

肉苁蓉寄生对寄主梭梭体内主要矿质元素含量的影响

郑国琦¹, 宋玉霞^{2*}, 郭生虎², 马红爱², 牛东玲¹

(1. 宁夏大学生命科学学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏农林科学院宁夏农业生物技术重点实验室, 宁夏 银川 750002)

摘要: 对寄生有肉苁蓉的梭梭(HA)与未寄生肉苁蓉的梭梭(CK)不同生长发育时期体内氮、磷、钾、钠、钙、镁、锰、铁等8种矿质营养元素含量的动态变化进行研究。实验结果表明: HA与CK体内的氮、磷、钾、钙、钠以及微量元素铁、锰的含量变化均无显著差异性, 只有镁元素二者间差异显著; 对于寄生植物肉苁蓉, 其体内大量元素氮显著高于HA和CK, 磷显著高于HA, 而与CK差异不显著, 钾、钠、钙、镁、锰、铁6种元素含量均显著性低于HA和CK, 同时研究了肉苁蓉寄生后对梭梭体内矿质营养元素的吸收系数的影响, 按吸收系数大小排列为 $N > P > Na > Mg > Ca > K > Mn > Fe$ 。造成以上结果的原因可能与肉苁蓉属于全寄生性植物有关。

关键词: 肉苁蓉; 梭梭; 寄生; 矿质元素

中图分类号: S727.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0182-06

寄生是植物之间相互关系的一个重要方面, 在被子植物中, 约有3 000余种是以寄生方式生存的^[1]。寄生植物生长所需要的营养物质来源及其与寄主植物生长发育的关系是研究寄生植物寄生机理的一个重要问题。不同的寄主植物受寄生植物感染后, 其生长和代谢表现各异。Stewart等研究发现, 独脚金可使寄主高粱、甘蔗、玉米、谷子等农作物完全丧失产量, 相反, 很多槲寄生植物可与寄主一起生活数十年而无多大危害^[2]。

肉苁蓉(*Cistanche deserticola* Ma)习称大芸, 列当科, 肉苁蓉属, 为多年生专性全寄生植物, 营养生长全部在地下进行, 只有生殖生长阶段出土, 且无叶绿体, 其专性寄主梭梭[*Haloxylon ammodendron* (C. A. Mey) bunge]是藜科梭梭属的多年生小乔木, 分布在我国内蒙古、新疆、甘肃、青海、宁夏等地, 是我国西北干旱荒漠地区适应性较强的防风固沙优势树种, 材质坚硬、火力强, 是最好的薪炭材, 也是牲畜的良好饲料。肉苁蓉在《神农本草经》中被称为上品, 在5月间植株刚出土时采摘晾干, 本品补而不峻, 有从容缓和之貌, 具有补肾壮阳、滋阴活血、润肠通便之功效, 和寄主梭梭被合称为“荒漠之宝”^[3]。

近年来, 有关梭梭和肉苁蓉的研究^[4~8], 多集中在肉苁蓉及梭梭的生境土壤特征, 梭梭物候期特点, 梭梭光合作用代谢, 肉苁蓉药理学研究, 以及梭梭肉苁蓉人工栽培及开发利用现状等方面, 而且这些研究大都是将肉苁蓉和梭梭分开, 单独进行研究, 而有关肉苁蓉寄生对寄主梭梭体内主要生理代谢及

其生长发育状况研究较少, 谭德远等^[9]对肉苁蓉寄生后对其寄主梭梭生长方面进行了研究, 发现肉苁蓉寄生后, 其地下部根系和地上部当年生枝条生长均不同程度受到抑制, 而关于肉苁蓉寄生后对寄主梭梭体内一些物质代谢运输方面的研究, 目前尚未见报道。本研究通过对寄生和未寄生肉苁蓉的梭梭及肉苁蓉在不同生长时期体内矿质营养元素的含量变化进行比较研究, 明确肉苁蓉寄生对寄主梭梭体内主要矿质营养元素吸收和利用的影响, 一方面, 为揭示二者间的相互关系提供生理依据, 另一方面, 开展这方面的研究对于我国梭梭属植物资源的保护和肉苁蓉资源的合理开发利用等具有重要的指导意义。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

试验区位于内蒙古阿拉善左旗苏海图肉苁蓉生产基地, 东经105°47', 北纬39°32', 地处气候特征为干旱少雨, 风大沙多, 属典型的大陆性气候。年平均气温8.6℃, 绝对最高气温40.9℃, 绝对最低气温-31.2℃, 年平均地温10.5℃。全年日照时数3 293 h, 无霜期160 d。年平均降水量104 mm, 降雨量集中在7~9月, 年平均蒸发量3 023.7 mm。年平均风速3.6 m/s, 最大瞬时风速24 m/s, 年平均大风日数34.5 d, 其中沙暴日约7 d, 年平均扬沙日数82.5 d, 主风向东北风, 主害风西北风。地形以较平缓的沙地为主, 固定和半固定沙丘相间分布, 并零星分布有低洼地。梭梭林分布区多为风沙土。地下

收稿日期: 2006-05-22

基金项目: 国家自然科学基金(30260008); 国家科技公关西部专项(2002BA901A32); 宁夏回族自治区自然科学基金(C123)

作者简介: 郑国琦(1977-), 男, 宁夏贺兰人, 硕士, 讲师, 主要从事植物学及植物生理学的教学和科研工作。

* 通讯作者: 宋玉霞, E-mail: songyx666@163.com.

水位埋深 1~10 m。植被为旱生和超旱生类型,建群种以梭梭为主,伴生有白刺、红砂、猪毛菜、沙蒿、沙冬青等。

1.2 试验方法及测定项目

1.2.1 试验方法 定点选取 3 株 10 a 生、生长较一致的未寄生肉苁蓉的梭梭作为对照,同时选取 3 株寄生肉苁蓉的、生长状况一致的梭梭,分别在 7 月 8 日、7 月 28 日、9 月 1 日、9 月 22 日、10 月 12 日,从梭梭树体的东、南、西、北四个部位摘取梭梭的肉质同化枝,并采挖寄生的肉苁蓉,冷冻于液氮罐中,供室内测定分析用,同时采集土样。将采集的植物样品用无离子水洗净,晾干后放在烘箱中,保持温度 70℃ 烘干备用。

1.2.2 测定项目 测定氮采用凯氏定氮法,钾用火焰光度法,磷用钼钒黄比色法,钠、钙、镁、锰、铁用原子吸收法^[10]。

2 结果与分析

2.1 肉苁蓉寄生对梭梭体内氮、磷、钾含量的影响

从表 1 可以看出,肉苁蓉体内的氮素含量高于 CK 和 HA 体内氮素含量,且差异达到极显著水平。植物体内氮素含量直接来源于植物根系从土壤中的吸收,并由木质部运输到植物的其它器官贮藏,其中植物果实和种子是最主要的贮藏器官,它们的氮素含量远高于植物的茎、叶等器官中氮的含量。作为全寄生植物的肉苁蓉,它寄生在寄主梭梭的根部,从寄主吸收大量氮素贮藏肉质茎中,氮素在肉苁蓉体内的大量积累与其体内较高的硝酸还原酶活性具有很强的相关性。另外通过对不同发育时期肉苁蓉、CK、HA 体内氮素含量进行跟踪测定发现(图 1A),肉苁蓉体内氮素含量呈现先逐渐上升后下降的趋势,其中在 9 月 22 日达到最高峰,之后下降,这

表 1 肉苁蓉和寄主梭梭体内氮、磷、钾含量方差分析表

Table 1 The analysis of variance of the contents of N, P and K in *Cistanche deserticola*·*Ma*·and *Haloxylon ammodendron*

植物 Plant	N(%)	P(%)	K(g/kg)
CD	21.9 aA	2.05 aA	19.53
CK	2.73 bB	1.706 abA	28.54
HA	2.42 bB	1.356 bA	21.82
F 值 F Value	60.418**	2.764*	1.301

注:HA 代表寄生肉苁蓉的梭梭;CK 代表未寄生肉苁蓉的梭梭作为对照;CD 代表肉苁蓉。以下图表相同。

Note: HA means *Haloxylon ammodendron* parasitized by *Cistanche deserticola*; CK means *Haloxylon ammodendron* unparasitized by *Cistanche deserticola*; CD means *Cistanche deserticola*. The same below.

可能是因为外界温度的逐渐降低,肉苁蓉和寄主梭梭的生长均受到严重影响,导致体内氮素含量的下降。

肉苁蓉体内的磷素含量显著高于 CK 和 HA 体内含量,CK 体内磷素含量虽略高于 HA 体内的,但差异不显著(表 1)。另外从不同发育时期的测定结果来看,肉苁蓉体内磷素含量整体呈现一种先上升后下降的趋势,与氮素的变化趋势较一致,但磷素在 9 月 1 日和 9 月 22 日含量变化幅度不大,之后迅速下降;CK 和 HA 体内磷素含量则呈现出持续下降的趋势(图 1B)。

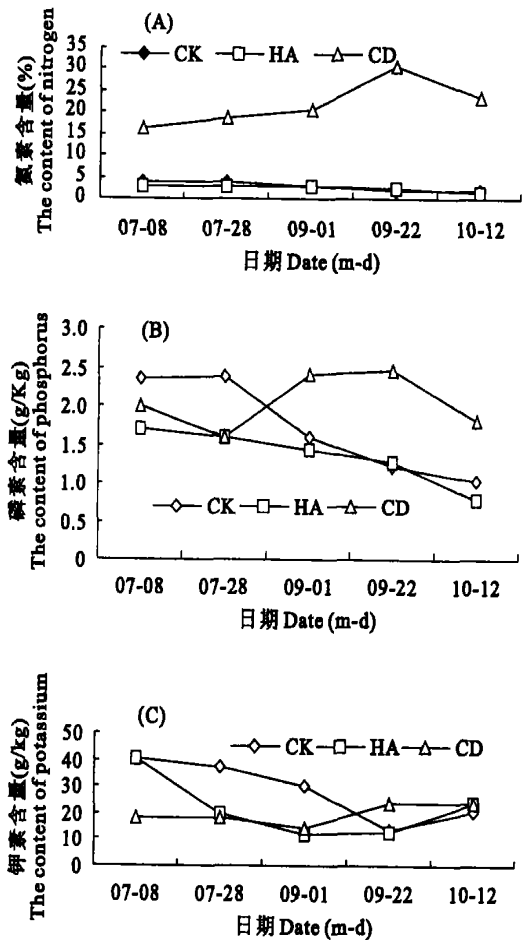


图 1 不同发育时期寄主梭梭和肉苁蓉体内氮、磷、钾含量的变化

Fig.1 The change of the content of N, P and K in *Cistanche deserticola* and *Haloxylon ammodendron* during different development stages

通过对 CK、HA、肉苁蓉体内的钾元素含量进行方差分析发现,钾元素在 CK、HA、肉苁蓉间均没有显著性差异(表 1),从不同发育时期含量变化来看,基本呈现先下降后上升的趋势(图 1C)。造成这种现象的原因可能与肉苁蓉对钾素的大量吸收有关,这与后面提到的 HA、CK 及 CD 间的钾元素吸

收系数无显著差异性的结论是相一致的,而且也进一步说明钾不仅是梭梭体内的主要营养元素,同时也是肉苁蓉体内的主要营养元素,这与下面提到的钙、镁、钠、铁、锰元素含量的变化规律是皆然不同的。钾元素在肉苁蓉体内的大量积累一方面满足肉苁蓉的营养需求,另一方面可能与钾参与降低肉苁蓉的细胞渗透势有关,这与旱生或沙生植物在干旱环境下主要通过有机渗透调节物质和钾离子来降低细胞渗透势的结论是相一致的^[11],当然关于钾元素在肉苁蓉内的确切生理机制我们将在以后的研究中进一步探讨。

2.2 肉苁蓉寄生对梭梭体内矿质元素钙、镁、钠含量的影响

由表 2 可以看出,HA 与 CK 体内钙、镁和钠含量没有显著性差异,而它们二者与肉苁蓉间的差异却达到了极显著水平。矿质元素钙、镁、钠在梭梭体内的积累对于处于干旱少雨的沙漠环境中生长的寄主植物梭梭来讲,具有十分重要的意义。

表 2 肉苁蓉和寄主梭梭体内钙、镁、钠含量的方差分析表
Table 2 The analysis of variance of the content of Ca, Mg and Na in *Cistanche deserticola* and *Haloxylon ammodendron*

植物 Plant	Ca(g/kg)	Mg(g/kg)	Na(g/kg)
HA	12.94 _{aA}	13.62 _{aA}	72.48 _{aA}
CK	11.96 _{aA}	11.08 _{bA}	65.28 _{aA}
CD	0.603 _{bB}	0.53 _{cB}	1.213 _{bB}
F 值 F Value	72.74 ^{**}	95.01 ^{**}	61.805 ^{**}

梭梭为藜科小乔木,为盐生植物中的泌盐植物,具有很强的抗旱耐盐性,而耐盐性植物的一个显著特征就是吸收大量无机离子贮藏在地上部叶片的液泡中。大量无机离子积累在梭梭肉质同化枝内,对于维持梭梭体内较低的水势和充足的水分具有重要意义,其中,钠含量最高,其对降低梭梭地上部渗透势的作用最大,其次为钙和镁元素,而钠元素的大量积累与梭梭具有耐盐的特性是一致的。相反,肉苁蓉体内这 3 种矿质元素含量与寄主梭梭相比很低,这就说明肉苁蓉对这 3 种元素的需求不是很强,但是,肉苁蓉体内水分含量却略高于梭梭体内水分含量,导致这种现象的原因可能是由于肉苁蓉体内积累有大量的糖类和氮素有机物,大量有机物质的存在又降低了肉苁蓉的渗透势,从而使水分源源不断地从寄主梭梭流向寄生植物肉苁蓉(即寄主梭梭主要以积累无机离子来降低地上部同化枝的渗透势,而寄生植物肉苁蓉则主要以积累有机渗透调节物质来降低渗透势(另文发表),这就更加说明肉苁蓉为

一专性全寄生植物。另外,在寄生梭梭和 CK 梭梭的整个生长季节里,它们的钠元素表现出持续的上升趋势,镁元素在后期也表现为上升趋势,但上升幅度没有钠元素明显,钙元素在生长后期变化幅度不大(图 2)。

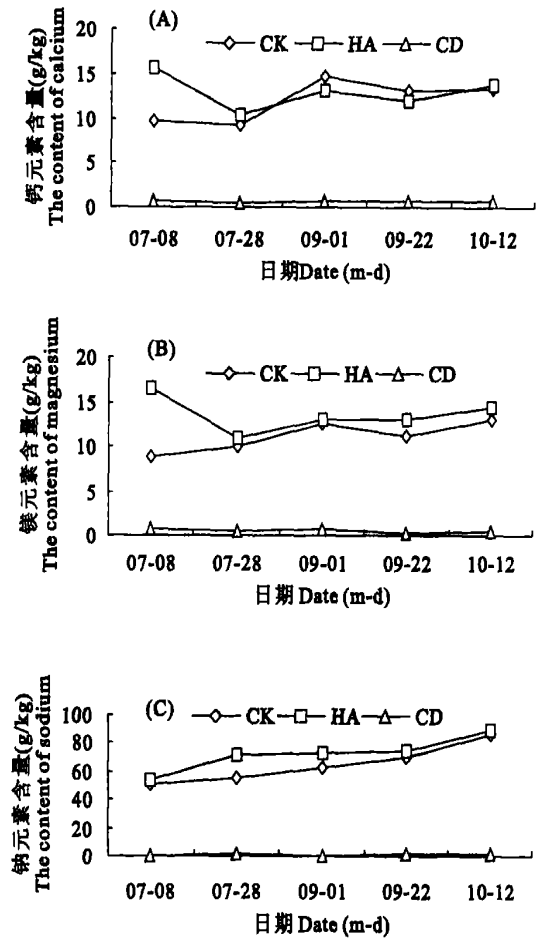


图 2 不同发育时期寄主梭梭和肉苁蓉体内钙、镁、钠含量的变化

Fig. 2 The change of the content of Ca, Mg and Na in *Cistanche deserticola* and *Haloxylon ammodendron* during different development stages

2.3 肉苁蓉寄生对梭梭体内微量元素含量的影响

微量元素不仅影响植物的生理代谢活动,促进植物的生长发育,而且还是药用植物有效成分的构成因子,从而影响植物化学成分的形成和积累,最终影响有效成分的含量及药效。从表 3 可以看出,肉苁蓉寄生后,其体内积累的微量元素铁和锰比寄主梭梭低一个数量级,而且 CK 和 HA 之间的这两种元素含量也无显著性差异,说明肉苁蓉的寄生并不影响寄主体内铁和锰元素的积累。铁、锰两种元素在植物的光合作用中发挥着重要的生理作用,肉苁蓉为专性全寄生植物,不具叶绿体,这可能是其体内

这两种元素含量远低于寄主梭梭的一个主要原因,而这也进一步说明肉苁蓉的全寄生特性。

表 3 肉苁蓉和寄主梭梭体内微量元素铁、锰含量的方差分析表

Fig.3 The analysis of variance of the content of Fe and Mn in *Cistanche deserticola* and *Haloxylon ammodendron*

植物 Plant	Fe(g/kg)	Mn(g/kg)
CK	0.162 aA	0.0614 aA
HA	0.153 aA	0.0608 aA
CD	0.030bB	0.00464 bB
F 值 F Value	2 0.40 **	83.43 **

另外,从肉苁蓉不同采样期来看,肉苁蓉体内铁元素含量整体变化趋势不明显,仅在 9 月 1 日,形成一个积累高峰期,而其它几个时期含量变化不大;而 CK 和 HA 的铁元素含量变化较大,HA 体内铁元素呈现一个先下降后逐渐上升的趋势,CK 则呈现下降—上升—再下降的变化趋势,其中在 9 月 22 日,铁含量相对较高,10 月 12 日降到最低(图 3A)。肉苁蓉的锰元素含量总体呈现一个下降的趋势,各时期含量变化无明显差异,而 CK 和 HA 的锰元素含量变化较大,CK 积累锰元素的高峰期在 7 月 28 日,且后期含量变化幅度不大,与 CK 不同的是,HA 的锰元素积累高峰期在 7 月 8 日,随后逐渐下降(图 3B),造成这种现象的原因可能与梭梭和肉苁蓉的生长发育特性具有一定的相关性。

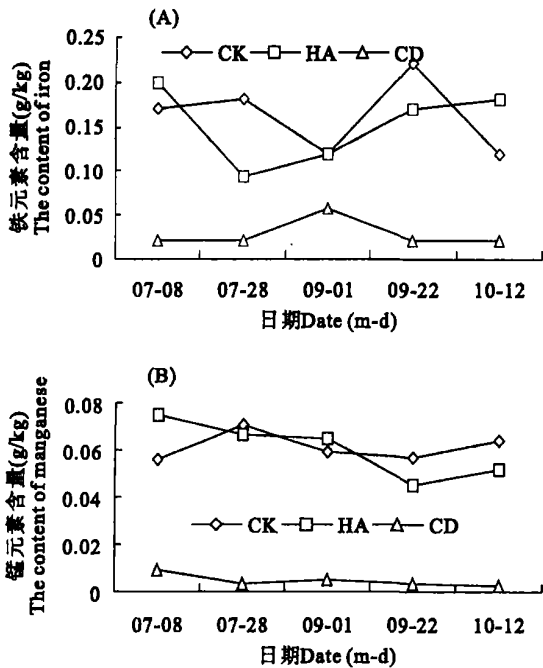


图 3 不同发育时期寄主梭梭和肉苁蓉体内微量元素铁、锰含量的变化

Fig.3 The change of the content of Fe and Mn in *Cistanche deserticola* and *Haloxylon ammodendron* during different development stages

2.4 肉苁蓉寄生对梭梭体内各种矿质营养元素的吸收系数的影响

吸收系数^[11],又称富集系数,表示植物从土壤中吸收元素的强烈程度的概念($k = X_{植物} / X_{土壤}$),也表示了植物对元素的必需程度。植物对某个元素的吸收系数越大,植物对该元素的必需程度越高,一般来说中等吸收系数($k > 0.1$)以上的元素,是植物从土壤中主动吸收上来的^[12];但吸收系数较小($k < 0.1$)的元素,很可能是植物所需的,只能靠相关性筛选。

HA、CK 和肉苁蓉三者对同一矿质营养元素的吸收系数变化较大。表 4 表明,肉苁蓉体内的氮和磷的吸收系数远高于 CK 和 HA,且有极显著差异,而 CK 和 HA 间差异不显著;钾元素的吸收系数在三者间差异不显著;钠、镁、钙是梭梭体内积累的主要矿质元素,其中,钠、镁的吸收系数较钙的吸收系数大,HA 的钠、镁、钙的吸收系数均比 CK 的大,但二者差异不明显,与肉苁蓉相比,它们对这 3 种元素的必需程度远高于肉苁蓉的需求;铁、锰的吸收系数与其它元素相比很低,但 CK 和 HA 的吸收系数均高于肉苁蓉的,且有极显著差异。另外,从表 4 也可以看出,寄主梭梭对必需营养元素 N、P、K 的需求与肉苁蓉表现出相同的趋势,而对于大量矿质元素钠、镁、钙的需求则表现不同,梭梭对钠、镁、钙的需求较多,在体内大量积累,而肉苁蓉则很少积累,这与寄主植物自身的生物学特性有很密切的关系。对于铁、锰两种微量元素,CK、HA 和肉苁蓉三者对锰元素的选择吸收均高于对铁元素的选择吸收,而且 CK 和 HA 对铁和锰的需求程度高于肉苁蓉的。总体来看,梭梭对这 8 种元素的选择吸收由大到小次序排列如下:N、P、Na、Mg、Ca、K、Mn、Fe,肉苁蓉则为 N、P、K、Mg、Na、Ca、Mn、Fe,这与梭梭和肉苁蓉的生物学特性具有一定的吻合性。

3 结 论

寄生是植物之间相互关系的一个重要方面,寄生植物生长所需要的营养物质来源及其与寄主植物生长发育的关系是研究寄生植物寄生机理的一个重要问题。寄生植物肉苁蓉生长发育所需的有机和无机营养物质均来自于寄主梭梭。通过对寄生肉苁蓉的梭梭和未寄生肉苁蓉的梭梭体内矿质营养元素含量变化的研究,初步发现两种梭梭在矿质营养元素含量方面基本上没有明显的差别(表 4),这主要与以下两个方面的因素有关:

表 4 肉苁蓉和寄主梭梭体内各种矿质营养元素吸收系数方差分析表
Table 4 The analysis of variance of absorbing coefficient of mineral elements
in *Cistanche deserticola* and *Haloxylon ammodendron*

植物 Plant	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn
CK	151.7 bB	6.1 abA	0.833	4.12 aA	0.97 aA	2.96 bA	0.017 aA	0.332 aA
HA	134.56 bB	4.84 bA	0.638	4.57 aA	1.05 aA	3.63 aA	0.016 aA	0.329 aA
CD	1216 aA	7.32 aA	0.571	0.077 bB	0.049 bB	0.142 cB	0.0032 bB	0.025 bB
F 值 F Value	60.42**	2.764*	1.191	61.805**	72.74**	95.01**	20.4**	83.43**

1) 两种梭梭体内的矿质营养元素含量没有差异显著性,这个结论正好与肉苁蓉是一个全寄生植物的事实相符合。肉苁蓉是一个专性根寄生植物,其生长所需要的水分、无机盐及有机营养物质均来自寄主梭梭,而自己本身并不进行相应的物质合成;并且由矿质营养元素的选择吸收和含量变化曲线可以看出肉苁蓉对其需求量不大,因此单从矿质营养的角度考虑,它对其寄主体内的矿质营养元素含量的积累影响较小,而可能影响其有机物质的积累(另文报道)。

2) 本次实验均选取 10 a 生且生长较一致的梭梭作为实验材料,由于树体较大的原因,也有可能导导致两种梭梭的矿质营养元素没有显著差异性。建议下一步工作将以幼期梭梭苗作为研究材料,进行进一步的研究,以进一步阐明肉苁蓉寄生对梭梭体内矿质营养元素积累的影响。

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] 马育泉. 内蒙古肉苁蓉属订正[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1977, 1: 69-75.
- [4] 许丽,姚云峰,秦富仓,等. 内蒙古吉兰泰地区梭梭与肉苁蓉寄生生态特征的研究[J]. 干旱区资源环境, 1997, 11(增刊): 58-65.
- [5] 盛晋华,刘宏义,潘多智,等. 梭梭物候期的观察[J]. 中国农业科技导报, 2003, 5(3): 60-63.
- [6] 苏培玺,赵爱芬,张立新,等. 荒漠植物梭梭和沙拐枣光合作用蒸腾作用及水分利用效率特征[J]. 西北植物学报, 2003(1): 11-17.
- [7] 金秀莲,苏玉柯. 肉苁蓉的药理学研究概况[J]. 中草药, 1993, 550-552.
- [8] 盛晋华,翟志席,杨抬新,等. 肉苁蓉寄生生物学的研究[J]. 中国农业科技导报, 2004, 6(1): 57-62.
- [9] 谭德远,郭泉水,王春玲,等. 寄生植物肉苁蓉对寄主梭梭生长及生物量的影响研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(4): 472-478.
- [10] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海科学技术出版社, 1985. 231-252.
- [11] 李德全,邹琦,程炳嵩. 植物在水分胁迫下的渗透调节作用[A]. 邹琦. 作物抗旱生理生态研究[C]. 济南: 山东科学技术出版社, 1994. 3-12.
- [12] 高业新,李新虎. 宁夏枸杞的地道性研究[J]. 地球学报, 2003, (4): 193-196.
- [13] 周长征,李银,杨春澍,等. 细辛道地药材与微量元素[J]. 中草药, 2000, 31(4): 292-295.

Effects of *Cistanche deserticola* parasitizing on content of main mineral elements in *Haloxylon ammodendron*

ZHENG Guo-qi¹, SONG Yu-xia², GUO Sheng-hu², MA Hong-ai², NIU Dong-ling¹

(1. College of Life Science, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. Key Lab of Agricultural Bio-technology of Ningxia, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry, Yinchuan 750002, China)

Abstract: The contents of eight mineral elements including N, P, K, Na, Ca, Mg, Mn and Fe in HA (*Haloxylon ammodendron* parasitized by *Cistanche deserticola*. Ma.) and CK (*Haloxylon ammodendron* unparasitized by *Cistanche deserticola*. Ma) were measured during different development stages. The results showed that there was no remarkable difference between HA and CK in the content of the macro-elements N,

P, K, Ca, Na and the micro-elements Fe and Mn except for the element Mg. As for the parasitic plant *Cistanche deserticola*, the content of the element N was obviously higher than that in HA and CK, and the element P was obviously higher than that in HA, but not obviously different from that in CK; the content of the six elements K, Na, Ca, Mg, Mn and Fe were all remarkably lower than those in HA and CK. Meanwhile, the influence of *Cistanche deserticola* parasitizing to the absorbing coefficient of mineral elements in *Haloxylon ammodendron* was also studied. According to the absorbing coefficient, those elements could be arranged as $N > P > Na > Mg > Ca > K > Mn > Fe$, which was caused mainly by the fact that *Cistanche deserticola* belonged to the whole parasitic plant.

Keywords: *Cistanche deserticola*; *Haloxylon ammodendron*; parasitizing; mineral element

欢迎订阅 2007 年 《水土保持通报》

《水土保持通报》创刊于 1981 年,双月刊,中文版,属环境科学学科,连续 4 届被定为我国中文核心期刊。主管单位为中国科学院,由中国科学院水利部水土保持研究所和水利部水土保持监测中心联合主办。为《中国科技论文统计源期刊》,《中国科学引文数据库统计源期刊》,《中文核心期刊要目总览》等收编。本刊主编李锐,郭索彦先生。ISSN1000-288X, CN61-1094/X。开本为大 16 开,160 页/期,国内发行代号:52-62,国外发行代号:4721BM,定价:14.0 元/册。

办刊宗旨:紧密跟踪水土保持学科的发展动向,及时报道本学科前沿领域科学理论、技术创新及其实际应用研究最新成果,积极引导和推动水土保持学科和水土保持实践的发展与繁荣。报道内容:土壤侵蚀、旱涝、滑坡、泥石流、风蚀等水土流失灾害的现状与发展动向;水土流失规律研究、监测预报技术研发成就与监测预报结果;水土流失治理措施与效益分析;水土流失地区生态环境建设与社会经济可持续发展研究;计算机、遥感工程、生物工程等边缘学科新技术、新理论、新方法在水土保持科研及其实践中的应用;国外水土流失现状及水土保持研究新动态等。读者对象:从事水保科技研究、教学与推广的科教工作者及有关行政管理人员;国内外环境科学、地学、农业、林业、水利等相关学科科教人员及大专院校师生。

地址:陕西省杨凌区西农路 26 号《水土保持通报》编辑部

邮编:712100

电话:(029)87018442

传真:(029)87012210

E-mail:bulletin@ms.iswc.ac.cn

http://www.iswc.ac.cn