屠骊珠, 李天然. 肉苕蓉胚胎学研究. 胚和胚乳的发育[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1997, 28(2): 219 ~ 221
- [11] 高焕, 冯启. 肉苕蓉人工种植技术研究[J]. 内蒙古林业科技, 2001(增刊): 45 ~ 46
- [12] 郑兴国, 陆中元, 王程, 等. 肉苕蓉人工栽培技术研究[J]. 新疆林业, 2001, 2: 29 ~ 30
- [13] 郭新红, 姜孝成, 潘晓玲. 渗透胁迫和外源脱落酸对梭梭幼苗生理特性的影响[J]. 生命科学研究, 2000(4): 337 ~ 342

- [14] 邹受益. 梭梭林更新复壮最佳技术研究[J]. 内蒙古林学院学报(自然科学版), 1995(2): 1~8
- [15] 李春喜, 王志和, 王文林. 生物统计学(第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 2002
- [16] 冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量 and 生产力[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 15
- [17] 张小全. 森林细根生产和周转研究[J]. 林业科学, 2001, 37(3): 126~135

## Effects of the Parasite Plant (*Cistanche deserticola*) on Growth and Biomass of the Host Plant (*Haloxylon ammodendron*)

TAN De-yuan<sup>1</sup>, GUO Quar-shui<sup>2</sup>, WANG Chur-ling<sup>3</sup>, MA Chao<sup>2</sup>

(1. College of Bioscience and Biotechnology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Research Institute of Forestry Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091, China;

3. Department of Protection of Wild Animal and Plant, State Forestry Administration, Beijing 100043, China)

**Abstract:** At the cultivated *Cistanche deserticola* base of Forest Tree Breed Station in Jumushaer in Xinjiang Uighur Autonomous Region, the host plant *H. ammodendron*, planted artificially *Cistanche deserticola* successfully and collected the seeds of *Cistanche deserticola* (called treatment A) and the host plant *H. ammodendron*, planted artificially *Cistanche deserticola* unsuccessfully (called CK) were investigated. Their height, base diameter, crown size, root and biomass were measured and contrasted. Besides, the new branches growth of treatment A, CK and the host plant *H. ammodendron*, planted artificially *Cistanche deserticola* successfully, but it growing in the soils (treatment B) was mensurated termly. The results showed most height, base diameter and crown size of treatment A was smaller than that of the CK. There were more differences in height, base diameter and crown size among the individuals. Compared with the CK, The total biomass of treatment A reduced by 49.29%, the new branches biomass decreased by 22.6%, the two-year and excess two-year branches biomass decreased by 9.6%, the trunk biomass decreased by 2.2%, the root biomass decreased by 15.6%. But the deadwood biomass of treatment A was double or more than the deadwood biomass of CK. Therefore, it could be inferred that treatment A had been falling into a declining. After *H. ammodendron* was planted artificially *Cistanche deserticola* successfully, its fine-root percent increased slightly. The possible cause was the fact that *H. ammodendron* adopted an ecological strategy for maintaining oneself and supplying nutrition for *Cistanche deserticola*. But these new branches growth of host *H. ammodendron* were restrained greatly.

**Key words:** the parasite plant; *Cistanche deserticola*; *H. ammodendron*; host; growth; biomass