

梭梭树龄与肉苁蓉种子产量关系的研究

郑雷 崔旭盛 吴艳 翟志席 郭玉海*

(中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193)

摘要 以梭梭和肉苁蓉为试验材料,研究了梭梭树龄与肉苁蓉种子产量的关系。结果表明:1)梭梭基径粗、株高、冠幅、肉苁蓉直径、花序长、蒴果数、有效果数、单蒴果重和单株种子产量与梭梭树龄呈显著正相关,相关系数在0.93以上。2)随着梭梭树龄增长,与对照相比,单株肉苁蓉种子产量提高了2~5倍。直径<0.5 mm的种子所占比例下降,直径为0.5~0.7 mm种子所占比例提高。3)5年生及以上的梭梭所寄生的肉苁蓉直径和花序长可达21.72 mm和30.8 cm以上,并且蒴果数、有效果数和单株种子产量分别可达143个、128个和11.810 g以上。5年生及以上的梭梭可作为寄主培育肉苁蓉留种植株。

关键词 梭梭; 肉苁蓉; 种子产量

中图分类号 Q 945; S 56

文章编号 1007-4333(2013)02-0100-05

文献标志码 A

Relationship between the seed yield of *Cistanche deserticola* and the age of *Haloxylon ammodendron*

ZHENG Lei, CUI Xu-sheng, WU Yan, ZHAI Zhi-xi, GUO Yu-hai*

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract To study the relationship between the seed yield of *Cistanche deserticola* and the age of *Haloxylon ammodendron*, three to six years old *H. ammodendron* parasitized by *C. deserticola* were selected and the seed yield, the yield components of *C. deserticola* were measured. The results showed that: (1) The base diameter, the height and crown of *H. ammodendron*, the base diameter and inflorescence length of *C. deserticola*, total number of capsules, number of effective capsules, single capsule weight and seed yield per plant were interrelated significantly with the age of *H. ammodendron* and the correlation coefficients were above 0.93; (2) compared with the control and the growth of *H. ammodendron* (from three years to six years old), the seed yield per plant increased 2 – 5 times, the proportion of the seed diameter declined less than 0.5 mm, and the seed diameter increased around 0.5 to 0.7 mm; (3) the base diameter and inflorescence length of *C. deserticola*, the total number of capsules, the number of effective capsules, the single capsule weight and the seed yield per *H. ammodendron* plant of five years old and above parasitized by *C. deserticola* were increased more than 21.72 mm, 30.8 cm, 143, 128 and 11.810 g respectively. Therefore, *H. ammodendron* with five years old and above could be used as the host plants of *C. deserticola* for seed production.

Key words *Haloxylon ammodendron*; *Cistanche deserticola*; seed yield

肉苁蓉 (*Cistanche deserticola*) 为列当科 (Orobanchaceae) 肉苁蓉属 (*Cistanche*) 多年生全寄生植物, 寄生于藜科属植物梭梭 (*Haloxylon ammodendron* (C. A. Mey) Bunge) 的根部。肉苁蓉以肉质茎入药, 为传统正品补益类药材, 具补肾

阳、益精血, 润肠通便之功效^[1]。近些年, 随着人们保健意识的增强和肉苁蓉药理药效的深入研究^[2-4], 野生肉苁蓉资源已经远远不能满足人们对肉苁蓉及其产品与日俱增的需求, 进行肉苁蓉的野生抚育和人工栽培是解决肉苁蓉资源匮乏和合理开发利用肉

收稿日期: 2012-07-17

基金项目: 科技部农业科技成果转化资金项目(2011GB23600014); 国家公益性行业(农业)科研专项(200903001-2-3)

第一作者: 郑雷, 博士研究生, E-mail: zhenglei19870922@163.com

通讯作者: 郭玉海, 教授, 博士生导师, 主要从事中草药栽培研究, E-mail: yhguo@cau.edu.cn

苁蓉的有效措施^[5-6]。

肉苁蓉生产上种子紧缺和接种率低是困扰肉苁蓉资源保护和生产的首要问题。种子紧缺、接种率低不仅与肉苁蓉的寄生繁殖习性密切相关,同时还受营养物质供应和环境条件的影响^[7-8]。肉苁蓉生长发育所需的水分、有机营养和矿质营养全部来自寄主梭梭。因此,梭梭对肉苁蓉的物质供应量不仅决定着肉苁蓉的生长量而且与肉苁蓉种子产量密切相关。相关研究表明,梭梭体内的非结构性碳水化合物可以被肉苁蓉所吸收再利用,并且随着树龄增长,梭梭体内可被再利用的非结构性碳水化合物的总量不断提高^[9]。但梭梭树龄增长和可被再利用的非结构性碳水化合物的总量提高对肉苁蓉生长及种子产量的影响尚不清楚。

为挖掘寄生于不同树龄梭梭上的肉苁蓉可利用物质潜力、提高肉苁蓉种子的结实率和种子产量,本试验以梭梭和肉苁蓉为材料,研究梭梭树龄对肉苁蓉生长和肉苁蓉种子产量的影响,旨在明确不同树龄梭梭对肉苁蓉种子产量性状的影响,为肉苁蓉种子的高产优质培育提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

梭梭和肉苁蓉。

1.2 试验处理和试验设计

对照:3年生梭梭,分别于2008年4月和2009年4月种植;

处理1:4年生梭梭,分别于2007年4月和2008年4月种植;

处理2:5年生梭梭,分别于2006年4月和2007年4月种植;

处理3:6年生梭梭,分别于2005年4月和2006年4月种植。

试验基本情况:各处理分别于2008年7月和2009年7月接种肉苁蓉,2011年7月和2012年7月随机采取各处理样品5株进行测定。试验在内蒙古王爷地苁蓉生物有限公司试验基地进行。

1.3 测定指标和方法

梭梭和肉苁蓉生长量采用米尺测量法测定。蒴果长度和宽度采用卡尺测量法^[7]测定。单株肉苁蓉蒴果数和有效果数采用计数法^[7]测定。单蒴果重、单果种子重、单株种子产量和千粒重采用称重法^[8]测定。种子分级采用筛选法^[8]。

1.4 数据处理

数据采用DPS 7.05软件和Excel 2007进行数据处理及统计分析。因2年试验结果趋势基本一致,在无特殊说明情况下,本研究着重分析2011年的试验结果。

2 结果与分析

2.1 梭梭树龄与梭梭性状的关系

从梭梭树龄和梭梭植株性状关系(表1)可见,随着梭梭树龄的增长,梭梭基茎粗、株高和冠幅呈迅速增长的趋势。与对照相比,5和6年生梭梭基茎粗分别增长了78.98%和127.91%。5和6年生梭梭株高与对照相比增加了51.48%和76.89%。5和6年生梭梭冠幅与对照相比分别增加了60.83%和135.59%,并且差异达到显著水平($P < 0.05$,下同)。

表1 梭梭树龄与梭梭性状的关系

Table 1 Relationship between the age and the growth of *H. ammodendron*

树龄 Tree age	基径粗/mm Base stem diameter	株高/cm Plant height	冠幅/cm Tree crown
3年生 Three-year-old	11.61 c	91.3 c	53.1 c
4年生 Four-year-old	14.22 c	114.7 b	54.3 c
5年生 Five-year-old	20.78 b	138.3 ab	85.4 b
6年生 Six-year-old	26.46 a	161.5 a	125.1 a

注:表中每列数字后不同小写字母表示差异达到显著水平($P < 0.05$),下同。

Note: Values followed by the different letters in each column are significantly at 0.05 level from each other. The same as follows.

2.2 梭梭树龄与肉苁蓉性状的关系

从梭梭树龄对肉苁蓉生长的影响可见(表2),随着梭梭树龄增长,肉苁蓉直径和花序长增加而肉质茎长则没有显著变化。与对照相比,5和6年生梭梭上寄生的肉苁蓉直径分别增加46.26%和80.34%,肉苁蓉花序长增加了97.44%和171.79%,差异显著。

表2 梭梭树龄对肉苁蓉性状的影响

Table 2 Influence of different *H. ammodendron* ages on the growth of *C. deserticola*

树龄 Tree age	肉苁蓉直径/mm Diameter	肉质茎长/cm Fleshy stem length	花序长/cm Inflorescence length
3年生 Three-year-old	14.65 b	34.1 a	15.6 c
4年生 Four-year-old	14.97 b	33.5 a	24.6 bc
5年生 Five-year-old	21.72 a	34.8 a	30.8 b
6年生 Six-year-old	26.42 a	34.2 a	42.4 a

2.3 梭梭树龄与肉苁蓉经济性状的关系

2.3.1 梭梭树龄与肉苁蓉蒴果的关系

梭梭树龄对肉苁蓉蒴果的影响(表3)表现在:随着梭梭树龄增长,肉苁蓉的蒴果长、蒴果宽、单株

蒴果数、单株有效果数和单蒴果重均逐渐增大。与对照相比,6年生梭梭上寄生肉苁蓉的单株蒴果数、单株有效果数、蒴果长、蒴果宽和单蒴果重分别增加101.98%、138.36%、29.73%、36.40%和150.00%,

表3 梭梭树龄对肉苁蓉蒴果的影响

Table 3 Influence of different *H. ammodendron* ages on the capsule of *C. deserticola*

树龄 Tree age	每株蒴果数 Number of capsules	每株有效果数 Number of effective capsules	蒴果长/mm Capsule length	蒴果宽/mm Capsule width	单蒴果重/g Capsule weight
3年生 Three-year-old	101 b	73 b	12.48 b	8.60 b	0.110 b
4年生 Four-year-old	108 b	86 b	14.03 ab	10.01 ab	0.216 a
5年生 Five-year-old	143 ab	128 ab	14.62 ab	10.78 a	0.243 a
6年生 Six-year-old	204 a	174 a	16.19 a	11.73 a	0.275 a

差异显著。

2.3.2 梭梭树龄与肉苁蓉种子的关系

随着梭梭树龄增长,单株种子产量增加并且2年试验结果基本一致(表4)。与对照相比,5和6年生梭梭上寄生的肉苁蓉单株种子产量分别增加269.99%和721.43%,同时千粒重也随着梭梭树龄的增长分别增加了8.09%和12.50%,差异显著。此

外,肉苁蓉种子粒径分布也发生改变:与对照相比,4到6年生梭梭上寄生的肉苁蓉种子直径 ≤ 0.5 mm的种子所占比例下降,分别下降了10.5%、9.8%和17.4%,种子直径为0.5~0.7 mm种子所占比例上升,分别增加了18.5%、7.5%和13.1%。与对照相比,5和6年生梭梭上寄生的肉苁蓉种子 ≥ 0.7 mm的种子所占比例分别增加了2.2%和6.2%。

表4 梭梭树龄对肉苁蓉种子的影响

Table 4 Influence of different *H. ammodendron* ages on the seed of *C. deserticola*

树龄 Tree age	单株种子产量/g Seed yield per plant		千粒重/g 1 000-grain weight	种子粒径 Seed size		
	2011年	2012年		≤ 0.5 mm	0.5~0.7 mm	≥ 0.7 mm
3年生 Three-year-old	3.192 c	4.697 c	0.068 0 c	26.2%	37.8%	36.0%
4年生 Four-year-old	9.692 bc	11.639 b	0.071 2 c	15.7%	56.3%	28.0%
5年生 Five-year-old	11.81 b	14.212 b	0.073 5 b	16.4%	45.3%	38.2%
6年生 Six-year-old	26.22 a	24.004 a	0.076 5 a	8.8%	50.9%	40.2%

2.4 梭梭树龄与梭梭性状的相关性分析

梭梭树龄与梭梭基径粗度的拟合方程为 $y = 5.114x - 4.745$, $R^2 = 0.973$, 相关系数为 0.99, 梭梭树龄与梭梭基径粗度极显著相关。梭梭树龄与梭梭株高的拟合方程为 $y = 30.65x - 17.52$, $R^2 = 0.964$, 相关系数为 0.98, 梭梭树龄与梭梭株高极显著相关。梭梭树龄与梭梭冠幅的拟合方程为 $y = 24.71x - 31.72$, $R^2 = 0.885$, 相关系数为 0.94, 梭梭树龄与梭梭冠幅显著相关。因此, 梭梭树龄与梭梭

生长密切相关并且可通过梭梭的生长量来量化。

2.5 梭梭树龄与肉苁蓉性状的相关性分析

从梭梭树龄与肉苁蓉生长及种子产量构成因子的相关系数(表5)可见, 梭梭树龄与肉苁蓉花序长极显著相关而与肉苁蓉直径显著相关, 相关系数分别为 0.99 和 0.95。梭梭树龄与有效果数、蒴果长和蒴果宽极显著相关, 相关系数为 0.98、0.99 和 0.99 而与单株种子产量、蒴果数和单蒴果重显著相关, 相关系数分别为 0.95、0.94 和 0.93。

表5 梭梭树龄与肉苁蓉性状的相关系数

Table 5 Correlation coefficients among the age of *H. ammodendron*, the growth of *C. deserticola* and the seed yield components of *C. deserticola*

指标 Index	花序长 Inflorescence length	肉苁蓉直径 Diameter	单株种子产量 Seed yield per plant	蒴果数 Number of capsules	有效果数 Number of effective capsules	蒴果长 Capsule length	蒴果宽 Capsule width	单蒴果重 Capsule weight
相关系数 r	0.99**	0.95*	0.95*	0.94*	0.98**	0.99**	0.99**	0.93*

注: r 代表相关系数; * 代表 $P < 0.05$; ** 代表 $P < 0.01$ 。

Note: r represents correlation coefficient, * represents $P < 0.05$, ** represents $P < 0.01$.

3 结论与讨论

寄生植物的生物学特性决定其生长发育所需物质必需由寄主植物供给^[10]。寄生植物寄生后成为一个巨大的“库”, 寄主植物为光合同化物生产的“源”, 随着寄生植物的生长, 寄主植物的光合同化物则不断由“源”向“库”转运以保证寄生植物的生长^[11]。同时寄生植物在寄生过程中也会对寄主植物生长发育和生理代谢产生影响, 寄生植物寄生后能改变寄主光合特性, 降低寄主植物生长速度^[12], 改变寄主木质部汁液组成(如氨基酸、 NO_3^- 等)以及改变寄主对矿物质的吸收和分配^[13]。

肉苁蓉的寄生特性决定了肉苁蓉生长和种子发育所需营养依靠寄主梭梭的供给。因此, 梭梭的生长量, 本质上是梭梭可被肉苁蓉调运的物质质量决定着肉苁蓉的生长、种子发育和种子产量。已有研究表明, 梭梭和肉苁蓉间不仅有矿质元素的交流, 也有有机物的转移^[14-16]。特别是梭梭体内可被再利用的非结构性碳水化合物的总量随着梭梭树龄增长而提高^[9], 肉苁蓉寄生可以优化其寄主同化物的运输, 促使更多的同化物向肉苁蓉分配^[17]。随着梭梭树龄增长, 可被再利用的非结构性碳水化合物总量的增加以及肉苁蓉对寄主同化物运输和分配的优化对肉

苁蓉种子产量的影响值得进一步探讨。

本研究以梭梭和肉苁蓉为材料, 系统研究了梭梭树龄与肉苁蓉种子产量之间的关系。研究结果表明: 随着梭梭树龄(3~6年生)的增长, 梭梭基径粗度、株高、冠幅, 肉苁蓉花序长、直径、蒴果数、有效果数、蒴果长、蒴果宽、单蒴果重等均与梭梭树龄呈显著正相关, 相关系数均大于 0.93。随着梭梭树龄(3~6年生)的增长, 与对照相比, 肉苁蓉种子产量大幅度提高, 单株种子产量提高了 2~5 倍。同时, 种子千粒重和直径为 0.5~0.7 mm 种子所占比例提高, 大幅度提高了种子质量。

梭梭和肉苁蓉种子产量之间存在着更为复杂的关系, 易受环境条件、施肥灌水、种植密度等栽培措施的影响。今后有必要作为专题进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(2010版一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 126
- [2] Piao J H, Pu X P, Ma J, et al. Effects of acetoside on improving the ability of learning and memory in mice[J]. Chin Pharm Bull, 2001, 17(6): 625-627
- [3] Geng X C, Tian X F, Tu P F, et al. Neuroprotective effects of echinacoside in the mouse MPTP model of Parkinson's disease

- [J]. *Eur J Pharm*, 2007, 564: 66-74
- [4] Wen J H, Tai H F, Xu M, et al. Echinacoside elicits endothelium-dependent relaxation in rat aortic rings via an NO-cGMP pathway[J]. *Planta Med*, 2009, 75: 1400-1404
- [5] 杨太新, 王华磊, 王长林, 等. 华北平原管花肉苁蓉引种试验研究[J]. *中国农业大学学报*, 2005, 10(1): 27-29, 43
- [6] 杨太新, 王华磊, 王长林, 等. 管花肉苁蓉田间接种技术的研究[J]. *中国中药杂志*, 2005, 30(7): 488-490
- [7] 崔旭盛, 郑雷, 郭玉海, 等. 肉苁蓉花序长度与种子产量和质量的关系研究[J]. *中国种业*, 2011(6): 54-55
- [8] 闫妍, 郭玉海. 管花肉苁蓉花序不同部位种子质量与有效积温的关系[J]. *中国农学通报*, 2009, 25(9): 70-73
- [9] 崔旭盛, 郭玉海, 杜友, 等. 梭梭碳水化合物含量与树龄关系的研究[J]. *中国农业大学学报*, 2010, 15(5): 37-41
- [10] Press M C. How do the parasitic weeds *Striga* and *Orobanche* influence host carbon relations? [J]. *Aspects of Applied Biology*, 1995, 42: 63-70
- [11] Westwood J H. Characterization of the *Orobanche-Arabidopsis* system for studying parasite-host interactions [J]. *Weed Science*, 2000, 48: 742-748
- [12] Shen H, Hong L, Ye W H, et al. The influence of the holoparasitic plant *Cuscuta campestris* on the growth and photosynthesis of its host *Mikania micrantha* [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2007, 58: 2929-2937
- [13] Seel W E, Parsons A N, Press M C. Do inorganic solutes limit growth of the facultative hemiparasite *Rhinanthus minor* L in the absence of a host? [J]. *New Phytologist*, 1993, 124: 283-289
- [14] 黄勇, 郭东锋, 骆翔, 等. 寄生植物肉苁蓉及寄主微量元素的含量研究[J]. *光谱学与光谱分析*, 2011, 32(4): 1030-1032
- [15] 黄勇, 刘晓萍, 骆翔, 等. 肉苁蓉寄生对梭梭生物量和碳水化合物含量的影响[J]. *中国农业大学学报*, 2009, 14(5): 76-79
- [16] 郭玉海, 崔旭盛, 黄勇. 寄生植物和寄主植物间的物质分配[J]. *科学通报*, 2011, 56(30): 2527-2531
- [17] 骆翔, 翟志席, 郭玉海, 等. 管花肉苁蓉对柽柳器官同化物分配的优化[J]. *中国农业大学学报*, 2011, 16(4): 43-47

责任编辑: 袁文业